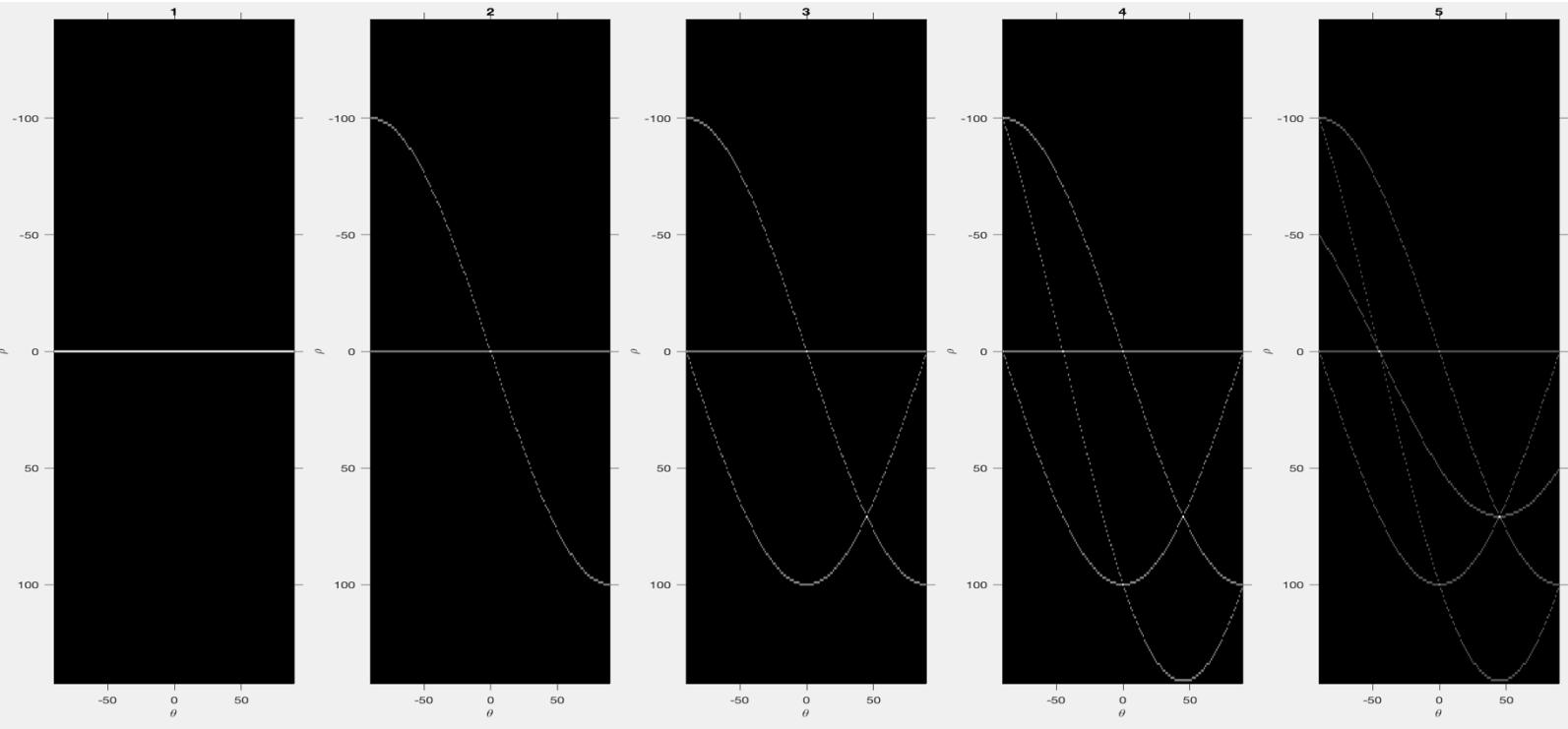


## 1. Task 1 - Hough Transform

- a. Explain the result of each imshow as it appears on the Hough domain

ההטמירה היא סכמת חיבור של צירוי כל הגרפים  $x_i \cdot \cos(\theta_i) + y_i \cdot \sin(\theta_i) = r_i$ . כאשר עצם ההתמירה היא סכמת (חיבור) של נקודות על כל הקווים האפשריים על סט הנקודות הנתנו, כאשר הקווים הרצויים הם  $(\theta_i, r_i)$ . מטרת ההתמירה להציג על כל הקווים האפשריים על סט הנקודות הנתנו, כנראה הקווים הרצויים הם נספחים.

הו המרחק מראשית הצירים לקו (הוקטור המאונך לו) ו- $\theta$  היא הזווית מציר ה- $x$  (נגד כיוון השעון). התמונות הבאות מתארות (משמאל לימין) את שלבי התמונה במרחב Hough.



התמירה הראשונה מבוצעת על נקודה שנמצאת בראשית הצירים, لكن נצפה לקבל קווים על הראשית שמרחיקם הוא אם כן 0 (תמונה שמאלית).

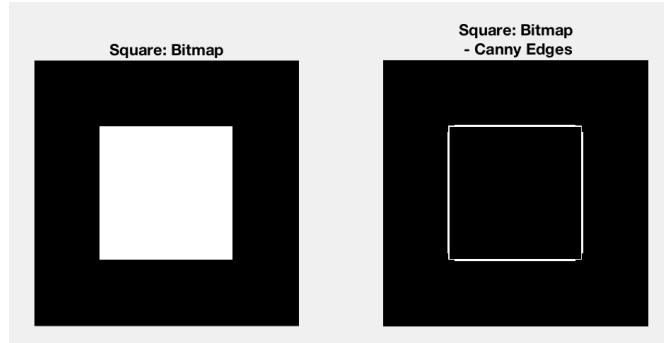
התמירה השנייה מבוצעת על נקודה 100 בציר ה- $y$ , כאן נצפה למרחק הולך וקטן ככל שכיוון הקו הוא כיוון ציר ה- $y$  ( $\theta$  גדול), כאשר מעבור את זווית  $0^\circ$  מקבל מרחק שלילי. מפגש הקווים ב- $\theta = 0$  מעיד על קו ייחיד העובר בין שתי הנקודות.

התמירה השלישית מבוצעת על נקודה 100 בציר ה- $x$ , אך כאן נצפה למרחק הולך וגדיל ככל שכיוון הקו הוא כיוון ציר ה- $x$  (נקבל מרחק שלילי), כאשר מעبور את זווית  $0^\circ$  המרחק יצטמצם בחזרה.

התמירה הרביעית מבוצעת על נקודה (100,100), لكن נצפה למרחק מינימלי (0) כאשר הקו חותך את הראשית ומרחק מוקסימלי (שלילי) כאשר הקו מאונך לקו החוצה את הראשית. ארבעת מפגשי הקווים מעידים על צלעות הריבוע המוגדר על ידי ארבעת הנקודות.

התמירה החמישית מבוצעת על נקודה (50,50), אך נצפה לתוצאה דומה ל McKee הקודם, כאשר הפעם הקו נמצא קרוב יותר לראשית.

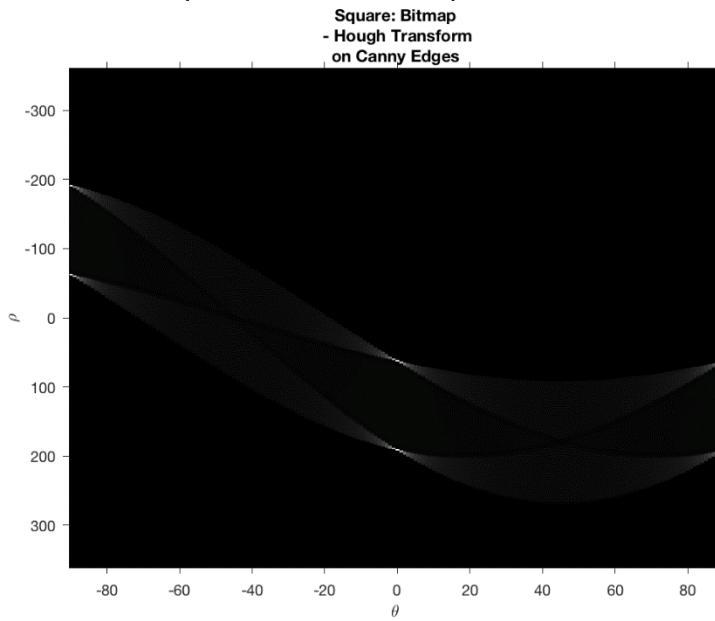
- b. Binary square
- c. Canny edges



- d. Hough Filter

ציינו ריבוע של 128X128, בודדנו את המסגרת של הריבוע (הקצוות) על ידי אלגוריתם Canny והפעילנו על התוצאה התרמתת Hough.

כיוון שקיבלו צורה עם הרבה נקודות התרמתה נראה כך:



- e. Voting

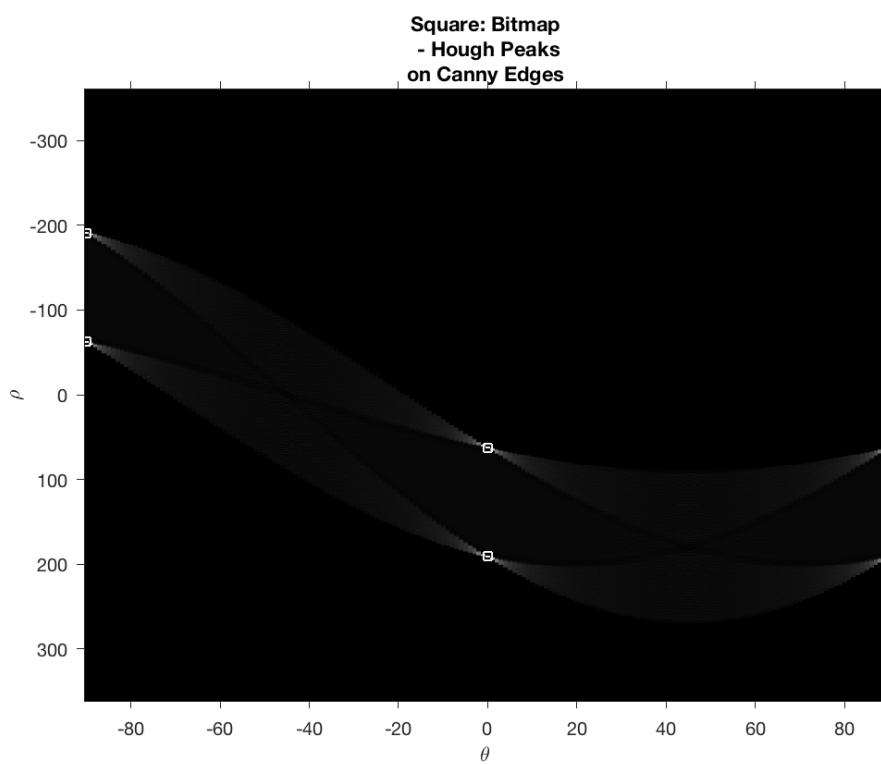
Lines in the image space are represented as the maximum point of the Hough transform

כפי שהסבירנו לעיל, ככל שלקו-ישר יש יותר נקודות משותפות, סביר להניח שכן קו זה הוא מאפיין (אנושי) אמיתי לתמונה. במישור התמerra, כל נקודה מייצגת קו במישור התמונה (המישור הקרטזי). لكن נקודה בעלת ערך גובה של התמerra, מייצגת קו המשותף להרבה נקודות הנמצאות בתמונה.

כלומר, קבוצת נקודות המשתייכות לאותו קו (במישור התמונה) מותמרות לאוסף קווים במישור Hough הנפגשים בנקודה שיא אחת. נקודת השיא מתראת את הקו המכיל את קבוצת הנקודות.

- f. Hough Peaks - Annotate peaks in the Hough domain (line candidate) of the original image of the binary-square.

הפעלת הfonקציה `houghpeaks` על התמונה במישור `hough` מביאה 4 שיאים התואמים את ארבעת צלעות הריבוע. השיאים ממוקמים ב-  $\theta = \frac{\pi}{2}$  כמצופה.



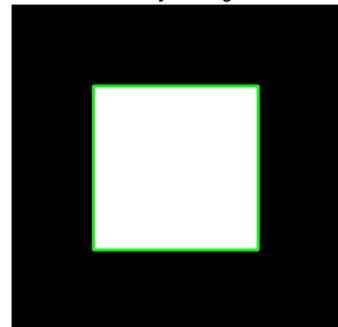
David Weinstein 302470596 [dudiwa@campus.technion.ac.il](mailto:dudiwa@campus.technion.ac.il)

Yahel Kleinman 308010743 [yahelk@campus.technion.ac.il](mailto:yahelk@campus.technion.ac.il)

g. Line Linking - Overlay the Hough-lines over the image.

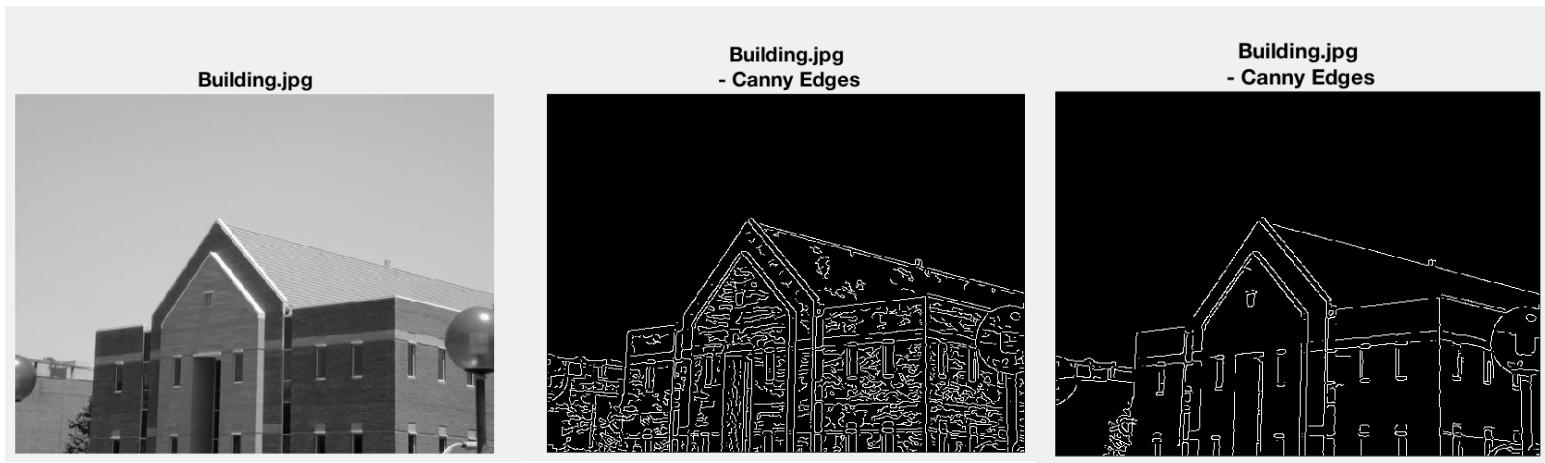
בתמונה מוצג הריבוע הבינארי, ועליו ארבעת הקוויים התואמים את ארבעת  
השיאים במשור Hough מהסעיף הקודם. כפי שניתן לראות, ישנה התאמה בין  
הקוויים שהופקו על ידי ההטמרה ובין צלעות הריבוע.

Square: Bitmap  
- Hough Lines  
overlay on image

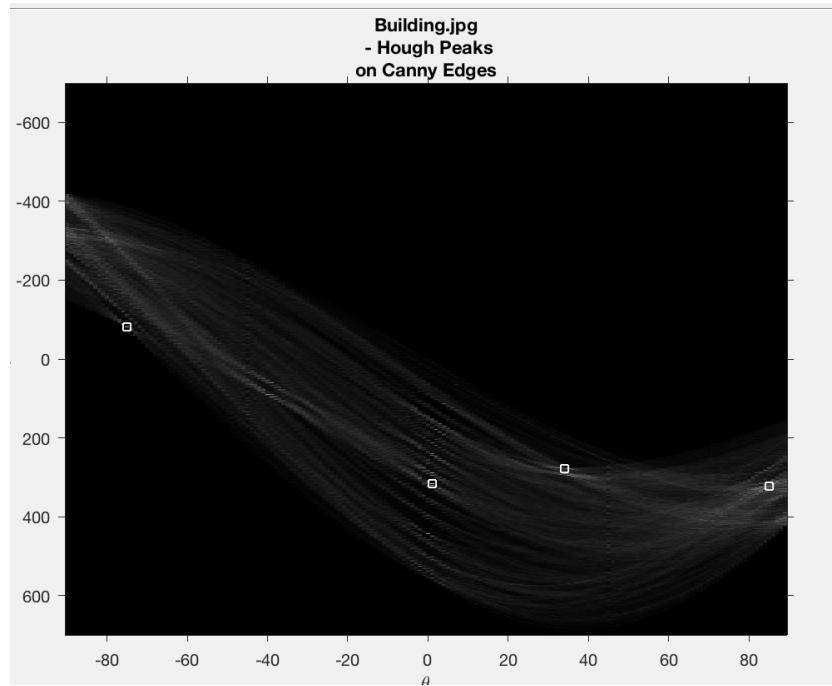


h. Reproduce the results on the image building.jpg

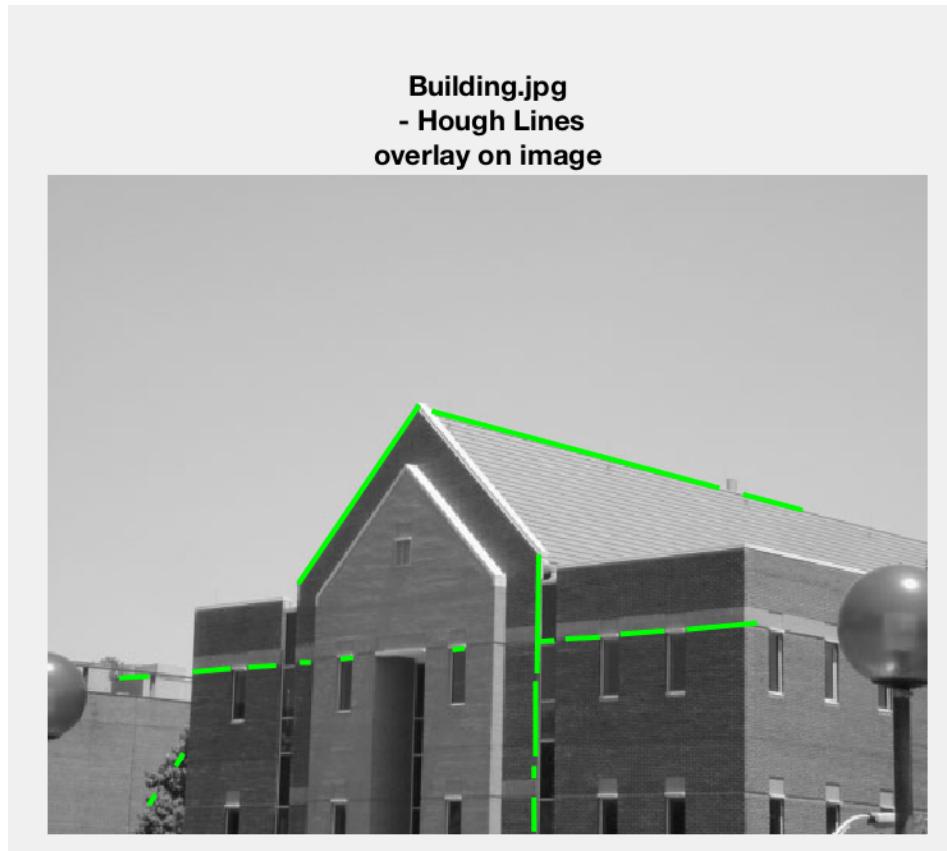
The image building.jpg (left), canny default values (center), canny edges adaptive (right). For the image on the right, a lower threshold was set to 15% of the median pixel value, alongside  $\sigma = \sqrt{2}$  leading to superior results over the default settings.



Hough transform of the image building.jpg, with annotated peaks. The function houghpeaks identified leading “line-candidates” (marked in the Hough domain below as squares)



Hough lines overlaid on the image building.jpg. The lines correspond with visible “line-features” in the image. We notice that the Hough-transform discerned some of the most dominant lines – but didn’t detect all the lines in the image.



## 2. Task 2 - Laplacian pyramids for style transfer

### a. Image (gray-level) decomposition into Laplacian pyramids

Original: Image 0004<sub>6</sub>



Pyramid I=1



Pyramid I=2



Pyramid I=3



Pyramid I=4



Pyramid I=5



Pyramid I=6



The levels depict the various frequencies of the image, isolated using the Laplacian operation.

## b. Image (gray-level) reconstruction from Laplacian pyramids

Is the reconstruction accurate? In your answer, discuss how using downsampling would affect the accuracy of the reconstruction

ביצענו שחזור שנראה כמעט מדויק, למעט בהירות מעט של התמונה המשוחזרת והבדלים מינוריים:

Orginal: Image 0004<sub>6</sub>Reconstructed: Image 0004<sub>6</sub>

כיוון שפירמידת הלפלסיאן נבנתה ושווחרה ללא *downsampling*, לא איבדנו מידע (ניתן לקבל את פירמידת הגאוס המלאה על ידי חיבור השלב הבא עד לקבלת התמונה המקורי). لكن באופן אידיאלי ניתן לשחזר שחזור מלא.

אילו הינו מבצעים *downsample* ללא טשטוש מקדים (קונבולוציה עם גרעין גאוסי), הינו עלולים לקבל *aliasing* ופגיעה באיכות השחזר, כפי שמצוין [\[Li et al. 2005\]](#) וכפי שモמחש בתמונה הבאה (מתוך הקורס [PSU:CSE486-computer-vision](#)) בשל דגימה בתדר נמוך מהתדר המרחבי של התמונה.



**original image**  
262x195



**downsampled (left)  
vs. smoothed then  
downsampled (right)**

**65x48**

c. Background transfer using a binary mask



- d. local energy and gain map
- e. output image pyramid
- f. reconstruction (see below) – as can be seen, the final result captured the style of the “example”-image, mainly the contrast, lighting and hues.



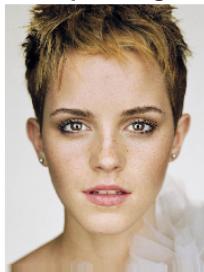
- g. Repeat the process for transferring the style of images 16 & 21 to the input image 0004\_6.png.

The implementation successfully transferred the styles of the “example” images, albeit with minor artifacts in the form of added brightness near the outline of the face (example 21).

Original: Image 0004<sub>6</sub>



Example: Image 21



Stylized: Image 0004<sub>6</sub>



Original: Image 0004<sub>6</sub>



Example: Image 16



Stylized: Image 0004<sub>6</sub>



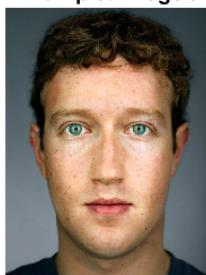
- h. Repeat the process for transferring the style of the images 0,9,10 to the image 0006\_001.png.

As can be seen, the results capture the contrast, lighting and hues of the stylized “examples”. Notice that for “example” 10 – the results exhibits emphasis on facial-hair to match the example’s beard.

Original: Image 0006\_01



Example: Image 0



Stylized: Image 0006\_01



Original: Image 0006\_01



Example: Image 9



Stylized: Image 0006\_01



Original: Image 0006\_01



Example: Image 10



Stylized: Image 0006\_01



- h. Run the algorithm on another input or example image which was not given in the data files.

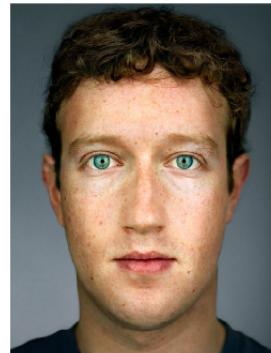
An out-of-set source image was segmented with a binary mask to isolate the face-region from the background. Next, the style-transfer was performed using the “example” style. Finally, a stylized background was incorporated into the stylized image.

The original image, style-example, binary mask and final results are shown below, demonstrating an effective style-transfer of contrast, lighting and hues.

**Original: Image Custom**



**Example: Image Custom**



**Stylized: Image Custom**



**Binary mask**

