בחינה בקורס עיבוד תמונה

203.3730 / 203.6730 סמסטר א' מועד א' תשפ"ו

2025-2026

שם המרצה: פרופ' חגית הל-אור.
שם המתרגל: מר' נעמאן קובטי

משך הבחינה: שעתיים.

אין להשתמש במחשבי כיס או מחשבים אחרים.

יש לענות על כל השאלות.
בשאלות 1 ו-2 לא יינתן ניקוד על תשובה ללא הסבר!
בשאלה 3 (שאלות רב-בררתיות) יש יותר שאלות ממה שצריך כדי להשיג ניקוד מלא, כך שמותר לטעות במספר בודד של שאלות ועדיין לקבל ניקוד מלא. שימו לב לניקוד השאלות!

רישום תשובות:

שאלות 1-2 יש למלא את התשובות **אך ורק בטופס המבחן** במקום שנועד לכל שאלה. מחברות טיוטה יאספו אבל לא יבדקו.

שאלה 3 – יש למלא בדף תשובות אמריקאיות שיוחלקו לכם **בנפרד.** דפים אלה יוסרקו עבור הערכת ציון. שימו לב יש מקום בטופס לסימון תשובות עבור שאלה 3 **אבל** תשובות שאלה 3 בטופס **לא** יבדקו.
ניתן להעתיק תשובתכם לטופס המבחן רק לשם בקרה שלכם בלבד ולשימוש בזמן ערעורים.

בהצלחה!

שאלה מספר 1: (32 נקודות)

לפניכם התמונה הבאה:

על התמונה המקורית מבצעים פעולות שונות (1-8), אשר מוגדרות בהמשך העמוד. לאחר הפעולה בונים פרמידת WAVELETS של תמונת התוצאה. בעמוד הבא נתונות תמונות התוצאה ממוספרות (A-I).

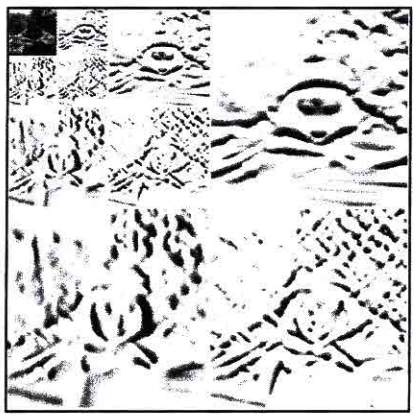
התאימו בין כל פעולה ופרמידת Wavelet התוצאה המתאימה לה. מלאו את טבלת התשובות של שאלה 1. לכל התאמה תנו הסבר קצר מספיק שייכנס למקום המתאים בטבלה. וודאו שהנימוק שלכם ענייני – תשובה כמו "זה מה שנשאר" לא תתקבל...

1. הפעלת טשטוש Motion Blur
2. הפעלת High Pass Filter
3. חידוד התמונה באמצעות High Frequency Emphasis
4. הפעלת Low Pass Filter
5. הוספת רעש גאוסייני ואחר כך קונבולוציה עם המסכה: $e^{\frac{-(x-x0)^2}{2\sigma}}$
6. הרעשה עם רעש גאוסייני ואחכ קונבולוציה עם המסכה: $e^{\frac{-(y-y0)^2}{2\sigma}}$
7. הגברת בהירות $I_{new}(x,y) = I(x,y) + 100$
8. הכפלת ערכי התמונה פי 2: $I_{new}(x,y) = 2I(x,y)$

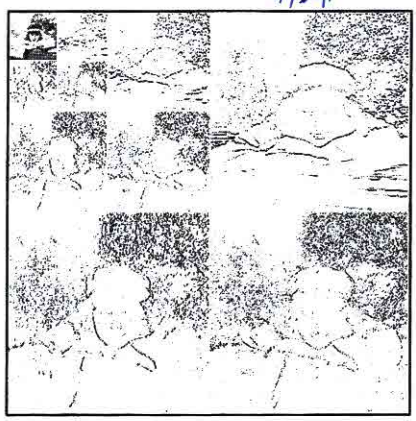
שימו לב! עבור 8 פעולות ישנן 9 היסטוגרמות תוצאה. כלומר, ישנה היסטוגרמת תוצאה אחת **מיותרת**.

המשך שאלה מספר 1

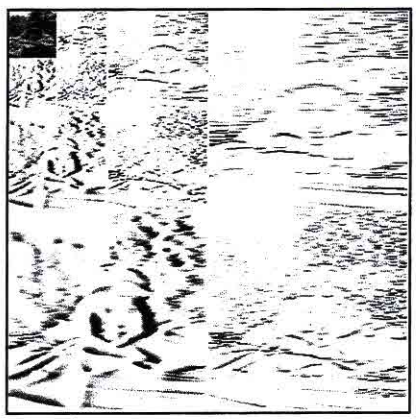
A



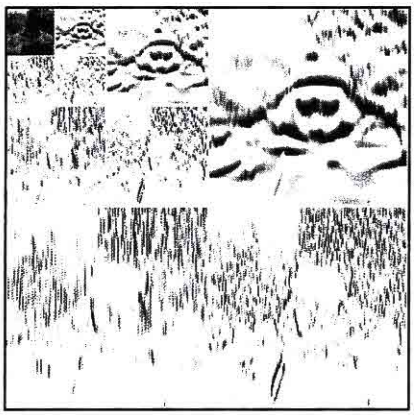
B



C

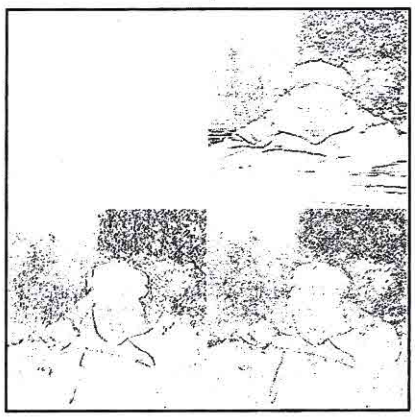


D

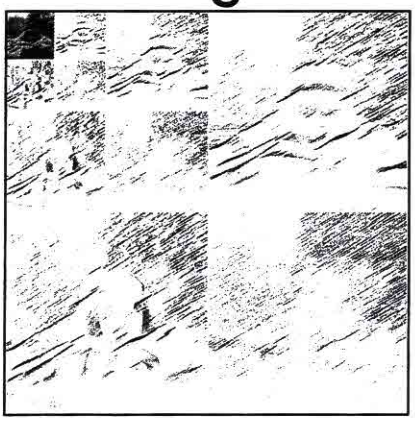


E

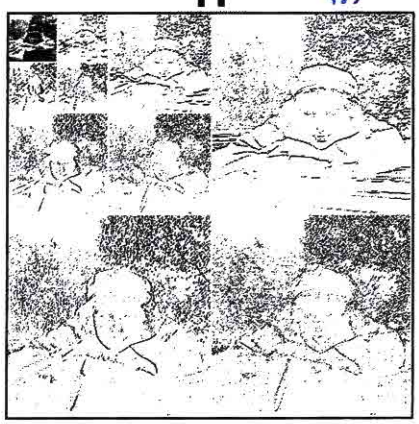
F



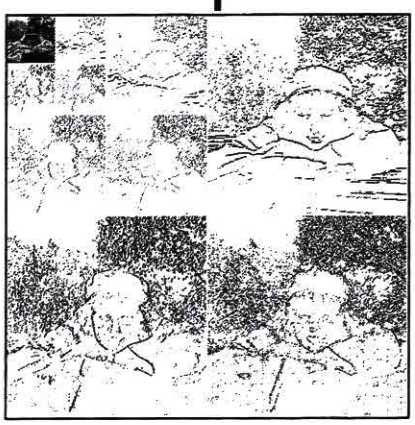
G



H

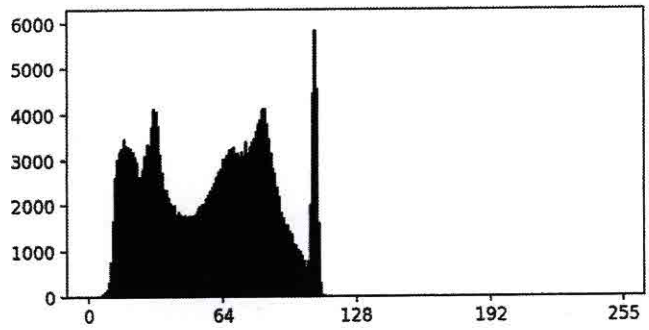


I



שאלה מספר 2: (32 נקודות)

לפניכם היסטוגרמה של תמונה I :



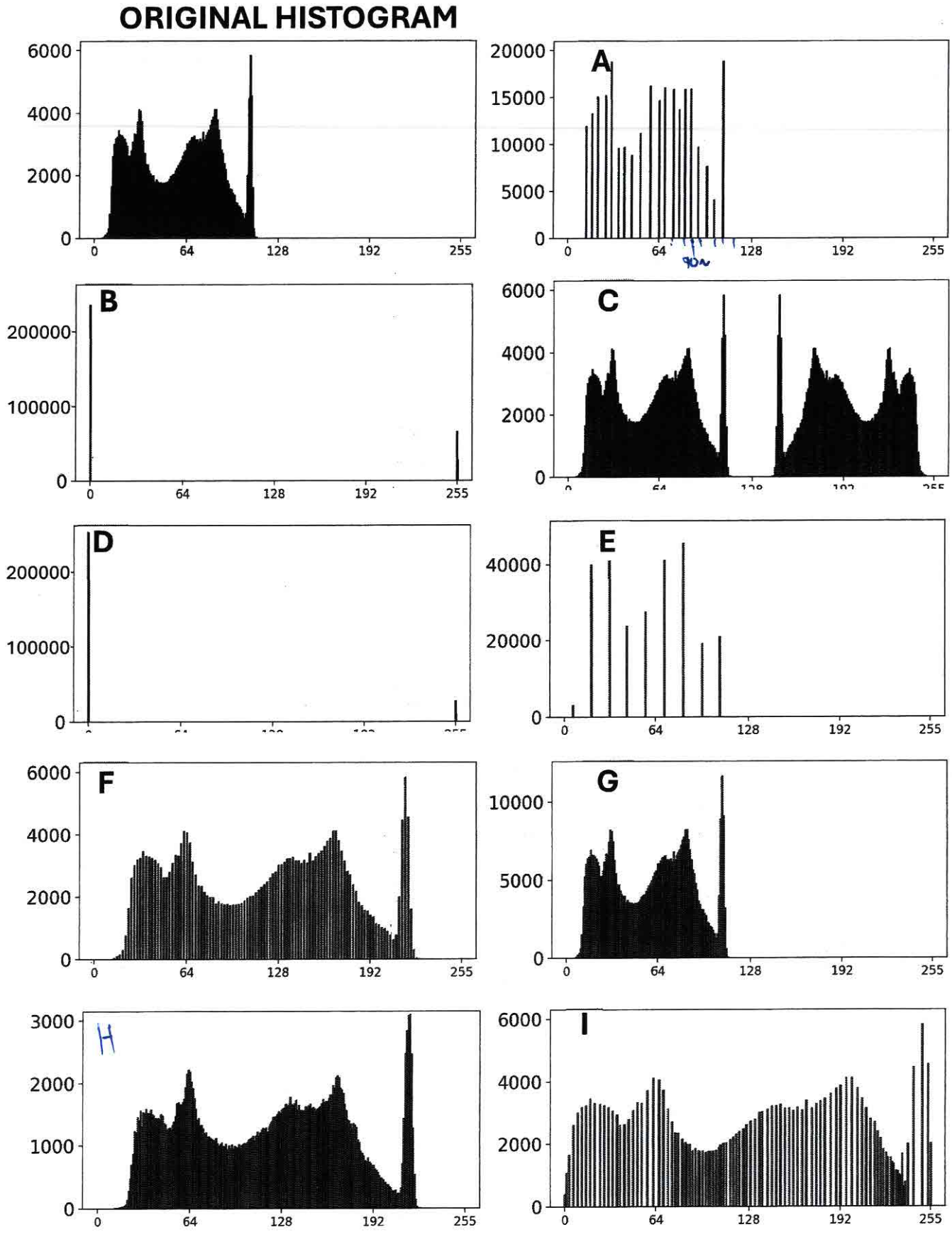
על התמונה I מבצעים פעולות שונות (1-8), אשר מוגדרות בהמשך העמוד. בעמוד הבא נתונות היסטוגרמות של תמונות התוצאה והן מסומנות (A-I).

התאימו בין כל פעולה והיסטוגרמת התוצאה המתאימה לה. מלאו את טבלת התשובות של שאלה 2. לכל התאמה תנו הסבר קצר מספיק שייכנס למקום המתאים בטבלה. וודאו שהנימוק שלכם ענייני – תשובה כמו "זה מה שנשאר" לא תתקבל...

1. הפעלת גלאי שפה Canny
2. מטשטשים את התמונה בעזרת מסכה גאוסיאנית ואז מפעילים גלאי שפה Canny
3. הפעלת שיווי היסטוגרמה (Histogram Equalization)
4. הפעלת Optimal Quantization עם 20 BINs
5. הפעלת Uniform Quantization עם 20 BINs
6. קונבולוציה עם המסכה $[1 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$
7. שיקוף אופקי של התמונה ושרשור (Concatenation) עם התמונה המקורית
8. הכפלת ערכי התמונה פי 2 : $I_{new}(x,y) = 2 \cdot I(x,y)$

שימו לב! עבור 8 פעולות ישנן 9 היסטוגרמות תוצאה. כלומר, ישנה היסטוגרמת תוצאה אחת **מיותרת**.

המשך שאלה מספר 2



שאלה מספר 3 (36 נקודות)

לפניכם שאלות רב-בררתיות (שאלות אמריקאיות).

יש לסמן תשובה אחת בלבד. שאלה עם יותר מתשובה אחת או ללא תשובה מסומנת תחשב כשגויה.

לכל שאלה 2 נקודות. (ז״א שניתן לשגות בעד שתי שאלות ולזכות במספיק נקודות שיחד עם שאלות 1-2 יתנו ציון מלא).

יש למלא את התשובות **בטופס התשובות האמריקאיות שחולק לכם בנפרד** לטופס הבחינה.

---

1. איזו שיטת אינטרפולציה משמרת ערכים מקוריים בדיוק גם במיקומים שלמים?

א. Nearest Neighbor Interpolation
ב. Bilinear Interpolation
ג. שתי השיטות א, ב משמרות
ד. שתי השיטות א, ב אינן משמרות

2. מהו הרעיון המרכזי של Zero Crossing ב-Laplacian Edge Detection?

א. מקסימום לוקלי (פיקים גבוהים) ירמזו על פיקסל שפה
ב. חיפוש פיקסלים בהירים מאד
ג. חיפוש תדרים גבוהים
ד. חיפוש מקסימום של הגרדיאנט בתמונה המקורית

3. מדוע פעולת Inversion ($f' = 255 - f$) אינה משנה את האנטרופיה של תמונת דרגות אפור?

לא יותר איקון מאשר לעצם

א. כי ההיסטוגרמה נשמרת עד כדי הזזה
ב. כי מספר הפיקסלים ברמות האפור השונות – נשמר
ג. כי זו פעולה נקודתית (Point Operation)
ד. האנטרופיה כן יכולה להשתנות

4. מהו הרעיון המרכזי של Bilateral Filter?

א. מיצוע לפי התפלגות עוצמה בחלון
ב. מיצוע מרחבי בלבד
ג. מיצוע לפי מרחק מרחבי וערך עוצמה (Brightness) גבוה
ד. מיצוע לפי מרחק מרחבי ודמיון בעוצמה (Brightness)

5. באיזה מקרה Lloyd–Max Quantization (optimal Quantization) ייתן יתרון משמעותי על Uniform Quantization?

א. כאשר ההיסטוגרמה מרוכזת בערכים מסוימים
ב. כאשר ההיסטוגרמה אחידה
ג. כאשר מספר דרגות האפור גדול מאוד
ד. כאשר התמונה בינארית

6. מה יקרה אם נבחר סף (threshold) נמוך מדי ל-R ב- Harris Corner Detection?

א. יזוהו גם אזורים שטוחים ורעש
ב. יזוהו נקודות corners ברצפים ארוכים יותר
ג. יזוהו פחות corners
ד. לא תהיה השפעה

7. מהו החיסרון המרכזי של Quad Trees בהשוואה לFourier Descriptors ?

א. מספר הפרמטרים שהשיטה דורשת
ב. חוסר אינבריאנטיות לסיבוב
ג. רגישות להזזה וקנה מידה
ד. כל התשובות נכונות

8. מה יהיה מתאר פורייה (Fourier Descriptor) של צורה שהיא עיגול?

א. פונקצית דלתא δ
ב. פונקציה מונוטונית יורדת מ-0
ג. פונקציה קבועה
ד. הפונקציה תלויה בדגימה

9. נתונה תמונות דרגות אפור f, וטרנספורם הפוריה שלה F. עבור אילו מהפעולות OP הבאות לא מתקיים ש $OP(f)$ גורר $OP(F)$.

א. סיבוב 90 מעלות
ב. הזזה 10 פיקסלים (ציקלית)
ג. $TRANSPOSE$
ד. שיקוף בציר ה-X וגם בציר ה-Y

10. מדוע ממוצע של מספר תמונות משמש להפחתת רעש גאוסייני?

א. ממוצע של מספר תמונות יכול גם לחזק את הרעש
ב. כי הוא מבטל תדרים גבוהים
ג. כי ממוצע מחליק כל תמונה
ד. כי רעש בלתי תלוי עם ממוצע 0 מתבטל סטטיסטית

11. מדוע Rectification מבוצעת לרוב באמצעות Projective Transformation?

א. כי Rectification היא פעולה ליניארית
ב. כי Projective Transformation אינה דורשת Homogeneous Coordinates
ג. כי Projective Transformation אינה מבטלת נקודות באופק (HORIZON)
ד. כי עיוות פרספקטיבי אינו ניתן לתיקון בעזרת טרנספורמציה אפינית

12. מה יקרה אם נחליף את סדר פעולות הזזה (Translation) וסיבוב (Rotation)?

א. נקבל את אותה תוצאה
ב. רק כיוון הסיבוב ישתנה
ג. נקבל סיבוב סביב נקודה שאיננה הראשית
ד. נקבל תוצאה שונה מרחבית

13. מה יקרה אם נגדיר T_{low} גבוה מאוד ו-T_{high} מעט גבוה ממנו?

א. יותר שפות חלשות יישמרו
ב. תתקבל תמונת שפות עבה
ג. האלגוריתם יהפוך שקול ל-סובל (Sobel)
ד. שפות חזקות בלבד יישמרו, אך ייתכן ניתוק בין מקטעים

14. מבצעים התאמת היסטוגרמה (Histogram Matching) בין תמונה f לתמונה g. באיזה מהמקרים הבאים תמונת התוצאה תהיה שונה מ- f ?
(הניחו חישוב ציקלי והתעלמו מבריחת דרגות אפור מחוץ לתחום)

א. $g = rotation_90deg(f)$
ב. $g = transpose(f)$
ג. $g = f + 2g$
ד. $= f(x+2, y+6)$

15. מדוע חידוד באמצעות Laplacian נוטה להגביר רעש?

א. כי Laplacian מבצע מיצוע
ב. כי Laplacian מבטל תדרים מסוימים
ג. כי רעש בדרך משנה דרגות אפור יחסית לסביבה ויוצר גרדיאנט.
ד. Laplacian לא מגביר רעש כי הוא הפרש של 2 גאוסיינים שהם מחליקים/מורידים רעש.

16. מבצעים Downsampling (הקטנה) לתמונה f ללא Anti-Aliasing (טשטוש תמונה מקדים), ולאחר מכן מבצעים זיהוי שפות בעזרת גלאי שפות Canny. מה הבעיה העיקרית שתופיע?

א. שפות אמיתיות ורעש Aliasing יהיו בלתי ניתנים להפרדה
ב. פיקסלי השפה שימצאו ע"י הגלאי שפות יהיו ברצפים קצרים יותר
ג. Canny לא יזהה את התדרים הגבוהים של f.
ד. תדר נייקויסט (Nyquist) יגדל

17. מהי הסיבה העיקרית לשימוש בקואורדינאטות הומוגניות (Homogenous Coordinates) בטרנספורמציות גאומטריות?

א. כדי לאפשר חישוב מהיר יותר
ב. כדי לייצג טרנספורמציות ליניאריות
ג. כדי לייצג Translation ככפל מטריצה
ד. כדי לשפר דיוק נומרי

18. נשתמש ב- Hough Transform לגילוי משולשים שווי-צלעות בתמונה בכל אוריינטציה. המימד המינימלי של מרחב HOUGH במקרה זה הוא:

א. 2
ב. 3
ג. 4
ד. 5

19. במהלך ביצוע Image Morphing בין תמונת פרצוף a לתמונת פרצוף b נמצא שיש ghosting בקו השער (רואים את 2 קוי השער בצורה חלשה). איזה מן הטעויות הבאות יכלה לגרום לבעיה הזו:

א. יש בעיה במשקולות ב CROSS DISOLVE
ב. בוצע FORWARD MAPPING ולא INVERSE MAPPING
ג. אין מספיק נקודות בקרה בקו השיער
ד. התמונות לא באותו גודל

20. מה יקרה אם נוסיף 4 דרגות אפור לכל פיקסל בכל רמה של פרמידת Laplacian <u>מלאה</u> ואחרי זה נבצע קיפול (COLLAPSE)?

א. תתקבל תמונה $N \times N$ עם קונטרסט מוגבר (ללא שינוי בהירות ממוצעת)
ב. תתקבל תמונה $N \times N$ בהירה יותר – תוספת של 4 דרגות אפור בכל פיקסל
ג. תתקבל תמונה $N \times N$ בהירה יותר – תוספת של $4\log(N) + 4$ דרגות אפור בכל פיקסל
ד. התמונה תיראה חדה יותר אך עם רעש מוגבר פי $\log(N)$

24/32

טבלת תשובה – שאלה מספר 1

יש למלא את הטבלה עבור שאלה מספר 1.
עבור כל פעולה יש לרשום את האות של התמונה המתאימה (A,B,C....). לכל התאמה תנו הסבר קצר ומספק שייכנס למקום המתאים בטבלה.

<u>שימו לב</u>: כתב קטן מדי – לא ייבדק! וודאו שאתם כותבים משהו קריא!

מספר הפעולה	האות של התמונה המתאימה	הסבר קצר של ההתאמה שלכם. נא לא לחרוג מהטבלה!
1	A	רעש motion וכוח פיזרים ל רעש בכיוון האופקי וזיק בכיוון האנכי ולכן לו תמונה A ולאן מ-ב ניכר שיק ה רעש בכיוון אחד וזיק ה תמונה שיק קלת ולכן ראש בתדרים הגבוהים בכיוונים האחרים
2	F	פילטר highpass הוא הפעולה היחידה שתשאיר לנו את התדרים הנמוכים ותמונה F היא היחידה בה התדרים הגבוהים מאופסים
3	I	מדין כל הפעולות, בגלל הפעולה שמשנה את התמונה באופן הכי סחות ניכר לפין לפיהם ואלו תשאיר לנו לאר טפקטים מולדים, ותמונה I היא התמונה שבאינה הכי נורמלית H.F.E תחפש את הנתונים הגבוהים
4	E	פילטר בסיס שמו הוא הפעולה היחידה שתשאיר לנו את התדרים הנמוכים ותמונה E היא היחידה בה התדרים הגבוהים מאופסים
5	C	מסיבה לו הינה פילטר שאופיאני בכיוון האופקי בלבד ולכן הטשטוש ראה לפין בעיקר בתדרים בכיוון האופקי ולכן לה C כי שם רק תדרים אלו משוגשים
6	D	מסיבה לו הינה פילטר שאופיאני בכיוון האנכי בלבד ולכן הטשטוש ראה לפין בעיקר בכיוון האנכי ולכן לה D כי שם רק תדרים אלו נמצאים
7	B	פעולה 7 תגרום את הבהירות של התמונה ולכן היא מתאימה ל B ו-H (בגלל הרמה האחרונה בהירה במיוחד) היא לא H וכן B כי הפעולה משנה את הבהירות של החלקים הבהירים והבהירים פחות
8	H	פעולה 8 תגדיל את הבהירות של התמונה ולכן היא מתאימה ל B ו-H (בגלל הרמה האחרונה בהירה במיוחד) היא לא B וכן H כי הפעולה תגדיל בהירות לחלקים שבהר בהירים ותרד לשאר החלקים

-2

-2

כי scale עם הבדים יומלל לבהיר
מי Brightness ערכים ה אם Shift יביה מה בהיר

32/32

טבלת תשובה – שאלה מספר 2

יש למלא את הטבלה עבור שאלה מספר 2.
עבור כל פעולה יש לרשום את האות של התמונה המתאימה (A,B,C....). לכל התאמה תנו הסבר קצר ומספק שייכנס למקום המתאים בטבלה.

<u>שימו לב</u>: כתב קטן מדי – לא ייבדק! וודאו שאתם כותבים משהו קריא!

מספר הפעולה	האות של התמונה המתאימה	הסבר קצר של ההתאמה שלכם. נא לא לחרוג מהטבלה!
1	B	בפעולות 1 ו-2 ועוד ערכי 0 ו- 255 בקלט עוברים בפעולה 2 נותנת פרות ערך. 255 עכיון שהשטחים האוסיאלי גורם לעוצמה לפרות פיקות שפות ולכן בפעולה 1 נותנת B כי שם יש יותר ערך. לכן מ-D (ו-2 נותנת D)
2	D	בגלל קיום אותו הסטר בפעולה 1 וכן אוסף B ו-D ה-הסטוגרמות היחודות יש להן רק 0 ו- 255
3	I	נשים לב שמכיוון שיש מדל מוסיף שלהגדים בגל דרגות האפור הנמוכות ביותר בתמונה אל הק יומסן לפרגים הקרובים ל-0 והסטוגרמה I היא היחידה שבה יש ערכים הקרובים לזה
5	E	כוונת הילדה יוסף ורמות תרין לבן הוונטילציה אוק כאשר האוס במרקקים שוים מה רגע בינים שלאו בתחום הערכים שלפיקסלים בקמונה ומכו לו הסטוגרמה E כי שם יש הרבה פחות מסב צחוב והרק עם פמרקקים אוים
4	A	פעולה לו הסבן 0. 20 צחוב ארבע מרוכלים בפרכלי הרוקד של הה.סטוגרמה ומכן מה A כי שם יש מסב צחוב שמרוכלים באלנו. הרוקד (מעל מין 64 ל-מעלה)
6	H	נשים לב שכרום הערכים במסדה הוא 2 ולכן נדרה פרקל הסטוגרמה מתוחה מערך כי 2, אוק תעזוק לפעולה 8 נקבל פחות חורים כי יתכן שיהיו שלפיקסל כלשהו נקבל אל פיקסלים בגלל רמות אפור אונות
7	G	הפעולה גרמה לשקל מסדר הוספות שלכל ערך אפור פ.ב מלמר שהה.סטוגרמה נמתחת באופן אכי פ.ב ולכן לה G
8	F	מרקבות ההפעלה ב-2 נקבל הסטוגרמה מתוחה אופקית אבל עם חורים שמופיעים בין כל 2 ערכים (במקומות הא' לוגיקן) ולכן לה תמונה F (לא I נגיד כי שם החורים מרוחים משתנים

טבלת תשובה – שאלה מספר 3

יש למלא את התשובות לשאלה 3 **בטופס התשובות האמריקאיות של מדור בחינות שחולק לכם בנפרד.** טופס מדור הבחינות ייבדק אוטומטית והסריקה שלו **לא** תצורף לכם לסריקת המבחן לצורך ערעורים. **לכן** ניתן להעתיק תשובתכם לטופס המבחן בעמוד זה רק לשם בקרה שלכם בלבד ולשימוש בזמן ערעורים.

שימו לב! בבדיקה ומתן ציון מבחן, אנו לא נתיחס לתשובות שתסמנו בעמוד הזה, התשובה היחידה והמחייבת היא התשובה שתרשמו בטופס של מדור בחינות שחולק לכם בנפרד.

מספר השאלה (שאלות 1-10)	סמנו תשובה אחת בלבד (שאלות 1-10)	מספר השאלה (שאלות 11-20)	סמנו תשובה אחת בלבד (שאלות 11-20)
1	~~A~~ B C D	11	A B C ~~D~~
2	~~A~~ B C D	12	A B C ~~D~~
3	~~A~~ B C D	13	A B C ~~D~~
4	A B C ~~D~~	14	A B ~~C~~ D
5	~~A~~ B C D	15	A B ~~C~~ D
6	~~A~~ B C D	16	~~A~~ B C D
7	A B C ~~D~~	17	A B ~~C~~ D
8	~~A~~ B C D	18	A ~~B~~ C D
9	A ~~B~~ C D	19	A B ~~C~~ D
10	A B C ~~D~~	20	A B ~~C~~ D