

תרגיל בית מס' 1

מועד הגשה: עד 4.4.19 בשעה 23:59. אלקטרונית דרך Moodle.

שאלה מס' 1

א. נתונה המערכת H_1 המקבלת כקלט את התמונה $f(x, y)$ ומוציאה את התמונה:

$$g(x, y) = H_1 \{f(x, y)\} = \int_x^{x+2} \int_{y-4}^y f(\alpha, \beta) d\alpha d\beta$$

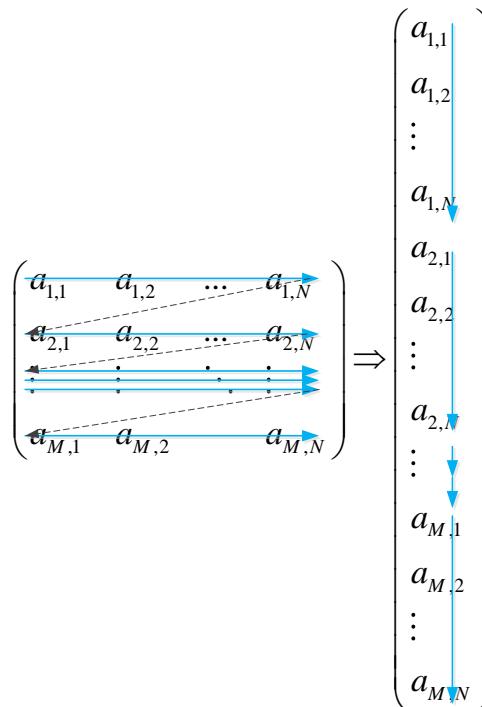
- 1.א. האם המערכת לינארית? הוכיחו את תשובתכם.
- 2.א. האם המערכת קבועה במקום? הוכיחו את תשובתכם.
- 3.א. האם קיימת תגובה להלם? אם כן ציירו את התגובה להלם בראשית. אם לא הסבירו מדוע.

ב. כעת נתונה המערכת H_2 המקבלת כקלט את התמונה $f(x, y)$ ומוציאה את התמונה:

$$g(x, y) = H_2 \{f(x, y)\} = f(2x-1, 3y+1)$$

- 1.ב. האם המערכת לינארית? הוכיחו את תשובתכם.
- 2.ב. האם המערכת קבועה במקום? הוכיחו את תשובתכם.
- 3.ב. האם קיימת תגובה להלם? אם כן ציירו את התגובה להלם בראשית. אם לא הסבירו מדוע.

ג. נגדיר את הפעולה S , המבצעת מיון גלובלי למטריצות בגודל $M \times N$. ראשית, המטריצה \underline{X} עוברת המרה לווקטור ע"י סריקה משמאל לימין ומלמעלה למטה, באופן הבא:



נסמן את הווקטור המתקבל ב- \underline{X}_{vect} , וממנו נייצר וקטור חדש, \underline{Y}_{vect} , המכיל את כל איברי \underline{X}_{vect} כך שמתקיים:

$$\underline{Y}_{vect}[n+1] \geq \underline{Y}_{vect}[n], \quad n \in [0, NM-2]$$

כלומר סידור העמודה לפי סדר עולה.
לאחר מכן, הווקטור \underline{Y}_{vect} עובר המרה למטריצה \underline{Y} בתהליך הפוך לתהליך שתואר לעיל.
סה"כ לדוגמה:

$$\underline{X} = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 4 & -3 & 5 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \\ 4 \\ -3 \\ 5 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} -3 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & 5 \end{pmatrix} = \underline{Y}$$

- האם הפעולה S לינארית? אם כן, הוכיחו. אם לא, תנו דוגמה נגדית.
 - האם היא תלויה במקום? אם כן, הוכיחו. אם לא, תנו דוגמה נגדית או הסבירו.
- הערה:** ניתן להתעלם מאפקטי קצוות

שאלה מס' 2

במצפה הכוכבים "פולאריס" קיימת מערכת צילום המצלמת תמונות רמות אפור של שמי הלילה. באחד הלילות הופיע מטר מטאורים. למטאור ("כוכב נופל") עוצמת הארה חזקה ביחס לכוכבים והוא מופיע בשמיים לזמן קצר. נתוני השאלה:

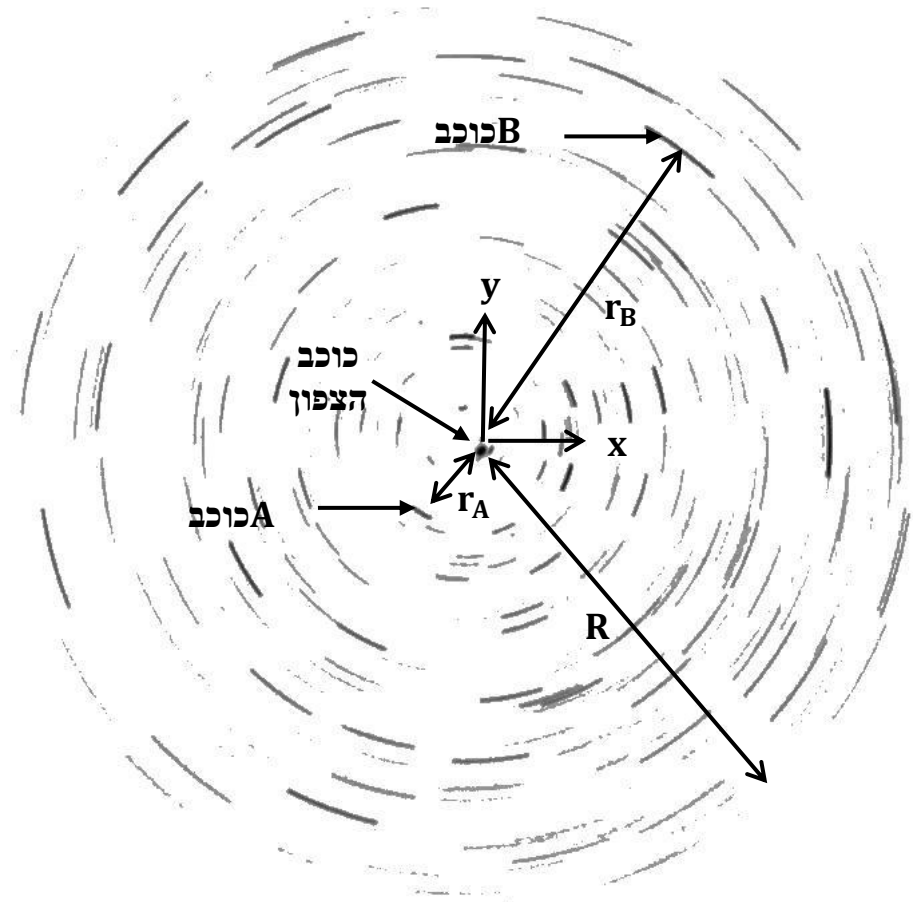
- זמן החשיפה t_{ex} של מערכת הוא τ שניות, ובעקבות זאת מתקבל בתמונה מריחה של כל מטאור לאורך תנועתו.
- המטאורים נעים במהירויות ובכיוונים שונים. נתון כי מטאור m נע בווקטור מהירות \vec{v}_m קבוע במרחב למשך t_m שניות, כך ש- $t_m < \tau$.

א. עבור מטאור m מסוים: הסבירו האם מריחת תנועת המטאור היא פעולה לינארית והאם קבועה במקום.

בלילה אחד ללא מטאורים, המערכת מצלמת את השמיים כך שכוכב הצפון ממוקם במרכז התמונה, כלומר בפיסקל $x = y = 0$. בעוד כוכב הצפון קבוע במקומו בשמיים, סיבוב כדור-הארץ גורם לשאר הכוכבים לחוג סביבו במהירות זוויתית קבועה $\omega_0 = \frac{1}{24} \left[\frac{1}{\text{hour}} \right]$.
נתוני השאלה:

- התמונות המתקבלות ממערכת הצילום הן עגולות, כאשר רדיוסן הוא R .
- לכל הכוכבים הספק הארה I זהה (ביחידות אנרגיה לשעה לפיקסל), מלבד כוכב הצפון שלו הספק הארה של $2I$.
- כל הכוכבים רחוקים מאוד מכדור-הארץ ביחס לגודלו.

- ערך רמת האפור של הפיקסלים המייצגים שמיים הוא 0.
- כאשר זמן החשיפה קצר מאוד ($t_{ex} \ll \frac{1}{\omega_0}$), כל כוכב מופיע בתמונה ככתם ששטחו זהה לשטח פיקסל. נתון כי זמן החשיפה של מערכת הצילום התארך ל- T שעות ($4 > T > 0$), ובעקבות זאת מתקבלת בתמונה מריחה של כל כוכב לאורך תנועתו. להלן דוגמה לתמונת נגטיב שמתקבלת ממערכת הצילום.



- הסבירו האם מריחת תנועת הכוכבים בתמונה היא פעולה לינארית והאם היא קבועה במקום.
- מהו השטח ביחידות פיקסל שתופס "כוכב מרוח" במרחק r מהמרכז ומהי הבהירות שלו כפי שמופיעה בתמונה?

שאלה מס' 3

נתונה התמונה הבאה בגודל 4×4 :

$$f = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

ונתון המסנן :

$$h = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

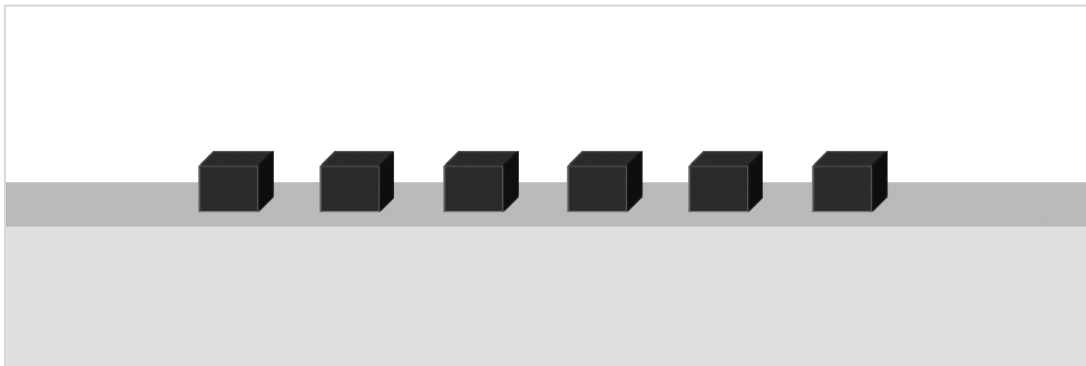
א. איירו את התמונה : $g_1 = f * h$ כאשר מרכז המסנן הוא ב(1,1).

ב. איירו את התמונה : $g_2 = f * h$ כאשר מרכז המסנן הוא ב(2,2).

הערה : על מנת להתחשב בקצוות ריפדו את המטריצה באפסים.

שאלה מס' 4

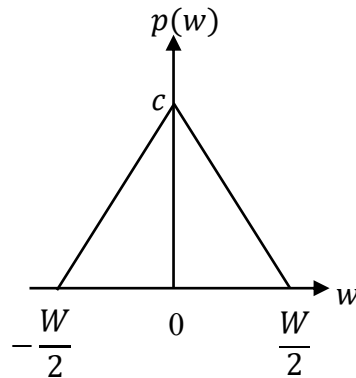
מצלמה מצלמת קוביות הנעות מולה בשורה על פס ייצור. שימו לב כי האזור הוא להמחשה בלבד. הרקע בתמונות המתקבלות הינו בהיר ובעל פיקסלים ברמות האפור [210,211,212] בשכיחות שווה. למחצית מהקוביות רמת אפור 20 ולמחציתן רמת אפור 21. הקוביות מהוות 10% משטח התמונה. ניתן להניח כי בכל תמונה מצולמות מספיק קוביות כדי להוות מדגם מייצג של רמות האפור האפשריות שלהן, וכי פס הייצור עוצר בזמן צילום התמונות.



א. בסעיף זה בלבד הוחלט לבצע לתמונה פעולת מתיחת קונטרסט לתחום [0,255] ואחריה עיגול ערכי רמות האפור לערכים שלמים.

1. רשמו את משוואת הטרנספורמציה עבור הפעולה.
2. רשמו את הערך החדש של כל אחת מרמות האפור המופיעות בתמונה לאחר מתיחת הקונטרסט.
3. הסבירו כיצד תשפיע הפעולה על התמונה : התייחסו להשפעה על הניגודיות ותופעות לוואי (האם קיימות ואם כן מהן והיכן). הסבירו.

כעת בסעיף זה בלבד לכל פיקסל בתמונה המקורית נוסף רעש בדיד בעל פילוג אחיד בתחום $[-1, 0, 1]$. בנוסף עקב תקלה במערכת האופטית של המצלמה, ערכי רמות האפור בתמונה משתנים כך שהניגודיות בתמונה קטנה. השינוי הוא אדיטיבי, כלומר האות שמתקבל בכל פיקסל הינו $y = x + w$, כאשר x היא התמונה הרועשת ו- w הוא אופי השינוי, אשר פונקציית הצפיפות שלו נתונה ע"י:



ב. מעוניינים להפריד בין הקוביות לבין הרקע באמצעות פעולת סף.

1. מצאו את ה- W המקסימלי המאפשר הפרדה מושלמת בין הקוביות לבין הרקע.
2. מהו c עבור ה- W המקסימלי שמצאתם בתת-סעיף 1?
3. רשמו את פעולת ערך הסף שיש לבצע. מהו ערך הסף עבור ההפרדה? הסבירו.