

בחינה בקורס מבוא לעיבוד תמונות

203.2730 סמסטר א' מועד ב' תשנ"ט

שם המרצה: ד"ר חגית הל-אור.

משך הבחינה: שעתיים.

המבחן נערך עם חומר פתוח, אין להשתמש במחשבי כיס או מחשבים אחרים.
יש לענות על 4 מתוך 5 השאלות. אם לא יצוין אחרת, 4 התשובות הראשונות תיבדקנה.

1. נתונה המסכה h :

$$h = \begin{bmatrix} 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \\ -4 & 16 & -24 & 16 & -4 \\ 6 & -24 & 36 & -24 & 6 \\ -4 & 16 & -24 & 16 & -4 \\ 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \end{bmatrix}$$

א. מצא זוג מסכות חד ממדיות g_1, g_2 כך שקונבולוציה של תמונה כלשהיא עם g_1 ואחייק עם g_2 תיתן תוצאה זהה לזו שתתקבל מקונבולוציה של התמונה עם h .

ב. מצא 4 מסכות חד ממדיות $I_{11}, I_{12}, I_{21}, I_{22}$ כך שקונבולוציה של תמונה כלשהיא עם I_{11} אחייק I_{12} אחייק I_{21} ולבסוף I_{22} תיתן תוצאה זהה לזו שתתקבל מקונבולוציה של התמונה עם h .
(רמז: השתמש בסעיף א)

ג. מצא 2 מסכות k_1, k_2 בגודל 3×3 כך שקונבולוציה של תמונה כלשהיא עם k_1 ואחייק עם k_2 תיתן תוצאה זהה לזו שתתקבל מקונבולוציה עם h .

2. הצע שיטה למציאת כל ה"ריבועים" בתמונת דרגות אפור.

ריבוע בתמונה מוגדר כ:

אובייקט כהה (לאו דווקא אחד בצבע) על רקע בהיר.
אובייקט בהיר (לאו דווקא אחד בצבע) על רקע כהה.
"מסגרת" ריבועית בכל צבע שהוא.

על האלגוריתם להיות יעיל. תן הסבר מדוייק.

3. א. למדנו מספר הגדרות ל"מרחק" בתמונות דיגיטליות:

- de - מרחק אוקלידי
- d4 - מרחק בשכנות 4
- d8 - מרחק בשכנות 8

איזה מבין האפשרויות הבאות נכונה:

$d_4 \leq d_e \leq d_8$ ✗

$d_8 \leq d_e \leq d_4$.2

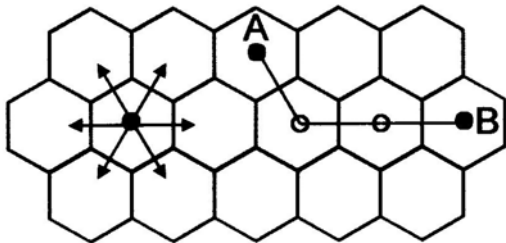
$d_e \leq d_8 \leq d_4$.3

$d_8 \leq d_4 \leq d_e$ ✗4

5. יותר מתשובה אחת נכונה - היחס תלוי במקרה.

הוכח את תשובתך!

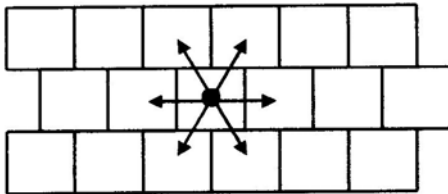
ב. בתמונה שנדגמה בסריג משושה נגדיר מרחק d_6 .



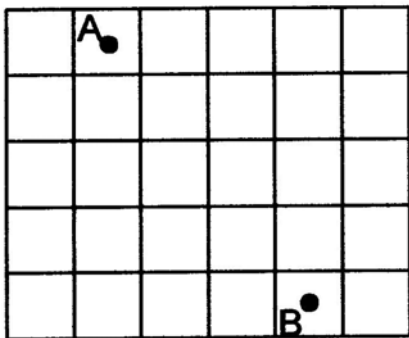
דוגמא:

$d_6(A,B) = 3$

בתמונה שנדגמה בסריג ריבועי ניתן לדמות סריג משושה ע"י הסטה של כל שורה שניה ב- $\frac{1}{2}$ פיקסל ימינה. כך לכל פיקסל יש 6 שכנים:



שאלה: מה המרחק d_6 של 2 הפיקסלים A, B המסומנים:



ג. במקום להסיט כל שורה ב $\frac{1}{2}$ פיקסל ימינה. נסיט $\frac{1}{2}$ פיקסל שמאלה. האם המרחקים d_6 ישמרו? הוכח.

4. א. נתונה תמונת דרגות אפור f המוגדרת בתחום $[-\frac{M}{2} \dots \frac{M}{2}]$ ע"י:

$$f(x,y) = \begin{cases} \text{Gaussian}(x) & \text{for } |y| < \frac{M}{4} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

כיצד יראה טרנספורם הפוריה של f ? הסבר!

ב. טרנספורם פורייה של גאוסין הוא גאוסין ברוחב שונה. ניתן למצוא σ^2 של גאוסין כך שטרנספורם הפורייה יהיה בדיוק אותו גאוסין.

מצא תמונה f נוספת דו-מימדית אשר ספקטרום הפורייה שלה זהה לתמונה המקורית עד כדי הכפלה בקבוע. (תמונה לא טריוויאלית כגון תמונת האפס)



5. א. נתונה תמונה בגודל 25×25 . מבצעים קונבולוציה של התמונה עם המסכה h (1999 פעם).

$$h = \begin{bmatrix} 0 & 0.15 & 0 \\ 0.15 & 0.4 & 0.15 \\ 0 & 0.15 & 0 \end{bmatrix}$$

בסוף תהליך הקונבולוציה מבצעים floor על כל פיקסל ($\text{floor}(P) =$ המספר השלם הגדול ביותר הקטן או שווה ל- P).

כיצד תראה תוצאת הקונבולוציה כאשר:

1. הקונבולוציה מתבצעת עם אפסים מחוץ לתמונה.
2. כאשר הקונבולוציה מתבצעת באופן ציקלי.

ב. נתונות המסכות הבאות:

(A) $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

(B) $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(C) $\frac{1}{12} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

(D) $\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$

(E) $\frac{1}{36} \begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 3 & 12 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$

(F) $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

דרג אותן לפי מידת ה"חזק" שהן גורמות לתמונה במידה ונבצע איתן קונבולוציה. מידת ה"חזק" נמדדת ע"פ מידת הקושי לשחזר את התמונה המקורית. הסבר מיקומו של כל מסכה בדירוג.

פתרון תרגיל: סמטת א' נמנ' ב' תשנ"ט

$g_1 = [g_2]^T$ (1) (א) h סמטת נכון
 $g_2 = [1, -4, 6, -4, 1]$ $g_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ -4 \\ 6 \\ -4 \\ 1 \end{bmatrix}$ ⇐

$l_{11} * l_{12} = g_1$! $l_{21} * l_{22} = g_2$ נכון (2)
 (שנים בתנועה האסוציאטיבית והקואסיטיבית של הקואבולוציה)

$l_{11} = l_{12} = [l_{21}]^T = [l_{22}]^T$ נר ! g סמטת א' נכון

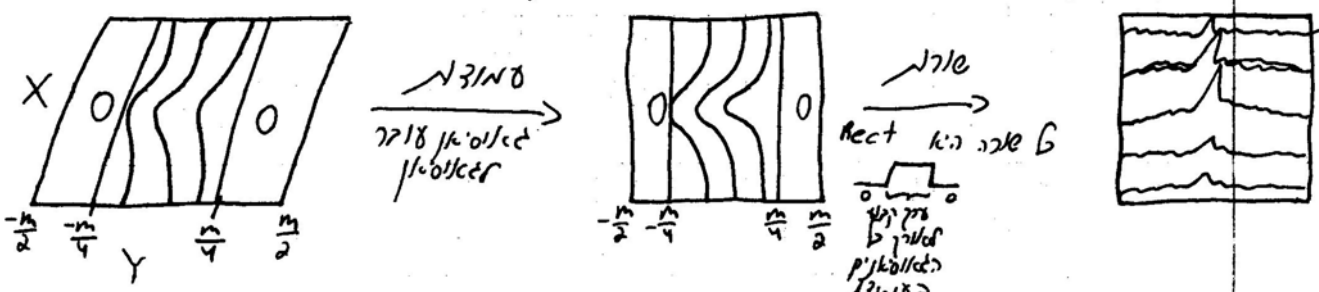
$l_{21} = l_{22} = [1, -2, 1]$ ⇐

$l_{11} = l_{12} = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$

(3) נרשם $l_{11}, l_{12}, l_{21}, l_{22}$ ונרשם הקואסיטיבית של הקואבולוציה ונרשם

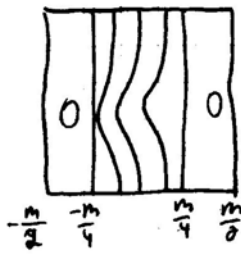
$k_1 = k_2 = l_{11} * l_{21} = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} * [1, -2, 1]$

(4) (א) דרך א' (מסלול שונה)

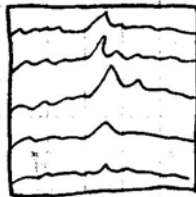


Rect גובה הוא Rect $\sin \sqrt{\cdot}$ -1
 הנה רשם Rect ה' סמטת
 הנה רשם Rect ה' סמטת
 הנה רשם Rect ה' סמטת

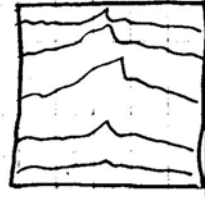
צורך ב (שכלל ונאמ'ר אמורל) :



שכלל
Rect זכור ל-sinc



זכורל
באמורל
באמורל
באמורל



באמורל זכורל באמורל אמור.
הבאמורל הק
באמורל אמורל כולל const שכלל
זכורל ה - חזק זכורל
קבל שכלל של חזק חזק זכורל
באמורל

5

מ'ה כי אומר זכורל האמורל הלא [255, 0].

(א) זכורל כחזקל מ'ה פ שכלל אמורל כולל שכלל

1999 קולטורל זכורל אמורל
זכורל חזקל אמורל חזקל חזקל אמורל

(ב) חזקל אמורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

F - חזקל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

D - זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

E, C - חזקל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

B - זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

A - זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל זכורל

(2)

הסתיון האב יתכן:

אבט : Hough Transform אב כבלט:

א מוצא אב הטא של התמונה

(2) בותרים פכמטיק ט"צא אב התמונה, אמל:

$(\rho, \theta) =$ מכב הכובל וצא הכובל.

(3) מבצעים הצבא אב פוקל הטא בתק מוק ואת התמונה של הצבא.

הסתיון הפחא אב:

א אבט Hough Transform אב פוקל הטא אמצא אב הקוים בתמונה.

(2) אמכס מתק הקוים סכ של קוים שמנוים כבל או מסנה, אבצוק התק ככבא האלכזיונל אב ממוז בתמונה א' קולציה או א' התמונה

קבלת:

(סבוכול אבמה מצב).

בא מקנה, אא מצב בסא הקולציה כיוון אטא יכוז מה אבצל הכובז (אנו כוטים אמטא אב הכוטים בא הטצלים האונים אמטא).

(3) (א)



מא' שנוין הטול וקב כי $d_e(a,b) \leq d_4(a,b)$

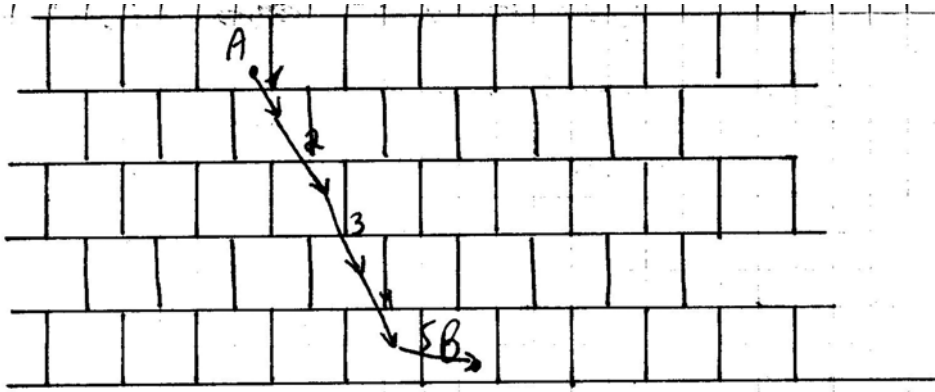
(i) $d_e \geq d_8$ כי א צאז אלכזיונל $d_8 \rightarrow d_e$ נחג כ-1

כעז " " " " $d_e \rightarrow$ " כ- $\sqrt{2}$

$d_8 \leq d_e \leq d_4$ \Leftarrow

ואכן התשאה הכונה הא: 2

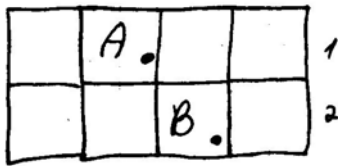




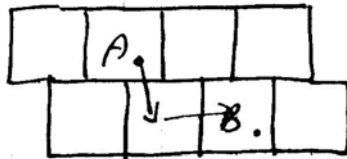
$$d_6(A, B) = 5$$

5'50

המרחק בין A ל-B הוא 2



2 פעולות
לפי צדדים
אנכיים



$$\bar{d}_6(A, B) = 2$$

2 פעולות
לפי צדדים
אנכיים

$$\Rightarrow \bar{d}_6(A, B) = 1$$

המרחק בין A ל-B הוא 2
במרחב 2D
אנכיים
הוא 1