

בחינה בקורס מבוא לעיבוד תמונות

203.2730 סמסטר ב' מועד א' תשס"ב

שם המרצה: ד"ר חגית הל-אור.

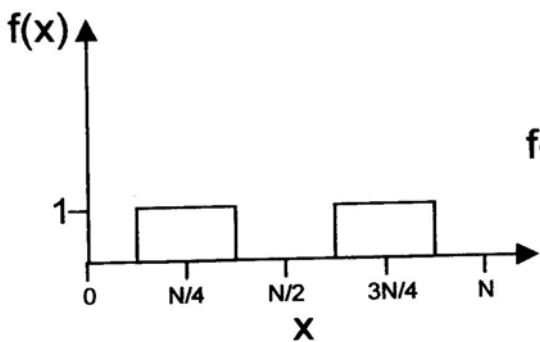
משך הבחינה: שעתיים.

המבחן עם חומר פתוח, אין להשתמש במחשבי כיס או מחשבים אחרים.

יש לענות על 3 מתוך 4 השאלות. אם לא יצוין אחרת, 3 התשובות הראשונות תיבדקנה. הניקוד שווה לכל שאלה אך יתכן ניקוד שונה בסעיפים שונים של שאלה.

בהצלחה!

1. א. מה טרנספורם הפורייה של התמונה החד מימדית באורך N :



$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } N/8 < x < 3N/8 \\ 1 & \text{if } 5N/8 < x < 7N/8 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ב. אם טרנספורם הפורייה של $f(x)$ הוא $F(u)$, מה הטרנספורם של $f(-x)$? נמק.

ג. טרנספורם הפורייה של $f(x)$ הוא $F(u)$, כך ש- $F(u) = A(u) + i B(u)$.

נגדיר הטרנספורם של $f(x)+f(-x)$.

שערך את:

$|G(u)|$ (הערך המוחלט)
 $\text{real}(G(u))$ (הערך הממשי)
 $\text{imag}(G(u))$ (הערך המדומה)

נמק תשובותיך.



Handwritten notes and calculations at the bottom of the page, including the label $f(x)$ and some mathematical expressions.

2. א. נתונות שתי סדריות חד מימדיות:

$$A=[0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 0 \ 0] \quad B=[0 \ 0 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 0 \ 0]$$

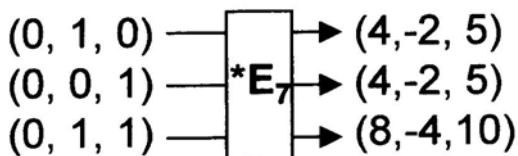
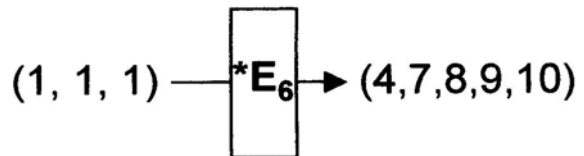
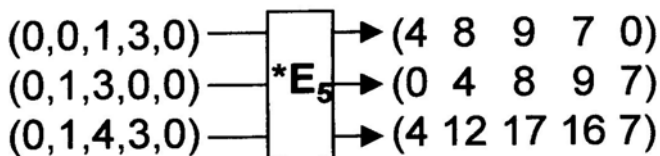
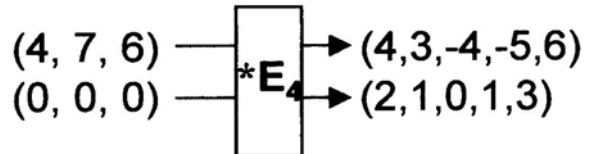
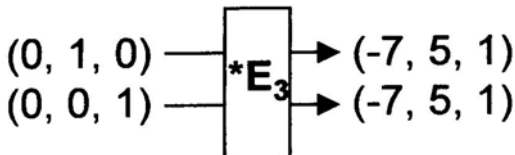
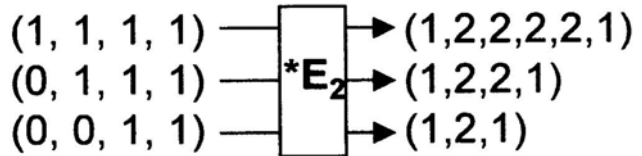
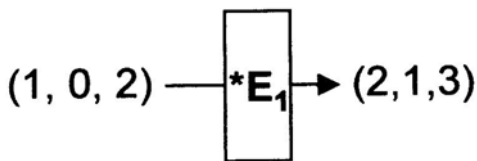
כ"כ נתונות תוצאות הקונבולוציות הבאות עם מסכה C לא ידועה (הנח ריפוד באפסים):
 $A * C = [0 \ 2 \ 3 \ 7 \ 11 \ 15 \ 7 \ 15 \ 0] \quad B * C = [0 \ 4 \ 4 \ 11 \ 15 \ 19 \ 9 \ 18 \ 0]$

מה תהינה תוצאות הקונבולוציות הבאות. נמק ללא שחזור C.

- I. $[0 \ 0 \ 4 \ 7 \ 10 \ 13 \ 16 \ 0 \ 0] * C$
- II. $[0 \ 0 \ 2 \ 4 \ 6 \ 8 \ 10 \ 0 \ 0] * C$
- III. $[0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 0] * C$
- IV. מהו סכום הערכים שבמסכה C. נמק.

ב. תהי D מסכה לא ידועה בגודל 2×2 . תכנן סדרה של קלטים (תמונות בגודל כלשהוא) כך שמתוך תוצאות הקונבולוציה שלהן עם מסכה D ניתן לקבוע את ערכי D. (הנח ריפוד באפסים או ריפוד ציקלי - לבחירתך). הסבר.

ג. בכל אחד מהמקרים הבאים, קבע האם קיימת מסכה E? נמק תשובותיך על סמך תכונות הקונבולוציה (ללא שחזור E). הנח ריפוד הקלט באפסים. תוצאות הקונבולוציה אינן מקוצצות לגודל התמונה המקורית אך אפסים בקצוות מקוצצים.



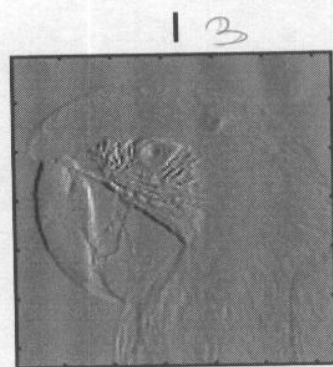
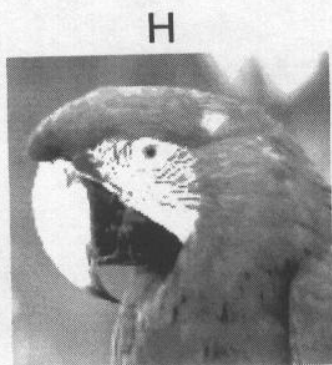
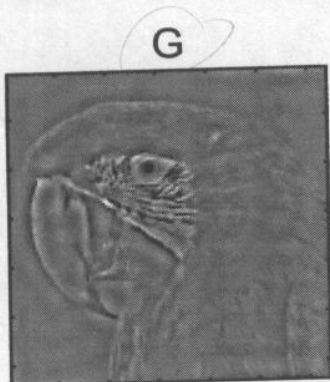
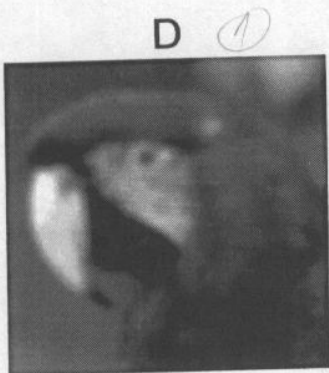
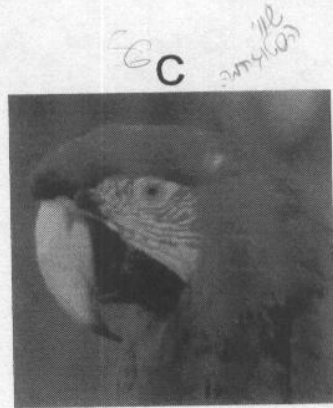
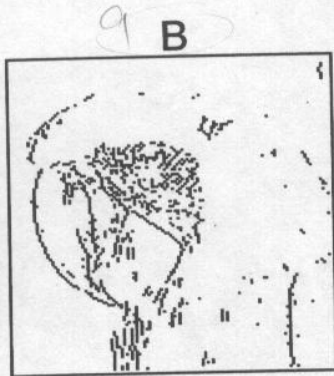
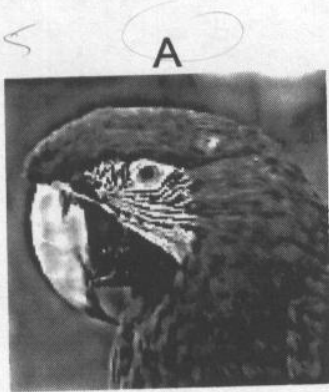
3. א. נתונה תמונת דרגות אפור. נתונות 9 תמונות נוספות שהן תוצאה של פעולות על התמונה המקורית. התאם בין הפעולה שבוצעה לבין תמונת התוצאה. נמק כל התאמה! (התמונות בעמוד הבא).

1. Blurring
2. Contrast Change
3. High Pass Filtering
4. Sobel Edge detector (x direction only)
5. High Frequency Enhancing
6. Histogram Equalization
7. Canny Edge Detector
8. Brightness Change
9. X-Gradient

ב. שיטת **Hough Transform** הוגדרה עבור מציאת ישרים הניתנים ע"י $x \cos(\theta) + y \sin(\theta) = s$. תאר כיצד ניתן להרחיב את טכניקת Hough Transform למציאת אליפסות המוגדרות ע"י:

$$\left(\frac{x-x_0}{a}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{b}\right)^2 = 1$$

תמונה מקורית



2

8

4. נתונות שתי תמונות: תמונה A המכילה עיגול בעל דרגת אפור I_A שמרכזו ב- P_A (וקטור דו-מימדי) ורדיוסו R_A , ותמונה B המכילה עיגול בעל דרגת אפור I_B שמרכזו ב- P_B ורדיוסו R_B . מעונינים לבצע **morphing** מתמונה A לתמונה B על-ידי יצירת רצף של תמונות $I(t)$, כך שתמונה A היא $I(0)$ ותמונה B היא $I(1)$ (ראה ציור).

א. מצא את הטרנספורמציה הגיאומטרית שמעבירה פיקסל (x, y) בתמונה A למקומו בתמונה $I(t)$ רמז: מצא מטריצה $S(t)$ שמבצעת scaling ווקטור $T(t)$ שמבצע translation כך ש

$$\begin{pmatrix} x'(t) \\ y'(t) \end{pmatrix} = S(t) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + T(t)$$

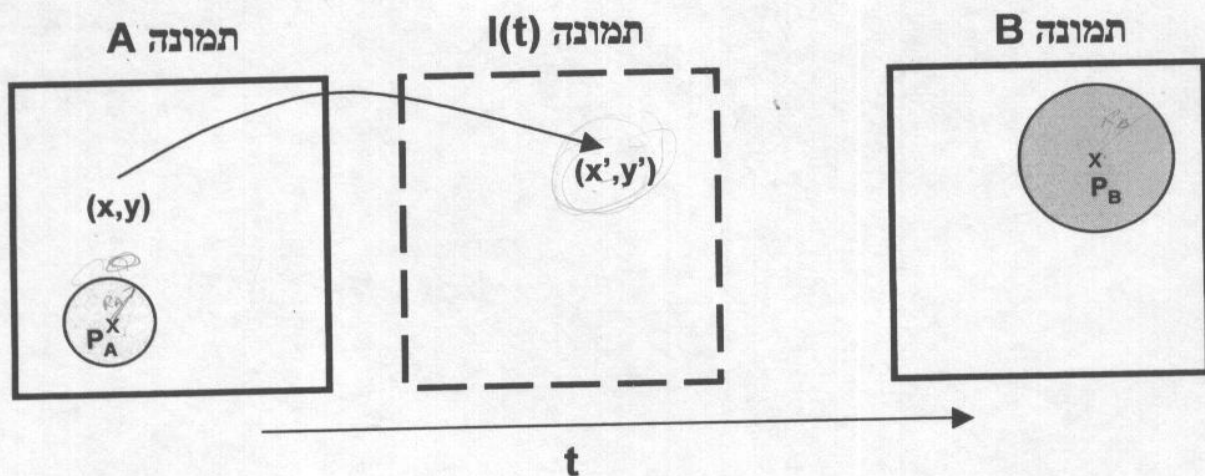
ב. מצא את הטרנספורמציה הגיאומטרית שמעבירה פיקסל (x, y) בתמונה B למקומו בתמונה $I(t)$

ג. מצא איזה פיקסל מתמונה A מועבר לפיקסל (x', y') בתמונה $I(t)$

ד. מצא איזה פיקסל מתמונה B מועבר לפיקסל (x', y') בתמונה $I(t)$

ה. כתוב אלגוריתם שמייצר את תמונה $I(t)$ לכל t נתון בין 0 ל-1. הנח אינטרפולציה של שכן קרוב.

ו. בהנחה שהתמונות מכילות אפסים מחוץ למעגלים, מצא דרך לייעל את האלגוריתם שהצעת בסעיף הקודם.



בהצלחה