

תרגיל Matlab מספר 1

הוראות כלליות

- יש לשמור ולטעון תמונות איתם תעבדו ב**ספרייה אחת מעל** הספרייה בה נמצאים קבצי הקוד. לדוגמה:
`>> I = imread('..\Lena.jpg');`
- יש להימנע ככל האפשר משימוש בלולאות בקוד, ולעשות שימוש בכתובי מטריון.
- יש להגיש את כל התרגיל כסקריפט יחיד. ניתן ורצוי לממש שאלות או חלקים מהשאלות כפונקציות (לא לשכוח לצרף אותם כקבצים נפרדים!!).
- יש להקפיד לתת כותרת מתאימה לכל תמונה או גרף, וגם לצירים כאשר זה רלוונטי. יש לדאוג שגרפים ותמונות יוצגו בגודל מספק להבנת תוכנם.
- יש לכתוב כל סעיף ב-cell שונה. יוצרים cell חדש ע"י כתיבת התווים '%%' בתחילת שורה ריקה. (תווים אלו מבדילים בין cells). התווים הופכים להיות מודגשים ואז אפשר להפעיל בנפרד את ה-cell הנוכחי, הצבוע בצהוב, בעזרת Ctrl+Enter. לכל cell יש לרשום את מספר הסעיף ככותרת.
- יש לתעד את הקוד באופן סביר ובמיוחד במקומות בהם מבוצעות פעולות לא טריוויאליות.
- את התרגיל יש להגיש אלקטרונית דרך **Moodle**, בחלק של Matlab Assignments בצורה הבאה:
יש לשמור את קבצי התרגיל שלכם ללא תמונות קלט/פלט כלשהן, בקובץ ZIP כך:
ex1_<ID1>_<ID2>.zip, כאשר <ID1> ו-<ID2> הינם מספרי הסטודנט של שני המגישים.
לדוגמא: **ex1_012345678_987654321.ZIP** עבור תרגיל של מגישים בעלי מספרי הסטודנט 012345678, 987654321.
- ההגשה ב-moodle תעשה רק ע"י אחד מבני הזוג. יש לוודא כי גם שם קובץ ה-zip וכן גם העמוד הראשון של קובץ ה-pdf יכלול את שני מספרי ת.ז. של שני המגישים.
קובץ ה-ZIP הנ"ל יכלול את הקבצים הבאים:
א. סקריפט הרצת התרגיל וכל יתר הקוד הרלוונטי הנדרש להשגת כל התוצאות.
ב. קובץ PDF יחיד עם תשובות לשאלות התיאורטיות יחד עם כל תמונה וגרף שהתקבלו כפלט מהקוד. יש לרשום את פרטי המגישים במסמך.
ג. אין צורך להגיש את התמונות או את קבצי העזר שניתנו לכם.
- את התרגיל יש להגיש (מומלץ בזוגות) עד ליום ה' בתאריך **25.4.2019** בשעה **23:55**.
על כל יום איחור בהגשה (שלא אושר מראש ע"י סגל הקורס) יורדו 4 נקודות אוטומטית. הגשה מאוחרת תעשה ישירות לאחראי התרגילים ולא דרך Moodle.
- התייעצות עם חברים מותרת ואף מומלצת, אולם את הקוד עליכם לכתוב בצורה עצמאית. הסגל יתייחס בחומרה המקסימלית להעתקות.
- מספר קבצי עזר ב-Matlab מצורפים באתר. כמו כן ניתן להיעזר כמובן ב-help של Matlab.
- שאלות לגבי התרגיל ניתן להפנות לאחראי תרגילי ה-Matlab דרך הפורום המתאים ב-Moodle או במייל.

בהצלחה!

הצעות לפונקציות שימושיות בתרגיל זה:

log, abs, imshow, imread, im2double, rgb2gray, plot, subplot, fft2, ifft2, fftshift, ifftshift, angle, rand, histogram, imhist, cumsum, rgb2hsv, hsv2rgb, ones, zeros, blockproc, imadjust.

הערות כלליות

הפונקציה imshow:

הפונקציה imshow מצפה לקבל מטריצה שאבריה הם unit8 בתחום 0,255 "בדיד" או בייצוג Double בקטע [0,1] "רציף" (התחום הדינאמי נקבע ע"פ הפורמט). אלו פורמטים מקובלים לתמונות. שימוש בסוגריים ריקים כך imshow([]) בוחר את טווח התמונה בפועל כתחום הדינאמי המוצג. אפשר גם לציין במפורש את גבולות התחום ע"י [low,high]. יש לשים לב כי ערכים הנמצאים מחוץ לתחום יקבלו את ערכי הקצוות.

הערה על התמרת פורייה:

כאשר מבצעים fftshift אחרי fft2, לא לשכוח לבצע ifftshift לפני ifft2.

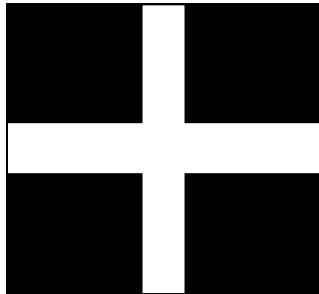
סקאלת ייצוג נוחה יותר

שימו לב כי ההצגה בסקאלה $\log(1+abs(...))$ מאפשרת לראות ערכים גדולים וקטנים באותה התמונה. זה מתגבר על בעיית הקונטרסט שנוצר מהתמרת פורייה.

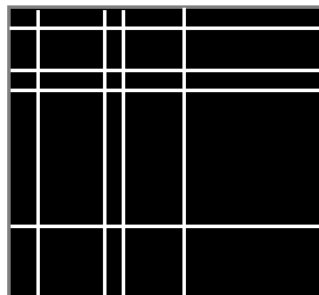
1. אינפורמציה בתדרים

הערה: באיורי העזר מוצגים בלבן האזורים הנשמרים בהתמרה.

- א. טענו את התמונה Anna.jpg. הציגו את התמונה המקורית ואת התמרת פורייה הדו-ממדית של התמונה (אמפליטודה בלבד - abs).
- ב. בחרו את 4% התדרים הנמוכים של התמונה בכיוון x (עם כל התדרים שלהם בכיוון y) ואת 4% התדרים הנמוכים של התמונה בכיוון y (עם כל התדרים שלהם בכיוון x). התדרים השונים מאפס צריכים להיות בצורת "פס" בשני הצירים, כמו באיור:

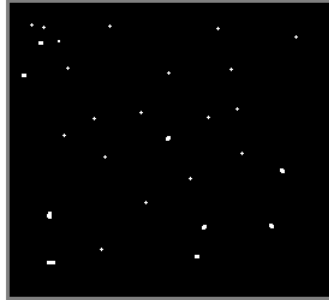


- עשו זאת על ידי ע"י איפוס שאר התדרים. הציגו את התוצאה בתחום התדר ואת תמונת ההתמרה ההפוכה של התדרים הנ"ל. שימו לב לערכי התמונה לאחר ההתמרה והציגו אמפליטודה בלבד במידת הצורך.
- ג. אם נתון לנו שעלות אחסון כל פיקסל השונה מ-0 הוא קבוע c, ואחסון פיקסל השווה ל-0 הינו 0, הסבירו באופן איכותי כיצד ניתן לאחסן תמונה בפחות מ-8% מעלותה המקורית ולקבל תוצאה סבירה מאד.
- ד. סכמו את הערכים בעמודות אמפליטודת ההתמרה. בעזרת הפונקציה sort מצאו את מיקומן של 4% העמודות הדומיננטיות - אלו שבהן סכום הערכים הגבוה ביותר.
- ה. חזרו על אותו תהליך עבור השורות.
- ו. בחרו את 4% השורות והעמודות הדומיננטיות של אמפליטודת ההתמרה במלואן. התדרים השונים מאפס צריכים להיות בצורת קוים ישרים בשני הצירים, כמו באיור:



הציגו את התוצאה בתחום התדר ואת תמונת ההתמרה הפוכה של התדרים הנ"ל. שימו לב, גם כאן אנו משתמשים בפחות מ-8% של המידע.
האם הייתם מצפים לקבל תוצאה טובה יותר מאשר סעיף ב'? האם בפועל זה אכן כך? מה אפשר להסיק מכך על חשיבותם של התדרים הנמוכים, מבחינה ויזואלית?

ז. מצאו את 8% התדרים הדו-ממדיים הדומיננטיים של התמונה, ז"א התדרים שעבורם אמפליטודת ההתמרה הינה מקסימלית, ובחרו אותם (שוב, ע"י איפוס יתר התדרים). התדרים השונים מאפס צריכים להיות מפוזרים, כמו באיור:



הציגו את התוצאה בתחום התדר ואת תמונת ההתמרה הפוכה של התדרים הנ"ל. מהו ההבדל המהותי בין סעיף זה ובין מה שעשינו בסעיף ו'?

2. משמעות הפאזה והאמפליטודה בתמונות

- א. טענו את התמונות Uma.jpg ו-cat.jpg והציגו אותן. חשבו את התמרת הפורייה הדו-ממדית של התמונות. חשבו את הפאזה והאמפליטודה של כל תמונה. הציגו את תמונות האמפליטודה המתקבלות. (השתמשו ב-fftshift כדי להביא את התדרים הנמוכים למרכז, רק לצורך הצגת התמונה - זכרו לקרוא לפונקציה זו שוב לאחר ההצגה).
- הערה: חישוב פאזה ע"י $\text{phase} = \text{angle}(\text{fft_image})$ ואמפליטודה ע"י $\text{amplitude} = \text{abs}(\text{fft_image})$.
- ב. יצרו את שתי התמונות הבאות: תמונה הנוצרת מהערך המוחלט של Uma עם הפאזה של cat ותמונה הנוצרת מהערך המוחלט של cat עם הפאזה של Uma. בצעו את ההתמרה ההפוכה והציגו את התמונות המתקבלות. איזו תמונה דומה יותר ל-Uma?
- ג. יצרו את שתי התמונות הבאות: תמונה הנוצרת מערך מוחלט המוגרל אקראית (שימו לב לטווח הערכים!) עם הפאזה של Uma ותמונה הנוצרת מהערך המוחלט של Uma עם פאזה המוגרלת אקראית. הציגו את התמונות והסבירו.
- ד. מה מבין הפאזה והאמפליטודה חשוב יותר באינפורמציה של התמונה? מדוע?
- למתעניינים, באתר הקורס מצורף מאמר בנושא אמפליטודה ופאזה בהתמרת פורייה.

3. פעולות נקודה

פעולת Power-Law Transformation מוגדרת ע"י הפונקציה $s(r) = cr^\gamma$.

כאשר: r – עוצמת הפיקסל (ערכים ב-[0,1]), c, γ – קבועים חיוביים.
 s – עוצמת הפיקסל לאחר הטרנספורמציה.

א. נרצה לבחון את תכונות הטרנספורמציה. איירו את הפונקציה s עבור ערכי הקבועים

$$\gamma = [0.005, 0.02, 0.05, 0.2, 0.5, 0.8, 1, 2, 4, 10, 15, 20], c = 1$$

עבור רמות האפור [0,255]. שימו לב כי יש לנרמל את רמות האפור לתחום [0,1] לפני הטרנספורמציה, ולהחזירם לתחום [0,255] לאחריה.

ציינו מה מבצעת הטרנספורמציה עבור $\gamma > 1, \gamma < 1, \gamma = 1$ ומה השפעתו של הקבוע c ?

ב. טענו את תמונת הצבע scotland.jpg, העבירו אותה לתמונת רמות אפור (באמצעות הפקודה rgb2gray) ובחנו את ההיסטוגרמה שלה.

כעת הפעילו את Power-Law Transformation על התמונה ע"י חישוב ישיר על כל איבר בתמונה באמצעות האופרטור $^{\wedge}$. מצאו את ערכי c, γ שיביאו לתוצאות אופטימליות לדעתכם.

הציגו את תמונת המוצא לצד התמונה המקורית. בחנו את ההיסטוגרמה של תמונת המוצא.
שימו לב: בסעיף זה אין להשתמש ב-scaling בהצגת תמונות המוצא.

ג. כעת צלמו באמצעות הסמארטפון תמונה בקמפוס המכילה צמחיה ושמיים. פרקו את התמונה לערוצי RGB והציגו אותם ואת ההיסטוגרמות של כל אחד מהערוצים. מה ניתן ללמוד מהערוצים ומההיסטוגרמות על אופי התמונה?

ד. הפעילו את Power-Law Transformation על ערוץ הצבע הירוק בלבד עם הערכים של c, γ שקבעתם בסעיף ב'. חברו מחדש את שלושת הערוצים לתמונת צבע אחת, והציגו את התמונה החדשה לצד התמונה המקורית. כיצד השתנתה התמונה? הסבירו.

ה. כעת המירו את התמונה לייצוג HSV באמצעות הפקודה rgb2hsv והציגו את הערוצים השונים בייצוג. הציגו היסטוגרמות של הערוצים. מה ניתן ללמוד מההיסטוגרמות על אופי הערוצים?
לקריאה על משמעות הערוצים השונים בייצוג HSV: <http://colorizer.org> או ויקיפדיה.

ו. הפעילו את Power-Law Transformation עבור ערכי הקבועים $c = 1, \gamma = [0.2, 2]$ על ערוץ הגוון (Hue) בלבד. חברו מחדש את שלושת הערוצים לתמונת צבע אחת (סה"כ אמורים להתקבל תמונה אחת עבור כל ערך של γ), המירו אותה חזרה ל-RGB והציגו את התמונות החדשות לצד התמונה המקורית. כיצד השתנתה התמונה הפעם? הצדיקו את נכונות התוצאה בהתאם למשמעות הערוץ.

ז. חזרו על סעיף ו' גם עבור ערוצי הרוויה והבהירות, כל ערוץ בנפרד.

4. שיפור תמונה

הערה: בשאלה זו אין להציג את התמונות בעזרת `imshow(I,[,])` אלא רק בעזרת `imshow(I)`.

- א. טענו את הקובץ `rice.jpg`. הציגו את התמונה, מה ניתן לומר על רמת ההארה בתמונה?
- ב. כעת נחשב את רמת ההארה בכל אזור בתמונה. חלקו את התמונה לבלוקים של 16×16 ומצאו את הערך המינימאלי של כל בלוק. שמרו את התוצאה במטריצה בעלת גודל זהה לתמונה, כלומר עבור כל בלוק, שכפלו את הערך המינימאלי כך שיופיע בכל הפיקסלים בבלוק. הציגו את המטריצה באמצעות `imshow`. מה ניתן לראות בתמונה? מה ניתן לומר על רמת ההארה בתמונה?
- ג. חסרו מכל פיקסל בבלוק את הערך המינימאלי של הבלוק שחישבתם בסעיף הקודם. הציגו את התמונה החדשה יחד עם התמונה המקורית. האם חל שיפור? מה דעתכם על הקונטרסט בתמונה? מה ניתן לעשות על מנת לשפר את התמונה?
- ד. בצעו מתיחת קונטרסט לתמונה שהתקבלה בסעיף הקודם. ניתן להשתמש בפקודת `imadjust`. הסבירו את התוצאה והציעו דרך לשפר עוד יותר.