

# תרגיל 1

## הנחיות:

- בתרגיל זה יש לממש כל שאלה בשפת מטלב או פייתון, כאשר ניתן להשתמש בספריות קיימות לפעולות בסיסיות כמו קריאה ושמירה של תמונות, ציור על גבי תמונה ופונקציות יותר ספציפיות שמותר להשתמש בהן לפי הפירוט בכל שאלה. ספריות מומלצות במטלב הן: Image-Processing and Computer-Vision Toolboxes כמו גם ספריית vl\_feat. עבור פייתון אפשר לציין את Pillow, OpenCV, scikit-image.
- בכל שאלה, בנוסף להגשה של כל התוצרים וההסברים הנדרשים, יש להגיש את כל הקוד שאתם כתבתם (לא כולל קוד מספריות אחרות שנעזרתם בהן).
- תמונות הקלט לכל השאלות נמצאות בתיקיות Q1, Q2, Q3.
- בנוסף לקוד המימוש של כל שאלה, יש להגיש מסמך אחד, עדיף בפורמט pdf, עם כל התוצרים וההסברים הנלווים לכל שאלה, שבו יש לציין שם ותעודת זהות.
- את התרגיל יש להגיש במייל בכתובת [cv.checker.21@gmail.com](mailto:cv.checker.21@gmail.com) עם הנושא "תרגיל בית 1". אפשר להגיש עדכונים של ההגשה (כל עוד זה לפני מועד ההגשה) כמו גם ערעורים לבדיקה במקרה הצורך במייל חוזר באותו שרשר.
- התרגיל להגשה עד ליום חמישי ה-22 באפריל בשעה 23:59. כל יום איחור יגרור הורדה של 10 נק'. בקשות מיוחדות לדחייה ניתן לשלוח מראש לאותו המייל.

## שאלות:

### 1. (35 נק') Hough Transform on equilateral triangles

המטרה היא למצוא משולשים שוו-צלעות בתמונות טבעיות בעזרת וריאנט של Hough Transform. תצטרכו לממש detector ולהפעיל אותו על 2 תמונות (לבחירתכם) מתוך כל אחת מהתיקיות triangles\_1 ו-triangles\_2, כאשר התוצאה תצויר על גבי התמונות. כל משולש שנמצא צריך להיות מצויר (באופן אוטומטי ע"י הקוד) בעזרת קווים דקים בצבע בולט. בכל תמונה תנסו לגלות את כל המשולשים (שווי הצלעות) בעלי אורך צלע מסוים בכל מיקום ואוריאנטציה אפשריים.

#### שלבים מוצעים:

- א. חשבו edge map בינארי (ניתן להשתמש במימושים קיימים כלשהם, למשל של Canny detector) - אפשר לכוון את הפרמטרים של המימוש (אפילו פר תמונה) לשיפור התוצאה.
- ב. חשבו את כיווני ה-edges בעזרת חישוב גרדיאנטים.
- ג. הציעו פרמטריזציה של Hough Transform ותארו איך מתבצעת ה"תרומה" של כל נקודת edge מכוונת לטבלה הצוברת של הטרנספורם.
- ד. ממשו את לולאת ה-Hough שממלאת את הטבלה - בחרו באורך צלע משולש ובגדלי steps לכל תמונה בנפרד, לתוצאות מיטביות.
- ה. בחרו בסף, כלומר threshold (לכל תמונה) על כמות ה-votes כדי לדווח על משולש. במקרה הצורך, ניתן להפעיל non-maximal suppression לשיפור התוצאה.

### להגשה:

1. תיאור קצר של שיטת הפרמטריזציה ומילוי הטבלה המוצעים (שלב ג. למעלה).  
לכל אחת מ-4 תמונות הקלט (2 מכל תיקיה):  
א. מפת ה-edges  
ב. גודל צלע המשולש הנבחר והרזולוציה (step size) של כל פרמטר  
ג. תמונת הקלט ועליה מצוירים המשולשים  
ד. דיון קצר (פסקה אחת) על האיכות של כל תוצאה והסיבות לכשלונות (false detections, inaccurate detections, mis-detections) ורעיון לאיך היה אפשר להתגבר עליהם.

## 2. (30 נק') SIFT-based correspondences

המטרה היא לחשב ולהציג התאמות בין זוגות של תמונות המבוססות על שיטת SIFT.

### שלבים מוצעים:

- א. השתמשו במימוש קיים של SIFT והפעילו אותו על כל אחד מזוגות התמונות. תוצאת ה-detector, לכל נקודת עניין (IP), הוא וקטור  $[x, y, r, t]$ , כאשר  $x$  ו- $y$  הם קואורדינטות מיקום ו- $r$  ו- $t$  הם ה-scale וה-orientation, בנוסף לווקטור ה-descriptor ה-128 ממדי.
- ב. בהינתן שיש  $M$  ו- $N$  נקודות עניין בזוג התמונות בהתאמה, חשבו את מטריצת המרחקים מגודל  $N \times M$  בין כל זוגות וקטורי ה-descriptors.
- ג. חלצו את ההתאמות (matches) שעברו את:  
i. מבחן ה ratio-test (עם סף של 0.8)  
ii. מבחן ה bidirectional-test (דורשים שכל IP בזוג מותאם הוא nearest-neighbor של השני)

### להגשה:

1. כתבו קוד ויזואליזציה לנקודות ה-SIFT והציגו תוצאה על התמונה UoH.jpg. עליכם להראות מיקום+orientation+scale לכל IP. ניתן לעשות זאת למשל ע"י ציור חיצים, כפי שראינו בשיעור. ניתן לצייר רק תת-קבוצה (רנדומית) של הנקודות, במקרה שיש צפיפות ויזואלית גדולה מדי.
2. כתבו קוד לויזואליזציה (בעזרת קווים דקים מחברים) של התאמות בין שני זוגות של תמונות (לבחירתכם) מתוך שלושת הזוגות. הראו בנפרד את התוצאה עבור שני סוגי המבחנים (ratio/bidirectional). אם יש יותר מידי התאמות, ניתן להראות תת-קבוצה אקראית שלהן.
3. דונו בקצרה באיכות כל אחת משתי התאמות הזוגות.

## 3. (35 נק') Image warping and RANSAC-based fitting

המטרה היא לשערך טרנספורמציה דו-מימדית בין זוג תמונות ולהעתיק (warp) תמונה אחת על השניה.

**חלק 1:** הפעילו את ה-warps הנדרשים על מנת להעתיק את התמונה Dylan.jpg אל תוך המקבילית והמרובע שבתמונה frames.jpg.

### שלבים מוצעים:

- א. מצאו מימוש קיים של solver מינימלי - כזה שמשתמש ב-4/3 matches להתאמת טרנספורמציה אפינית/הומוגרפיה בהתאמה.
- ב. מצאו מימוש קיים של פונקציית warping, אשר יכולה להפעיל טרנספורמציה אפינית או הומוגרפיה.
- ג. אספו באופן ידני סט התאמות מינימלי (בין פינות תמונת המקור לכל אחד מהמרובעים) והזינו אותם ל-solvers הרלוונטיים כדי לקבל את הטרנספורמציות (אחת אפינית אחת הומוגרפיה) המתאימות.
- ד. הפעילו warping והציגו את תמונת היעד שהועתקו אליה (פעמיים) תמונת המקור.

#### להגשה:

1. התמונה frame.jpg שאל שני המיקומים בה הועתקה התמונה Dylan.jpg.

**חלק 2:** הפעילו את ה-warps הנדרשים על מנת להעתיק בין זוג תמונות סטריאו

#### שלבים מוצעים:

- א. הריצו את הקוד משאלה 2, על מנת לייצר רשימת התאמות ראשונית עבור כל אחד מ-3 זוגות התמונות.
- ב. ממשו לולאת RANSAC פשוטה עם שתי האפשרויות של solver אפיני או הומוגרפיה.
- ג. לכל זוג תמונות, העתיקו באמצעות warping את אחת התמונות על גבי השניה (בחרו איזו), על בסיס הטרנספורמציה שהותאמה.

#### להגשה:

1. לכל זוג תמונות, הציגו את התוצאה (תמונה מועתקת על השניה) עבור שני המקרים של אפיני והומוגרפיה.
2. דונו בקצרה באיכות התוצאות והתייחסו להבדל (אם קיים) בין מקרי האפיני וההומוגרפיה.