

הבחינה עם חומר סגור. (המרכז מציע להוסיף: פרט למחשבון).

מצ"ב דף נוסחאות.

מחשבון מותר.

משך הבחינה 3 שעות.

ענו על 7 מתוך 9 השאלות הבאות.

משקל כל השאלות שווה.

נא לשים לב להגבלת כמות השורות המוקצות לכתיבת הפתרון (מצוינת בצמוד לשאלות).

לעיתים לא צוינה הגבלה על מנת לאפשר לכם לפרט או לחשב - אך עליכם להיות

תמציתיים. בכל מקרה, ציורים נלווים ונוסחאות אינם נכללים בהגבלה זו.

בהצלחה!

שאלה 1

נתון הקרנל [1-1] המשמש לקונוולוציה.

1. איזה סוג של קרנל זה (מה הוא מחשב)? (ענו בקצרה - עד 2 שורות)
2. הפעילו קונוולוציה זו על השורה:

[133 132 126 119 98 87 81 75]

(התעלמו מחישוב בשוליים)

3. היכן נאתר סף בשורה זו? מדוע? (עד 3 שורות)
4. כידוע, ניתן לזהות סף בתמונה (edges) ע"י שימוש בפילטר ה-LoG או ע"י האלג' של Canny. באילו משתי השיטות ניתן לחשב את כיוון הקו? מדוע? (עד 5 שורות)
5. הסבירו את המושג היסטריזיס. (עד 5 שורות)
6. הסבירו את המושג Non-Maximum-Suppression. (עד 5 שורות)

שאלה 2

נזכיר כי מזהה הפינות של האריס מחשב את:

$$R = \lambda_1 \lambda_2 \pm k (\lambda_1 + \lambda_2)^2$$

(ענו בקצרה - עד 5 שורות לכל סעיף)

1. הסבירו מהם המשתנים בנוסחה זו.
2. כיצד ניתן לקבוע אם נקודה היא פינה, קו, או אזור חלק על-פי הנוסחה?
3. שיטה נוספת לקבוע אם נקודה היא פינה היא על-ידי בדיקה אם:

$$\min(\lambda_1, \lambda_2) > \text{Threshold}$$

הסבירו את ההיגיון בהצעה זו.

4. הכלילו את כל אחת משתי השיטות למקרה של תמונות תלת-ממדיות בהן כל פיקסל (הנקרא ווקסל) מורכב מנקודה תלת-ממדית (x, y, z) . (הסבירו בקצרה ותנו את הנוסחאות המקבילות לאילו שלעיל).

שאלה 3

1. מהם הפרמטרים החיצוניים של מצלמה? (עד 2 שורות)
2. מהם הפרמטרים הפנימיים של מצלמה? (עד 2 שורות)
3. מהו המספר המינימלי של נקודות הנדרש לכיול מצלמה? (עד 2 שורות)
4. האם יותר נקודות יעזרו? כיצד? (עד 5 שורות)

למצלמת חריר (pinhole) יש מרחק פוקלי $f=5$ ונתון כי כל פיקסל הוא ריבוע בגודל 0.02 על 0.02 (היחידות הן במ"מ אך אין צורך להתייחס ליחידות בשאלה זו). כמו כן נתון שלמצלמה יש את אותה מערכת צירים כמו של העולם (אותה ראשית ואותם צירים).

5. חשבו את המטריצה הפנימית של מצלמה זו.
6. חשבו את המטריצה החיצונית של מצלמה זו.
7. חשבו את הקואורדינטות בפיקסלים של ההטלה של:

$$P=[120, 160, 500]$$

שאלה 4

אנו מקבלים דוגמאות (תמונות) של שלוש מחלקות: class 1, class 2, class 3. מכל מחלקה קיבלנו 2 דוגמאות, כל דוגמה מייצגת אובייקט אחד השייך למחלקה. מדוגמאות אלו חישבנו מילון ויזואלי של שלוש מילים (visual/code words) ואת ההיסטוגרמה של כל אחת מהדוגמאות:

$$\begin{aligned}h_{11} &= [.1, 0, .9], & h_{12} &= [.2, 0, .8] \\h_{21} &= [.4, .1, .5], & h_{22} &= [.3, .2, .5] \\h_{31} &= [.2, .2, .6], & h_{32} &= [.2, .1, .7]\end{aligned}$$

כאשר עבור h_{ij} , i מייצג את מספר המחלקה ו- j את מספר הדוגמה.

בהינתן 3 תמונות מבחן (test images) חישבנו עבורן את ההיסטוגרמות המתאימות:

$$t_1 = [.5, 0, .5], t_2 = [.1, .1, .8], t_3 = [.2, .3, .5]$$

1. סווגו את התמונות ע"י Nearest Neighbor-1 (בהנחה שפונק' המרחק היא L_2).
2. מהי שגיאת הסווג בהינתן ה- t_i ground truth: שייך למחלקה i .

שאלה 5

1. תארו במדויק את שיטת ה-SIFT למציאה ולתיאור של נקודת עניין.
2. בפני מה SIFT חסין? בפני מה אינו חסין? (עד 5 שורות)
3. מה ההבדל העיקרי בייצוג תמונה בין שיטות סיווג מבוססות HOG לבין שיטות סיווג מבוססות SIFT? (עד 5 שורות)

המשך הבחינה בעמוד הבא

שאלה 6

ברצוננו לבצע warp (להלן – "עיוות") של תמונה I לתמונה חדשה J תוך שימוש בהומוגרפיה הבאה:

$$\begin{bmatrix} sx \\ sy \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 8 \\ 1 & 2 & 10 \\ 1 & 0 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

1. לאן תמונה הנקודה (2,2)?
2. האם כדאי לבצע עיוות מנקודות ב-J לנקודות ב-I או להיפך? הסבירו (עד 5 שורות).

שאלה 7

(ענו בקצרה – עד 5 שורות לכל תת סעיף)

1. מהי בעיית המיפתח (The Aperture problem) בזרימה אופטית?
2. אילו הנחות בנוגע לבהירות ול"תנועה" יש בשיטת הורן ושאנק?
3. אילו הנחות בנוגע לבהירות ול"תנועה" יש בשיטת לוקאס-קנאדה?
4. מה היתרון בשימוש בפירמידות תמונה עבור שיטת לוקאס קנאדה?

שאלה 8

(ענו בקצרה – עד 5 שורות לכל תת סעיף)

1. הסבירו את הקשר בין disparity לעומק.
2. איזה מבין המושגים הבאים תלוי בנקודה ספציפית בעולם ומה מוגדר ללא תלות שכזו: אפיפול, קו אפיפולרי, מישור אפיפולרי?
3. מה ההבדל בין מטריצה יסודית לבין מטריצה הכרחית?
4. מדוע מבצעים רקטיפיקציה לתמונות סטראו?
5. רשמו והסבירו בקצרה לפחות שלושה אילוצים חלשים המאפשרים למצוא התאמה בין נקודות בתמונות סטראו.

שאלה 9

בכיתה דיברנו על שימוש בטרנספורמצית האאף וב-RANSAC למציאת קווים בתמונה. הכלילו את השיטות כדי למצוא מישורים (כזכור, משוואת המישור היא: $ax + by + cz + d = 0$)

[רמז: משוואת הישר היא $ax + by + c = 0$. לכמה פרמטרים נזקקנו?]

הערה: אין צורך לעבור לייצוג פולארי.

הבהרה: הכוונה למציאת מישורים במרחב התלת-ממדי (הקלט הוא נקודות תלת-ממדיות).

בהצלחה!

דף נוסחאות למועד א' בקורס 22928, סמסטר 2013 א'

מטריצה פנימית וחיצונית:

$$P \quad \text{(extrinsic) calibration matrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} \alpha_x & 0 & p_x & 0 \\ 0 & \alpha_y & p_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{(intrinsic) calibration matrix}$$

$$\begin{bmatrix} R & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$t = \begin{bmatrix} t_x & t_y & t_z \end{bmatrix}^T$$

translation vector

$$R = R_\phi R_\varphi R_\psi$$

3x3 rotation matrices

Perspective Projection Matrix

קונבולוציה של פילטר F עם תמונה I:

Definition: **Correlation**

$$I'(X, Y) = \sum_{j=-k}^k \sum_{i=-k}^k F(i, j) I(X + i, Y + j)$$

Definition: **Convolution**

$$\begin{aligned} I'(X, Y) &= \sum_{j=-k}^k \sum_{i=-k}^k F(i, j) I(X - i, Y - j) \\ &= \sum_{j=-k}^k \sum_{i=-k}^k F(-i, -j) I(X + i, Y + j) \end{aligned}$$

NOTE: If $F(X, Y) = F(-X, -Y)$ then correlation \equiv convolution