בוחן 6 - 2021

שאלה 1

בקובץ MPEG יש פריים I כל 30 פריימים. נרצה לדחוס את פריים $P5$, חמישה פריימים אחרי $I0$ ו-25 פריימים לפני $I30$. מה עושים עבור שלב פיצוי התנועה (Motion Compensation)?

1. נחלק את $P5$ לריבועים לא חופפים, נחשב לכל ריבוע ב$P5$ את הריבוע המתאים לו ביותר ב-$I0$, ונעתיק אותו לריבוע ב-$P5$.
2. נחלק את $I0$ לריבועים לא חופפים, נחשב לכל ריבוע ב$I0$ את הריבוע המתאים לו ביותר ב-$P5$, ונעתיק אותו לריבוע ב$I0$.
3. נחלק את $P5$ לריבועים לא חופפים, נחשב לכל ריבוע ב$P5$ את הריבוע המתאים לו ביותר ב-$I30$, ונעתיק אותו לריבוע ב-$P5$.
4. נחלק את $I30$ לריבועים לא חופפים, נחשב לכל ריבוע ב$I30$ את הריבוע המתאים לו ביותר ב-$P5$, ונעתיק אותו לריבוע ב$I30$.

תשובה – (1).

שאלה 2

סעיף א -

המטריצה בהמשך מסמנת תמונה בגודל 5×5, כלומר התא $(row1, col1)$ מסמן את הפיקסל השמאלי העליון, התא $(row5, col5)$ מסמן את הפיקסל הימני התחתון, וכן הלאה.

סמנו מספר **מינימלי** של פיקסלים כך שחישוב המרחקים בין כל זוג נקודות יוכיח כי המרחק הבא אינו מטריקה:

$$d(P,Q) = round\left(\sqrt{(x-u)^2 + (y-v)^2}\right)$$

כאשר: $P = (x,y), Q = (u,v)$

סעיף ב –

המטריצה בהמשך מסמנת תמונה בגודל 5×5, כלומר התא $(row1, col1)$ מסמן את הפיקסל השמאלי העליון, התא $(row5, col5)$ מסמן את הפיקסל הימני התחתון, וכן הלאה.

סמנו מספר **מינימלי** של פיקסלים כך שחישוב המרחקים בין כל זוג נקודות יוכיח כי המרחק הבא אינו מטריקה:

$$d(P,Q) = \left\lfloor\sqrt{(x-u)^2 + (y-v)^2}\right\rfloor$$

כאשר: $P = (x,y), Q = (u,v)$. תזכורת: $Floor(x) = \lfloor x \rfloor$

תשובות:

שימו לב, יתכנו תשובות נכונות נוספות.

P1				
	P2			
		P3		
			P4	

סעיף א – P1, P2, P3

$$d(p1,p2) = round(1.4) = 1 = d(p2,p3)$$

$$d(p1,p3) = round(2.8) = 3$$

$$d(p1,p3) > d(p1,p2) + d(p2,p3)$$

אי-שוויון המשולש לא מתקיים.

סעיף ב – P1, P3, P4

$$d(p1,p3) = \lfloor 2.8 \rfloor = 2$$

$$d(p3,p4) = \lfloor 1.4 \rfloor = 1$$

$$d(p1,p4) = \lfloor 4.2 \rfloor = 4$$

$$d(p1,p4) > d(p1,p3) + d(p3,p4)$$

אי-שוויון המשולש לא מתקיים.

שאלה 3.1

סעיף א –

נתונה תמונת HDR f בגווני אפור, ושני פיקסלים בתמונה:
$p_1 = (x_1, y_1), p_2 = (x_2, y_2)$. מתקיים: $f(p_1) < f(p_2)$. נמפה את התמונה לתמונת LDR חדשה, g, בעזרת הפעלת gamma correction כאשר $\gamma = \frac{1}{10}$.
מה מבין הבאים אפשרי? סמנו את כל התשובות הנכונות.

1. $g(p_1) < g(p_2)$ 2. $g(p_1) = g(p_2)$ 3. $g(p_1) > g(p_2)$

סעיף ב -

נתונה תמונת HDR f בגווני אפור, ושני פיקסלים בתמונה:
$p_1 = (x_1, y_1), p_2 = (x_2, y_2)$. מתקיים: $f(p_1) < f(p_2)$. נמפה את התמונה לתמונת LDR חדשה, g, בעזרת אלגוריתם tone mapping לוקאלי. מה מבין הבאים אפשרי? סמנו את כל התשובות הנכונות.

1. $g(p_1) < g(p_2)$ 2. $g(p_1) = g(p_2)$ 3. $g(p_1) > g(p_2)$

תשובות:

סעיף 1 – (1)+(2): gamma correction הוא מונוטוני ולכן לא יתכן שp_1 היה בהיר יותר מp_2 בתמונת הHDR והמצב יהיה הפוך בתמונת הLDR.

סעיף 2 – כל התשובות נכונות. אין מונוטוניות בtone mapping locally, כל אזור משתנה באופן אחר, ולכן כל האפשרויות יתכנו.

שאלה 3.2

1. השלימו: נצטרך לכל הפחות ___ רכיבים על מנת לתאר את כל הצבעים בטווח הנראה.
2. במודל צבע RGB, אם ניקח ערך מקסימלי מכל אחד מצבעי הבסיס, איזה צבע נקבל?

a. אדום	d. צהוב	g. שחור
b. כחול	e. לבן	h. ורוד
c. ירוק	f. אפור	

במודל צבע HSV, נתון הצבע הבא:

שינינו ערך אחד, וקיבלנו את הצבע הבא:

איזה רכיב צבע שינינו?

1. H
2. S
3. V

תשובות –

1. 3: Principle of Trichromacy
2. לבן = $(1,1,1)$
3. S: מדובר באותו הצבע, כאשר הוא בעל 50% פחות saturation, כלומר הצבע יותר דהוי.

שאלת אלגוריתם

נתונה תמונה בינארית A בגודל 1000×1000. כמו כן, נתון חלון בתמונה A אשר פינתו השמאלית העליונה נמצאת בנקודה (i,j) ופינתו הימנית התחתונה נמצאת בנקודה (m,n). נרצה לחשב את מרכז הכובד של הנקודות שערכן "1" בחלון.

נתון האלגוריתם הבא, כאשר בכל צעד מסומנים מספר רכיבים חסרים באדום. עליכם להשלים את הרכיבים החסרים מתוך האופציות הנתונות. הערה: כפל בין מטריצות בשאלה זו הוא כפל נקודה נקודה (pointwise).

1. נחשב את $g = integral_image(\boldsymbol{g_1} \cdot \boldsymbol{g_2})$.
2. נחשב את $h = integral_image(\boldsymbol{h_1} \cdot \boldsymbol{h_2})$.
3. נחשב את $p = integral_image(\boldsymbol{p_1} \cdot \boldsymbol{p_2})$.
4. נחשב את $G = \boldsymbol{fun_1}(g)$
5. נחשב את $H = \boldsymbol{fun_2}(h)$
6. נחשב את $P = \boldsymbol{fun_3}(p)$
7. $\bar{x}$ יהיה $\boldsymbol{op_1}(G,P)$
8. $\bar{y}$ יהיה $\boldsymbol{op_2}(H,P)$

להלן מטריצות בגודל התמונה שניתן להשתמש בהן בסעיפים (1-3):

$$A(x,y) = pixel\ value\ at\ location\ (x,y), either\ 0\ or\ 1$$

$A0(x,y) = 0$	$B(x,y) = x$	$D(x,y) = x + y$
$A1(x,y) = 1$	$C(x,y) = y$	$E(x,y) = x \cdot y$

להלן פונקציות שניתן להשתמש בהן בסעיפים (4-6):

$$F1(f) = f(m,n)$$

$$F2(f) = f(m,n) - f(i,j)$$

$$F3(f) = f(i,n) + f(m,j) - f(m,n) - f(i,j)$$

$$F4(f) = f(m,n) + f(i,j) - f(i,n) - f(m,j)$$

$$F5(f) = f(0,n) + f(m,0) - f(m,n) - f(0,0)$$

$$F6(f) = f(m,n) + f(0,0) - f(0,n) - f(m,0)$$

להלן אופרטורים שניתן להשתמש בהן בסעיפים (7-8):

$$O1(A,B) = A/B$$

$$O2(A,B) = A + B$$

$$O3(A,B) = A * B$$

$$O4(A,B) = A - B$$

תשובות:

מרכז הכובד מוגדר באופן הבא:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=i}^{m}\sum_{y=j}^{n} xA(x,y)}{\sum_{x=i}^{m}\sum_{y=j}^{n} A(x,y)}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{x=i}^{m}\sum_{y=j}^{n} yA(x,y)}{\sum_{x=i}^{m}\sum_{y=j}^{n} A(x,y)}$$

נבחר:

$$g_1 = B, g_2 = A$$

מתקיים: $g_1 \cdot g_2(x,y) = xA(x,y)$

נרצה לסכום את ערכי $g_1 \cdot g_2$ בחלון הנתון. נעשה זאת בעזרת g, ה-integral image של $g_1 \cdot g_2$. על מנת לסכום את הערכים בחלון, נבחר:

$$fun_1 = F4$$

כך שמתקיים:

$$G = F4(g) = g(m,n) + g(i,j) - g(i,n) - g(m,j)$$
$$= \sum_{x=i}^{m}\sum_{y=j}^{n} xA(x,y)$$

עבור $\bar{y}$, נבחר באופן דומה:

$$h_1 = C, h_2 = A, fun_2 = F4$$

נותר לחשב את הביטוי במונה.

נבחר:

$$p_1 = A1, p_2 = A$$

מתקיים: $p_1 \cdot p_2(x, y) = A(x, y)$

ולכן, נותר רק לסכום את ערכי $p_1 \cdot p_2$ בחלון הנתון.

נבחר שוב, $fun_3 = F4$ ונקבל:

$$P = F4(p) = p(m, n) + p(i, j) - p(i, n) - p(m, j)$$
$$= \sum_{x=i}^{m} \sum_{y=j}^{n} A(x, y)$$

לבסוף, נבחר $op_1 = op_2 = O1$ ונקבל:

$$\bar{x} = \frac{G}{P} = \frac{\sum_{x=i}^{m} \sum_{y=j}^{n} xA(x, y)}{\sum_{x=i}^{m} \sum_{y=j}^{n} A(x, y)}$$

$$\bar{y} = \frac{H}{P} = \frac{\sum_{x=i}^{m} \sum_{y=j}^{n} yA(x, y)}{\sum_{x=i}^{m} \sum_{y=j}^{n} A(x, y)}$$