

שאלה 3 (25%)

(15%) א. נניח שלתמונת רמות אפור דיגיטלית I ביצעו פעמיים תהליך של histogram

$$\text{equalization } (I \xrightarrow{\text{histogram equalization}} I' \xrightarrow{\text{histogram equalization}} I'')$$

הוכח שבפעם השניה התקבלה בדיוק אותה תוצאה כמו שבפעם הראשונה.

(10%) ב. שיטה מקובלת בשיפור תמונה (Image enhancement) משלבת פעולת הדגשת תדרים

גבוהים (ע"י הפעלת פילטר) ופעולת שיווי היסטוגרמה (histogram equalization).

מטרת השיטה לחדד ספים (edge sharpening) ולשפר ניגודיות (contrast-

enhancement). הסבר האם יש חשיבות לסדר הפעלת התהליכים.

תשובה א':

נסמן את השכיחות היחסית של רמה g בתמונה I ע"י $p(g)$. במדריך הלימוד ע"מ 3-9 נתונה נוסחת המעבר להסטוגרמה אחידה:

$$H(k) = \sum_{g=0}^k p(g)$$

נסמן $p(g \leq k)$ את השכיחות היחסית שערך הפיקסל קטן או שווה k . קל לראות כי:

$$H(k) = p(g \leq k)$$

$H(k)$ שווה לשכיחות המאורע שרמת האפור בפיקסל קטנה או שווה לרמה k .

$$H_2(H(k)) = \sum_{g=0}^{H(k)} p_2(g) \quad \text{נוסחת המעבר בשיווי השני:}$$

כאשר $p_2(g)$ היא השכיחות היחסית של הרמה g בתמונה לאחר המעבר הראשון.

$$H_2(H(k)) = p_2(g \leq H(k)) \quad \text{כמו בתמונה הראשונה:}$$

אבל קבוצת כל הפיקסלים שרמת האפור שלהם בתמונה הראשונה קטנה או שווה ל- k שווה לזו

שרמת האפור שלהם בתמונה השניה קטנה או שווה ל- $H(k)$ ולכן: $p(g \leq k) = p_2(g \leq H(k))$

$$H_2(H(k)) = p_2(g \leq H(k)) = p(g \leq k) = H(k) \quad \text{קבלנו:}$$

תשובה ב':

יש חשיבות ויש לבצע קודם שיווי היסטוגרמה ולאחר הדגשת תדרים גבוהים.

והסיבה היא שפעולת הדגשת תדרים גבוהים גורמת לערכים גבוהים מאוד או נמוכים מאוד

באזורי המעבר, ז"א עבור מספר קטן של פיקסלים המצויים באזורי המעבר נקבל עקב פעולת

הנגזרת ערכים גדולים בערך מוחלט ובתחומים בעלי גוון אחיד נקבל ערכים קרובים לאפס. לאחר

הגזירה המודל הסטטיסטי של התמונה מכיל שיאים בקצוות. ביצוע שיווי היסטוגרמי לאחר מכן,

יקטין את הפרשי הרמות שנוצרו בספים בגלל פונקציית השיווי שמעבירה את מודל ההסתברות של

ערכי הפיקסלים למודל אחיד.

בכיוון ההפוך, שיווי היסטוגרמי בדרך כלל מגדיל הבדלים בין רמות בהירות שונות זו מזו. ולכן משפר את פעולת הדגשת התדרים הגבוהים שבאה לאחר מכן.