

## עיבוד וניתוח וידאו – תרגיל 1

### חלק 2

### שאלה 3:

אופרטור סובל הוא אופרטור המשמש לחישוב קירוב של הגרדיאנט של תמונה. כלומר נוכל להשתמש באופרטור על מנת לזהות שפות של תמונה, המאופיינות בשינויים גדולים ברמות אפור שבין פיקסלים סמוכים.

האופרטור עושה שימוש בשני קרנלים/פילטרים קטני מימדים בגודל  $3 \times 3$  המשמשים לחישוב קירוב של הנגזרות בכיוון X ובכיוון Y. הקרנלים מכילים מספרים שלמים בלבד. מבצעים קונבולוציה בין תמונת המקור לבין כל אחד מהקרנלים. לאחר מכן משתמשים בתוצאה לחישוב קירוב לגרדיאנט, אלו בעצם השפות בתמונה/פריים המקוריים.

### הגדרה מתמטית:

- הקרנלים המשמשים לקירוב של הנגזרות ב-X וב-Y:

$$S_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad S_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

- עבור תמונה  $f_{mxn}$  שעליה נפעיל את אופרטור סובל נבצע את החישוב הבא:

$$G_x = S_x * f_{mxn}$$

$$G_y = S_y * f_{mxn}$$

- תוצאת האופרטור, הקירוב לגרדיאנט מוגדרת להיות:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

אנחנו השתמשנו בקירוב הבא בקוד שכתבנו:

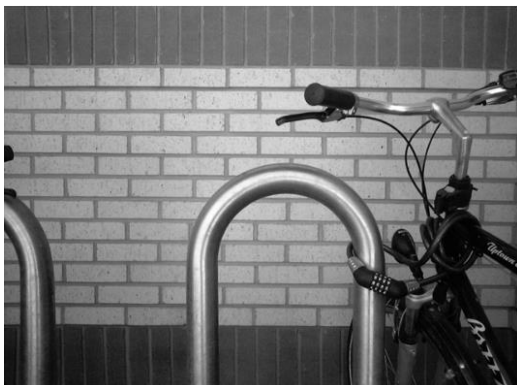
$$G = |G_x| + |G_y|$$

וזאת בהתבסס על: [https://docs.opencv.org/3.4/d2/d2c/tutorial\\_sobel\\_derivatives.html](https://docs.opencv.org/3.4/d2/d2c/tutorial_sobel_derivatives.html)

מבחינת העלות החישובית של הפעלת האופרטור אינה גבוהה. החיסרון של אופרטור סובל הוא שהתוצאה שלו נותנת חישוב של הגרדיאנט באופן יחסית גס, ביחוד עבור תמונות המכילות בעיקר תדרים גבוהים.

על מנת להשתמש באופרטור סובל לישומים של מציאת שפות של סרטוני וידאו, נוכל לקחת את כל אחד מהפריימים, להפעיל על כל אחד מהפריימים את אופרטור סובל, לשמור את תוצאת הפעלת האופרטור ולנגן ברצף את הפריימים המעובדים. התוצאה תהיה סרטון וידאו שבוא מודגשות השפות של האובייקט המצולם.

דוגמא לתוצאת הפעלת האופרטור (מימין) על תמונה בעלת גוויי אפור (משמאל):



### חלק 3

#### שאלה 1:

הזזה: הנגזרות ופונקציית החלון **בלתי תלויות בהזזה**, לכן האלגוריתם יזוז בהתאמה להזזה שנבצע בתמונה.

#### שאלה 2:

סיבוב: שמבצעים סיבוב הערכים העצמיים לא משתנים לכן האלגוריתם יסתובב בהתאמה לסיבוב שביצענו בתמונה. כלומר האלגוריתם **בלתי תלוי בסיבוב**.

#### שאלה 3:

שינוי עוצמה אפיוני: אנחנו מכפילים את העוצמה בקבוע ומוסיפים קבוע, על פניו נראה שהאלגוריתם בלתי תלוי לשינויי עוצמה, אך ייתכנו פיקסלים עבורם השינוי מעלה/מוריד את העוצמה מעל/מתחת לסף הרחש. הבעיה נובעת מהסקיילינג. כמו כן הערכים העצמאיים עשויים להשתנות. כלומר האלגוריתם **עשוי להיות תלוי בשינויי עוצמה** בתמונה.