

הקונבולוציה  $\begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$  נותנת פילטר טשטוש. למה בכלל נרצה פילטר טשטוש?

## רעש גאוסיאני

יש לנו רעש גאוסיאני עם ממוצע 0, סטיית התקן שלו נותנת את עצמת הרעש. אפשר להוסיף רעש עם הפונקציה `imnoise`:

```
ni = imnoise(i, 'gaussian', 0, 0.04);
```

כאשר הפרמטר הראשון זה התמונה והשני זה סוג הרעש. במקרה של רעש גאוסיאני הפרמטרים הנוספים הם הממוצע וסטיית התקן. זה נותן לנו  $img(i, j) = img(i, j) + n(i, j)$  איך מנקים את הרעש? פילטר טשטוש נותן ממוצע. כשעושים ממוצע על  $n(i, 1)$  התוחלת שלו הוא 0 - מה שמבטל את הרעש. ככל שמגדילים את הסביבה הרעש יורד, אבל ככל שמגדילים את הסביבה גם מתרחקים מהפיקסל המקורי, ולכן התמונה יוצאת יותר מטושטשת. יש לנו `tradeoff`.

איך פותרים את זה? אפשר ליצור פילטר שהוא לא אחיד אלא בעל צורה גאוסיאנית. בפילטר אחיד אנחנו נותנים לכל הפיקסלים אותו משקל כמו הפיקסל המרכזי - אבל יכול להיות שככל שאנחנו מתרחקים מהפיקסל

המרכזי נרצה לתת לו משקל יותר נמוך. למשל:  $\frac{1}{16} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ . הפיקסל המרכזי מקבל 4, הצמודים אליו

מקבלים 2, והיותר רחוקים בקצוות 1:

```
filter = [  
1 2 1  
2 4 2  
1 2 1  
];  
filter = filter / sum(sum(filter));  
imshow(conv2(ni, filter, 'same'));
```

## רעש מלח-פלפל

רעש מלח-פלפל הוא רעש שמורכב משני ערכים קיצוניים (מלח ופלפל). בשביל לבטל רעש כזה יותר מתאים חציון. בשביל להוסיף רעש מלח-פלפל ב`matlab`:

```
ni = imnoise(i, 'salt & pepper', 0.2);
```

הפרמטר הוא ההסתברות לקבל רעש בכל נקודה ונקודה. בשביל לבטל את הרעש הזה קונבולוציה לינארית לא מספיקה - צריך לעבור על הסביבה של כל פיקסל ופיקסל ולעשות חציון שלה.

## האם תמיד רוצים סביבה ריבועית?

נניח שיש לנו תמונה עם רעש של קוים אנכיים בעובי אחד. בתמונה כזאת חציון של  $1 \times 3$  מספיקים בשביל לנקות את הרעש - ותמיד נרצה את הסביבה המינימלית. אם הפסים היו בעובי 2 היינו צריכים לקחת  $1 \times 5$  (כדי לקבל בסביבה 3 פיקסלים של אות ו2 של רעש)

באותו אופן אם הפסים היו אופקיים היינו לוקחים  $3 \times 1$ . בפועל, לפעמים נראה ש  $3 \times 1$  לא מספיק ונרצה לעלות ל  $3 \times 2$ .

## איך יוצרים תמונה עם רעש "מעניין"?

במקום לשים את הרעש ישירות על התמונה, ניצור מסיכת רעש - למשל תמונה עם פסים לבנים (וכל השאר שחור). כדי להפעיל את המסיכה נעשה  $\max$  בין המסיכה לתמונה (כי הצבע הלבן הוא מקסימלי - אם הפסים היו שחורים היינו עושים  $\min$ ) נתחיל ביצירת המסיכה:

```
[r, c] = size(i);  
mask = zeros(r, c);  
mask = imnoise(mask, 'salt & pepper', 0.002);
```

כאן בעצם יצרנו מסיכה עם פיקסלים לבנים. בשלב הבא אנחנו רוצים להפוך כל פיקסל לפס:

```
mask = conv2(mask, ones(1, 10), 'same');
```

הקונבולוציה הזאת "מורחת" כל פיקסל על קו אופקי. כעת נחבר את המסכה עם הפיקסל:

```
ni = max(i, mask);
```

בשביל לקבל רעשים בצורות אחרות אפשר להשתמש בקונבולוציה אחרת. למשל פלוסים:

```
mask = conv2(mask, [0 1 0; 1 1 1; 0 1 0], 'same');
```

אם היינו רוצים פסים (או פלוסים) לבנים במקום שחורים, היינו עושים את אותו הדבר עד לקבלת המסיכה, ואז הופכים אותה (מבחינת צבע) ועושים  $\min$  עם התמונה במקום  $\max$ :

```
mask = 1 - mask;  
ni = min(i, mask);
```

צריך גם לשים לב שאם יש פסים שמתחברים אחד עם השני, נקבל בקונבולוציה ערכים גדולים מ1. כדי לבטל את החפיפה הזאת נרצה לקטום אותה:

```
mask = min(mask, 1);
```