

Sprawozdanie 2

Zastosowania Konwolucji

Sygnały i Obrazy Cyfrowe

Maksym Mahaz

Nr indeksu: 284115

Gr 5. WT. NP 18:55

2 lutego 2026

Spis treści

1	Cel ćwiczenia	3
2	Podstawy teoretyczne i Jądra	3
2.1	Detekcja krawędzi	3
2.2	Filtrowanie i Wyostrozanie	3
3	Wyniki – Filtry obrazowe	4
3.1	Analiza wyników	4
4	Wyniki – Demozaikowanie (Bayer)	5
4.1	Analiza jakości	5
5	Wnioski	5

1 Cel ćwiczenia

Celem laboratorium jest praktyczne zastosowanie operacji splotu (konwolucji) dyskretnego 2D w przetwarzaniu obrazów. Zadania obejmują:

- Detekcję krawędzi (Operatory Sobela, Laplace'a).
- Filtrację dolnoprzepustową (Rozmycie Gaussowskie).
- Filtrację górnoprzepustową (Wyostrozanie).
- Rekonstrukcję obrazu kolorowego z mozaiki Bayera (Demozaikowanie).

2 Podstawy teoretyczne i Jądra

Wszystkie operacje zrealizowano poprzez spłot obrazu wejściowego I z jądrem K :

$$O(x, y) = (I * K)(x, y) = \sum_{i=-a}^a \sum_{j=-b}^b K(i, j) \cdot I(x - i, y - j) \quad (1)$$

2.1 Detekcja krawędzi

Zastosowano operatory przybliżające gradient jasności.

Sobel (Oś X i Y):

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Laplace (Druga pochodna):

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Bonus: Operator Prewitta:

$$P_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.2 Filtrowanie i Wyostrozanie

Rozmycie Gaussowskie (wersja 3x3):

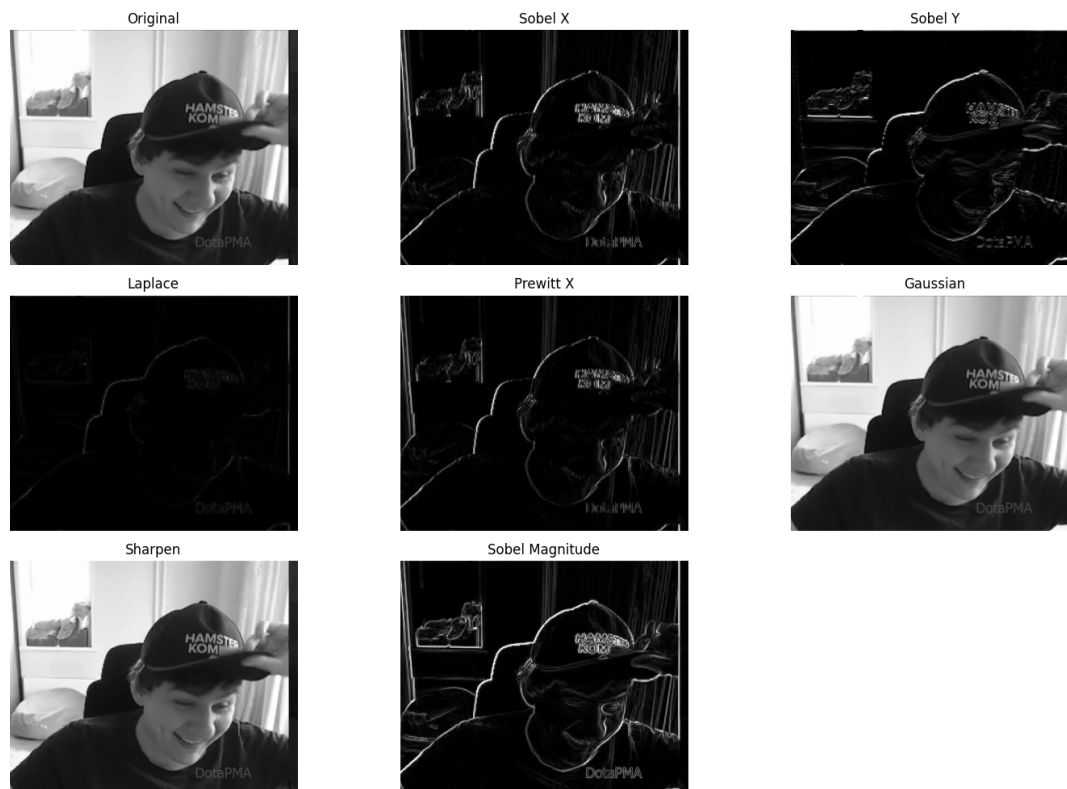
$$G = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Wyostrozanie (Sharpen):

$$W = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

3 Wyniki – Filtry obrazowe

Zaimplementowano funkcję wykonującą splot z odpowiednim traktowaniem brzegów ('boundary='symm'). Wyniki dla operatorów krawędziowych zostały znormalizowane (moduł z wartości).



Rysunek 1: Zastosowanie różnych jąder konwolucji na obrazie testowym. Uwzględniono bonusowy operator Sobel Magnitude (połączenie X i Y) oraz Prewitta.

3.1 Analiza wyników

- **Sobel X vs Y:** Sobel X poprawnie wykrywa krawędzie pionowe, a Sobel Y poziome. Połączenie ich (Sobel Magnitude) daje pełny obrys obiektów.
- **Laplace:** Wykrywa zmiany we wszystkich kierunkach, ale jest bardziej wrażliwy na szum (drobne krawędzie).
- **Rozmycie:** Obraz traci detale, szum jest redukowany.
- **Wyostrowanie:** Krawędzie stają się bardziej wyraziste, ale wzrasta również widoczność szumu.

4 Wyniki – Demozaikowanie (Bayer)

Zaimplementowano algorytm demozaikowania oparty na konwolucji. Dla mozaiki Bayera (RGGB), brakujące wartości kolorów są interpolowane z sąsiadów za pomocą odpowiednio dobranych jąder splotu, które uwzględniają rozkład pikseli w masce.

- Dla kanału **Zielonego (G)**: Uśrednianie w układzie krzyżowym.
- Dla kanałów **Czerwonego (R)** i **Niebieskiego (B)**: Uśrednianie w układzie prostokątnym (biliniowym).



Rysunek 2: Proces demozaikowania. Od lewej: Oryginał, Mozaika Bayera (wejście), Obraz zrekonstruowany, Różnica.

4.1 Analiza jakości

Rekonstrukcja jest poprawna wizualnie. Główne błędy (widoczne na mapie różnic) występują na krawędziach o wysokim kontraście, co jest typowe dla prostych metod interpolacji (tzw. efekt zamka błyskawicznego / zippering artifact). Metoda konwolucyjna jest jednak bardzo wydajna obliczeniowo.

5 Wnioski

1. Konwolucja jest uniwersalnym narzędziem, które zmieniając jedynie macierz jądra, pozwala realizować skrajnie różne zadania (od rozmycia po wykrywanie krawędzi).
2. Operatory gradientowe (Sobel, Prewitt) są kierunkowe. Aby uzyskać pełną informację o krawędziach, należy łączyć wyniki dla osi X i Y.
3. Demozaikowanie za pomocą splotu jest szybką metodą rekonstrukcji koloru, dającą zadowalające rezultaty dla większości obrazów naturalnych, choć wprowadza drobne artefakty na krawędziach.

Link do kodu:

https://github.com/tabbbyzzxc/python_pwRR