



Politechnika Wrocławska

Zastosowania Konwolucji

Piotr Frac

December 2025

Spis treści

1	Zastosowanie plotu - wstęp	2
1.1	Edge Detection	2
1.1.1	Laplace operator	3
1.1.2	Sobel operator	4
1.1.3	Prewitt operator	5
1.1.4	Scharr operator	6
1.1.5	Roberts cross	7
1.1.6	Porównanie operatorów	8
1.2	Image Blurring	9
1.3	Image Sharpening	10
1.4	Demosaicing	11
1.4.1	Bayer	11
1.4.2	Fuji	13
2	Źródła	14

1 Zastosowanie splotu - wstęp

Do wykonania było zaimplementowanie następujących zastosowań splotu:

- 1.1 **Edge Detection**
- 1.2 **Image Blurring**
- 1.3 **Image Sharpening**
- 1.4 **Demosaicing**

Porównując kilka filtrów, dla każdego z nich

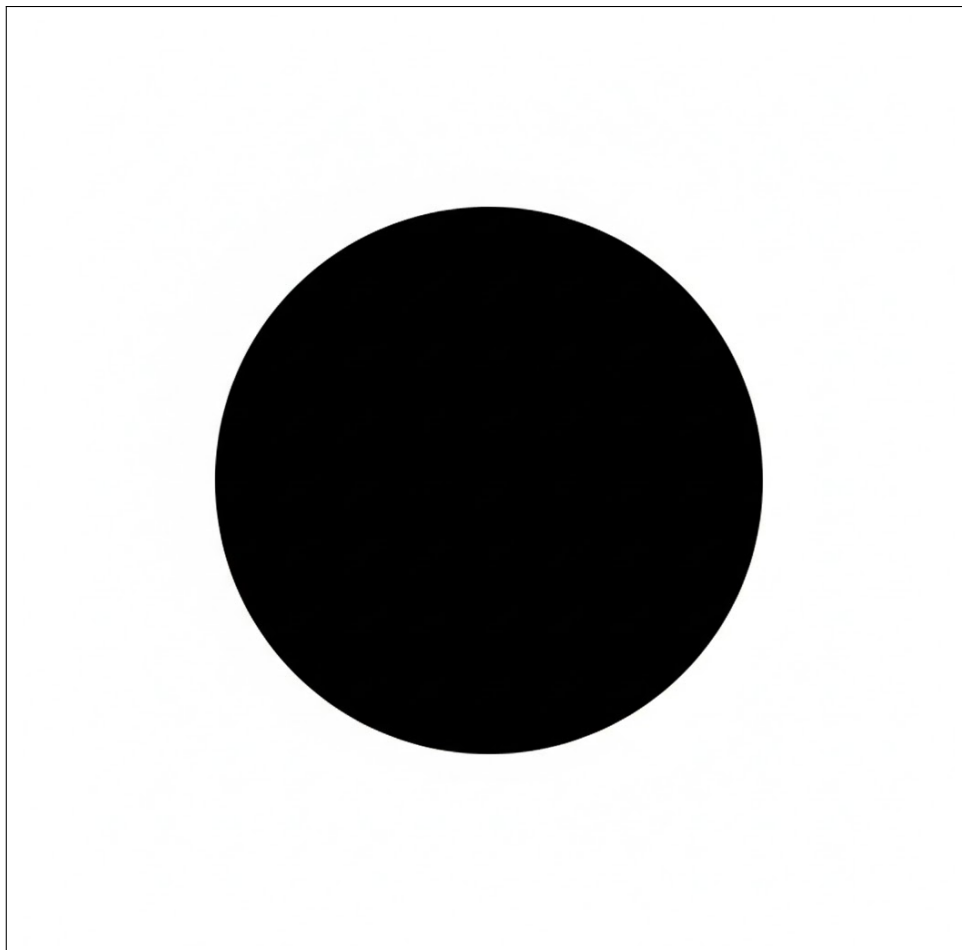
1.1 Edge Detection

Do wykrywania krawędzi wykorzystywane są gradienty janości obrazów - operatory:

- 1.1.1 **Laplace operator**
- 1.1.2 **Sobel operator**
- 1.1.3 **Prewitt operator**
- 1.1.4 **Scharr operator**
- 1.1.5 **Roberts cross**

Do wykonania zadania wykorzystałem zdjęcie okregu:

Rysunek 1: Obraz oryginalny: 1024px x 1024px

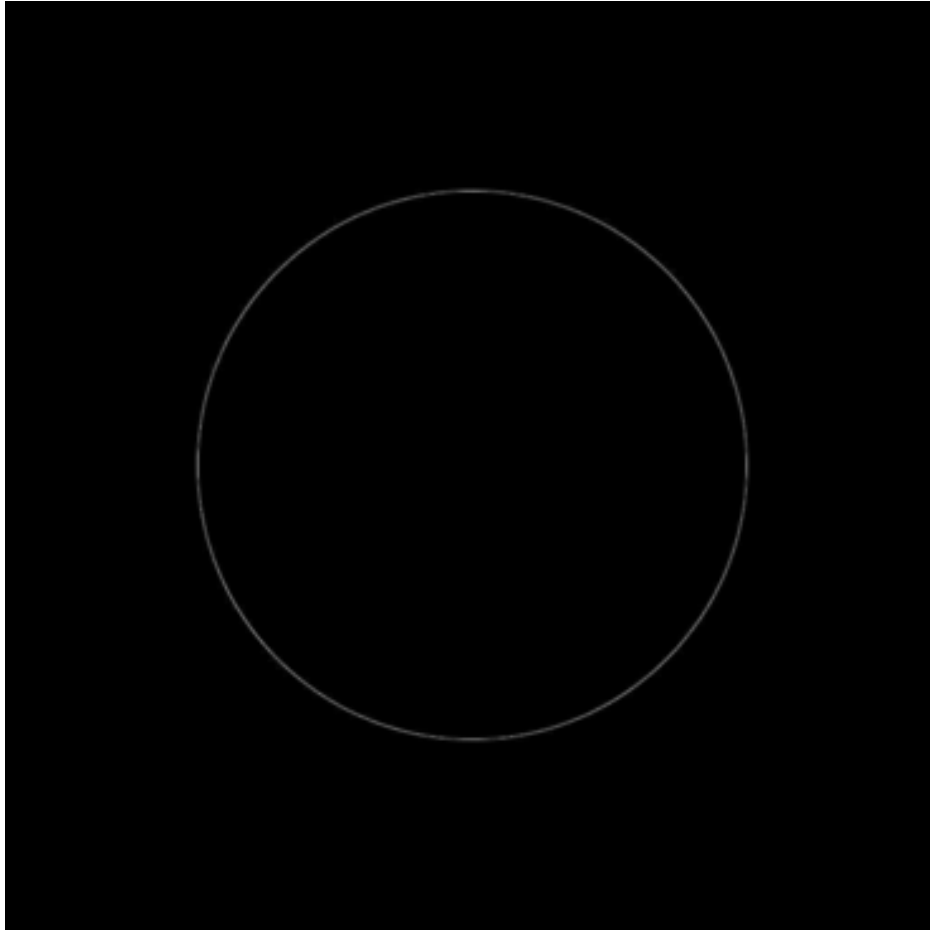


1.1.1 Laplace operator

Laplace operator zgodnie z treścią zadania wygląda tak:

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

Po wykonaniu operacji splotu z operatorem Laplaca i przeniesieniem na skale szarosci obraz wygląda tak:



Rysunek 2: Obraz okręgu po splocie z operatorem Laplaca

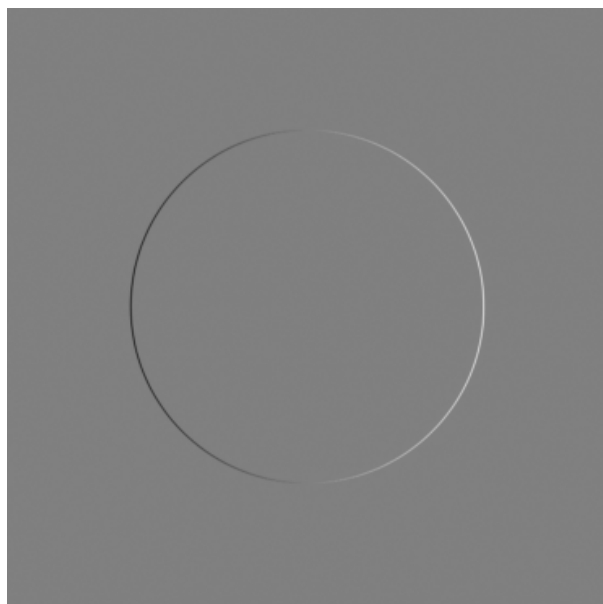
1.1.2 Sobel operator

Są to tak naprawdę dwa operatory Sobela, których później wyliczamy magnitude:

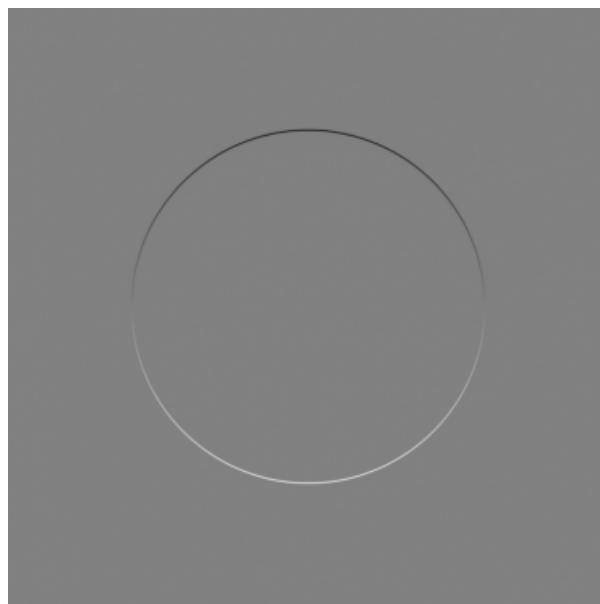
$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad S = \sqrt{(S_x)^2 + (S_y)^2} \quad (2)$$

Wykonujemy konwolucje dla operatorów:

Rysunek 3: Operatory Sobel'a

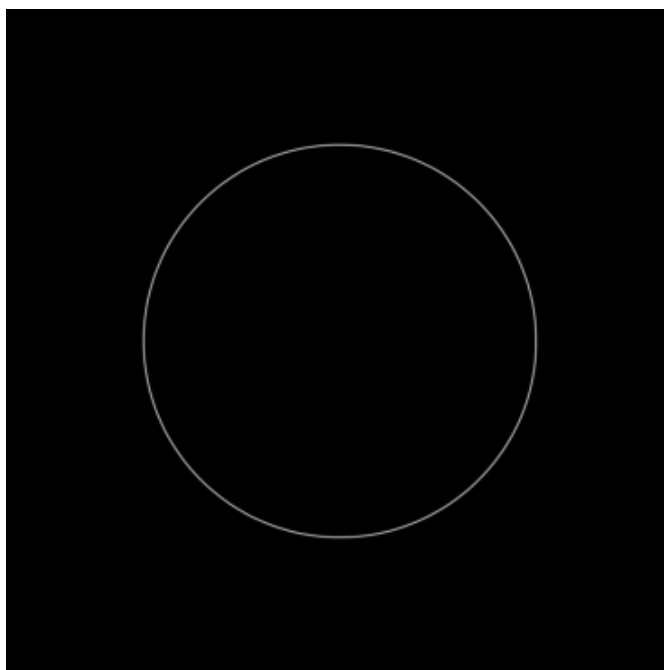


(a) Operator Sobel X



(b) Operator Sobel Y

Następnie obliczamy dla każdego punktu magnitude:



Rysunek 4: Wynik końcowy operacji używając operatorów Sobel'a

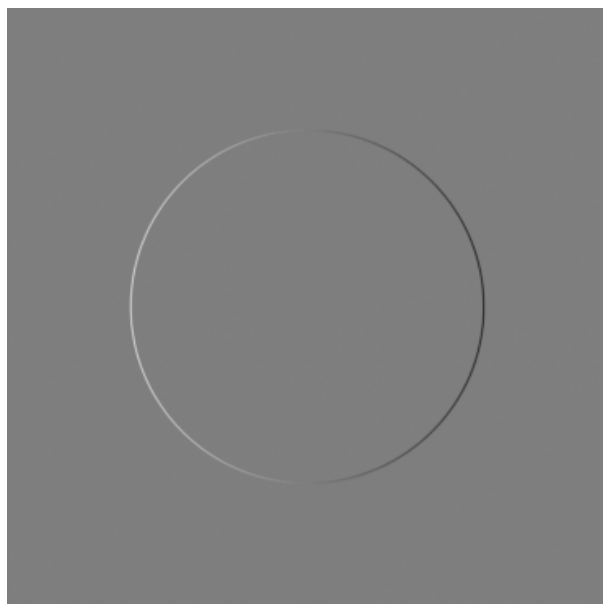
1.1.3 Prewitt operator

Prewitt operator jest bardzo podobny do operatora Sobel'a:

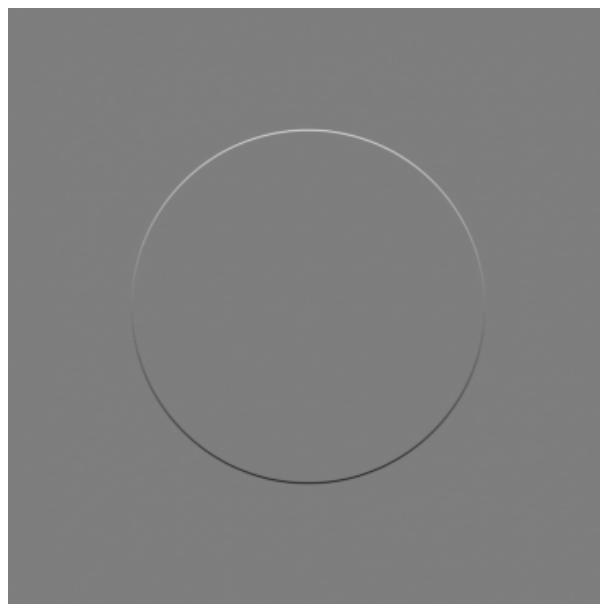
$$P_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad P_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad P = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2} \quad (3)$$

Wykonujemy konwolucje dla operatorów:

Rysunek 5: Operatory Prewitt'a

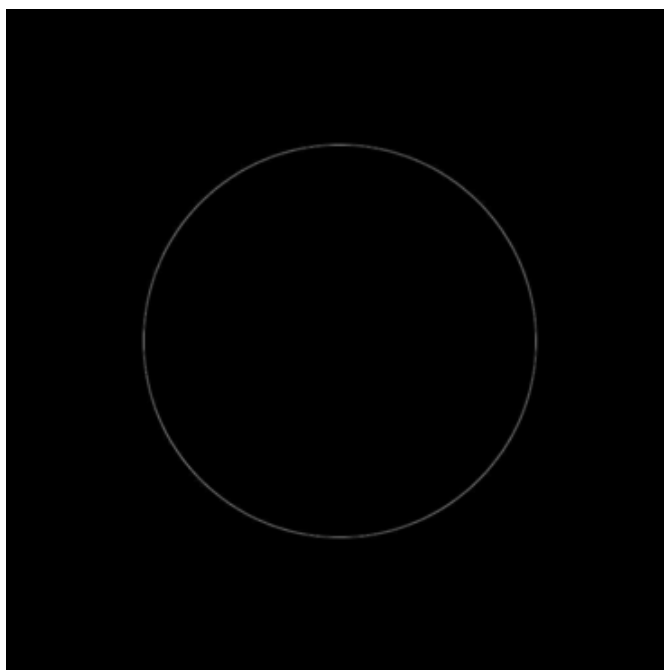


(a) Operator Prewitt X



(b) Operator Prewitt Y

Następnie obliczamy dla każdego punktu magnitude:



Rysunek 6: Wynik końcowy operacji używając operatorów Prewitt'a

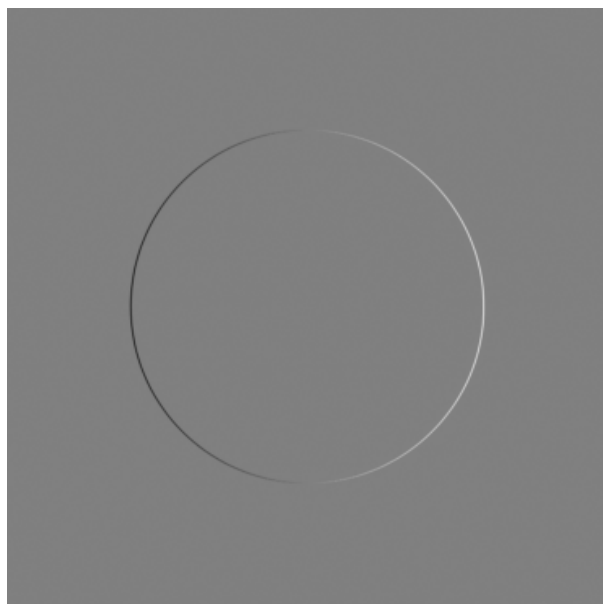
1.1.4 Scharr operator

Kolejny bardzo podobny operator do poprzednich:

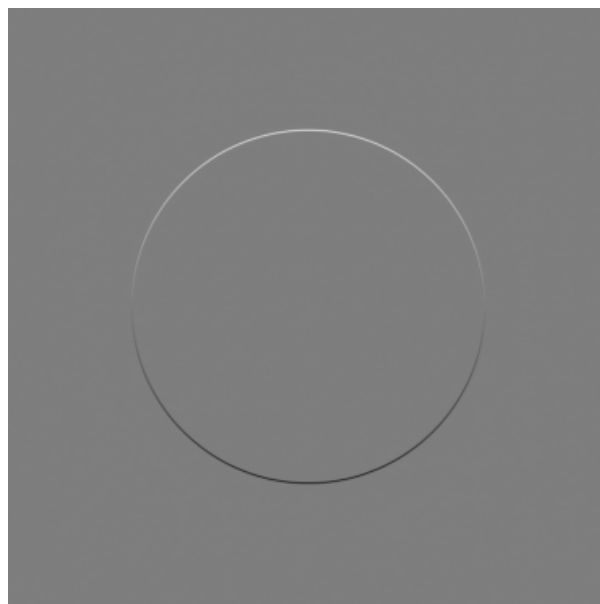
$$Sch_x = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 3 \\ -10 & 0 & 10 \\ -3 & 0 & 3 \end{bmatrix} \quad Sch_y = \begin{bmatrix} 3 & 10 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -3 & -10 & -3 \end{bmatrix} \quad Sch = \sqrt{(S_x)^2 + (S_y)^2} \quad (4)$$

Wykonujemy konwolucje dla operatorów:

Rysunek 7: Operatory Scharr'a

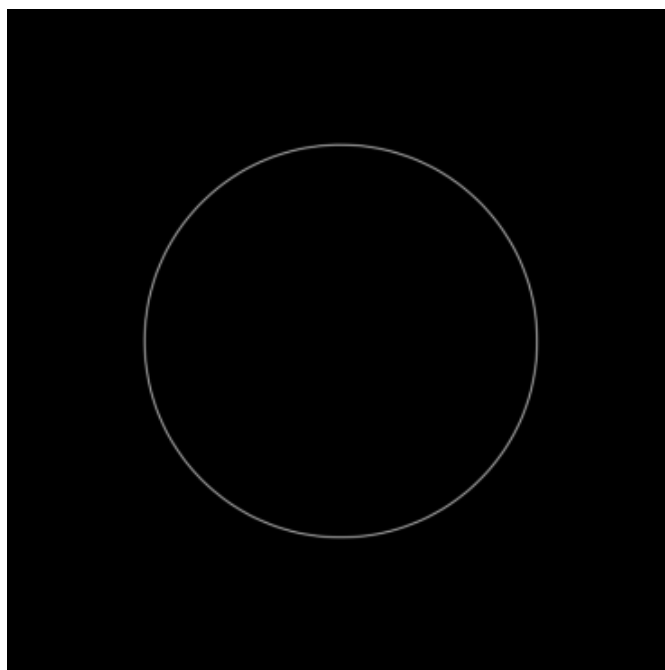


(a) Operator Scharr X



(b) Operator Scharr Y

Następnie obliczamy dla każdego punktu magnitude:



Rysunek 8: Wynik końcowy operacji używając operatorów Scharr'a

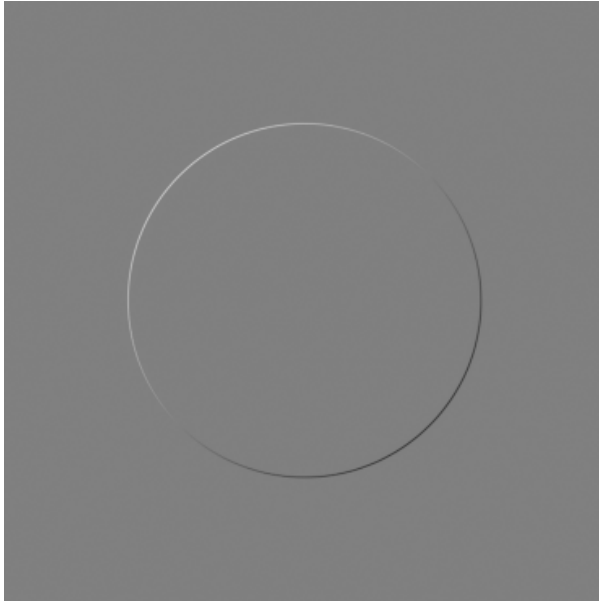
1.1.5 Roberts cross

W końcu trochę inny operator:

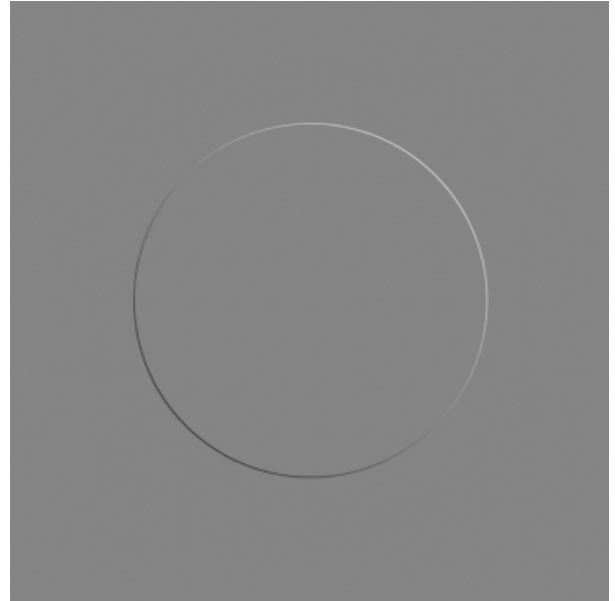
$$R_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad R = \sqrt{(R_1)^2 + (R_2)^2} \quad (5)$$

Wykonujemy konwolucję dla operatorów:

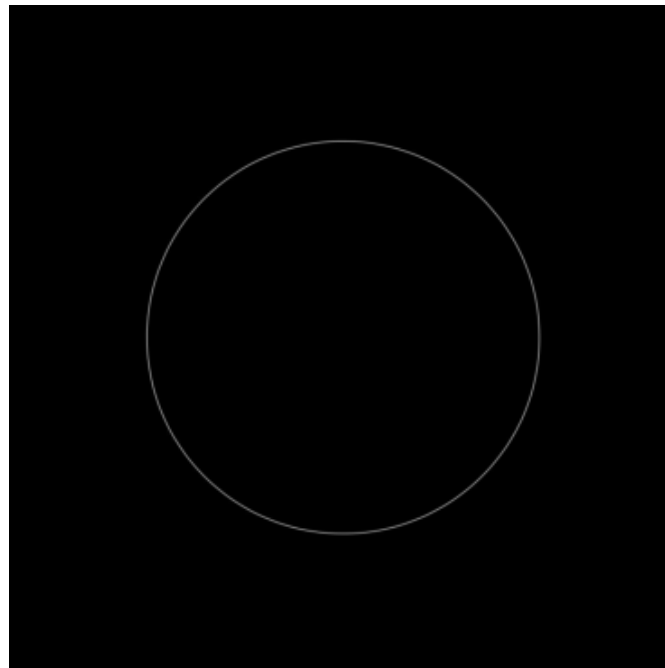
Rysunek 9: Operatory Roberta'a



(a) Operator Robert 1



(b) Operator Robert 2

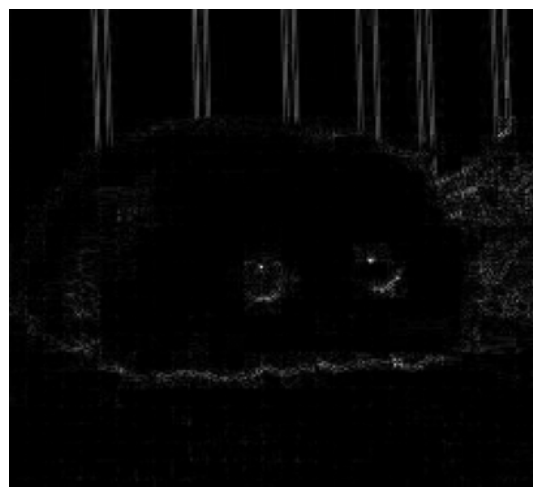


Rysunek 10: Wynik końcowy operacji używając operatorów Roberta'a

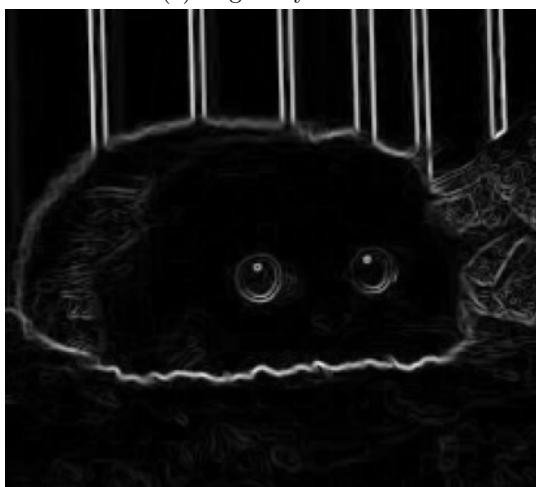
1.1.6 Porównanie operatorów



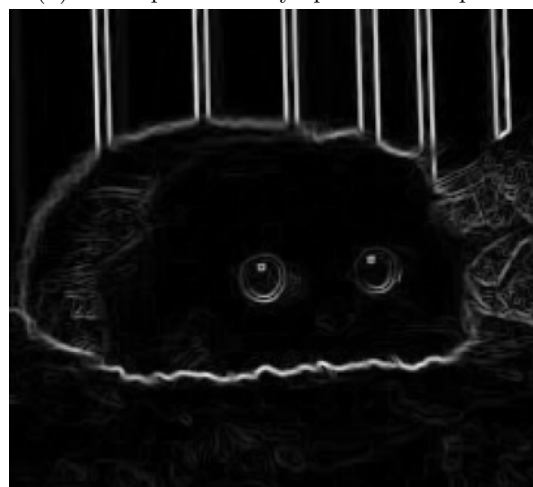
(a) Oryginalny Obraz



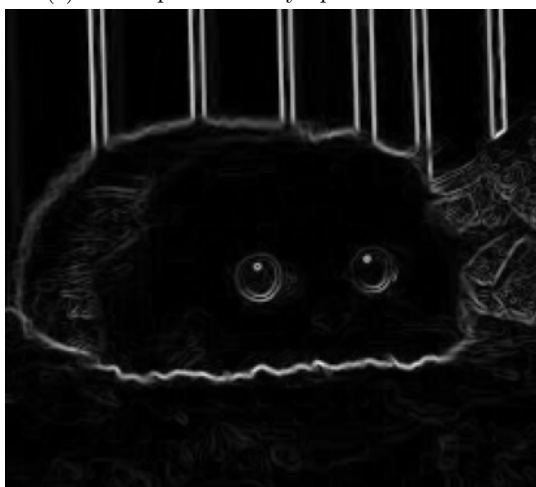
(b) Obraz przetworzony operatorem Laplaca



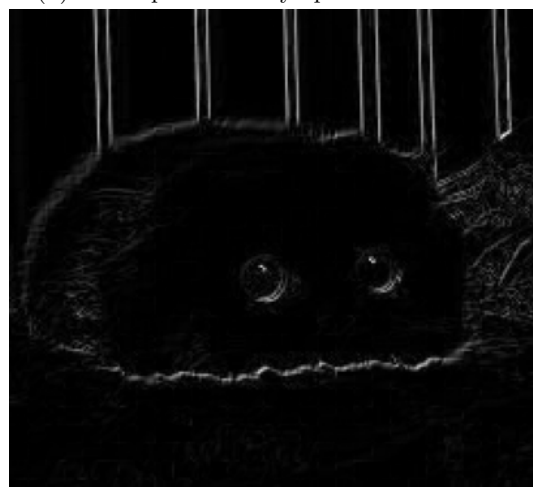
(c) Obraz przetworzony operatorem Sobla



(d) Obraz przetworzony operatorem Perwita



(e) Obraz przetworzony operatorem Scharr'a



(f) Obraz przetworzony operatorem Roberta

1.2 Image Blurring

Do rozmycia obrazu należało wykorzystać jądra uśredniające między innymi gaussowskie:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

inne kernele, których użyłem wywodzą się z tego równania:

$$K(size) = \begin{bmatrix} size^{-2} & size^{-2} & \dots & size^{-2} \\ size^{-2} & size^{-2} & \dots & size^{-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ size^{-2} & size^{-2} & \dots & size^{-2} \end{bmatrix}_{size \times size} \quad (7)$$

Do tego zadania użyłem kerneli o wielkości 5 i 11

$$K_{(5)} = \begin{bmatrix} 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \\ 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \\ 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \\ 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \\ 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 & 0.04 \end{bmatrix} \quad K_{(11)} = \begin{bmatrix} 0.00826 & 0.00826 & \dots & 0.00826 \\ 0.00826 & 0.00826 & \dots & 0.00826 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.00826 & 0.00826 & \dots & 0.00826 \end{bmatrix}_{11 \times 11}$$

Obrazy



(a) Obraz oryginalny



(b) Obraz rozmyty jądrem Gaussowskim



(c) Obraz rozmyty $K(5)$



(d) Obraz rozmyty $K(11)$

1.3 Image Sharpening

Do wyostwienia obrazu należało wykorzystać podany w zadaniu kernel W, a reszta kerneli wyszła z takiego równania:

$$W(amount) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} * amount \quad (8)$$

Kernele:

$$W(1) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad W(2) = \begin{bmatrix} -0 & -2 & 0 \\ -2 & 9 & -2 \\ 0 & -2 & 0 \end{bmatrix} \quad W(8) = \begin{bmatrix} -0 & -8 & 0 \\ -8 & 33 & -8 \\ 0 & -8 & 0 \end{bmatrix}$$

Obrazy



(a) Obraz oryginalny



(b) Obraz zaostrzony W(1)



(c) Obraz zaostrzony W(2)



(d) Obraz zaostrzony W(8)

1.4 Demosaicing

Aby wykonać zadanie trzeba było:

- Przefiltrować wybrany obraz przez maski Bayer'a i Fuji
- Wykonać demozaikowanie przez konwolucje przefiltrowanych obrazów

1.4.1 Bayer

Obraz którego użyłem do tego zadania:

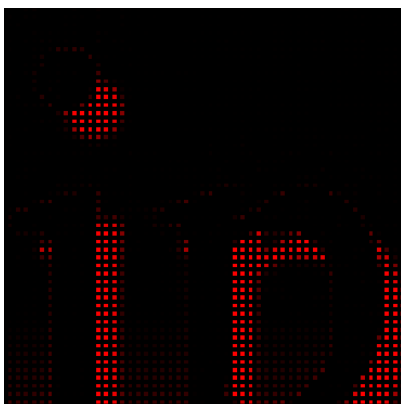


Rysunek 14: Obraz oryginalny

Filtr Bayera:

$$B = \begin{bmatrix} G & R \\ B & G \end{bmatrix}$$

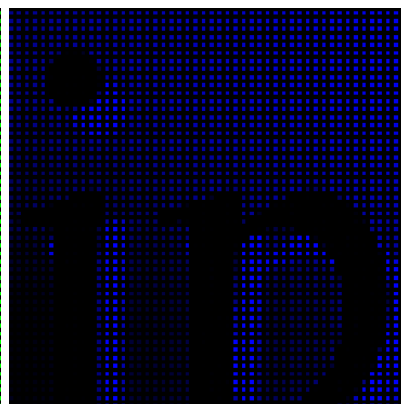
Przefiltrowane Obrazy:



(a) Obraz RED

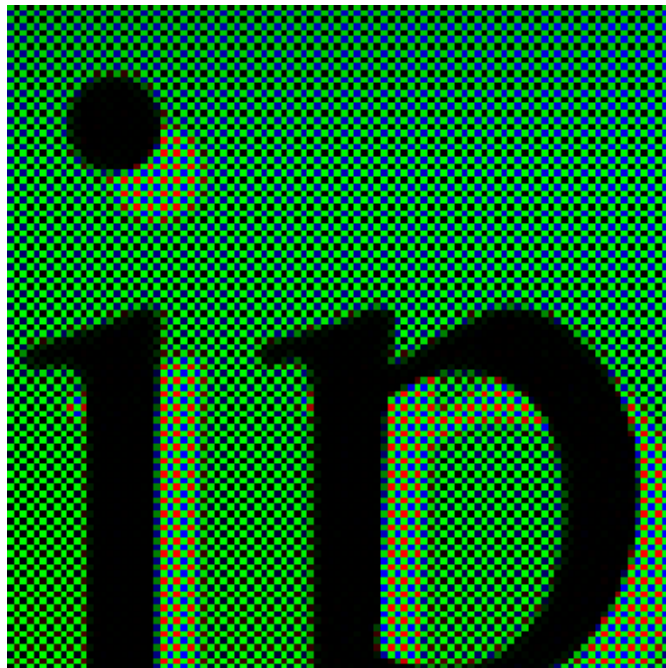


(b) Obraz GREEN



(c) Obraz BLUE

Rysunek 16: Suma przefiltrowanych obrazów



Jądra do od filtrowania obrazu:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Rysunek 17: Odbudowany obraz

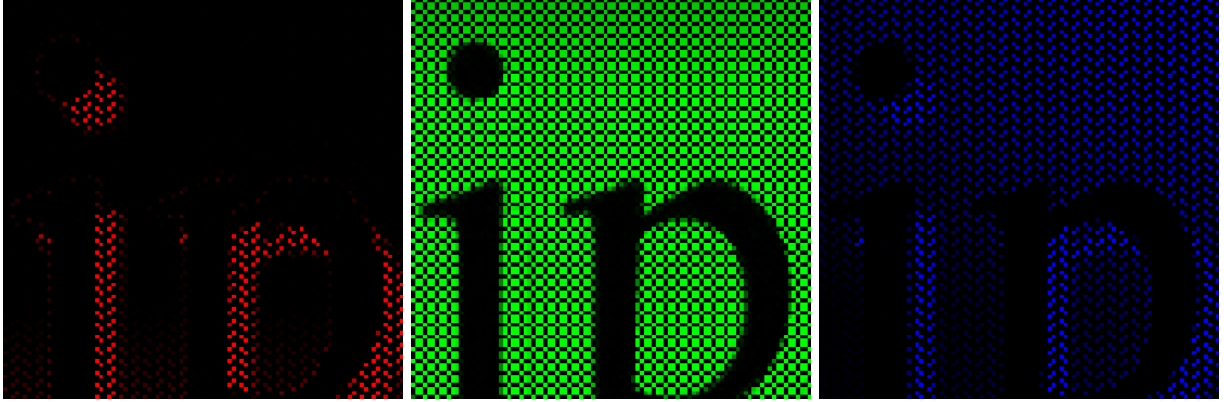


1.4.2 Fuji

Fuji filter

$$F = \begin{bmatrix} G & B & R & G & B & R \\ R & G & G & B & G & G \\ B & G & G & R & G & G \\ G & B & R & G & B & R \\ R & G & G & B & G & G \\ B & G & G & R & G & G \end{bmatrix}$$

Przefiltrowane Obrazy:

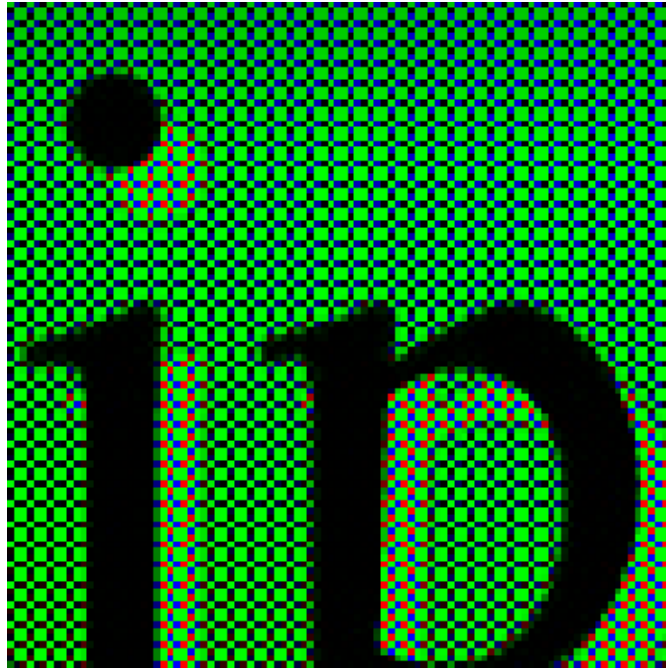


(a) Obraz RED

(b) Obraz GREEN

(c) Obraz BLUE

Rysunek 19: Suma przefiltrowanych obrazów



Jądra do od filtrowania obrazu:

$$R = \begin{bmatrix} \frac{1}{8} & \cdots & \frac{1}{8} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{8} & \cdots & \frac{1}{8} \end{bmatrix}_{6 \times 6} \quad G = \begin{bmatrix} \frac{1}{20} & \cdots & \frac{1}{20} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{20} & \cdots & \frac{1}{20} \end{bmatrix}_{6 \times 6} \quad B = \begin{bmatrix} \frac{1}{8} & \cdots & \frac{1}{8} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{8} & \cdots & \frac{1}{8} \end{bmatrix}_{6 \times 6} \quad (10)$$

Rysunek 20: Odbudowany obraz



2 Źródła

Laplace operator - https://en.wikipedia.org/wiki/Laplace_operator

Sobel operator - https://en.wikipedia.org/wiki/Sobel_operator

Prewitt operator - https://en.wikipedia.org/wiki/Prewitt_operator

Scharr operator + All above - <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering/edge-detection-using-prewitt-scharr-and-sobel-operator/>

Roberts cross - https://en.wikipedia.org/wiki/Roberts_cross

Konwolucja - <https://taylorpetrick.com/blog/post/convolution-part3>

Demosaicing - <https://en.wikipedia.org/wiki/Demosaicing>