

CYFROWE PRZETWARZANIE OBRAZÓW I SYGNAŁÓW

LABORATORIUM – EX4

Lokalne transformacje obrazów

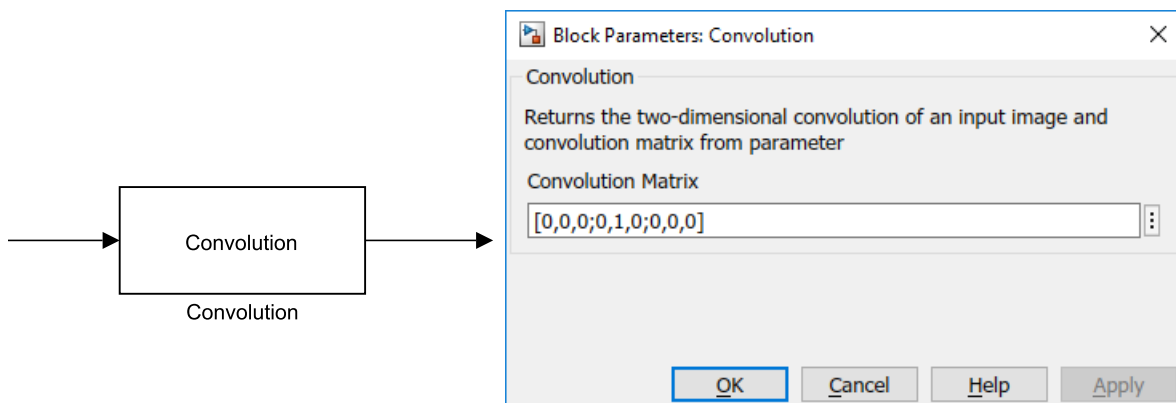
Joanna Ratajczak, Wrocław, 2018*

1 Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z własnościami lokalnych transformacji obrazu i ich wykorzystaniem do filtracji dolno- i górnoprzepustowej.

2 Przykłady

Filtrację dolnoprzepustową i górnoprzepustową można zrealizować operacją konwolucji zaimplementowaną w bloku *Convolution* (rys. 1). Rodzaj i rząd filtracji zależy od macierzy konwolucji



Rysunek 1: Blok *Convolution*

wprowadzonej do parametru *Convolution Matrix* w oknie konfiguracyjnym bloku *Convolution*. Jawne postaci macierzy przydatnych w ćwiczeniu są podane w podrozdziale 4. W celu umożliwienia obsługi wartości ujemnych w wyniku działania operacji konwolucji wyjście bloku *Convolution* jest typu *double*. W związku z tym, tam gdzie jest to konieczne należy użyć bloku konwersji typu *To uint8*.

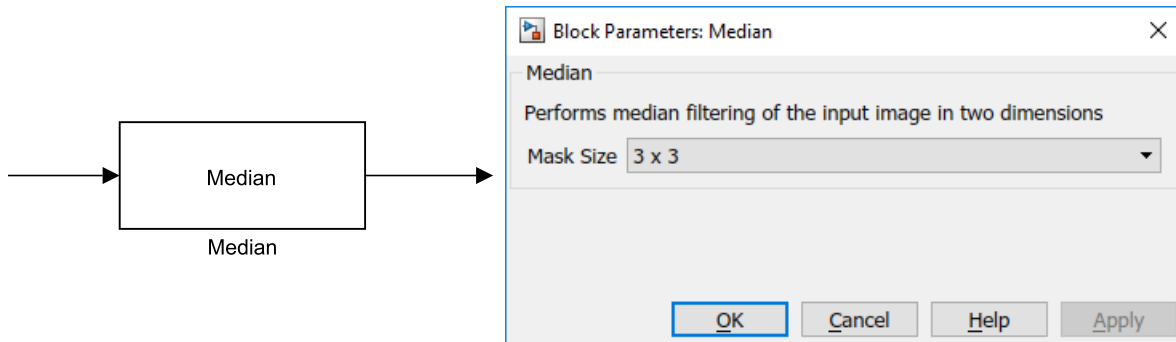
Inny rodzaj filtracji dolnoprzepustowej może zostać osiągnięty poprzez zastosowanie bloku *Median*, którego wygląd oraz okno konfiguracyjne zawiera rysunek 2. Parametr *Mask Size* służy do wyboru rozmiaru okna filtru.

*Pierwsza wersja: 24 sierpnia 2018

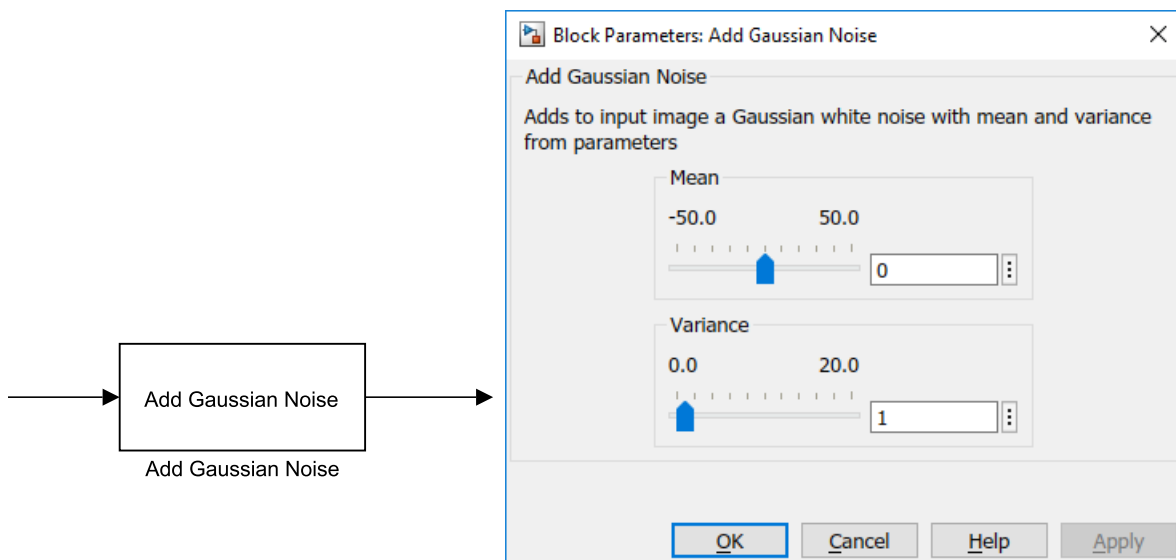
Ostatnia aktualizacja: 20 września 2018

Filtracje dolnoprzepustowe znajdują zastosowanie między innymi przy usuwaniu szumów z obrazów. W celu wprowadzenia do obrazu szumu gausowskiego należy skorzystać z bloku *Add Gaussian Noise* (rys. 3). Działanie bloku polega na dodaniu do obrazu wejściowego szumu gausowskiego o wartości średniej określonej parametrem *Mean* i wariancji podanej parametrem *Variance*.

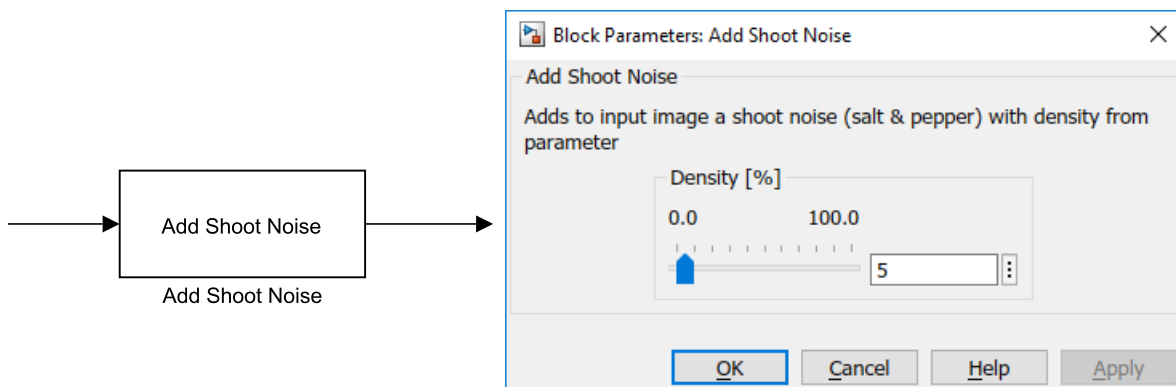
Blok *Add Shoot Noise* (rys. 4) służy do wprowadzenia do obrazu innego rodzaju szumu – szumu impulsowego (typu „Salt & Pepper”). Blok wprowadza do obrazu wejściowego w losowym



Rysunek 2: Blok *Median*



Rysunek 3: Blok *Add Gaussian Noise*



Rysunek 4: Blok *Add Shoot Noise*

miejscu punkty o wartości 0 lub 255. Parametr *Density* pozwala regulować stopień zaszumienia.

3 Zadania do wykonania

Należy stworzyć oddzielne projekty w środowisku *Simulink* dla poszczególnych zadań.

1. Dolnoprzepustowy filtr Gaussa
Przeprowadzić dolnoprzepustową filtrację splotową dla różnych promieni otoczenia. Zaobserwować wyniki dla różnych rodzajów i intensywności zaszumienia.
2. Dolnoprzepustowy filtr medianowy
Przeprowadzić dolnoprzepustową filtrację medianową dla różnych promieni otoczenia. Zaobserwować wyniki dla obrazów wejściowych z poprzedniego ćwiczenia. Przeprowadzić analizę porównawczą obu filtrów dolnoprzepustowych (filtru Gaussa i filtru medianowego).
3. Filtry górnoprzepustowe
Wykonać górnoprzepustowe filtracje splotowe dla wybranych (niezaszumionych) obrazów. Porównać wyniki dla różnych parametrów filtrów.
- 4.*Widma filtrów¹
Wytworzyć i przeanalizować widma lokalnych liniowych filtrów dolno- i górnoprzepustowych. Zaobserwować wyniki przy różnych parametrach otoczeń.

4 Uwagi pomocnicze

Wybrane macierze konwolucji (jądra splotu) dla następujących filtracji:

- Gauss

$$G_k = \frac{1}{\sum_{i,j} m_{ij}} \begin{bmatrix} m_{11} & \dots & m_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{k1} & \dots & m_{kk} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sum_{i,j} m_{ij}} N_k N_k^T \quad \text{dla,} \quad N_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad N_5 = \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 6 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad N_7 = \begin{bmatrix} 1 \\ 6 \\ 15 \\ 20 \\ 15 \\ 6 \\ 1 \end{bmatrix},$$

- Prewitt

$$P_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad P_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix},$$

- Sobel

$$\begin{aligned} S_{x_k} &= N_k P_k^T, \\ S_{y_k} &= P_k N_k^T, \end{aligned} \quad \text{dla,} \quad P_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad P_5 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ -2 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad P_7 = \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 5 \\ 0 \\ -5 \\ -4 \\ -1 \end{bmatrix},$$

- Laplace

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad L_U = \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 4 & -20 & 4 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix},$$

- Poprawianie ostrości

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

¹**Uwaga:** Poprawne zrealizowanie wszystkich zadań wraz z zadaniem oznaczonym „*” jest warunkiem koniecznym ubiegania się o ocenę celującą (5.5) z niniejszego ćwiczenia.

W parametr *Convolution Matrix* w bloku *Convolution* można wpisywać wartości jako iloczyn odpowiednich wektorów stosując operator mnożenia „*” i operator transpozycji „'”, pamiętając o oddzielaniu kolumn przecinkiem „,”, a wierszy średnikiem „;” i zamykając odpowiednie wektory/macierze w nawiasy kwadratowe „[.]”.

Przy analizowaniu działania filtrów górnoprzepustowych warto, poza obrazami rzeczywistymi, poddać działaniu filtrów obrazy wygenerowane przy pomocy bloku *Generate Expression*:

- Koło: $(W-128).^2+(H-128).^2-50^2$,
- Kwadrat: $255.*(W>=64).*(W<=192).*(H>=64).*(H<=192)$,
- i inne.

W celu wytworzenia widma wybranego filtru należy poddać jego działaniu obraz testowy (delta Diraca). Obraz wynikowy należy następnie wprowadzić na wejście operacji transformaty Fouriera. Obraz testowy można otrzymać z bloku *Generate Expression* korzystając z formuły $(W==128).*(H==128)$ dla filtrów górnoprzepustowych i z formuły $255.*(W==128).*(H==128)$ dla filtrów dolnoprzepustowych.

Przydatne bloki można znaleźć w niżej podanych podgrupach biblioteki.

```

└─ CPOiS - Digital image and signal processing
   └─ Sinks & Sources
      └─ Image Source
      └─ Image Viewer
      └─ Generate Expression
      └─ Spectrum Viewer
   └─ General
      └─ Comment
   └─ Linear Transforms
      └─ Convolution
      └─ 2-D Fast Fourier Transform
   └─ Filters
      └─ Median
   └─ Data Manipulation
      └─ Introduce Noise
         └─ Add Gaussian Noise
         └─ Add Shoot Noise
      └─ Data Type Conversion
         └─ To double
         └─ To uint8

```

5 Pytania otwarte

- Jaka powinna być suma wszystkich elementów macierzy konwolucji? Czy jest to zależne od rodzaju filtru? Jakie są konsekwencje niespełnienia tego wymagania?
- Która filtracja dolnoprzepustowa radzi sobie lepiej z konkretnym typem zaszumienia?
- Które elementy obrazu są uwypuklane, a które wycinane przez filtrację dolnoprzepustową, a które przez górnoprzepustową?
- Jaka jest różnica pomiędzy działaniem filtru górnoprzepustowego oznaczonego indeksem x a filtrem oznaczonym indeksem y ?
- Jeśli widoczne są „prawe” krawędzie to dlaczego nie widać „lewych”? Analogiczne pytanie można sformułować dla krawędzi „górných” i „dolnych”. Jak można temu zaradzić?

6 Forma sprawozdania

Sprawozdanie należy sporządzić analogicznie jak w ćwiczeniu EX0, zamieniając w odpowiednich miejscach „EX0” na „EX4”. Proszę pamiętać o zapisaniu wszystkich niezbędnych plików we właściwym katalogu, który następnie należy odpowiednio spakować. Przed wysłaniem sprawozdania proszę upewnić się, że w obszarach roboczych wykonywanych modeli został dodany blok komentarza (*Comment*), w którym zostały zapisane dane osobowe oraz zwięzły opis spostrzeżeń oraz wnioski.