

CYFROWE PRZETWARZANIE OBRAZÓW I SYGNAŁÓW

LABORATORIUM – EX5

Progowanie i operatory krawędzi

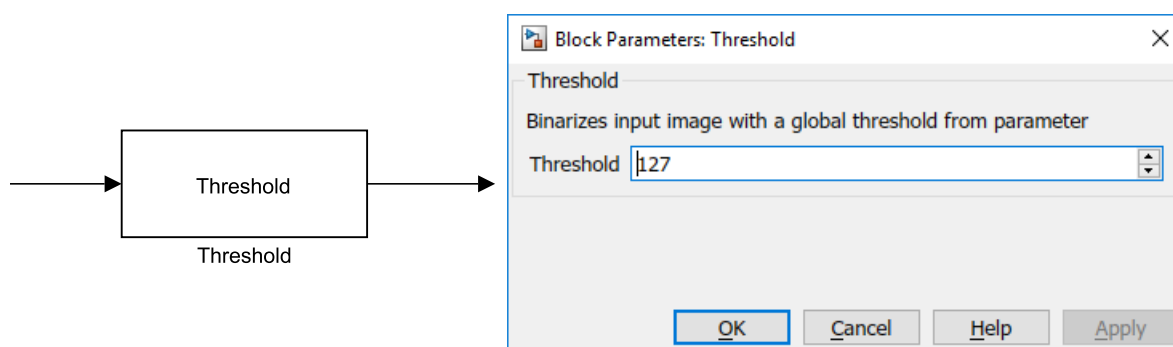
Joanna Ratajczak, Wrocław, 2018*

1 Cel i zakres ćwiczenia

W ćwiczeniu wykorzystuje się operację progowania oraz operatory wykrywania krawędzi jako proste metody segmentacji obrazów. Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zasadą działania tych operacji oraz ich wykorzystaniem do segmentacji.

2 Progowanie

Progowanie można zrealizować przy pomocy bloku *Threshold*, którego wygląd i okno konfiguracyjne przedstawia rysunek 1. Parametr *Threshold* służy do zadawania progu, poniżej którego



Rysunek 1: Blok *Threshold*

wszystkie punkty zostaną wyzerowane, a wszystkim większym zostanie przypisana wartość 255. W efekcie otrzymuje się obraz binarny złożony z dwóch poziomów szarości.

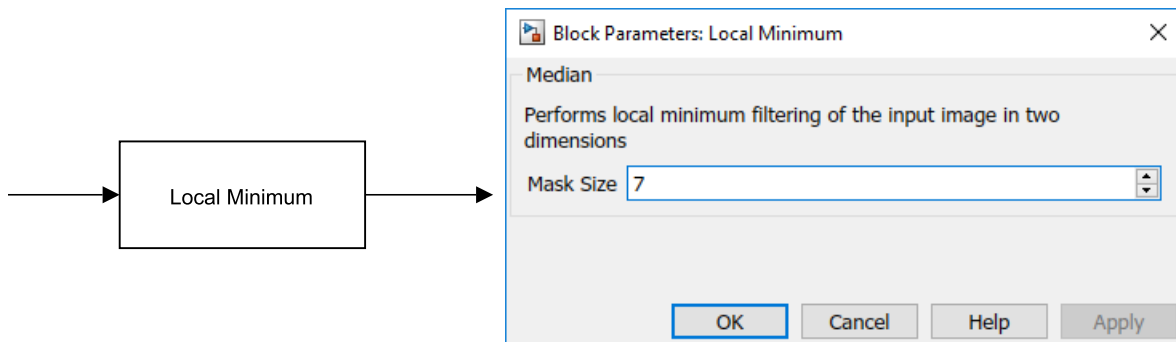
Do określenia progu warto posłużyć się histogramem (blok *Histogram*), na którym można znaleźć wartości jasności (na osi odciętych), dla których występują wyraźne doliny.

Jeśli odnalezienie wartości progowej nie jest proste, na przykład z uwagi na nierównomierne oświetlenie, to warto skorzystać z progowania względnego. W tym celu należy wytworzyć

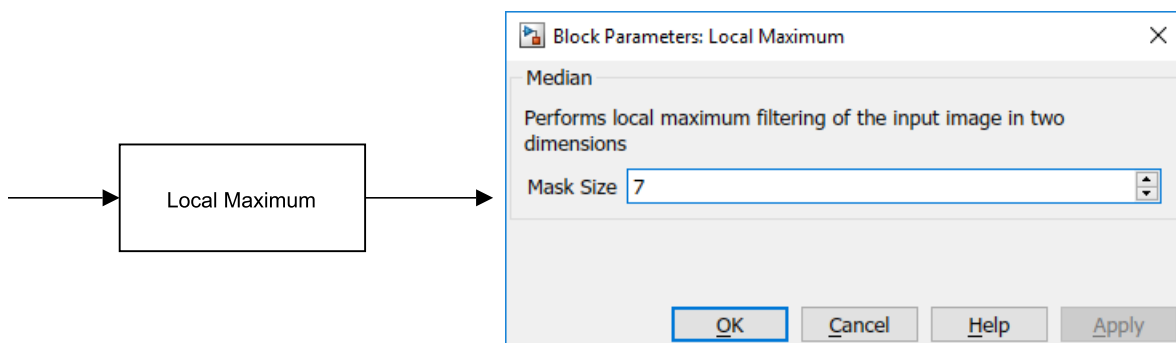
*Pierwsza wersja: 24 sierpnia 2018

Ostatnia aktualizacja: 19 września 2018

maskę (obraz o wymiarach obrazu oryginalnego i wartościach jasności odpowiadającym nierównomiernemu oświetleniu). Następnie w oparciu o tak wytworzoną maskę dokonać progowania poprzez porównanie obrazu wejściowego z maską, posługując się blokiem *Relational Operator*. Maskę można wytworzyć na kilka sposobów, jednym z nich jest wykorzystanie górnej $env_{up} = lmin(lmax(f))$ lub dolnej $env_{dn} = lmax(lmin(f))$ obwiedni obrazu f . To, którą obwiednię warto wybrać zależy od faktu, czy na obrazie znajdują się jasne elementy na ciemnym tle lub odwrotnie. Operacje lokalnego minimum $lmin$ i lokalnego maksimum $lmax$ można zrealizować w oparciu o bloki *Local Minimum* (rys. 2) i *Local Maximum* (rys. 3). W obu blokach parametr **Mask size** służy do określenia długości boku kwadratowego obszaru, z którego będzie wyznaczana wartość minimalna lub maksymalna.



Rysunek 2: Blok *Local Minimum*



Rysunek 3: Blok *Local Maximum*

3 Operatory krawędzi

Znajdowanie punktów, przez które prawdopodobnie przechodzi krawędź można wykonać szukając dużych wartości modułu gradientu funkcji obrazu. Składowe (poziome i pionowe) gradientu funkcji obrazu f można uzyskać operatorem Sobela, a moduł można wyliczyć korzystając z normy euklidesowej

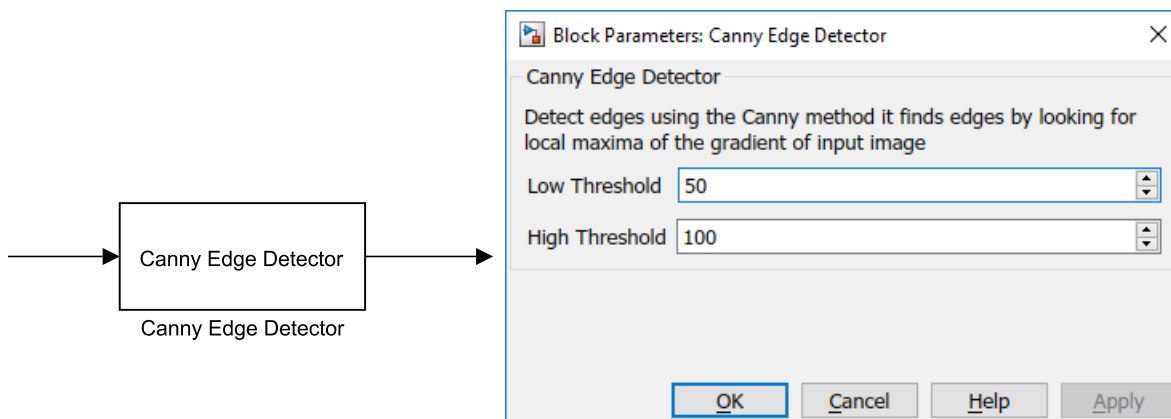
$$g_e = \sqrt{(\nabla_x f)^2 + (\nabla_y f)^2},$$

lub taksówkowej

$$g_t = |\nabla_x f| + |\nabla_y f|.$$

Do wyznaczenia modułów należy wykorzystać standardowe bloki środowiska *Simulink* takie jak *Sqrt*, *Math Function* czy *Abs*. W następnej kolejności, w celu otrzymania binarnego obrazu należy sprogować obraz modułu gradientu posługując się blokiem *Threshold*.

Innym sposobem na uzyskanie obrazu krawędzi jest wykorzystanie bardziej zaawansowanego operatora – detektora Canny – dostarczonego przez blok *Canny Edge Detector*. Rysunek 4 zawiera wygląd bloku oraz jego okna konfiguracyjnego. Detektor Canny do swojego działania



Rysunek 4: Blok *Canny Edge Detector*

wymaga dwóch progów. Wyższy z progów jest progiem radykalnym, decydującym o liczbie znajdujących krawędzi i jest definiowany poprzez parametr **High Threshold**. Drugi parametr **Low Threshold** jest progiem liberalnym i wpływa na długość wyszukiwanych krawędzi.

W celu wykrycia krawędzi pod określonym kątem można skorzystać ze składowych gradientu otrzymanych operatorem Sobela stosując wzór

$$\arctg \frac{\nabla_y f}{\nabla_x f}.$$

Otrzymuje się w ten sposób wartość argumentu gradientu obrazu f . Następnie, warto zamienić radiany na kąty korzystając z bloku *Radians to Degrees* i w dalszej kolejności sprogować (poprzez relację z wartością stałą) tak, aby otrzymać wybrane wartości kątów.

4 Zadania do wykonania

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

1. Progowanie

Wykonać progowanie (wykorzystując blok *Threshold*) obrazu wejściowego dobierając próg na podstawie histogramu. Porównać wyniki dla obrazu oryginalnego i zaszumionego addytywnie (szumem Gaussa). Sprawdzić wpływ zastosowania filtracji dolnoprzepustowej przed progowaniem na jego wynik.

2. Operatory krawędzi

Znaleźć krawędzie przy pomocy progowania normy gradientu Sobela dla wybranych obrazów. Porównać uzyskane wyniki z rezultatami otrzymanymi w wyniku działania detektora Canny. W obu przypadkach zaobserwować wpływ zastosowanych parametrów na wynik detekcji.

3. Wykrywanie krawędzi pod zadaniem kątem

Znaleźć krawędzie pod zadaniem zakresem kątowym poprzez odpowiednie sprogowanie argumentu gradientu Sobela. **Uwaga:** należy skorzystać z funkcji `atan2` w bloku *Trigonometric Function*.

4.*Progowanie przy nierównomiernym oświetleniu¹

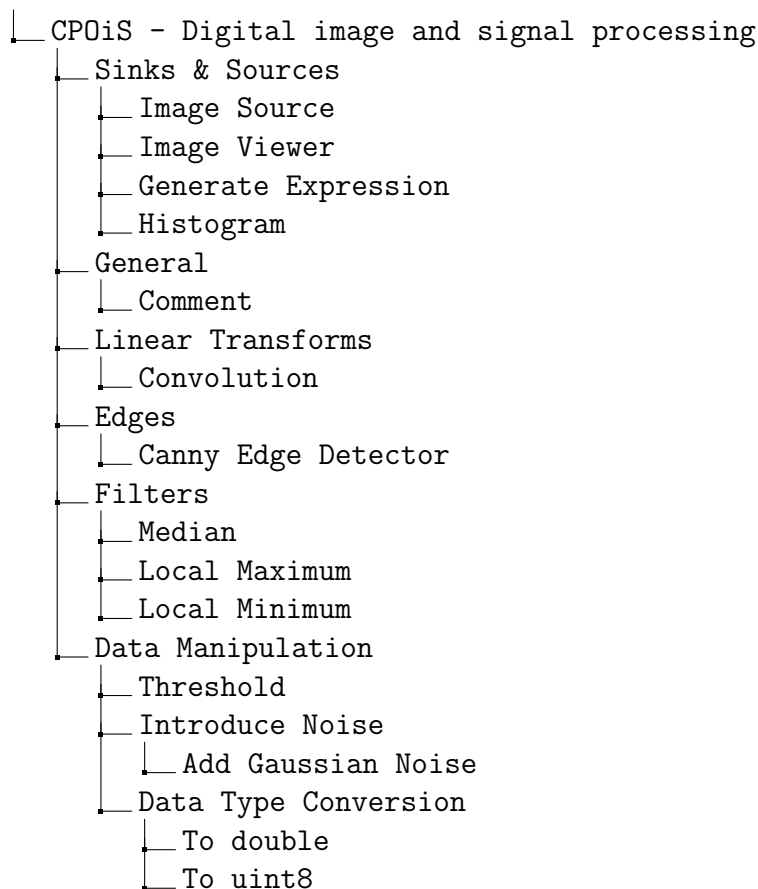
W oparciu o obwiednię górną (lub dolną) wytworzyć maskę a następnie dokonać progowania względnego poprzez porównanie obrazu pierwotnego z maską korzystając z bloku *Relational Operator*. Warto w tym ćwiczeniu wykorzystać jeden z obrazów `printedtext.png` lub `rice.png` charakteryzujących się nierównomiernym oświetleniem.

5 Uwagi pomocnicze

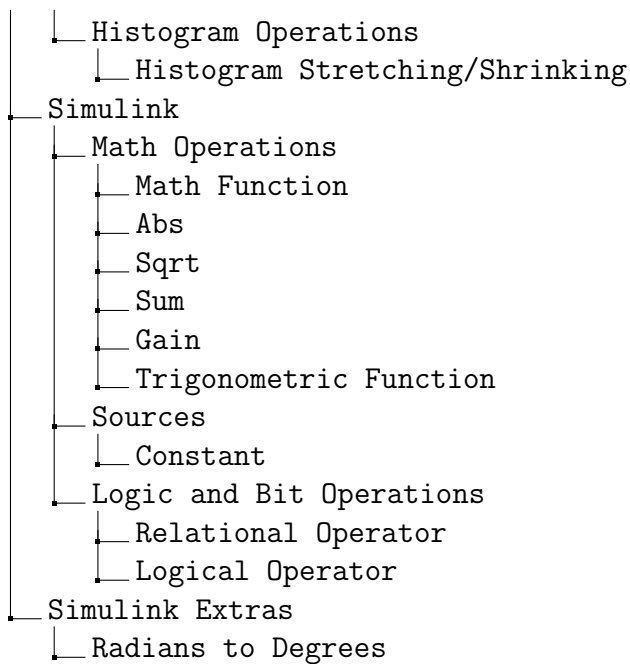
Podczas pracy z operatorami krawędzi warto, poza obrazami rzeczywistymi, wykorzystać obrazy wygenerowane przy pomocy bloku *Generate Expression*:

- Koło: $(W-128)^2 + (H-128)^2 - 50^2$,
- Kwadrat: $255 \cdot (W \geq 64) \cdot (W \leq 192) \cdot (H \geq 64) \cdot (H \leq 192)$,
- i inne.

Przydatne bloki można znaleźć w niżej podanych podgrupach biblioteki.



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



6 Pytania otwarte

- Jaki wpływ na segmentację ma wstępne zaszumienie obrazu?
- Jak na segmentację wpływa zastosowanie filtra dolnoprzepustowego na obrazie oryginalnym i na zaszumionym?
- Co to jest dithering? Czy to pomaga przy segmentacji obrazu?
- Skąd bierze się różnica w grubości linii krawędzi uzyskanych z operatora Canny i z progowania modułu gradientu Sobela?
- Jakie są różnice w działaniu wykrywania krawędzi korzystającego z normy euklidesowej i normy taksówkowej?
- Czy jest możliwe uzyskanie ujemnych wartości składowych gradientu obrazu?
- Jakie zastosowania praktyczne może mieć wykrywanie krawędzi pod zadaniem kątem?
- Jakie zastosowania praktyczne może mieć progowanie względne?

7 Forma sprawozdania

Sprawozdanie należy sporządzić analogicznie jak w ćwiczeniu EX0, zamieniając w odpowiednich miejscach „EX0” na „EX5”. 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.