

CYFROWE PRZETWARZANIE OBRAZÓW I SYGNAŁÓW

LABORATORIUM – EX6

Operacje morfologiczne

Joanna Ratajczak, Wrocław, 2018*

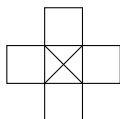
1 Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z własnościami podstawowych operacji morfologicznych: zwięźania/erozji (*erode*), rozszerzania/dylatacji (*dilate*), otwarcia (*open*) i domknięcia (*close*) oraz sposobami ich wykorzystania do przetwarzania obrazów.

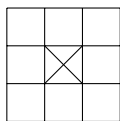
2 Przykłady

Operatory morfologiczne wykorzystują tzw. element strukturalny (*structuring element*), który definiuje wielkość i kształt otoczenia (sąsiedztwa), w którym operacja jest wykonywana. We wszystkich blokach (rys. 1) operacji morfologicznych można wybrać jeden z dwóch elementów strukturalnych:

- otoczenie czterospójne (*4-Connectivity*),



- otoczenie ośmiospójne (*8-Connectivity*),



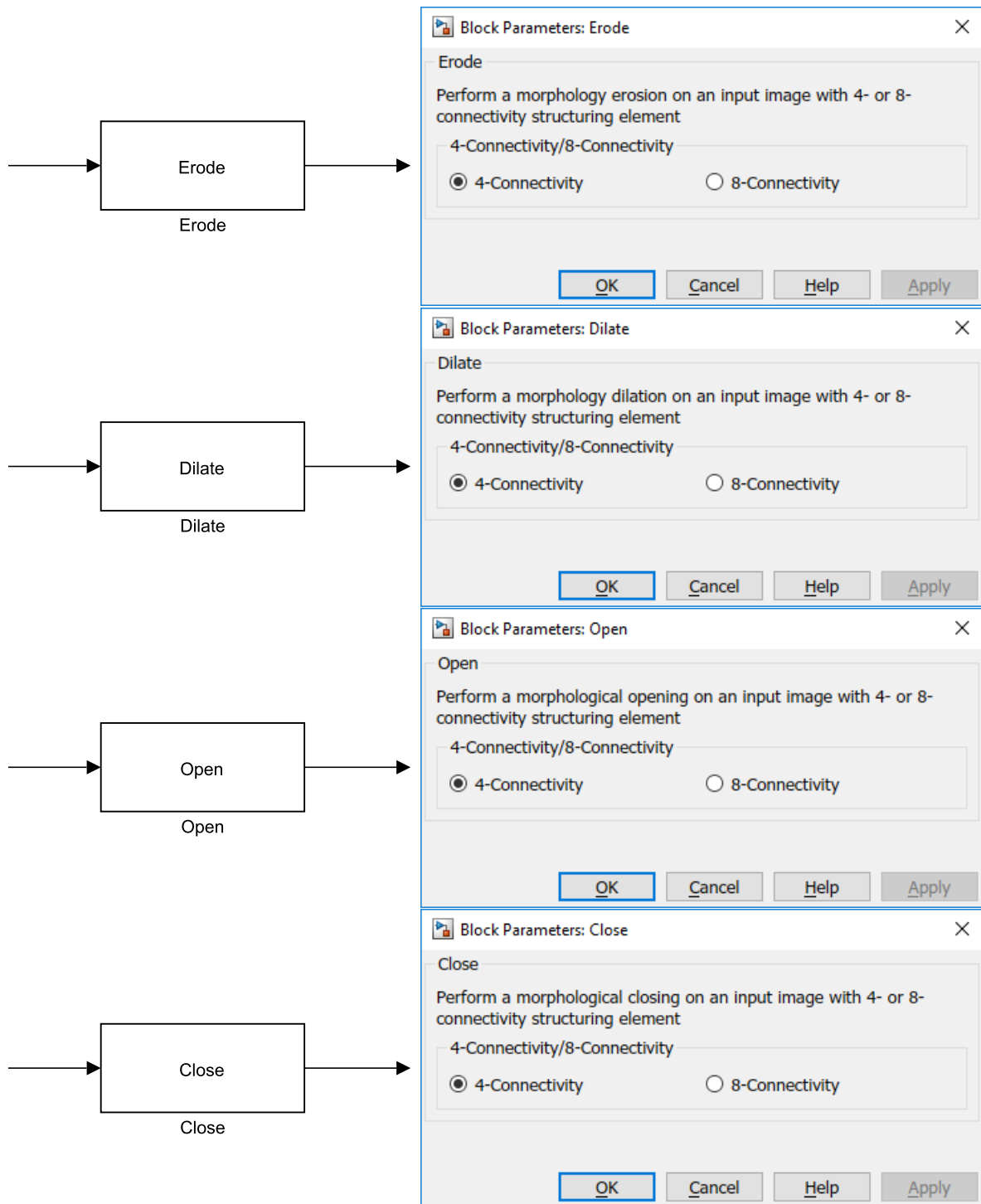
posługując się przełącznikiem w oknie konfiguracyjnym.

Warto zauważyć, że operacje morfologiczne mogą być wykonywane zarówno dla obrazów binarnych jak i dla obrazów w skali szarości. W tym drugim przypadku erozja odpowiada lokalnemu minimum (na zadanym otoczeniu), a dylatacja – lokalnemu maksimum (na zadanym otoczeniu).

Oznaczmy obraz wejściowy jako src , a src^c niech oznacza dopełnienie (negatyw) obrazu src , który można zrealizować blokiem *Complement* (rys. 2).

*Pierwsza wersja: 24 sierpnia 2018

Ostatnia aktualizacja: 20 września 2018



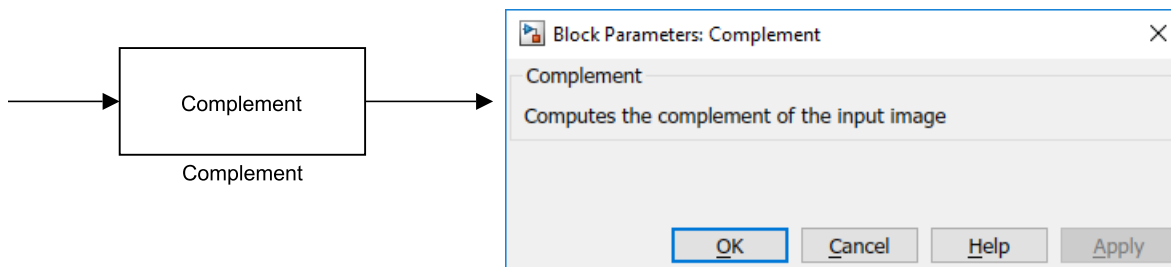
Rysunek 1: Bloki operacji morfologicznych

Wprowadźmy kilka przykładowych własności operacji morfologicznych. Złożenie erozji i dyfuzji jest równoważne operacji otwarcia

$$\text{open}(src) = \text{dilate}(\text{erode}(src)).$$

Operacje erozji i dyfuzji są dualne

$$(\text{erode}(src^c))^c = \text{dilate}(src).$$



Rysunek 2: Blok *Complement*

Własność idempotentności operatora oznacza, że jego wielokrotne złożenie nie zmienia wyniku w stosunku do jednokrotnego zastosowania. Operacja otwarcia jest idempotentna

$$\text{open}(\text{open}(src)) = \text{open}(src).$$

Operacje morfologiczne można wykorzystywać do filtrowania obrazów, znajdowania konturów sylwetek lub tzw. gradientów morfologicznych czy wyostrażania obrazów. Dla przykładu, kaskadowe zastosowanie otwierania i domknięcia sylwetek

$$\text{close}(\text{open}(src)),$$

pozwała usunąć drobne wady ich brzegów.

Gradient morfologiczny pozwala znaleźć kontur sylwetki (dla obrazu binarnego) lub krawędzie (dla obrazu ze skalą szarości)

$$\text{grad}(src) = \text{dilate}(src) - \text{erode}(src),$$

$$\text{lowgrad}(src) = \text{dilate}(src) - src.$$

Uzyskane gradienty można wykorzystać do wyostrażenia obrazu (ze skalą szarości) przez ich odpowiednie dodanie do obrazu oryginalnego

3 Zadania do wykonania¹

Należy stworzyć oddzielne projekty w środowisku *Simulink* dla poszczególnych zadań. Sprawdzić podstawowe własności operacji morfologicznych na obrazach binarnych.

1. Złożenie dylatacji i erozji (erozji i dylatacji) jako domknięcie (otwarcie)

$$\text{open}(src) = \text{dilate}(\text{erode}(src)),$$

$$\text{close}(src) = \text{erode}(\text{dilate}(src)).$$

2. Dualność otwarcia i domknięcia

$$\text{open}(src^c)^c = \text{close}(src),$$

$$\text{close}(src^c)^c = \text{open}(src).$$

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

3. Idempotentność operacji otwarcia i domknięcia

$$\text{open}(\text{open}(src)) = \text{open}(src),$$

$$\text{close}(\text{close}(src)) = \text{close}(src).$$

Uwaga: w celu empirycznej weryfikacji powyższych własności warto wykonać bezwzględną różnicę lewej i prawej strony powyższych równań.

Po weryfikacji własności operacji morfologicznych przystąpić do dalszych ćwiczeń polegających na wykorzystaniu operacji morfologicznych do przetwarzania obrazów.

4. Filtry morfologiczne

Wykorzystać operację otwarcia, domknięcia oraz ich złożenia do filtracji obrazów binarnych

$$\text{open}(src), \quad \text{close}(src),$$

$$\text{close}(\text{open}(src)), \quad \text{open}(\text{close}(src)),$$

$$\text{close}(\text{open}(\text{close}(\text{open}(src)))), \quad \text{open}(\text{close}(\text{open}(\text{close}(src)))) \dots$$

5. Gradienty morfologiczne

Wykorzystać gradienty do odnalezienia konturów sylwetki dla obrazów binarnych oraz krawędzi na obrazach ze skalą szarości

$$\text{grad}(src) = \text{dilate}(src) - \text{erode}(src),$$

$$\text{lowgrad}(src) = \text{dilate}(src) - src,$$

$$\text{uppgrad}(src) = src - \text{erode}(src).$$

6. Gradienty teksturowe

Wykorzystać gradienty teksturowe do przetwarzania obrazów binarnych oraz ze skalą szarości

$$\text{hatgrad}(src) = \text{close}(src) - \text{open}(src),$$

$$\text{blackhat}(src) = \text{close}(src) - src,$$

$$\text{tophat}(src) = src - \text{open}(src).$$

7. Wyostrzanie obrazu

Wykorzystać operacje morfologiczne do poprawy ostrości obrazu ze skalą szarości

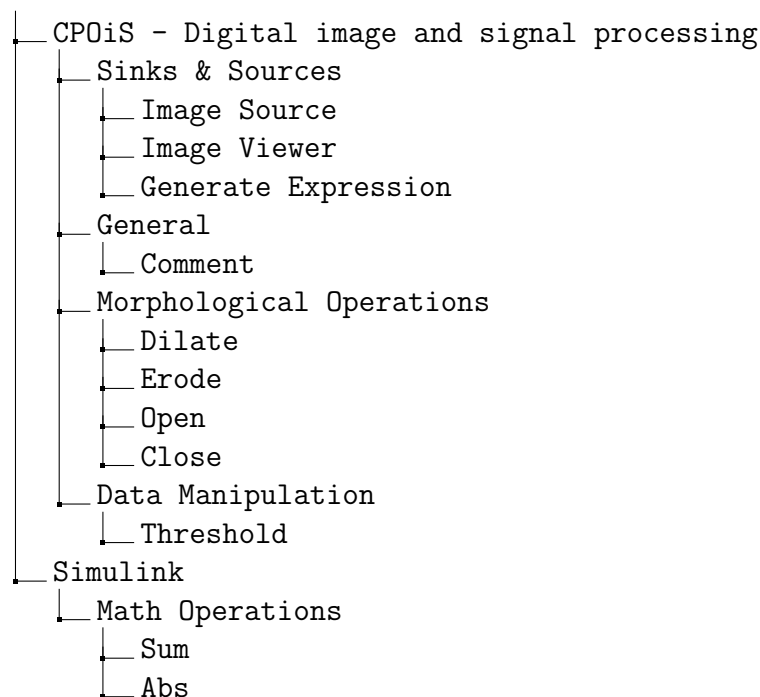
$$\text{sharp}(src) = src + \text{uppgrad}(src) - \text{lowgrad}(src),$$

$$\text{hatsharp}(src) = src + \text{tophat}(src) - \text{blackhat}(src).$$

4 Uwagi pomocnicze

Przy analizie operacji morfologicznych dla obrazów binarnych warto podać na wejście sprogowany obraz `coins.png`, `eight.tiff` lub `rice.png`. Przy wyostrzaniu obrazu warto zastosować nieostry obraz wejściowy, na przykład `pout.tif`.

Przydatne bloki można znaleźć w niżej podanych podgrupach biblioteki.



5 Pytania otwarte

- Czy na podstawie własności operacji morfologicznych (z zadań 1.–3.) można zdefiniować najbardziej podstawowe operacje, przy pomocy których można zdefiniować wszystkie pozostałe operacje?
- Jaki wpływ na działanie operacji morfologicznych ma wybór elementu strukturalnego? Jakie byłyby wyniki operacji, gdyby element strukturalny był dużo większy, a jakie gdyby był niesymetryczny?
- Jakie mogą być praktyczne zastosowania badanych operacji morfologicznych.
- Jeśli po operacji progowania otrzymuje się czarne sylwetki na białym tle, to działanie operacji morfologicznych ulega zmianie względem przypadku z białymi sylwetkami na czarnym tle?
- Na czym polega różnica w wyniku działania konkretnej operacji morfologicznej na obraz binarny i na obraz ze skalą szarości.
- Czy wielokrotne składanie operacji $\text{open}(\text{close}(\text{open}(\text{close}(\text{src}))))$ z takim samym elementem strukturalnym (jak w zadaniu 4.) ma sens z uwagi na własność idempotentności?

6 Forma sprawozdania

Sprawozdanie należy sporządzić analogicznie jak w ćwiczeniu EX0, zamieniając w odpowiednich miejscach „EX0” na „EX6”. 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.