

upel.agh.edu.pl

SW: Operacje morfologiczne

10 — 13 minut

Tomasz Kryjak, Piotr Pawlik

PRZETWARZANIE OBRAZÓW CYFROWYCH

Przekształcenia morfologiczne

Cel:

- zapoznanie z podstawowymi przekształceniami morfologicznymi - erozją, dylatacją, otwarciem, zamknięciem, transformacją trafi, nie trafi
- zapoznanie ze złożonymi operacjami morfologicznymi:
- ścienianiem
- szkieletyzacją
- rekonstrukcją morfologiczną
- wypełnianiem dziur
- czyszczeniem brzegu
- zapoznanie z operacjami morfologicznym dla obrazów w odcieniach szarości - erozją, dylatacją, otwarciem, zamknięciem, filtrami top-hat i bottom-hat
- zapoznanie z wykorzystaniem złożonych operacji morfologicznych przy rozwiązywaniu konkretnego problemu.

A. Podstawowe operacje morfologiczne: erozja, dyatacja, otwarcie, zamknięcie, trafi nie trafi.

1. Otwórz program **Matlab**. Ustal ścieżkę **Current Directory** na swój własny katalog. Utwórz nowy m-plik. Na początku wykonaj polecenia `close all; clear all;`
2. Wczytaj obraz "ertka.bmp" (wcześniej ściągnij archiwum ze strony moodla i rozpakuj w odpowiednim katalogu).
3. Dla obrazu "ertka.bmp" wykonaj operację erozji (`imerode`). Funkcja wymaga podania elementu strukturalnego (SE) - do jego zdefiniowania należy wykorzystać funkcję `strel`. Na początku wykorzystaj element strukturalny w postaci kwadratu o rozmiarze 3 piksele.
4. Wyświetl obraz oryginalny oraz po wykonaniu erozji - najlepiej na wspólnym wykresie. Upewnij się, że rozumiesz jak działa erozja.
5. Zapoznaj się z możliwymi elementami strukturalnymi (dokumentacja funkcji `strel`). Zmień element strukturalny (inny kształt - koło, diament, inny rozmiar). Podglądnij nowy element strukturalny - np. poprzez dwukrotne kliknięcie na zmiennej w zakładce *workspace*. Ponownie wykonaj erozję, sprawdź rezultat działania operacji.
6. Oprócz zmiany elementu strukturalnego na rezultat erozji można wpłynąć zwiększając ilość iteracji (np. wykonać erozję trzykrotnie). Ustal element strukturalny na kwadrat o boku 3 piksele. Wykonaj erozję obrazu "ertka.bmp" 2 i 3-krotnie. Zaobserwuj rezultaty.
7. Wczytaj obraz "buska.bmp". Tak dobierz element strukturalny (zdefiniuj go "ręcznie" jako macierz zer i jedynek), aby usunąć "włosy" o określonej orientacji (ukośne lewo lub prawo).

UWAGA: Pokazane w punkcie 5, 6 i 7 metody wpływania na rezultaty erozji wykorzystuje się identycznie dla pozostałych operacji morfologicznych - dylatacji, otwarcia i zamknięcia.

8. Operacją odwrotną do erozji jest dylatacja (imdilate). Ustal element strukturalny na kwadrat o boku 3 piksele. Wykonaj dylatację dla obrazu "ertka.bmp". Zapoznaj się z rezultatem działania.
9. Na wspólnym wykresie (subplot) wyświetl obraz oryginalny oraz obrazy po operacjach morfologicznych: erozja, dylatacja, otwarcie (imopen) i zamknięcie (imclose).
10. Zamień obraz "ertka.bmp" na "wyspa.bmp", a następnie na "kolka.bmp". Zaobserwuj rezultaty.
11. Wykorzystując poznane operacje morfologiczne spowoduj, że na obrazie "ertka.bmp" pozostanie tylko napis RT (bez wypustek i dziur).
12. Niekiedy potrzebne jest wykrycie konkretnych konfiguracji pikseli na obrazie - przydaje się do tego transformacja trafi, nie trafi. Technicznie mówiąc pozwala ona wykryć na obrazie obecność elementów, które dokładnie odpowiadają masce.
13. Wczytaj obraz "hom.bmp". Wyświetl go. Załóżmy, że chcemy wykryć na obrazie "krzyżyki". Zdefiniuj następujące elementy strukturalne:
 - $SE1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$; - to co chcemy wykryć
 - $SE2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$; - dopełnienie maski SE1Wykonaj transformację trafi, nie trafi - bwhitmiss. Rezultat operacji wyświetl. Czy udało się zrealizować zadanie ?
14. Pokaż wyniki prowadzącemu.

B. Inne operacje morfologiczne - ścienianie (*thinning*), szkieletyzacja (*skeletonization*), rekonstrukcja morfologiczna (*morphological reconstruction*), czyszczenie brzegu (*clearing border*) i uzupełnianie dziur (*filling holes*).

1. Utwórz nowy m-plik. Na początku wykonaj polecenia `close all; clear all;`

2. **Ścienianie** - wczytaj obraz `"fingerprint.bmp"`.

Wyświetl go. Chcemy spowodować aby grzbiety linii papilarnych miały szerokość 1 piksela. Taka operacja (tu dość uproszczona) może być elementem systemu identyfikacji na podstawie odcisku palca. Wykorzystaj funkcję `bwmorph` z parametrem `'thin'`. Wykonaj ścienianie jednokrotnie, dwukrotnie i "do skutku" (parametr `n= Inf`). Rezultaty wyświetl.

3. **Szkieletyzacja** - wczytaj obraz `"kosc.bmp"`.

Wyświetl go. Chcemy określić szkielet figury, czyli zbiór wszystkich punktów, które są równo odległe od co najmniej dwóch punktów należących do brzegu figury. Wykorzystaj funkcję `bwmorph` z parametrem `'skel'` oraz `n=Inf`. Wyświetl rezultat operacji. Warto pamiętać, że niekiedy po ścienianiu i szkieletyzacji może być konieczne usunięcie pojedynczych pikseli na zakończeniach.

4. **Rekonstrukcja morfologiczna** jest operacją trójargumentową. Wymaga podania markera (obrazu od którego zacznie się transformacja), maski (ograniczenia transformacji) oraz elementu

strukturalnego. Operacja polega powtarzaniu poniższych kroków dopóki w dwóch kolejnych iteracjach nic się nie zmieni:

- dylatacja obrazu markera (z danym elementem strukturalnym)
- "nowy" marker = część wspólna dylatacji "starego" markera i maski

Trzy operacje, które wykorzystują schemat rekonstrukcji:

- otwarcie poprzez rekonstrukcję
- wypełnianie dziur
- czyszczenie brzegu

Otwarcie poprzez rekonstrukcję:

- wczytaj obraz "text.png", wyświetl go.
- założmy, że chcemy wykryć na obrazie literki, które zawierają długie pionowe fragmenty. W pierwszym podejściu stosujemy morfologiczne otwarcie z maską pionową o "wysokości" 51 pikseli (taka jest średnia wysokość literek na obrazie - $SE = ones(51,1)$). Sprawdź rezultat takiej operacji.
- detekcja wprowadziła się udało ale otrzymujemy tylko pionowe kreski
- rozwiązaniem jest rekonstrukcja - jako marker wybieramy obraz oryginalny poddany erozji z

elementem strukturalnym, takim jak wykorzystany przy otwarciu. Maskę stanowi obraz oryginalny.

- wykorzystując funkcję `imreconstruct` wykonaj rekonstrukcję.
- porównaj efekt otwarcia i rekonstrukcji

Wypełnianie dziur:

- dla obrazu "text.png" zastosuj funkcję `imfill` z parametrem 'holes'
- wynik operacji wyświetl

Czyszczenie brzegu:

- dla obrazu "text.png" zastosuj funkcję `imclearborder`
- wynik operacji wyświetl, zwróć szczególną uwagę na prawą krawędź obrazu

UWAGA: przedstawione operacje morfologiczne warto zapamiętać z jednego prostego powodu - **często** się je **wykorzystuje** w aplikacjach **przetwarzania obrazu** - np. aby "polepszyć" i "wygładzić" rezultat **binaryzacji**.

18. Pokaż wyniki prowadzącemu.

C. Operacje morfologiczne dla obrazów w skali szarości.

Wszystkie dotychczasowe operacje (oprócz transformacji trafi, nie trafi) mają swoje odpowiedniki dla obrazów w skali szarości.

Konieczne jest tylko podanie definicji erozji i dylatacji w nieco innej formie.

Erozja - filtr minimalny.

Dylatacja - filtr maksymalny.

1. Utwórz nowy m-plik Na początku wykonaj polecenia `close all; clear all;`
2. Wczytaj obraz "ferrari.bmp" i wykonaj operacje morfologiczne: erozję i dylatację. Element strukturalny to kwadrat 3x3. Oblicz też różnicę pomiędzy obrazem po dylatacji a po erozji - czyli tzw. gradient morfologiczny. Rezultaty wyświetl na wspólnym wykresie.
3. Otwarcie to "tłumienie" jasnych detali na obrazie. Zamknięcie to "tłumienie" ciemnych detali na obrazie. Potwierdź powyższe stwierdzenia wykonując obie operacje na obrazie "ferrari.bmp".
4. Wykonaj operacje **top-hat** i **bottom-hat** (`imtophat`, `imbothat`) na obrazie "ferrari.bmp". Jakiego obszaru udało się wykryć za pomocą tej operacji? Z jakich operacji składa się filtr top-hat?
5. Wczytaj obraz "rice.png". Wyświetl go. Zwróć uwagę na niejednorodne oświetlenie. Wykonaj operację top-hat z dużym elementem strukturalnym (np. 'disk' 10) na tym obrazie. Wynik wyświetl. Co stało się z niejednorodnością oświetlenia ?
6. Pokaż wyniki prowadzącemu.

D. Przykład zastosowania morfologii.

1. Utwórz nowy m-plik. Na początku wykonaj polecenia `close all; clear all;`
2. Wczytaj obraz "calculator.png". Wyświetl go. Zadanie: wyizolować tekst na klawiszach kalkulatora.

3. W pierwszym kroku usunięte zostaną poziome odbicia znajdujące się na górnej krawędzi każdego z klawiszy.

Wykorzystamy fakt, że odbicie jest dłuższe niż jakikolwiek pojedynczy znak. Wykonujemy **otwarcie przez rekonstrukcję**:

- początkowo wykonujemy erozję z elementem strukturalnym w postaci poziomej linii - `ones(1,71)`;
- następnie dokonujemy rekonstrukcji - `marker` - obraz po erozji, `maska` - obraz oryginalny.
- wynik operacji wyświetl

Dla porównania wyświetl wynik klasycznego otwarcia z elementem strukturalnym `ones(1,71)`; W czym otwarcie przez rekonstrukcję jest lepsze od klasycznego?

4. W poprzednim kroku uzyskaliśmy obraz tła. Należy go odjąć od obrazu oryginalnego. Ten rodzaj operacji można nazwać **top-hat poprzez rekonstrukcję**. Wynik wyświetl. Dla porównania wyświetl wynik klasycznej operacji **top-hat** - różnicy między obrazem oryginalnym a obrazem po klasycznym otwarciu. Efekt można też uzyskać wykorzystując funkcję `imtophat`.

5. W podobny sposób należy zlikwidować odbłaski pionowe:

- erozja z elementem strukturalnym w postaci poziomej linii - `ones(1,11)`; - zostaną zachowane wszystkie znaki (bo prawie wszystkie są "szersze")
- rekonstrukcja
- wynik wyświetl.

6. Rezultat jest satysfakcjonujący ale wystąpił problem z cienkimi pionowymi elementami napisów - np. *I* na klawiszu *AS/N*.

Wykorzystując fakt, że usunięte znaki znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących znaków wykonujemy następujące operacje:

- dylatację z elementem $\text{ones}(1,21)$;
- rekonstrukcję z markerem w postaci - $\text{minimum}(\text{obraz po dylatacji z punktu powyżej, obraz uzyskany w punkcie 4})$, a maską - obraz z pkt. 4.

7. Czy za pomocą zaproponowanych operacji udało się uzyskać zamierzony efekt - ekstrakcję napisów? Pokaż wyniki prowadzącemu.