

## 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,
- zapoznanie z wykorzystaniem morfologii do implementacji "Gry w życie" - zadanie dodatkowe.

### Przypomnienie teorii

**Element strukturalny** obrazu jest to pewien wycinek obrazu (przy dyskretnej reprezentacji obrazu - pewien podzbiór jego elementów). Najczęściej stosowanym elementem strukturalnym jest "maska" o rozmiarze 3x3 lub 5x5. Niekiedy pożądane są maski o innym kształcie np. zbliżonym do elipsy.

**Erozja** jest podstawowym przekształceniem morfologicznym.

Zakładamy, że obraz wejściowy zawiera pewien obszar (figurę) X, wyróżniający się pewną charakterystyczną cechą (np. odróżniającą się od tła jasnością). Figura X po wykonaniu operacji erozji to zbiór punktów centralnych wszystkich elementów strukturalnych, które w całości mieszczą się we wnętrzu obszaru X. Miarą stopnia erozji jest wielkość elementu strukturalnego.

Erozję można traktować jako filtr minimalny, tj. z danego otoczenia piksela (określanego przez maskę) do obrazu wynikowego wybierana jest wartość minimalna.

### Dylatacja:

Zakładamy, że obraz wejściowy zawiera obszar X wyróżniający się pewną charakterystyczną cechą (np. jasnością). Figura przekształcona przez dylatację to zbiór punktów centralnych wszystkich elementów strukturalnych, których którykolwiek punkt mieści się we wnętrzu obszaru X. Miarą dylatacji jest wielkość elementu strukturalnego.

Dylatację można traktować jako filtr maksymalny, tj. z danego otoczenia piksela (określanego przez maskę) do obrazu wynikowego wybierana jest wartość maksymalna.

**Otwarcie** (*Opening*) polega na wykonaniu najpierw operacji erozji, a następnie dylatacji.

Otwarcie = erozja + dylatacja

**Zamknięcie** (*closing*) polega na wykonaniu najpierw operacji dylatacji, a następnie erozji.

Zamknięcie = dylatacja + erozja

### **Obrazy w odcieniu szarości - detekcja dolin i szczytów (top-hat, bottom-hat):**

Aby wyodrębnić z obrazu lokalne ekstrema można wykorzystać zdefiniowane wcześniej przekształcenia: otwarcie i zamknięcie. W celu wyszukania lokalnych maksimów (szczytów) należy od wyniku otwarcia danego obrazu odjąć obraz wyjściowy.

Analogicznie, aby wyodrębnić lokalne minima obrazu, należy dokonać podobnej operacji, z tym, że pierwszą operacją będzie zamknięcie.

Uwaga! Należy zwrócić uwagę, że poniższe metody służą do detekcji (pokreślenia) tylko lokalnych ekstremów!

## **Przebieg ćwiczenia**

### **A. Podstawowe operacje morfologiczne: erozja, dylatacja, otwarcie, zamknięcie, trafi nie trafi.**

Warto wiedzieć:

- co to jest **erozja, dylatacja** ?
  - dobrze jest postarać się zrozumieć jak praktycznie realizowane są obie operacje
- co to jest **otwarcie i zamknięcie** ?
- co to jest przekształcenie **trafi - nie trafi** (*hit or miss transformation*)

Wykorzystywane funkcje MATLAB'a:

- `imerode`
- `strel`
- `imdilate`
- `imopen`
- `imclose`
- `bwhitmiss`

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

Warto wiedzieć:

- co to jest morfologiczne **ścienianie i szkieletyzacja** ?
- jak działa **rekonstrukcja morfologiczna - czyszczenie brzegu, wypełnianie dziur** ?

Wykorzystywane funkcje MATLAB'a:

- `bwmorph`
- `imreconstruct`
- `imfill`
- `imclearborder`

### 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

Warto wiedzieć:

- co to jest operacja top-hat i bottom-hat ?

Wykorzystywane funkcje MATLAB'a:

- `imtophat`
- `imbothat`

### D. Przykład zastosowania morfologii.

W przykładzie pokazane zostanie jak za pomocą operacji morfologicznych dla obrazów w odcieniach szarości uzyskać pewien zamierzony efekt - ekstrakcję tekstu z niejednorodnego tła.

### E) \*\*\* Morfologiczna gra w życie - John Conway - zadanie dodatkowe

Wykorzystanie operacji LUT w przekształceniu trafi, nie trafi:

- szybszą metodą wykonania transformacji trafi, nie trafi może być operacja LUT,
- technika polega na zakodowaniu wyników wszystkich interesujących konfiguracji, a następnie podczas przetwarzania wykorzystania operacji LUT,
- dla otoczenia 3x3 możliwe jest 512 różnych konfiguracji,
- aby praktycznie zrealizować operację, każdej konfiguracji należy nadać unikalny indeks. Jedną z możliwości jest pomnożenie elementu strukturalnego przez macierz (mnożenie odpowiednich elementów):

1	8	64
2	16	128
4	32	256

Przykładowo elementowi:

1	1	0
1	0	1
1	0	1

Opowiada liczba  $1(1) + 2(1) + 4(1) + 8(1) + 128(1) + 256(1) = 399$

- w Matlab Image Processing Toolbox dostępne są dwie funkcje, które pozwalają wykorzystać opisaną technikę - `makelut` i `applylut`,
- `makelut`- konstrukcja przekodowania LUT na podstawie dostarczonej funkcji. Funkcja użytkownika powinna akceptować macierz (np. 3x3) o wartościach 0,1 i zwracać wartość 0 lub

- 1,
- `applylut` - wykonanie operacji LUT.

Przykład działania metody - detekcja punktów końcowych na obrazie.

- założenie: punkt końcowy to punkt, który ma dokładnie jednego sąsiada,
- zdefiniuj funkcję która jako argument pobiera otoczenie (`nhood`), a zwraca 0 lub 1 w zależności od tego czy rozpatrywany punkt jest końcowy np. dla sąsiedztwa 3x3:  
`wynik = nhood(2,2) & (sum(nhood(:)) == 2);`
- wygeneruj przekodowanie LUT za pomocą funkcji `makelut`. Wywołanie:  
`lut = makelut(@nazwa_funkcji,3);`
- wczytaj obraz "szkielet.bmp". Wykorzystując wygenerowane przekodowanie LUT oraz funkcję `applylut` wykonaj detekcję zakończeń. Wyświetl obraz oryginalny i po przekodowaniu LUT.

## Gra w życie

Reguły gry w życie:

- każdy piksel biały, który ma dwóch lub trzech sąsiadów (białych) przeżywa,
- każdy piksel biały, który ma 0,1 lub więcej niż trzech sąsiadów (białych) nie przeżywa (głód lub przeludnienie),
- jeżeli jakieś pole (czarne) sąsiaduje dokładnie z trzema pikselami białymi to na tym polu "rodzi" się nowy piksel biały.

Zadanie:

- za pomocą mechanizmu LUT (opisanego wcześniej) należy zaimplementować morfologiczną grę w życie,
- najważniejszym elementem jest funkcja opisująca reguły gry,
- symulację należy przeprowadzić dla plansz dostarczonych w pliku "gra.mat" (wczytywanie poprzez instrukcję `load`),
- dobrze jest wykonać kilka iteracji - zobaczyć jak zmienia się kształt,
- inne ciekawe kształty do znalezienia w internecie.

### Literatura:

- wykład - *Przetwarzanie Obrazów Cyfrowych* - dr hab. inż. Marek Gorgoń
- książka - *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów.* - prof. dr hab. inż. R. Tadeusiewicz, dr inż. Przemysła Korohoda (dostępna online)
- szeroko rozumiane zasoby internetu :)