

Inżynieria Mechatroniczna

Wizja Komputerowa Segmentacja obrazów

Krzysztof Holak
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

1

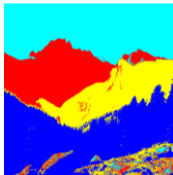
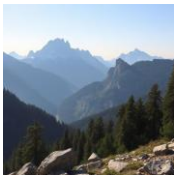
Harmonogram

- Wykład 1 : Wstęp
- **Wykład 2: Segmentacja obrazu**
 - Segmentacja
 - Prognowanie
 - Operacje morfologiczne
 - Segmentacja koloru , tekstura,
 - Cechy obiektu – wstęp
- Wykład 3: Cechy obrazu
- Wykład 4: Przetwarzanie wideo

2

Segmentacja obrazu – idea

Idea – podzieli obraz na obiekty i tło
 Analizuj tylko obiekty, ignorując tło
 Co jest obiektem, zależy od zastosowania programu



3

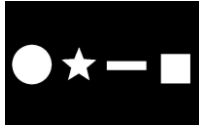
Progowanie obrazu (binaryzacja)

Zamień obraz w skali szarości na **obraz binarny** przy użyciu progu binaryzacji

Próg - Na podstawie histogramu obrazu



Biały piksel – logiczna 1 – piksel obiektu
Czarny piksel – logiczne 0 – piksel tła



Białe piksele dla $I(x,y) > \text{próg}$
Czarne piksele dla innych $I(x,y)$

4

Progowanie + operacje logiczne

Cel – znaleźć środkowy kwadrat



$I(x,y) > \text{próg 1}$



$I(x,y) < \text{próg 2}$

5

Progowanie + operacje logiczne



$I(x,y) > \text{próg 1}$

AND



$I(x,y) < \text{próg 2}$

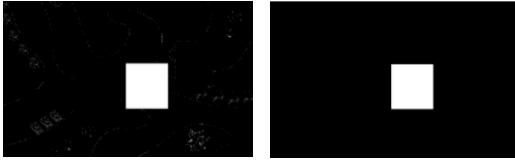


$I(x,y) > \text{próg 1 AND } I(x,y) < \text{próg 2}$

6

Co zrobić z szumem?

Po progowaniu na obrazie pozostał szum
Jak sobie z tym poradzić? Przypomnij sobie filtrację obrazu
Morfologiczne filtry

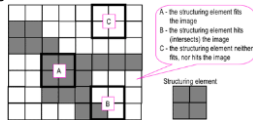


7

Filtry Morfologiczne

Stosowane do usunięcia szumu po binaryzacji
Cztery podstawowe operacje morfologiczne

Erozja
Dylatacja
Otwarcie
Zamknięcie



Algorytm: przesuwanie maski, tzw. elementy strukturalnego i obliczanie dla każdego położenia pewnych operacji logicznych między pikselami maski i odpowiadającymi im pikselami obrazu binarnego pod maską

8

Erozja

Wynikowy piksel staje się czarny jeśli co najmniej jeden piksel obrazu pod białym pikselem maski jest czarny (dla każdego położenia maski)

Usuwa pojedyncze białe piksele - małe grupy białych pikseli (mniejsze niż maska), zmniejsza powierzchnię obiektów, rozłącza obiekty połączone „mostkami”

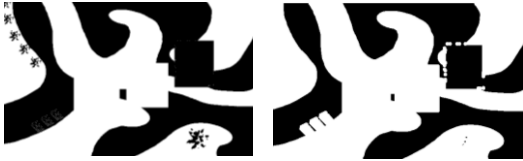


9

Dylatacja

Wynikowy piksel staje się czarny jeśli co najmniej jeden piksel obrazu pod białym pikselem maski jest biały (dla każdego położenia maski)

Usuwa pojedyncze czarne piksele („otwory”), zwiększa pole powierzchni obiektów, łączy obiekty leżące blisko siebie



10

Otwarcie

Składa się z dwóch operacji: **erozji i dylatacji**

Usuwa pojedyncze białe piksele, małe grupy białych pikseli (mniejsze niż maska), nie zmienia pola powierzchni obiektów



11

Zamknięcie

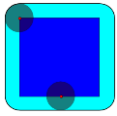
Składa się z dwóch operacji: **dylatacji i erozji**

Usuwa pojedyncze czarne plamy pikseli, grupy czarnych pikseli na obiektach (mniejsze niż maska), nie zmienia pola powierzchni pikseli



12

Cztery operacje morfologiczne porównanie



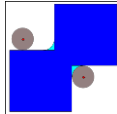
Dylatacja



Erozja



Otwarcie



Zamknięcie

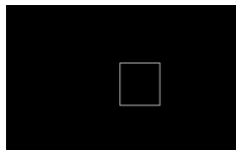
13

Gradient morfologiczny

Operacje morfologiczne (np. Otwarcie i zamknięcie) mogą być stosowane do wykrywania krawędzi

Możemy używać różnych połączeń filtrów

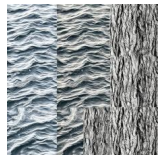
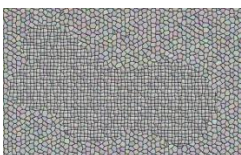
np. Operacja XOR na wynikach dylatacji i zamknięcia



14

Segmentacja tekstury

Jeśli obiekty mają teksturę, proste progowanie będzie prowadzić do złej segmentacji lub segmentacja może być nawet niemożliwa



15

Segmentacja tekstury

Zanim przeprowadzimy progowanie, należy użyć filtru tekstury aby uprościć obraz

Są to nieliniowe filtry liczące wartości na podstawie otoczenia każdego z przetwarzanych pikseli

Przykłady : **filtr STD** (odchylenia standardowego)

filtr Entropii

Filtr Zakresu (poziomów jasności)

Filtry Gabora

Macierz współwystępowania poziomów intensywności

Lokalny Wzorzec Binarny

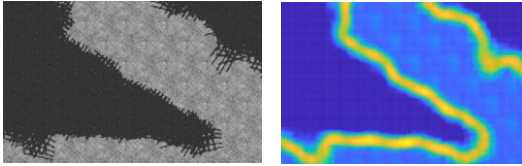
Falki

...

16

Filtr STD

Dla każdego piksela, oblicza lokalne **odchylenie standardowe** pikseli z jego sąsiedztwa



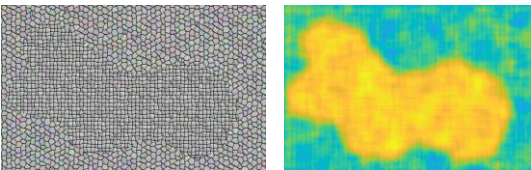
Filtr STD Maska 39x39

17

Filtr Entropii

$$-\sum p * \log(p)$$

Dla każdego piksela, oblicza lokalną entropię jasności pikseli z jego sąsiedztwa



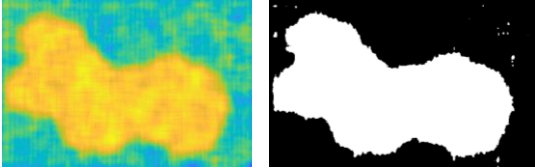
Filtr Entropii maska 39x39

18

Filtr Entropii

$$-\sum p * \log(p)$$

Progowanie obrazu staje się prostą operacją



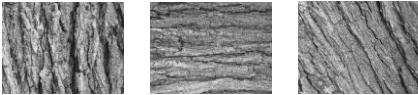
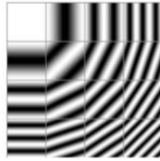
19

Filtry Gabora

Przypomnij sobie czym są częstotliwości przestrzenne w obrazie

Filtry Gabora - Bank filtrów, każdy dostrójony do konkretnej częstotliwości przestrzennej pikseli w konkretnym kierunku

Możemy wykryć obszary tekstur o różnej częstotliwości i różnych orientacjach



20

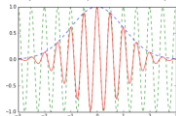
Filtry Gabora

Jest to filtr zespolony o następującej postaci

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left(i\left(2\pi\frac{x'}{\lambda} + \psi\right)\right)$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta \quad y' = -x \sin \theta + y \cos \theta.$$

Jego część rzeczywista i urojona – sinusoidy modulowane przez Gaussian

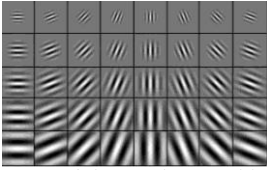


przykład filtru Gabora 1D

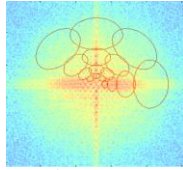
21

Filtry Gabora

W 2D pojawia się kąt – dodatkowy parametr decydujący o orientacji filtru



Przykłady banku filtrów Gabora 2D (rzeczywiste części)

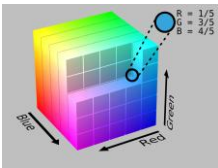


Częstotliwościowa reprezentacja obrazu pokryta grupą filtrów Gabora 2D

22

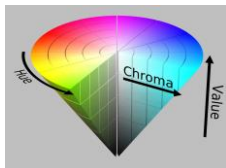
Obraz kolorowy - przypomnienie

Przestrzeń RGB



Domyślna w Matlabie
Nieintuicyjna
Kanały współzależne

Przestrzeń HSV

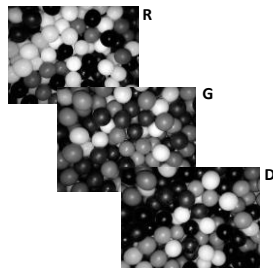


Intuicyjne
Rozdzielona informacja o kolorze i jasności

23

Segmentacja RGB

Progowanie trzech kanałów bawnych
Zależy od modelu kolorów użytego do reprezentacji obrazu



24

Segmentacja RGB

Możliwości :

- Każdy kolor barwny ma osobny próg
- progowanie w przestrzeni koloru D – na podstawie odległości do koloru jego modelu



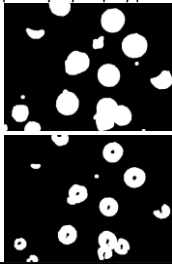
Przykład :

Segmentacja
jasnoniebieskich
piłek

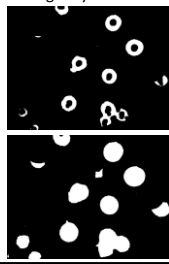
25

Postprocessing

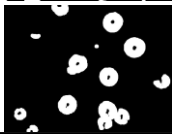
Polepszamy wynik przy pomocy filtrów morfologicznych



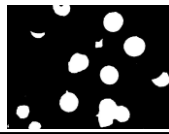
Dylatacja



Erozja



Otwarcie



Zamknięcie

26

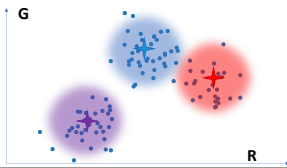
Klasteryzacja K-Means w segmentacji obrazu

Idea: Każdy piksel ma przypisany 3-elementowy wektor cech – jego składowe koloru, wartości R, G i B

Każdy piksel odpowiada jednemu punktowi w przestrzeni cech 3D

Segmentacja – przypisywanie pikseli do **klastrów (skupisk)** w tej przestrzeni

Obliczanie położenia skupisk – **ich środków ciężkości**



27

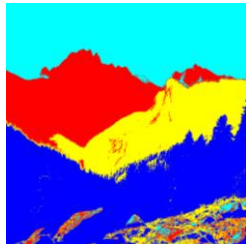
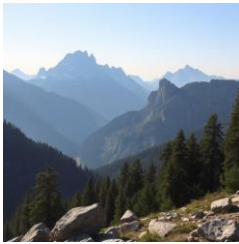
Algorytm K-Means

Kroki algorytmu

- 1) Zainicjuj losowo położenia środków ciężkości skupisk
- 2) Przypisz każdy punkt przestrzeni cech do najbliższego mu skupiska
- 3) Wylicz położenie środka ciężkości każdego klastra na podstawie przypisanych mu punktów
- 4) Powtórz aż do zbieżności – brak zmiany położenia środków skupisk

28

K-Means do segmentacji obrazu



Segmentacja K-Means RGB, 4 klastry

29

K-Means do segmentacji obrazu

Zwiększamy wymiar przestrzeni cech poprzez dodanie nowej informacji na temat pikseli obrazu

- Ich współrzędne (przynajmniej jedno z nich faworyzuje bliskość pikseli)
- Informacja o krawędziach (z obrazów po filtracji górnoprzepustowej)
- Informacja o teksturze (z obrazów po zastosowaniu filtrów tekstury)
- ...

30

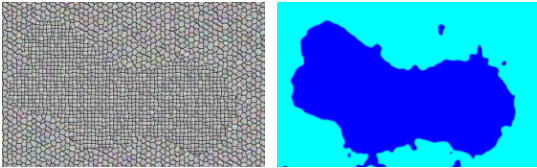
K-Means do segmentacji obrazu

Przykład: Wykorzystaj informację z obrazów po filtracji bankiem filtrów Gabora

Dane: obrazy po filtracji - 24 8-bitowe obrazy w skali szarości,
Każdy piksel daje punkt w 24 wymiarowej przestrzeni cech,
Możemy dodać informacje o kolorze RGB (27 wymiarów przestrzeni
cech)

31

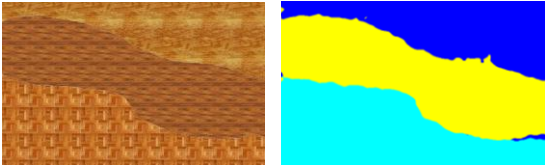
Klasteryzacja K-Means do segmentacji obrazu



Segmentacja K-Means z wykorzystaniem filtrów
Gabora, 2 klastry

32

Klasteryzacja K-Means do segmentacji obrazu



Segmentacja K-Means z wykorzystaniem filtrów
Gabora, 3 klastry

33

Klasteryzacja K-Means do segmentacji obrazu



Segmentacja K-Means z wykorzystaniem filtrów Gabora, 2 klastry

34

Cechy geometryczne – wstęp

Po segmentacji, otrzymujemy binarny obraz

Jak jest następny krok? Wyznaczenie cech geometrycznych obiektów



Pole powierzchni = ?
 Środek ciężkości = ?
 Liczba Eulera = ?
 Eccentricity = ?
 Orientacja = ?
 ...

35

Cechy geometryczne – wstęp

Krok 1: Ile jest obiektów na obrazie?

Etykietowanie – przypisanie liczby naturalnej do każdego **oddzielnego obiektu** na obrazie



36

Cechy geometryczne – wstęp

Kolejny krok – analiza geometrii każdego obiektu
W Matlabie – funkcja **regionprops**

Zobaczmy podstawowe (opcja „basic”) cechy geometryczne liczone przez funkcję :

Area – liczba pikseli obiektu

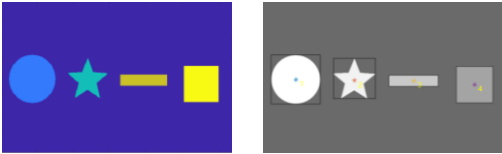
Centroid – jego środek ciężkości

Bouding Box – prostokąt opisany na obiekcie

37

Cechy geometryczne – wstęp

Przykład – obiekty - ich środki ciężkości i prostokąty opisane



38

Materiały do powtórki

Co to jest segmentacja obrazu ?

Co to jest progowanie ?

Jak działa Erozyja / Dylatacja / Otwarcie / Zamknięcie na obrazie binarnym ?

Co jest gradient morfologiczny ?

Napisz znane ci filtry tekstury

Co reprezentują parametry skali i kąta w filtrze Gabora ?

Co zawiera wektor cech w metodzie K-Means do segmentacji obrazu RGB?

Co to jest cecha geometryczna obiektu?

Co to jest etykietowanie ?

Czym różni się obraz binarny od etykietowanego?

39

Dziękuję za uwagę
