

Laboratorium Przetwarzania Sygnałów

Ćwiczenie 7 „Segmentacja”

Opracowali:

- dr inż. Krzysztof Mikołajczyk
- dr inż. Beata Leśniak-Plewińska

Zakład Inżynierii Biomedycznej
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej

Warszawa, 2009



1. Cel ćwiczenia.

W ramach ćwiczenia studenci zapoznają się z implementacją podstawowych metod segmentacji obrazów przez: wykrywanie krawędzi, progowanie oraz rozrost regionów.

2. Wymagane wiadomości.

1. Podstawowe pojęcia i definicje z zakresu segmentacji i rozpoznawania obrazów (w zakresie wykładu).
2. Umiejętność interpretacji histogramów obrazów cyfrowych.
3. Znajomość poniższych metod segmentacji:
 - segmentacja przez wykrywanie krawędzi,
 - segmentacja przez progowanie,
 - segmentacja metodą rozrostu regionów.

3. Literatura

- W. Malina i M. Siemiatacz „Cyfrowe przetwarzanie obrazów”, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2008
- R. Tadeusiewicz i P. Korohoda „Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów”, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków, 1997 (http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0098/komputerowa_analiza.pdf)
- R.C. Gonzalez i R.E. Woods “Digital Image Processing Using MATLAB”, Prentice Hall, 2004

4. Spis funkcji i instrukcji przydatnych podczas realizacji ćwiczenia.

Opisane w tym punkcie funkcje nie są standardowymi wbudowanymi funkcjami MATLAB’a i zostały stworzone na potrzeby Laboratorium PTS.

O ile w trakcie realizacji ćwiczenia znajdzie potrzeba skorzystania ze standardowej funkcji (polecenia) lub instrukcji MATLAB’a, należy się z nią zapoznać wykorzystując pomoc MATLAB’a za pomocą polecenia `help` lub `doc`, np. `help sin` lub `doc sin`.



```
h = pokaz_obraz (X, 'NazwaParametru', wartoscparametru)
```

Funkcja służy do tworzenia ilustracji danych 2D.

Parametrami wyjściowymi funkcji są:

1. **h** – uchwyt do obiektu graficznego,

Parametrami wejściowymi funkcji są:

1. **X** – dane obrazowe (macierz lub skalar);
2. **'NazwaParametru', wartoscparametru** - nazwa i wartość parametru określającego wybrane właściwości obiektu graficznego. Parametry opisano w poniższej tabeli.

Nazwa parametru	Opis i wartości parametru
'mapa'	macierz liczbowa określająca paletę barw; dostępne palety barw: hsv(N) , jet(N) , hot(N) , gray(N) , cool(N) , bone(N) , cooper(N) , pink(N) , prism(N) , flag(N) ; N – liczba poziomów palety Wartość domyślna: gray(256) (obraz 8-mio bitowy)
'typ'	Łańcuch znakowy określający rodzaj skalowania wartości elementów obrazu; 'skalowany' - tworzy ilustrację, w której wartości elementów macierzy (piksli) są przeskalowane tak, aby wykorzystać pełen zakres aktualnej palety barw; 'nieskalowany' - brak skalowania. Wartość domyślna: 'skalowany'

Przykłady:

```
h = pokaz_obraz(lena, 'mapa', gray(256), 'typ', 'nieskalowany');
```

Powyższa komenda utworzy ilustrację 2D danych zawartych w zmiennej **lena**. Paletą barw będą odcienie szarości (256 poziomów). Dane nie będą skalowane. Zwrócony zostanie uchwyt (**h**) do utworzonego obiektu graficznego (ilustracji).

```
pokaz_obraz(lena);
```

Powyższa komenda wyświetli obraz danych zawartych w zmiennej **lena**. Paleta barw i rodzaj skalowania będą miały wartości domyślne.

```
[Wz Pz] = hist_obrazu (X)
```

Funkcja służy do wyznaczania i graficznej prezentacji histogramu obrazu.

Parametrami wyjściowymi funkcji są:

1. **Wz** – wektor liczebności elementów przypadających do określonego przedziału klasowego,
2. **Pz** – wektor przedziałów klasowych. Dla danych typu **uint8** wektor ten zawsze zawiera 256 elementów o wartościach całkowitych z przedziału 0÷255.

Parametrami wejściowymi funkcji są:

1. **X** – macierz reprezentująca obraz, dla którego wyznaczany jest histogram.

Przykłady:

```
[Wz Pz] = hist_obrazu(X);
```

Powyższa komenda wyznaczy histogram obrazu zawartego w zmiennej X oraz stworzy jego graficzną prezentację.

`mask=EMSeg (ima , k)`

Funkcja służy do segmentacji obrazu z użyciem metody maksymalizacji wartości oczekiwanej, ang. Expectation Maximization (EM). Algorytm dopasowuje do histogramu obrazu zbiór rozkładów Gaussa (liczba rozkładów równa jest liczbie klas/segmentów jakie chcemy wyodrębnić w obrazie). Punkty przecięcia kolejnych rozkładów wyznaczają wartości progowe dla segmentacji.

Parametrami wyjściowymi funkcji są:

1. **mask** – macierz reprezentująca obraz po segmentacji (w skali szarości).

Parametrami wejściowymi funkcji są:

1. **ima** – macierz reprezentująca segmentowany obraz (monochromatyczny),
2. **k** – liczba klas/segmentów na jakie zostanie podzielony obraz **ima**.

Przykłady:

```
mask=EMSeg (image, 3) ;
```

Powyższe polecenie przeprowadza segmentację obrazu **image** wyodrębniając w nim trzy klasy/segmenty oraz tworzy ilustrację graficzną histogramu i dopasowanego do niego zbioru rozkładów Gaussa.

Źródło: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/10956>

$[g, NR, SI, TI] = \text{regiongrow}(f, S, T)$

Funkcja służy do segmentacji obrazu z użyciem algorytmu rozrostu regionów.

Parametrami wyjściowymi funkcji są:

1. **G** – macierz reprezentująca obraz będący wynikiem segmentacji; każdy region stanowi zbiór punktów o wartościach będących kolejnymi liczbami całkowitymi,
2. **NR** – liczba powstałych regionów,
3. **SI** – macierz logiczna o rozmiarze obrazu **f**, ilustrująca położenia elementów obrazu **f**, których wartość jest równa wartości ziarna (**S**),
4. **TI** – macierz logiczna o rozmiarze obrazu **f**, ilustrująca położenia elementów obrazu **f**, które spełniają warunek progowania.

Parametrami wejściowymi funkcji są:

1. **f** – macierz reprezentująca segmentowany obraz,
2. **S** – parametr określający położenie punktów startowych (ziaren) dla procedury rozrostu regionu; **S** może być wartością skalarną (globalną wartością punktów startowych dla całego obrazu **f**) lub **S** może być macierzą o rozmiarze równym rozmiarowi obrazu **f** o wartościach 1 w każdym punkcie startowym rozrostu i 0 w pozostałych punktach,
3. **T** – wartość progu; **T** może być wartością skalarną (globalną wartością progu dla całego obrazu **f**) lub **T** może być macierzą o rozmiarze równym rozmiarowi obrazu **f** o wartościach progu dla każdego punktu obrazu **f**. Rozrost regionu w danym kierunku jest zakończony gdy różnica wartości elementu obrazu **f** oraz ziarna **S** przekroczy wartość progu **T**.

Przykłady:

```
[g, NR, SI, TI] = regiongrow(ima, max(ima(:)), 100);
```

Powyższe polecenie przeprowadza segmentację obrazu **image** wyodrębniając w nim regiony, których rozrost rozpoczyna się w punktach o wartościach równych **S** (tu jest to wartość maksymalna w obrazie) i jest ograniczony przez próg o wartości **T** (tu wartość progu jest równa 100).

5. Przebieg ćwiczenia

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia należy poprosić prowadzącego o wskazanie folderu zawierającego dane niezbędne do realizacji ćwiczenia.

Oznaczenia użyte w tekście:

sygnał – nazwa funkcji, która powinna zostać użyta w celu rozwiązania danego problemu,

s1 – nazwa zmiennej,

`s1a=s1(1:end/4)` – polecenie Matlab'a, które należy wpisać w okno komend (ang.: command window).

$s(t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$ - opis w notacji matematycznej.

1. Segmentacja przez wykrywanie krawędzi.

- Z pliku 'druk.mat' załadować do przestrzeni roboczej obraz **druk**.
- Wyświetl obraz **druk** (*pokaz_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').
- Wyodrębni krawędzie w obrazie **druk** (funkcja *edge* – standardowa funkcja biblioteki Image Processing pakietu MATLAB, 'method' = 'prewitt', pozostałe parametry domyślne).
- Zanotuj wartość progu (drugi parametr wyjściowy funkcji *edge* - 't').
- Zilustruj wynik operacji z pkt. 1.c (*pokaz_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').

Dla jakiej wartości progu przeprowadzono operację wykrywania krawędzi? Czy wynik operacji wykrywania krawędzi umożliwi segmentację ścieżek obwodu drukowanego? Jeśli tak to jakie powinny być dalsze operacje w celu segmentacji ścieżek obwodu drukowanego?

2. Segmentacja przez progowanie – ręczny dobór progu na podstawie histogramu

- Wyznacz histogram obrazu **druk** (*hist_obrazu*).
- Na podstawie histogramu obrazu **druk** dobierz i zanotuj wartość progu, a następnie przeprowadź segmentację (binaryzację) obrazu **druk** (instrukcja warunkowa *if* i pętla *for* lub funkcja *find* – standardowa funkcja pakietu MATLAB).
- Zilustruj wynik p. 2.b (*pokaz_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').

Porównaj wartości progów zanotowane w p. 1.d i 2.b. Porównaj wyniki segmentacji uzyskane w p. 1.c i 2.b. Wyjaśnij przyczyny różnic.

3. Segmentacja przez progowanie – automatyczny dobór progu na podstawie histogramu

- a. Z pliku 'profil.mat' załadować do przestrzeni roboczej obraz **profil**. Obraz ten zawiera tzw. topogram. Topogramy wykorzystuje się zwykle do zlokalizowania obszaru właściwego badania tomograficznego. Topogram otrzymuje się przesuwając stół wraz z pacjentem, podczas gdy lampa i detektory pozostają nieruchome (brak ruchu obrotowego).
- b. Na podstawie histogramu obrazu **profil** dobierz i zanotuj wartość progu, a następnie przeprowadź segmentację (binaryzację) obrazu **profil** (instrukcja warunkowa **if** i pętla **for** lub funkcja **find** – standardowa funkcja pakietu MATLAB).
- d. Zilustruj wynik p. 3.c (**pokaz_obraz**, domyślne wartości parametrów: '**typ**' i '**mapa**').
- e. Przeprowadź automatyczne wyznaczenie progu dla obrazu **profil** metodą Otsu (funkcja **graythresh** – standardowa funkcja biblioteki Image Processing pakietu MATLAB) (Otsu, N. *A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms* IEEE Trans SMC, Vol. 9, No. 1, 1979, pp. 62-66). Zanotuj wyznaczoną wartość progu.
- f. Ponownie dokonaj segmentacji obrazu **profil** korzystając z nowej wartości progu (instrukcja warunkowa **if** i pętla **for** lub funkcja **find** – standardowa funkcja pakietu MATLAB).
- g. Zilustruj wynik p. 3.f (**pokaz_obraz**, domyślne wartości parametrów: '**typ**' i '**mapa**').
- h. Przeprowadź segmentację obrazu **profil** korzystając z metody EM (metody maksymalizacji wartości oczekiwanej, ang. Expectation Maximization) (funkcja **EMSeg**, liczba klas/obszarów '**m**' = 2). Zanotuj wartość progu.
- i. Zilustruj wynik p. 3.h (**pokaz_obraz**, domyślne wartości parametrów: '**typ**' i '**mapa**').

Porównaj wartości progów zanotowane w pkt. 3.b, 3.e i 3.h. Porównaj wyniki uzyskane w pkt. 3.b, 3.f i 3.h. Wyjaśnij przyczynę różnic.

4. Segmentacja metodą rozrostu regionów

- a. Z pliku 'spaw.mat' załadować do przestrzeni roboczej obraz **spaw**. Obraz przedstawia wynik rentgenowskiej defektoskopii spawu (poziomy ciemny region) z wyraźnymi pęknięciami (białe smugi biegnące poziomo w połowie obrazu).
- b. Przeprowadź segmentację obrazu **spaw** korzystając z metody EM (funkcja **EMSeg**, liczba klas/obszarów '**m**' = 2).
- c. Zilustruj wynik p. 4.b (**pokaz_obraz**, domyślne wartości parametrów: '**typ**' i '**mapa**').
- d. Wyznacz histogram obrazu **spaw** (**hist_obrazu**).

- e. Przeprowadź segmentację obrazu **spaw** korzystając z metody rozrostu regionów (funkcja *regiongrow*, skalarne parametry wejściowe: 'S' - ziarno/punkt startowy i 'T' - próg, ich wartości dobierz na podstawie histogramu obrazu **spaw**).
- f. Zilustruj wynik p. 4.e (*pokaz_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').

Porównaj wyniki uzyskane w p. 4.b i 4.e. Wyjaśnij przyczynę różnic.

Sprawozdanie

Ćwiczenie 7 „Segmentacja”

L.p.	Imię i nazwisko	Grupa	Data
1			
2			
3			

Punkt ćwiczenia	Liczba punktów	Uzyskana liczba punktów	Uwagi prowadzącego
1	2		
2	2		
3	3		
4	3		