

# Laboratorium Przetwarzania Sygnałów

## Ćwiczenie 4

### *„Interpolacja i histogram obrazów”*

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 podstawowymi metodami interpolacji obrazów (dwuliniową, dwusześcienną i metodą najbliższego sąsiada) oraz histogramem obrazów.

## 2. Wymagane wiadomości

Teoria histogramu obrazu i jego wyrównywania oraz metod interpolacji obrazu w zakresie wykładu do przedmiotu.

## 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](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 zajdzie 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.

<i>Nazwa parametru</i>	<i>Opis i wartości parametru</i>
<b>'mapa'</b>	macierz liczbowa określająca paletę barw; standardowe palety barw dostępne w Matlab'ie: <b>hsv, jet, hot, gray, cool, bone, cooper, pink, prism, flag</b> . Wartość domyślna: <b>gray</b> ;
<b>'typ'</b>	Łańcuch znakowy określający rodzaj skalowania wartości elementów obrazu; <b>'skalowany'</b> - tworzy ilustrację, w której wartości pikseli (elementów macierzy) są przeskalowane tak, aby wykorzystać pełen zakres aktualnej palety barw; <b>'nieskalowany'</b> – brak skalowania; wartość domyślna: <b>'skalowany'</b> ;

Przykłady:

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

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

```
pokaz_obraz(lena);
```

Powyższa komenda utworzy ilustrację 2D 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.

$$E = \text{mse} (\mathbf{X}, \mathbf{XI})$$

Funkcja służy do wyznaczania błędu średnio-kwadratowego określonego wzorem:

$$E = \frac{1}{m} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (X_{ij} - XI_{ij})^2$$

gdzie:  $X_{ij}$  - element obrazu wzorcowego,  $XI_{ij}$  - element obrazu przetworzonego,  $m$  i  $n$  - wymiary obrazów.

Parametrami wyjściowymi funkcji są:

1.  $E$  - błąd średnio-kwadratowy.

Parametrami wejściowymi funkcji są:

1.  $\mathbf{X}$  - macierz reprezentująca obraz wzorcowy,
2.  $\mathbf{XI}$  - macierz reprezentująca obraz przetworzony.

Wymiary obrazów (liczba wierszy i kolumn)  $\mathbf{X}$  i  $\mathbf{XI}$  muszą być identyczne.

Przykłady:

$$E = \text{mse} (\mathbf{X}, \mathbf{XI}) ;$$

Powyższa komenda wyznaczy błąd średnio-kwadratowy dla obrazu przetworzonego zawartego w zmiennej  $\mathbf{XI}$  w porównaniu do obrazu wzorcowego  $\mathbf{X}$ .

## 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. Histogram

- Z plików 'lena.mat', 'lena1.mat' i 'lena2.mat' załadować do przestrzeni roboczej obrazy: **lena**, **lena1** i **lena2**.
- Wyświetl obrazy: **lena**, **lena1** i **lena2** (*pokaz\_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').
- Wyznacz i zilustruj histogramy obrazów: **lena**, **lena1** i **lena2** (*hist\_obrazu*).

Wyjaśnij wyniki uzyskane w p. 1.c.

Jaką informację o obrazie zawiera w sobie jego histogram?

- Wyznacz i zilustruj histogramy fragmentów obrazów: **lena**, **lena1** i **lena2** (fragmenty o współrzędnych  $x1=1$ ,  $y1=100$ ,  $x2=10$ ,  $y2=412$ ) (*hist\_obrazu*).

Wyjaśnij wyniki uzyskane w p. 1.d.

- Z pliku 'pollen.mat' załadować do przestrzeni roboczej obraz **pollen**.
- Wyświetl obraz **pollen** (*pokaz\_obraz*, samodzielnie dobierz wartość parametru 'typ').
- Wyznacz i zilustruj histogram obrazu **pollen**.
- Wyrównaj histogram obrazu **pollen** (*histeq* – standardowa funkcja biblioteki Image Processing pakietu MATLAB).
- Wyświetl obraz **pollen** po operacji wyrównania histogramu (*pokaz\_obraz*, samodzielnie dobierz wartość parametru 'typ').
- Wyznacz i zilustruj histogram obrazu **pollen** po operacji wyrównania histogramu (*hist\_obrazu*).

Wyjaśnij różnice pomiędzy wynikiem uzyskanym w punktach 1.f i 1.j.

W jakim celu wyrównuje się histogram obrazu?

## 2. Interpolacja

- a. Z plików 'lena\_ds2.mat', 'lena\_ds4.mat' i 'lena\_ds8.mat' załadować do przestrzeni roboczej obrazy: **lena\_ds2**, **lena\_ds4** i **lena\_ds8**. Trzy ostatnie obrazy są wynikiem odpowiednio 2-, 4- i 8-mio krotnej decymacji („podpróbkiowania”) obrazu **lena**.
- b. Wyświetl obrazy: **lena**, **lena\_ds2**, **lena\_ds4** i **lena\_ds8** (*pokaz\_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa').
- c. Przywróć pierwotny rozmiar każdemu ze zdecydowanych obrazów dla trzech rodzajów interpolacji: dwuliniowej (ang. bilinear), dwusześcienną (ang. bicubic) i metodą najbliższego sąsiada (ang. nearest neighbour) (*imresize* – standardowa funkcja modułu Image Processing pakietu MATLAB).
- d. Wyświetl obrazy po zmianie rozmiaru dla każdej z metod interpolacji (*pokaz\_obraz*, domyślne wartości parametrów: 'typ' i 'mapa') i porównaj z obrazem **lena**.
- e. Dla każdej metody interpolacji oceń dokładność operacji zmiany rozmiaru obrazu stosując jako kryterium błąd średnio-kwadratowy (*mse*).
- f. Wyniki przedstaw jako wykres błędu średnio-kwadratowego w funkcji krotności interpolacji (*plot* - standardowa funkcja pakietu MATLAB).

Która z zastosowanych metod interpolacji jest najdokładniejsza?

Od czego zależy dokładność metody interpolacji?

- g. Oceń szybkość każdej z trzech metod interpolacji dwuliniowej (ang. bilinear), dwusześcienną (ang. bicubic) i metodą najbliższego sąsiada (ang. nearest neighbour). W tym celu dla obrazu **lena** wykonaj kolejno jego powiększenie dla krotności powiększenia (interpolacji) równych: 2,4,6,...,30 (2 : 2 : 30) oraz dla trzech metod interpolacji: dwuliniowej (ang. bilinear), dwusześcienną (ang. bicubic) i metodą najbliższego sąsiada (ang. nearest neighbour) (pętla *for*, instrukcje: *tic* ... *toc*, funkcja *imresize* - standardowe funkcje pakietu MATLAB).
- h. Wyniki przedstaw jako wykres czasu wyznaczania powiększonego obrazu względem krotności jego powiększenia (interpolacji) (*plot* - standardowa funkcja pakietu MATLAB).

Która z zastosowanych metod interpolacji jest najszybsza?

## Sprawozdanie

Ćwiczenie nr 4    Data .....

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

Punkt ćwiczenia		Liczba punktów	Uzyskana liczba punktów	Uwagi prowadzącego
1	a) - c)	2		
	d)	1		
	e) - j)	2		
2	a) - f)	2		
	g) - h)	3		