

Laboratorium Przetwarzania Sygnałów

Ćwiczenie 6

„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, 2017



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)
- 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.

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

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:

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

Powyzsza 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 Poleceń* (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*).

Porównaj histogramy uzyskane w p. 1.c) i wyjaśnij podobieństwa i/lub różnice. 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*).

Porównaj histogramy uzyskane w p. 1.c) i 1.d) i wyjaśnij podobieństwa i/lub różnice.

- 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).
- Rozciągnij histogram obrazu **pollen**.
- Wyświetl obraz **pollen** po operacji wyrównania oraz rozciągnięcia histogramu (*pokaz_obraz*, samodzielnie dobierz wartość parametru 'typ').
- Wyznacz i zilustruj histogram obrazu **pollen** po operacji wyrównania oraz rozciągnięcia histogramu (*hist_obrazu*).

Wyjaśnij różnice pomiędzy wynikiem uzyskanym w punktach 1.f) i 1.j). Porównaj lokalny i globalny kontrast i dynamikę obrazów uzyskanych 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 zdecymowanych obrazów stosując każdy z trzech rodzajów interpolacji: dwuliniową (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 odtworzenia rozmiaru obrazu stosując jako kryterium błąd średnio-kwadratowy (*mse*). Wyniki zapisz w odpowiednich rubrykach *Sprawozdania*.
- f) Wyniki przedstaw jako wykres błędu średnio-kwadratowego w funkcji krotności interpolacji (*plot* - standardowa funkcja pakietu MATLAB).

Dla której z zastosowanych metod interpolacji uzyskano najmniejszą wartość błędu średniokwadratowego i dlaczego?

- 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). Wyniki zapisz w odpowiednich rubrykach *Sprawozdania*.
- h) Wyniki przedstaw jako wykres czasu wyznaczania powiększonego obrazu względem krotności jego powiększenia (interpolacji) (*plot* - standardowa funkcja pakietu MATLAB).

Dla której z zastosowanych metod interpolacja jest najszybsza i dlaczego?

Sprawozdanie

Ćwiczenie nr 6 „Interpolacja i histogram obrazów”

L.p.	Imię i nazwisko		Grupa	Data	
1					
2					
3					
Punkt ćwiczenia	Wyniki		Liczba punktów	Uzyskana liczba punktów	Uwagi prowadzącego
1	a)-c)	X	2		
	d)	X	1		
	e)-k)	X	2		
2	a)-f)	Interpolacja	MSE	2	
		dwuliniowa			
		dwusześcienna			
		metodą najbliższego sąsiada			
	g)-h)	Interpolacja	Czas	3	
		dwuliniowa			
		dwusześcienna			
		metodą najbliższego sąsiada			