Cyfrowe przetwarzanie i kompresja danych

Wykład 6

Operacje na obrazach. Filtracja cyfrowa.

Operacje na obrazach

- dodawanie
- odejmowanie
- mnożenie i dzielenie
- mieszanie liniowe
- mieszanie metodą wagową

Dodawanie

- metoda: sumowanie odpowiednich elementów
- uzyskany obraz musi być poddany normalizacji (skalowaniu wartości pikseli tak, by odpowiadały poziomom występującym w obrazach oryginalnych).
- redukcja szumu – stosunek sygnał-szum w sumowanym sygnale rośnie z pierwiastkiem kwadratowym liczby sumowanych obrazów.
- SNR= N-liczba obrazów poddanych sumowaniu
- problem rozmiarów,
- problem wielkości liczby uzyskanej w wyniku sumowania - niebezpieczeństwo przekroczenia zakresu.
-

Odejmowanie

- problemy skalowania i zakresu jak przy sumowaniu,
- zastosowanie:
  - od obrazu uzyskanego z CCD odejmuje się ciemną ramkę, odpowiadającą poziomowi sygnału szumu termicznego kamery – usuwanie stałego błędu,
  - nieostre maskowanie – obraz sztucznie rozmyty odejmuje się od obrazu oryginalnego w celu eliminacji składowych niskopasmowych i podniesienia kontrastu obrazu.

Mnożenie i dzielenie obrazu (1)

- mnożeniu lub dzieleniu poddaje się wartości poszczególnych pikseli. Mnożenie (i normalizację) wykorzystuje się do uwypuklenia elementów słabo różniących się, szczególnie gdy obraz jest mało dynamiczny (zwiększenie różnicy między poziomami barw, czyli kontrastu)
- np.: 123 125 130 131 125 14 5

do kwadratu daje

15129 15625 16900 17161 12625 196 25

dzielimy przez np. 125

- 121 125 135 137 125 1.5->2 0.2->0

Mnożenie i dzielenie obrazu (2)

- po dokonaniu mnożenia można określić poziom wartości danych, poniżej którego dane wyzerujemy – eliminacja szumu.
- dzielenie obrazu pozwala na eliminacje danych o małych wartościach (ze względu na zbliżenie wyniku do zera i zaokrąglanie do wartości całkowitych). Daje to eliminację szumu.
- Problem: gdy poziom jasności obrazów dzielonych jest mały, należy przed podzieleniem przeskalować je na wyższy poziom jasności, inaczej znaczne ilości danych „wpadną” do przedziału (0,1> i zostaną wyzerowane. Algorytm dzielenia musi także omijać piksele o wartości 0.

Mieszanie liniowe obrazów

(tzw. mieszanie alfa)

- proces odbywa się w N krokach. Polega na iteracyjnym wyznaczaniu wartości pikseli nowego obrazu ma drodze obliczeń:

jasność_piksela_iteracji_n=alfa*piksel_obrazu_A + (1-alfa)*piksel_obrazu_B

- współczynnik alfa zmienia się liniowo od 0 do 1, z postępem 1/N

Mieszanie obrazów metodą wagową (1)

- polega na przypisaniu odpowiednich współczynników wagowych elementom poszczególnych obrazów, tak by miały mniejszy lub większy udział w obrazie wynikowym
- w odróżnieniu od mieszania liniowego dokonuje się jednokrotnie
- piksele obrazu wyjściowego mają wartości:

jasność_piksela=waga1*piksel_obrazu_a + waga2*piksel_obrazu2

- możliwe jest mieszanie większej liczby obrazów,
- suma poszczególnych wag wynosi 1

Mieszanie obrazów metodą wagową (2)

- zastosowanie:
- potrzebne będą:
  - a) ramka bazowa r_b – obraz uzyskany przy zamkniętej migawce, zawierający wyłącznie szum przyrządu
  - b) ramka równomierności r_r – obraz uzyskany przez ekspozycję równomiernie oświetlonego tła, zawierający sygnał znacznie przewyższający szum. Pozwala to określić nierównomierność czułości przyrządu.
  - c) r_o - ramka obrazu właściwego.
- od obrazu właściwego odejmuje się ramkę bazową
- $r_{bs} = r_o – r_b$ – ramka obrazu bez szumu
- $r_{rbs} = r_r – r_{bs}$ – ramka równomiernosci bez szumu,
- $r_{wyn} = r_o / r_{rbs}$ – ramka wynikowa

Filtracja cyfrowa

- filtracja dolnoprzepustowa
- filtracja górnoprzepustowa
- filtry wykrywania krawędzi

Filtracja (1)

Filtracja obrazów dostarcza szereg możliwości wydobycia z obrazu oryginalnego szeregu informacji lub ułatwia jego obróbkę.

Filtrację obrazów cyfrowych uzyskuje się wykorzystując operację splotu. Operacja splotu oblicza nową wartość piksela obrazu na podstawie wartości pikseli sąsiadujących. Każdy wartość pikselu sąsiadującego jest odpowiednio ważona i wpływa na końcową wartość piksela obrazu po filtracji zgodnie ze wzorem :

$$P_i = \frac{\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=1}^{K} P_{kl} * F_{kl}}{N}$$

gdzie:

P_i - wartość kolejnego piksela po filtracji,

K - rząd macierzy filtru, (np. 3 -> filtr 3x3),

P_{kl} - kolejna wartość piksela obrazu oryginalnego,

F_{kl} - kolejna wartość wagi filtru,

N - norma filtru: suma wartości wag filtru, lub 1 gdy suma wynosi 0.

Filtracja (2)

W odniesieniu do obrazu cyfrowego pojęcie pojęcie filtru dyskretnego oznacza macierz NxN np.:

1 1 1
1 1 1
1 1 1

Operacja splotu sygnału z równaniem filtru realizowana jest na drodze mnożenia macierzy danych sygnału przez macierz filtru:

x x x
x piksel x × macierz filtru = nowy_piksel
x x x

mnożenie typu „element przez element”

zastąpienie piksela sumą iloczynów

Filtracja (3)

$$F1 = \begin{matrix} f_{-1,-1} & f_{-1,0} & f_{-1,1} \\ f_{0,-1} & f_{0,0} & f_{0,1} \\ f_{1,-1} & f_{1,0} & f_{1,1} \end{matrix} = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

nowy_piksel=($f_{-1,-1} * s_{-1,-1} + f_{-1,0} * s_{-1,0} + f_{-1,1} * s_{-1,1} +$
$f_{0,-1} * s_{0,-1} + f_{0,0} * s_{0,0} + f_{0,1} * s_{0,1} +$
$f_{1,-1} * s_{1,-1} + f_{1,0} * s_{1,0} + f_{1,1} * s_{1,1}$) / norma

Norma to suma wartości elementów filtru lub wartość 1 gdy suma=0.

F1 to filtr uśredniający

Filtr jednostkowy (nie robiący nic) to
$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Filtracja (4)

- Filtry dolnoprzepustowe: (do redukcji szumu i uwypuklania elementów)

F1, LP1	LP2	LP3	Gaussa
1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 2 1
1 2 1	1 4 1	1 12 1	2 4 2
1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 2 1

- Filtry górnoprzepustowe

mean removal	hp1	hp2	hp3
-1 -1 -1	0 -1 0	1 –2 1	0 -1 0
-1 9 -1	-1 5 -1	-2 5 -2	-1 20 -1
-1 –1 –1	0 -1 0	1 –2 1	0 -1 0

- Wykrywanie krawędzi metodą odejmowania

pionowa	pozioma	pionowo-pozioma
0 –1 0	0 0 0	-1 0 0
0 1 0	-1 1 0	0 1 0
0 0 0	0 0 0	0 0 0

Filtracja (5)

- Filtry detekcji krawędzi:

Filtr Laplacea

Nazwa tej grupy filtrów wywodzi się od równania Laplace'a, według którego zbudowano tego rodzaju filtry. Operator funkcji dwuwymiarowej zwany dalej laplasjanem jest określany jako suma pochodnych cząstkowych drugiego rzędu danej funkcji względem każdego wymiaru co można zapisać wzorem:

$$L\left[f(x,y)\right] = \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}$$

gdzie:

L - laplasjan,

$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2}; \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}$ - pochodne cząstkowe.

Filtracja (6)

Aproksymując pochodne cząstkowe do postaci:

$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} = f(x+1,y) - 2f(x,y) + f(x-1,y)$$
$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2} = f(x,y+1) - 2f(x,y) + f(x,y-1)$$

operator Laplace'a możemy zapisać jako:

$$L\left[f(x,y)\right] = -4f(x,y) + f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1)$$

co można wyrazić poprzez następującą maskę filtru:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Filtracja (7)

Przy użyciu innych wzorów na aproksymacje drugiej pochodnej (np. stosując zależność *f''(x) = [f'(x)]'*)

Pięciopunktowa maska filtru Laplace'a

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -16 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Trzypunktowa maska filtru Laplace'a

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

Filtracja (8)

- Wykrywanie krawędzi metodą przesuwania i odejmowania

W algorytmie tym odejmuje się przestrzennie przesuniętą kopię obrazu od oryginalnego obrazu. Obraz przesuwamy o jeden piksel w kierunkach poziomym, pionowym albo w obu i odejmujemy przesuniętą kopię od oryginału.

- Efekt płaskorzeźby

Efekt ten uzyskuje się dokonując splotu sygnału z równaniem filtrów do uzyskania efektu płaskorzeźby:

pionowy	poziomy
-1 0 1	-1 -1 -1
-1 1 1	0 1 0
-1 0 1	1 1 1