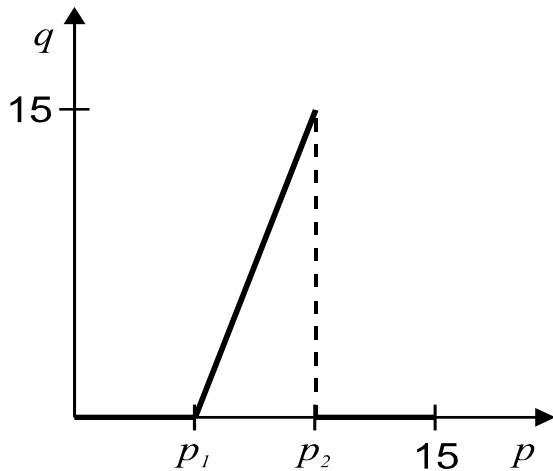


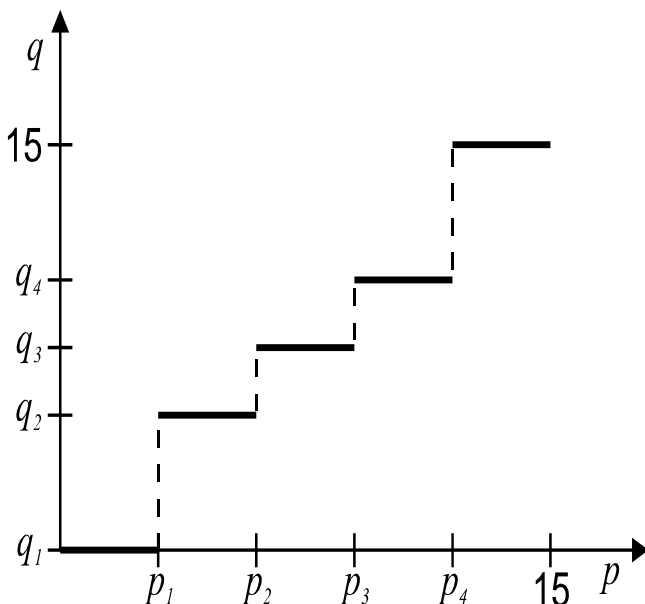
Operator rozciągania



$$q = \begin{cases} (p - p_1) \frac{15}{(p_2 - p_1)} & \text{dla } p_1 < p \leq p_2 \\ 0 & \text{dla } p \leq p_1, p > p_2 \end{cases}$$

Obliczyć obraz q i jego histogram dla $p_1=4, p_2=8$;

Operator redukcji poziomów szarości

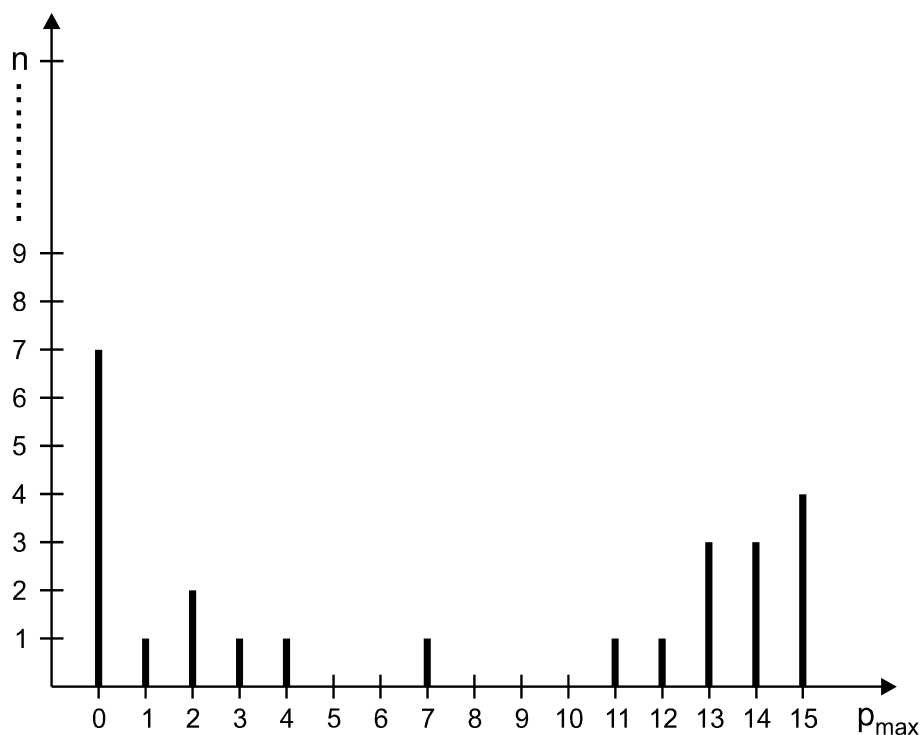


$$q = \begin{cases} 0 & \text{dla } p \leq p_1 \\ q_2 & \text{dla } p_1 < p \leq p_2 \\ q_3 & \text{dla } p_2 < p \leq p_3 \\ q_4 & \text{dla } p_3 < p \leq p_4 \\ 15 & \text{dla } p_4 < p \leq 15 \end{cases}$$

Obliczyć obraz $[q]$ i jego histogram dla:
 $p_i = (2), (4), (6), (8)$; $q_2 = 3, q_3 = 6, q_4 = 9$;

Obraz pierwotny $[p(i,j)]$ i jego histogram

15	15	0	0	2
13	13	15	0	0
0	0	7	14	14
0	1	2	3	4
15	14	13	12	11



Zadanie: Dla zadanego powyżej obrazu, przy zastosowaniu poznanych operacji jednopunktowych (przy zadanych wartościach liczbowych parametrów) znaleźć obrazy wynikowe oraz sporządzić ich histogramy.

Operacje jednopunktowe dwuargumentowe i wieloargumentowe:

Są to operacje, w których na wartość zadanego piksela obrazu wynikowego o współrz. (i,j) mają wpływ tylko wartości pikseli obrazów pierwotnych (argumentów) o współrzędnych (i,j) :

$$c_{ij} = f_D(a_{ij}, b_{ij})$$

f_D : operator liniowy lub nieliniowy (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, logarytm, operacje logiczne (AND, OR, NOT...))

$c_{i,j}$ - wartość piksela obrazu wynikowego (w przypadku otrzymania ułamka następuje zaokrąglenie do najbliższej, większej od niego liczby całkowitej)

$a_{i,j}, b_{i,j}, \dots$ - wartości pikseli obrazów pierwotnych

Dodawanie:

$$c_{ij} = \frac{(a_{ij} + b_{ij})}{k}, \quad k - \text{liczba obrazów; przykład: } k = 2,$$

$$\begin{array}{ccc} \begin{bmatrix} 0 & 12 & 142 & 255 \\ 1 & 6 & 40 & 254 \\ 24 & 0 & 20 & 255 \\ 30 & 2 & 10 & 240 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 14 & 11 & 9 & 253 \\ 3 & 5 & 39 & 254 \\ 11 & 1 & 19 & 255 \\ 18 & 2 & 11 & 256 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 7 & 12 & 76 & 254 \\ 2 & 6 & 40 & 254 \\ 18 & 1 & 20 & 255 \\ 23 & 2 & 11 & 248 \end{bmatrix} \\ a_{ij} & b_{ij} & c_{ij} \end{array}$$

Przykładowe zastosowanie: redukcja zakłóceń

Odejmowanie: obliczanie wartości bezwzględnych różnic pomiędzy kolejnymi obrazami

1-szy etap: $a_{ij}-b_{ij}$

$$\begin{bmatrix} -14 & 1 & 133 & 2 \\ -2 & -19 & -60 & 254 \\ 15 & -1 & -60 & 254 \\ 0 & 0 & -100 & -15 \end{bmatrix}$$

2-gi etap: $c_{ij} = |a_{ij}-b_{ij}|$

$$\begin{bmatrix} 14 & 1 & 133 & 2 \\ 2 & 19 & 60 & 254 \\ 15 & 1 & 60 & 254 \\ 0 & 0 & 100 & 15 \end{bmatrix}$$

Przykładowe zastosowanie: porównywanie obrazów

Mnożenie

Przykładowe zastosowania: korekcja nieliniowości, tworzenie okna.

a) korekcja nieliniowości

$$c_{ij} = k[(a_{ij} \times b_{ij}) + a_{ij}]$$

Przykład: $k=1$

$$\begin{bmatrix} 0 & 12 & 142 & 255 \\ 1 & 6 & 40 & 254 \\ 24 & 0 & 20 & 255 \\ 30 & 2 & 10 & 240 \end{bmatrix}$$

obraz $[a_{ij}]$

$$\begin{bmatrix} .3 & .4 & .1 & .1 \\ .3 & 0 & 0 & .1 \\ .3 & 0 & 0 & .0 \\ .4 & .1 & 0 & .1 \end{bmatrix}$$

współczynniki
korekcji b_{ij}

$$\begin{bmatrix} 0 & 17 & 157 & 255 \\ 2 & 6 & 40 & 255 \\ 32 & 0 & 20 & 255 \\ 42 & 3 & 10 & 255 \end{bmatrix}$$

obraz $[c_{ij}]$

b) tworzenie okna

$$c_{ij} = a_{ij} \times b_{ij} ; \quad b_{ij} = 1 - \text{wewnątrz okna} \\ 0 - \text{poza oknem}$$

Przykład:

$$\begin{bmatrix} 0 & 12 & 142 & 255 \\ 1 & 6 & 40 & 254 \\ 24 & 0 & 20 & 255 \\ 30 & 2 & 10 & 240 \end{bmatrix}$$

obraz $[a_{ij}]$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

współczynniki b_{ij}
tworzenia okna

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 142 & 0 \\ 0 & 6 & 40 & 0 \\ 0 & 0 & 20 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

obraz $[c_{ij}]$

Tablica LUT (Look - Up Table)

Jest to tablica obrazująca zasadę szybkiego wyznaczania wielkości będących wynikami realizacji zadanego odwzorowania.

W przypadku operacji na obrazach:

$$[q(i, j)] = f[p(i, j)]$$

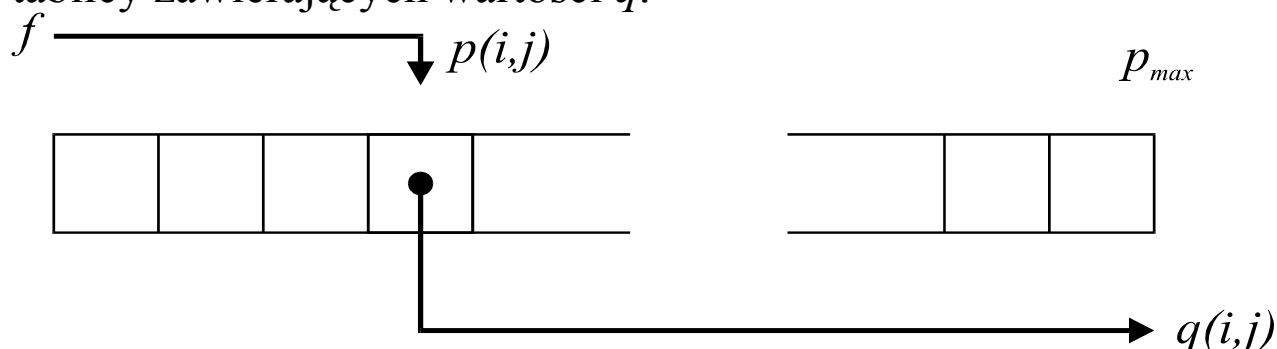
gdzie:

$[p(i, j)]$ - obraz pierwotny, $[q(i, j)]$ - obraz wynikowy

f - operator odwzorowujący wartości pikseli obrazu $[p(i, j)]$ na wartości pikseli obrazu $[q(i, j)]$

Zasada działania tablicy LUT:

Dyskretne wartości argumentu p są *indeksami* (adresami) *elementów* tablicy zawierających wartości q .



Przykładowe zastosowania tablicy LUT:

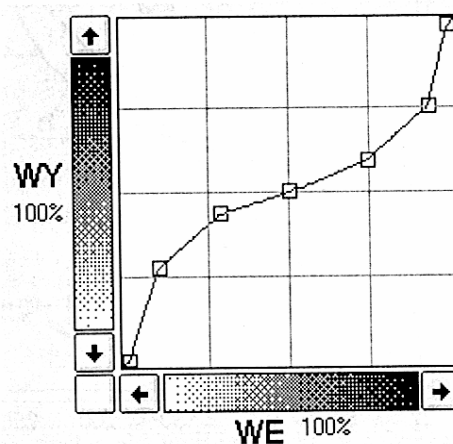
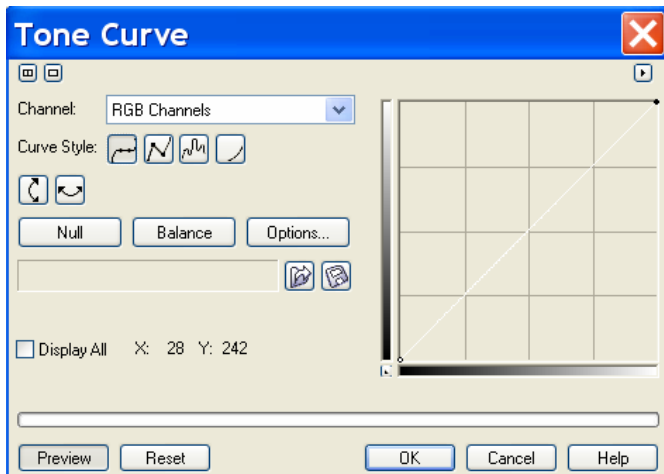
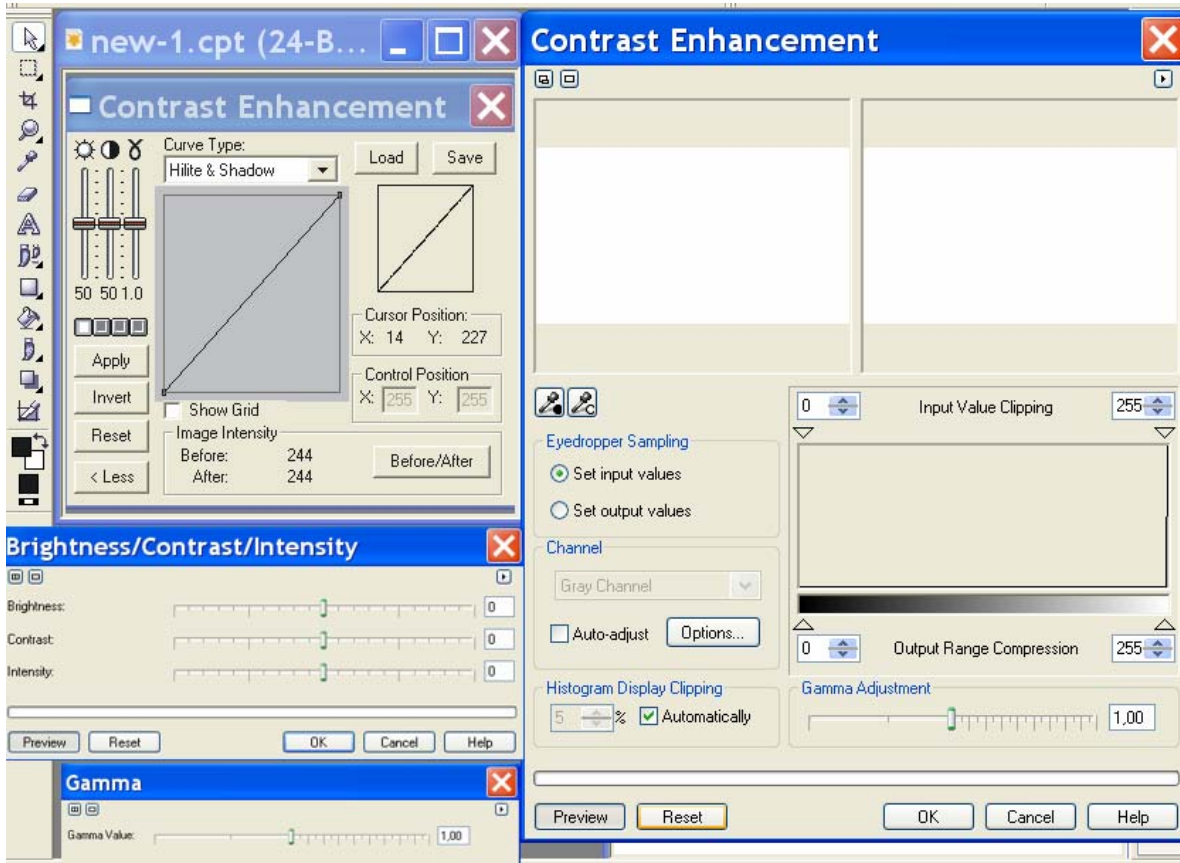
a) **Uniwersalny Operator Punktowy** (identyczności, odwrotności, progowania, rozciągania itd.);

indeksy tablicy: wartości **kolejnych poziomów jasności** obrazu pierwotnego, *elementy tablicy*: **odpowiednie poziomy jasności** pikseli obrazu wynikowego,

b) histogram;

indeksy tablicy: wartości **kolejnych poziomów jasności** obrazu pierwotnego, *elementy tablicy*: **liczby pikseli** (lub **względna zawartość pikseli**) o zadanym poziomie jasności.

Przykład realizacji uniwersalnego operatora punktowego (wykorzystanie programu PhotoPaint11) Regulacja jasnością, kontrastem i korekcją gamma



Praca domowa

Rozwiązać zadania ze skryptu:

M. Doros, Przetwarzanie obrazów, skrypt WSISIZ Warszawa 2005.

3.4 Zadania (str.60-62)

Przykłady zadań

Zadanie 1

Z podanego obrazu $[p(i,j)]$, gdzie $M=16$, $L_{min}=0$, wyodrębnić 2 zaznaczone tłustym drukiem obiekty w taki sposób, aby pierwszy został zanegowany a drugi został sprowadzony do poziomu $q=14$. Tło ma być jednolite o poziomie 0.

	1	2	7	9	9
1	3	5	8	7	10
	8	7	8	12	14
	7	10	11	12	14
	7	10	9	13	12

Diagram showing a 5x5 grid of numbers. A box labeled '1' has an arrow pointing to the first column. A box labeled '2' has an arrow pointing to the last column. The numbers in the first and last columns are bolded in the original image.

- Podać opis matematyczny zastosowanych operatorów, oraz ich interpretacje: w postaci tablicy LUT oraz geometryczną (na jednym wykresie).
- Sporządzić histogramy (w postaci tablic LUT i graficznej) obrazu pierwotnego $[p(i,j)]$ i wynikowego $[q(i,j)]$.
- Uzasadnić dokonany w punkcie „a” wybór rodzaju operatora jednopunktowego odniesionego do poziomów szarości **nie występujących** w obrazie pierwotnym

Zadanie 2

Z podanego obrazu $[p(i,j)]$, gdzie $M=16$, $L_{min}=0$, wyodrębnić 2 zaznaczone tłustym drukiem obiekty w taki sposób, aby pierwszy zachował poziomy szarości a drugi został sprowadzony do pełnego zakresu $[L_{min}, L_{max}]$ poziomów szarości. Tło ma być jednolite o poziomie 6.

	1	2	7	9	9
1	5	4	8	7	10
	8	7	8	12	14
	7	10	11	12	14
	7	10	9	13	12
				2	

- Podać opis matematyczny zastosowanych operatorów, oraz ich interpretacje: w postaci tablicy LUT oraz geometryczną (na jednym wykresie).
- Sporządzić histogramy (w postaci tablic LUT i graficznej) obrazu pierwotnego $[p(i,j)]$ i wynikowego $[q(i,j)]$.
- Uzasadnić dokonany w punkcie „a” wybór rodzaju operatora jednopunktowego odniesionego do poziomów szarości **nie występujących** w obrazie pierwotnym.

Zastosowania tablicy LUT

Zadanie

a) Dany jest histogram:

0	0	0	0	0	15	0	0	2	0	0	1	0	0	0	7
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Na jego podstawie utworzyć obraz $N \times N$ składający się z jasnego obiektu bez zakłóceń oraz z ciemnego tła zawierającego zakłócenia.

b) Dany jest histogram:

5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Na jego podstawie utworzyć 2 obrazy:

- o dużej kontrastowości pomiędzy sąsiadującymi obszarami,
- o małej kontrastowości pomiędzy sąsiadującymi obszarami.

Literatura podstawowa:

1. M. Doros, Przetwarzanie obrazów, Skrypt WSISIZ, Warszawa 2005.

Literatura uzupełniająca:

1. C.D. Watkins et al., Nowoczesne metody przetwarzania obrazu, WNT Warszawa 1995
2. R. Tadeusiewicz, Systemy Wizyjne Robotów Przemysłowych, WNT Warszawa, 1992.