

## WYKŁAD 2

### AKWIZYCJA I PRZETWARZANIE WSTĘPNE

#### Akwizycja (pozyskiwanie) obrazu

**Akwizycja obrazu** - przetworzenie *obrazu obiektu fizycznego* ( $f(x,y)$ ) do postaci zbioru danych dyskretnych (*obraz cyfrowy*) nadających się do dalszego przetwarzania.

#### Elementy procesu akwizycji:

1. Oświetlenie obrazu.
2. Formowanie obrazu (optyczne).
3. Detekcja obrazu.
4. Formowanie wyjściowego sygnału z urządzenia (kamera, skaner)

Formy obrazu na poszczególnych etapach procesu akwizycji:

- optyczna,
- elektryczna,
- cyfrowa.

Obraz cyfrowy:  $N \times N$  piksli.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, N-1) \end{bmatrix}$$

## **Wstępne przetwarzanie obrazu**

Celem wstępnego przetwarzania obrazu jest **redukcja zniekształceń** obrazu powstałych w procesie akwizycji

### **Rodzaje zniekształceń:**

1. Zniekształcenia *radiometryczne*
2. Zniekształcenia *geometryczne*

### **Korekcja zniekształceń radiometrycznych**

Zniekształcenia *radiometryczne*, są spowodowane:

- nierównomiernością oświetlenia,
- błędami konwersji oświetlenie – sygnał elektryczny (tzn. błędami detekcji)

Proces korekcji radiometrycznej:

## 1. Korekcja sumacyjna jednorodnego jasnego obrazu odniesienia $[P_{od}(x,y)]$ :

$[KORA(x,y)]$

$[P_{od}(x,y)]$

$[P(x,y)]$

0	1	2	0
0	1	1	0
1	1	0	0
1	2	0	1

10	11	12	12
12	10	11	11
13	10	12	10
10	11	11	10

8	8	2	1
8	7	2	3
4	3	3	1
3	2	1	1

$$P_{KORA}(x,y) = P_{od}(x,y) - KORA(x,y) \quad \text{dla } x=1,\dots,N, y=1,\dots,N,$$

$KORA(x,y)$  - wartość (poziom jasności) piksla obrazu przy zasłoniętym obiektywie (dla tzw. *prądu ciemnego*)

$P_{od}(x,y)$  - wartość piksla jednorodnego jasnego obrazu odniesienia

$P_{KORA}(x,y)$  - wartość piksla jednorodnego jasnego obrazu odniesienia po korekcji sumacyjnej

## 2. Korekcja iloczynowa.

$$P_{KORM}(x,y) = [P(x,y) - KORA(x,y)] * KORM(x,y)$$

$P(x,y)$  - wartość piksla obrazu wejściowego

$KORM(x,y)$  - wartość współczynnika korekcji dla piksla o współrzędnych  $(x,y)$  obliczona według wzoru:

$$KORM(x,y) = \frac{P_{KORA \max}}{P_{KORA}(x,y)}$$

$P_{KORA \max}$  - maksymalna wartość piksla w obrazie  $[P_{KORA}(x,y)]$

$P_{KORM}(x,y)$  - wartość piksla obrazu wynikowego

## **Korekcja zniekształceń geometrycznych**

### **Zniekształcenia *geometryczne* są spowodowane:**

- nieliniowością układów przeglądarki,
- nierównoległością płaszczyzn obrazu i elementu fotoczułego kamery prowadzącymi do skrótów perspektywy np. krzywizna ziemi w zdjęciach satelitarnych, skaningowy mikroskop elektronowy, zdjęcia z powietrza do sporządzania map,
- własnościami toru optycznego np.: mikroskopia
- obrotem kamery,
- zmianami skali.

### **Konieczność usuwania zniekształceń geometrycznych:**

- Pomiar odległości i pól powierzchni,
- Dopasowywanie obiektów na obrazach,
- Dopasowywanie obrazów na potrzeby rekonstrukcji obrazu z fragmentów,
- Tworzenie map, planów na podstawie zdjęć,
- Nakładania obrysów mapy na zdjęcia satelitarne pogodowe.
- Nakładanie map rozkładu potencjału elektrycznego na powierzchnie 3D.

### **Realizacja korekcji zniekształceń geometrycznych**

- Aproksymacja transformacji wielomianem
- Przekształcenia rozciągające
- Przekształcenia afiniczne

## Aproksymacja transformacji wielomianem pierwszego stopnia:

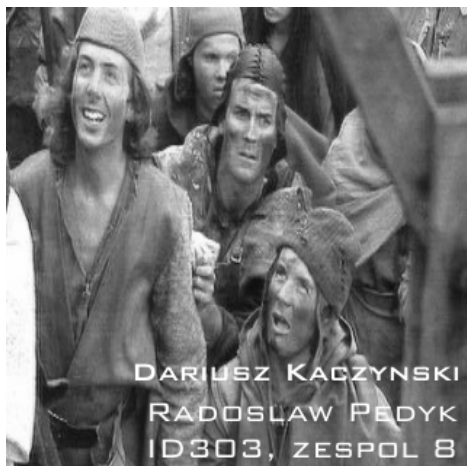
$$u = ax + by + c$$

$$v = dx + ey + f$$

$x, y$  - obraz niezniekształcony,

$u, v$  - obraz zniekształcony,

punkty kontrolne (niewspółliniowe)  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3),$   
 $(u_1, v_1), (u_2, v_2), (u_3, v_3),$



Form3

PODAJ WSPÓŁRZĘDNE PUNKTÓW KONTROLNYCH :

Obraz niezniekształcony		Obraz zniekształcony	
x1	y1	u1	v1
1	1	11	10
x2	y2	u2	v2
50	90	108	38
x3	y3	u3	v3
90	50	108	-18

OK



Przykład:

Dane:

$$(x_1, y_1) = (8, 10)$$

$$(x_2, y_2) = (6, 4)$$

$$(x_3, y_3) = (10, 2)$$

$$(u_1, v_1) = (14, 6)$$

$$(u_2, v_2) = (11, 7)$$

$$(u_3, v_3) = (10, 5)$$

Obraz zniekształcony

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

Znaleźć:

obraz skorygowany.

(znalezienie a,b,c,d,e,f, rozwiązując 6 równań liniowych 1-go stopnia).

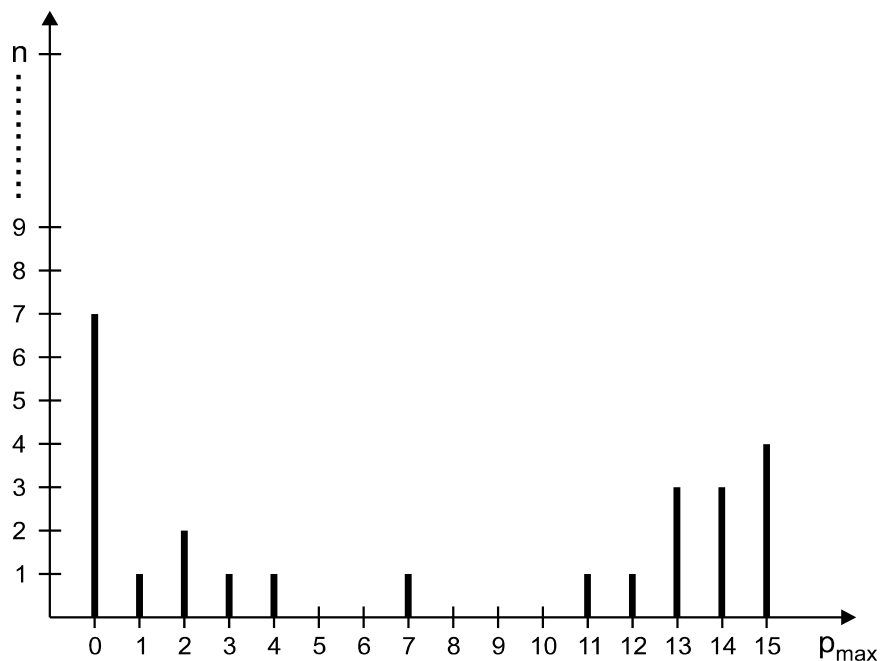
## Siatka afiniczna

### Transformacja lokalna



Histogram – rozkład częstości pojawiania się w obrazie pikseli o zadanych poziomach jasności

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



Operacje na histogramie:

a) *rozciąganie*

b) *wyrównywanie* → spłaszczenie; cel: normalizacja obrazu przy porównywaniu

**efekt rozciągania:** *wyostrzenie* obrazu

## Odszumianie

**Szum** - zjawisko przypadkowe; zakłócenia wartości piksli a) w czasie b) w przestrzeni

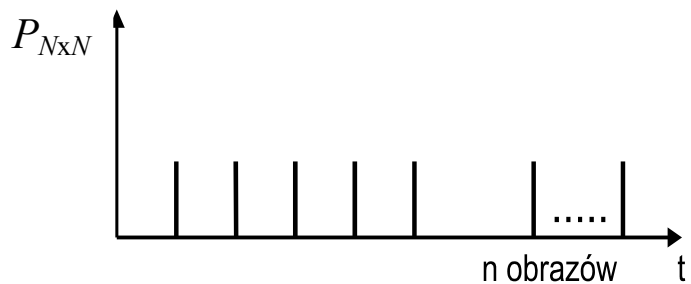
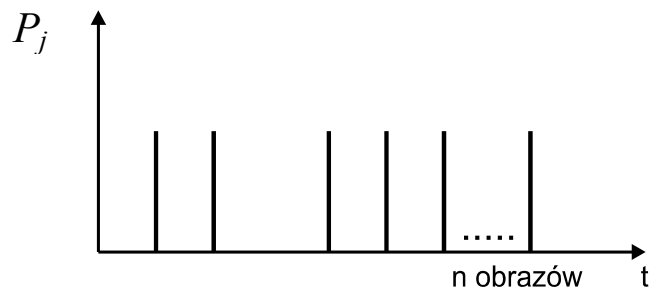
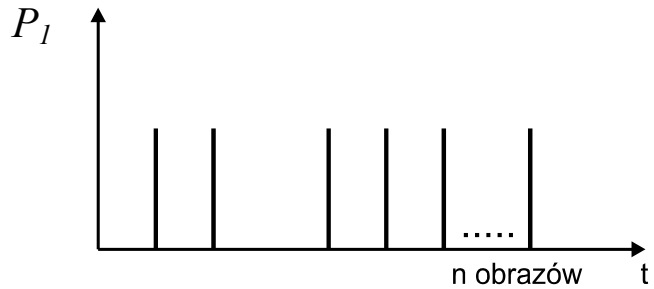
**Sposoby redukcji szumu:** *odszumianie czasowe, odszumianie przestrzenne*

- Uśrednianie czasowe (dotyczy obrazów statycznych)

$P_1$  - wartość pierwszego piksela obrazu,  $P_{N \times N}$  - wartość ostatniego piksela,  $N \times N$  - liczba piksli w obrazie. Np. dla  $N=4$  liczba piksli w obrazie wynosi  $N \times N = 16$ .

$P_j$  = wartość  $j$ -tego piksela obrazu

14	15	13	15
12	14	0	15
13	12	12	14
15	14	14	12



$$P_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

$n$  - liczba pojawień się obrazu  $i = 1 \div n$

$N \times N$  - liczba piksli w obrazie  $j = 1 \div N \times N$



- Uśrednianie przestrzenne (obrazy statyczne oraz zmienne w czasie)

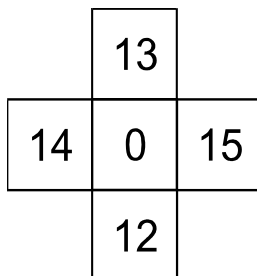
15	13	15
14	0	15
12	12	14



15	13	15
14	12	15
12	12	14

$$P_{sr} = \frac{\sum_i^n P_i}{n}$$

$n$  - liczba piksli otoczenia  
(wraz z pikslem przetwarzanym)



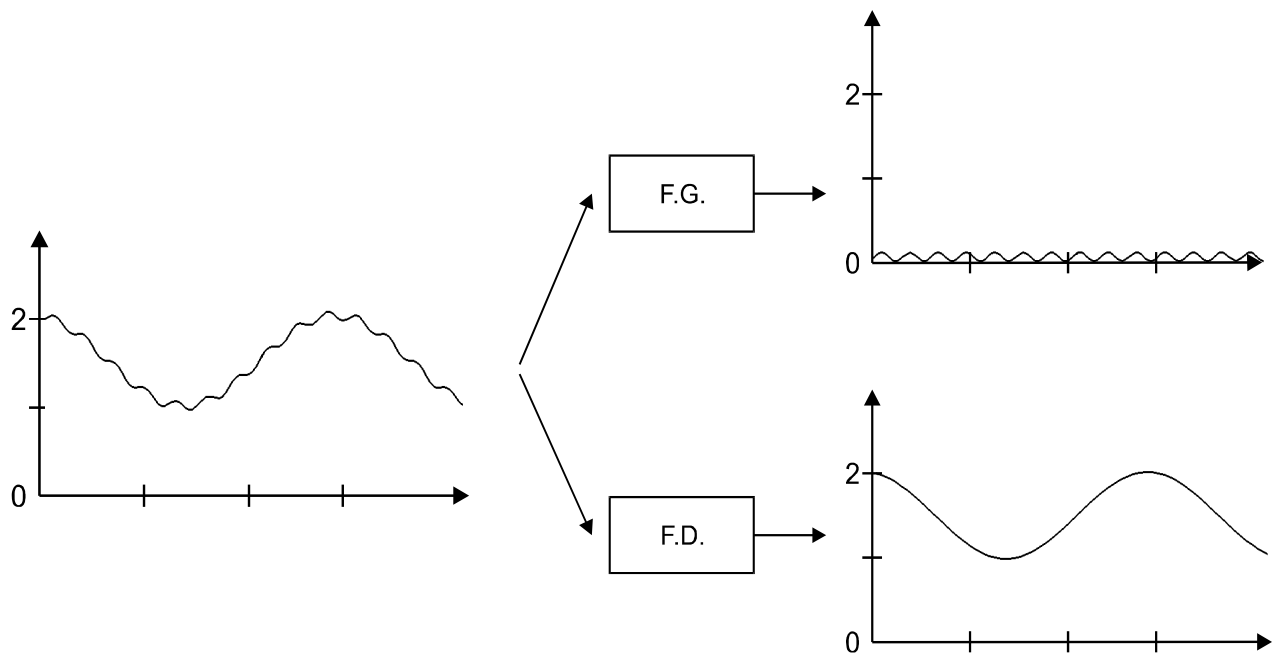
$n = 9$  - otoczenie 8-spójne

$n = 5$  - otoczenie 4-spójne

## METODY FILTRACJI OBRAZU

Cel filtracji: polepszenie jakości obrazu według **zadanych kryteriów**

### Interpretacja częstotliwościowa



FG - filtracja górnoprzepustowa

FD - filtracja dolnoprzepustowa

## Podstawowe operacje na obrazach w praktycznych zastosowaniach:

- *operacje jednopunktowe (punktowe),*
- *operacje sąsiedztwa.*

### **Operacje jednopunktowe (punktowe)**

#### Operacje jednopunktowe jednoargumentowe:

Są to operacje, w których na wartość zadanego piksla obrazu wynikowego o współrz.  $(i,j)$  ma wpływ wartość **tylko jednego piksla** obrazu pierwotnego o współrzędnych  $(i,j)$ :

$$[q(i,j)] = f[p(i,j)], \quad f - \text{operator (liniowy lub nieliniowy)}$$

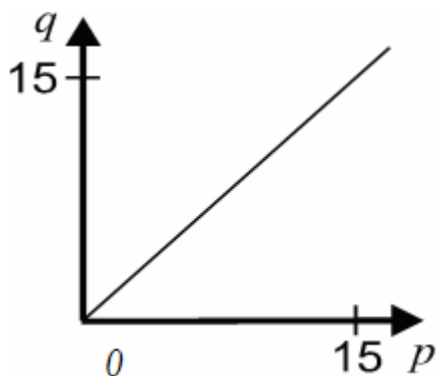
$[p(i,j)]$  - obraz pierwotny,  $[q(i,j)]$  - obraz wynikowy

$p(i,j)$ ,  $q(i,j)$ , - wartości piksla o współrz.  $(i,j)$  obrazu pierwotnego i wynikowego

## Rodzaje operatorów jednopunktowych jednoargumentowych

**Operator identyczności**  $q(i,j) = p(i,j)$  dla  $L_{\min} \leq p \leq L_{\max}$

Dla  $L_{\min} = 0$ ,  $L_{\max} = 15$  (czyli  $M=16$ ):  $[q] = [p]$



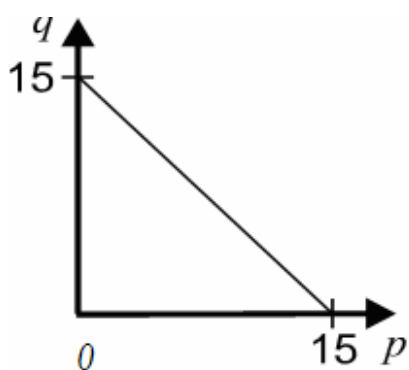
15	15	0	0	2
13	13	15	0	0
0	0	7	14	14
0	1	2	3	4
15	14	13	12	11

**Operator odwrotności (negacji):**

$q(i,j) = L_{\max} - p(i,j)$  dla  $L_{\min} \leq p \leq L_{\max}$

Dla  $L_{\min} = 0$ ,  $L_{\max} = 15$  (czyli  $M=16$ ):  $q(i,j) = 15 - p(i,j)$

[q]

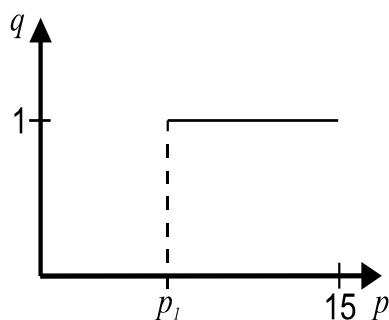


0	0	15	15	13
2	2	0	15	15
15	15	8	1	1
15	14	13	12	11
0	1	2	3	4

## Operator progowania (binaryzacji)

$$q = \begin{cases} 0 & \text{dla } p \leq p_1 \\ 1 & \text{dla } p > p_1 \end{cases}$$

$$p_1 = 5$$

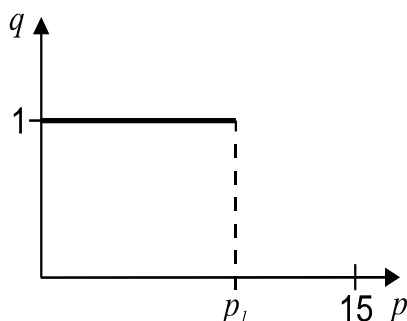


1	1	0	0	0
1	1	1	0	0
0	0	1	1	1
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

## Odwrotny operator progowania (binaryzacji)

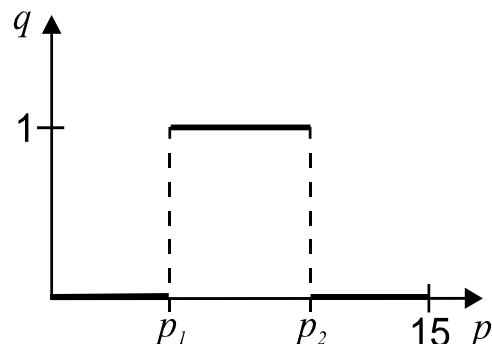
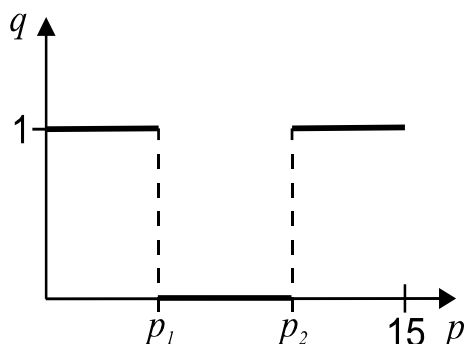
$$q = \begin{cases} 1 & \text{dla } p \leq p_1 \\ 0 & \text{dla } p > p_1 \end{cases}$$

$$p_1 = 5$$



0	0	1	1	1
0	0	0	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0

## Operatory progowania przedziałami (binarne).



## Operatory progowania z zachowaniem poziomów szarości

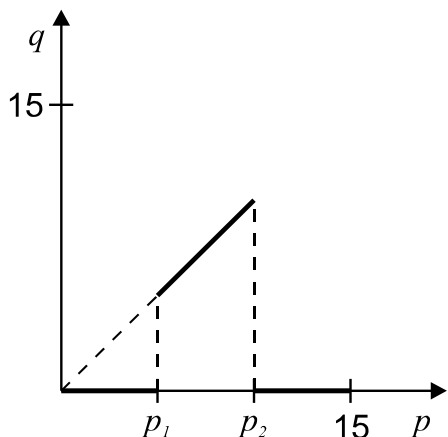
Z zachowaniem identyczności

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

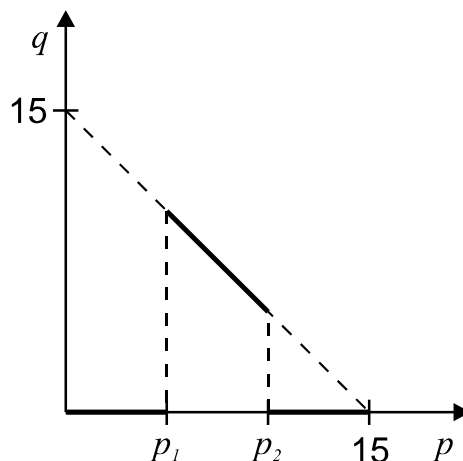
Z zachowaniem odwrotności (negacji)

$$q = \begin{cases} L_{\max} - p & \text{dla } p_1 \leq p \leq p_2 \\ 0 & \text{dla } p < p_1, p > p_2 \end{cases}$$

Dla  $L_{\min} = 0$ ,  $L_{\max} = 15$  (czyli  $M=16$ ):



$$p_1 = 2, p_2 = 12$$



$$p_1 = 2, p_2 = 12$$

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

0	0	0	0	2
0	0	0	0	0
0	0	7	0	0
0	0	2	3	4
0	0	0	12	11

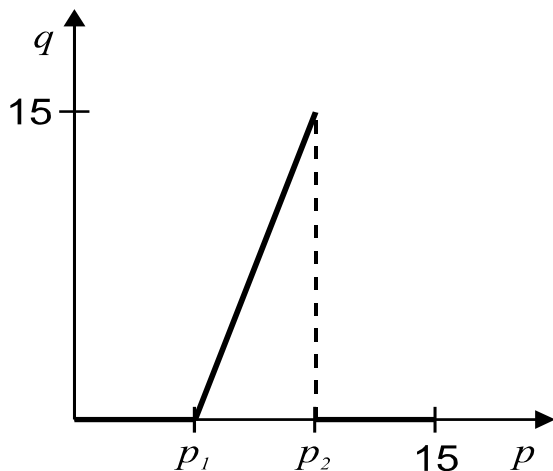
0	0	0	0	13
0	0	0	0	0
0	0	8	0	0
0	0	13	12	11
0	0	0	3	4

$[p(i,j)]$

$[q_1(i,j)]$

$[q_2(i,j)]$

## Operator rozciągania



Ogólnie:

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

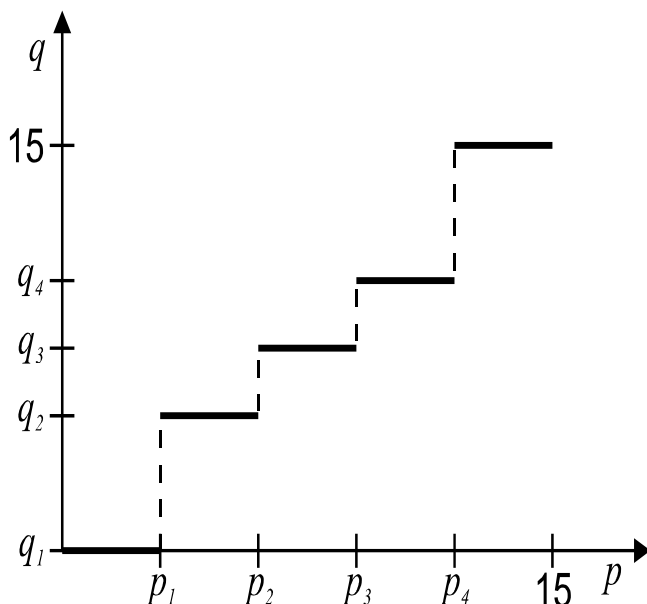
Dla  $L_{\min} = 0$ ,  $L_{\max} = 15$  (czyli  $M=16$ ):

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

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

## Operator redukcji poziomów szarości

Przykład dla  $L_{\min} = 0$ ,  $L_{\max} = 15$  (czyli  $M=16$ ):

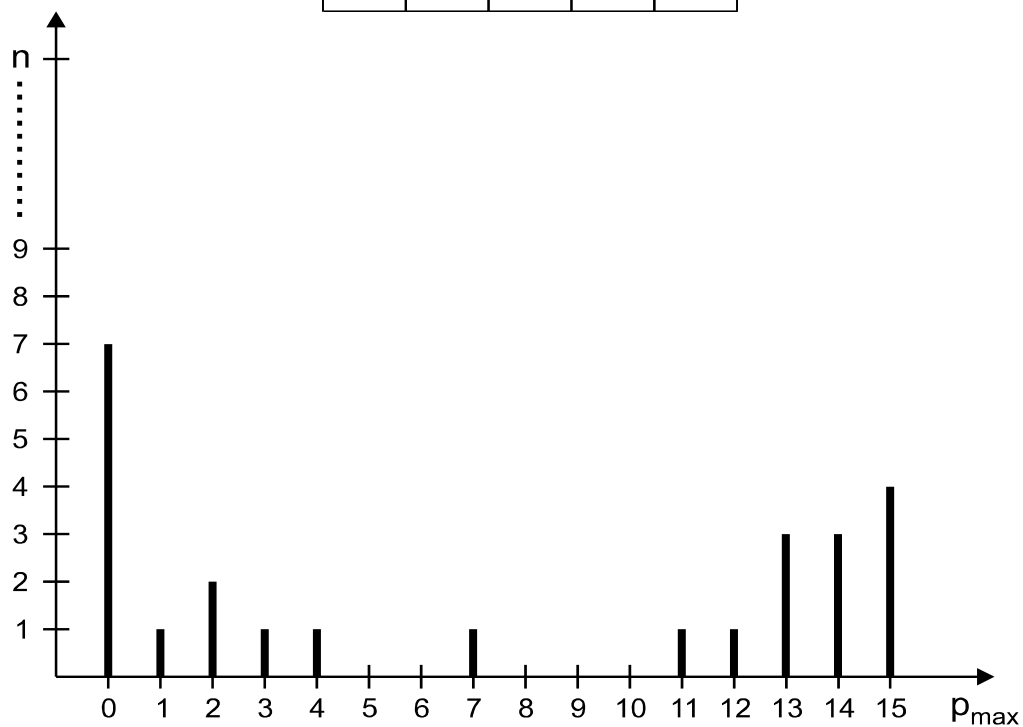


$$q = \begin{cases} 0 & \text{dla } p \leq p_1 \\ q_2 & \text{dla } p_1 < p \leq p_2 \\ q_3 & \text{dla } p_2 < p \leq p_3 \\ q_4 & \text{dla } p_3 < p \leq p_4 \\ 15 & \text{dla } p_4 < p \leq 15 \end{cases}$$

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: Przedstawiony powyżej obraz przekształcić przy zastosowaniu kilku wybranych operacji jednopunktowych w celu a) wyodrębnienia jasnych obiektów, b) polepszenia rozróżnialności detali wchodzących w skład jasnych obiektów. Przedstawić obrazy wynikowe oraz sporządzić ich histogramy.



### Operacje jednopunktowe dwuargumentowe i wieloargumentowe:

Są to operacje, w których na wartość zadanego piksla obrazu wynikowego o współrz.  $(i,j)$  mają wpływ tylko wartości piksli 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,...)

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

$a_{i,j}, b_{i,j}, \dots$  - wartości piksli 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 danego odwzorowania.

W przypadku operacji na obrazach:

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

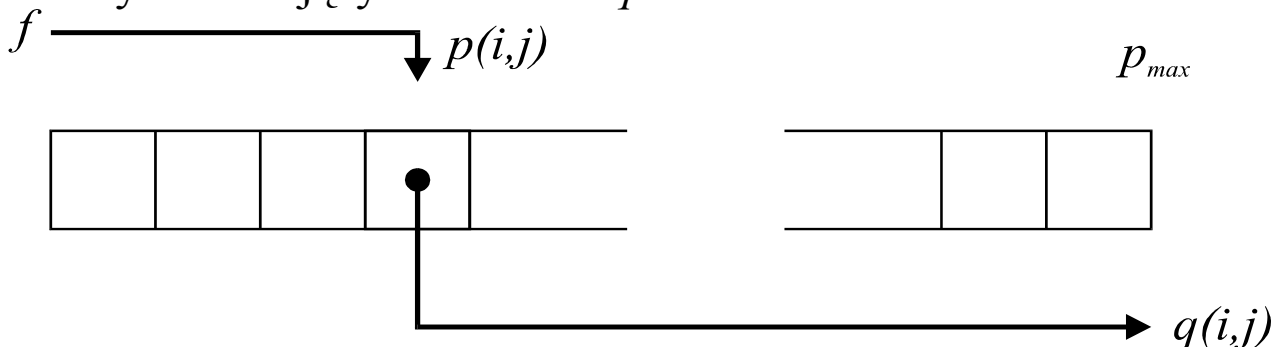
gdzie:

$[p(i, j)]$  - 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 danym poziomie jasności.

## Pytania 2

1. Co to są zniekształcenia radiometryczne obrazu, podać ich przyczyny
2. Na czym polega korekcja sumacyjna
3. Na czym polega korekcja iloczynowa.
4. Podać przyczyny zniekształceń geometrycznych obrazu.
5. Jakie znamy sposoby realizacji korekcji zniekształceń geometrycznych.
6. W jakich przypadkach stosujemy odszumianie czasowe, podać przykład.
7. W jakich przypadkach stosujemy odszumianie przestrzenne, podać przykład.
8. Na jakie dwie podstawowe grupy dzielimy operacje na obrazach?
9. Na jakie dwie podstawowe grupy dzielimy operacje jednopunktowe?
10. Czym się różni operacja progowania od operacji progowania z zachowaniem poziomów szarości?
11. Czym się różni operacja redukcji poziomów szarości od operacji posteryzacji?
12. W jakich przypadkach należy zastosować operację rozciągania?
13. Podać przykładowy cel stosowania operacji dodawania dwóch obrazów.
14. Podać przykładowy cel stosowania operacji odejmowania jednego obrazu od drugiego.
15. Wymienić dwa przykłady zastosowań tablicy LUT w dziedzinie przetwarzania obrazów.

## Problem 2

### Zadanie 1

Przeprowadzić korekcję zniekształceń radiometrycznych obrazu o parametrach:  $N=4$ ,  $M=16$ ,  $L_{min}=0$ ,  $L_{max}=15$

Dane:

$[P(x,y)]$

8	8	2	1
8	9	2	3
4	3	3	1
3	2	1	1

$P_{od}(x,y)$

10	11	12	12
12	14	11	11
13	10	12	10
10	11	11	10

$[KORA(x,y)]$

0	0	2	0
0	1	1	0
1	1	0	0
1	2	0	1

Obliczyć:  $[P_{KORM}(x,y)]$

Przebieg obliczeń:

$[P_{KORA}(x,y)]$

$[P(x,y)-KORA(x,y)]$

$[KORM(x,y)]$




$[P_{KORM}(x,y)]$


## Zadanie 2

Przeprowadzić korekcję zniekształceń radiometrycznych obrazu o parametrach:  $N=4$ ,  $M=16$ ,  $L_{min}=0$ ,  $L_{max}=15$

Dane:

$[P(x,y)]$

5	6	6	6
6	6	6	6
6	6	6	6
6	6	6	8

$P_{od}(x,y)$

13	15	15	15
15	15	15	15
15	15	15	15
15	15	15	15

$[KORA(x,y)]$

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	2

Obliczyć:  $[P_{KORM}(x,y)]$

Przebieg obliczeń:

$[P_{KORA}(x,y)]$     $[P(x,y)-KORA(x,y)]$     $[KORM(x,y)]$




$[P_{KORM}(x,y)]$


### Zadanie 3

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	<b>1</b>	<b>2</b>	7	9	9
	<b>3</b>	<b>5</b>	8	7	10
	8	7	8	<b>12</b>	<b>14</b>
	7	10	11	<b>12</b>	<b>14</b>
	7	10	9	<b>13</b>	<b>12</b>

- 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 4

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	<b>1</b>	<b>2</b>	7	9	9
	<b>5</b>	<b>4</b>	8	7	10
	8	7	8	<b>12</b>	<b>14</b>
	7	10	11	<b>12</b>	<b>14</b>
	7	10	9	<b>13</b>	<b>12</b>



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

### Zadanie 5

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.

### Materialy:

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