

# Pytania 1 (Wykład 1)

## 1. Co to jest obraz

Dwuwymiarowa **funkcja intensywności światła**  $f(x,y)$ ;  
wartość w wsp  $(x,y)$  określa **intensywność** (jasność) obrazu w tym punkcie,

## 2. Z jakich operacji składa się proces przetwarzania obrazu

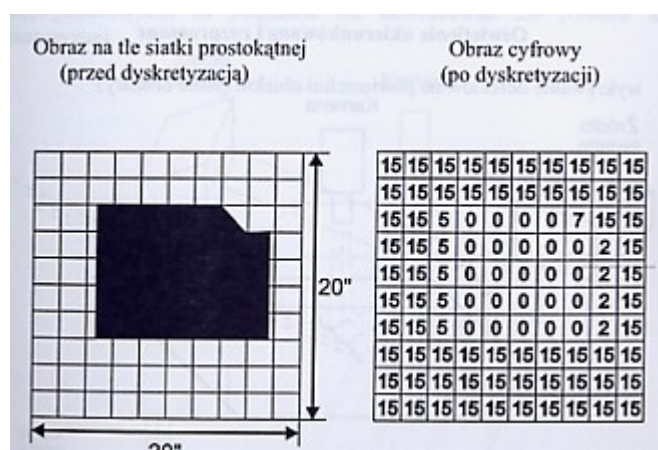
- Pozyskanie (akwizycja) obrazu i przetworzenie do postaci cyfrowej (oświetlenie obrazu, formowanie obrazu (optyczne), detekcja, formowanie wyjściowego sygnału z urządzenia
- Wstępne przetworzenie obrazu, jego filtracja i wyostrzanie, a także jego binaryzacja;
- Segmentacja obrazu i wydzielenie poszczególnych obiektów oraz ich fragmentów (np. krawędzi i innych linii);
- Analiza obrazu i wyznaczenie cech obiektów oraz informacji o ich lokalizacji;
- Rozpoznanie i rozumienie obrazu (identyfikacja klasy)

## 3. Co to jest poziom szarości obrazu

Intensywność obrazu czarno-białego  $f$  w punkcie  $(x,y)$

## 4. Na czym polega próbkowanie obrazu

Dyskretyzacja obrazu  $\Rightarrow$  dyskretyzacja funkcji  $f(x,y)$ :  
- przestrzenna (próbkowanie obrazu)



## 5. Na czym polega kwantyzacja poziomów szarości obrazu

Dyskretyzacja obrazu  $\Rightarrow$  dyskretyzacja funkcji  $f(x,y)$ :  
- amplitudowa (kwantyzacja poziomu szarości)

## 6. Co to jest obraz cyfrowy

tablica  $N \times N$  próbek wynikających z dyskretyzacji obrazu (przestrzennej);  
każdy element tablicy przechowuje skwantowany poziom szarości (jeden spośród  $M$  poziomów).

## 7. Co to jest piksel

element obrazu (picture element)  $\Rightarrow$  każdy z elementów tablicy

## 8. Co to jest rozdzielczość przestrzenna

określa stopień rozróżnialności detali; tym lepsza, im większa wartość  $N$ .

### 9. Co to jest rozdzielczość poziomów szarości

tym lepsza, im większa wartość M. (szerokość przedziału), ile poziomów szarości możemy rozróżnić w danym obiekcie

### 10. Siatka dyskretna, struktura siatki, podać rodzaje siatek

wzorzec według którego dokonywana jest *dyskretyzacja przestrzenna* obrazu; linie, (oczka(kwadraty), węzły(przecięcia) – jako piksel)

Siatka **prostokątna** // Siatka **trójkątna**. // Siatka **sześciokątna (heksagonalna)**

### 11. Podać rodzaje sąsiedztwa

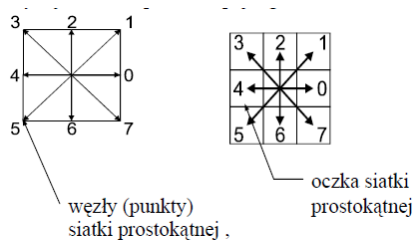
8 spojne, 4 spojne, 3 spojne, 6 spojne

### 12. Jak wygląda piksel w postaci węzła a jak w postaci oczka

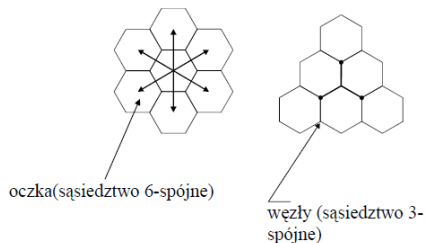
**Węzeł** na przecięciach, **oczko** - kratka

### 13. Na czym polega zasada dualizmu węzeł – oczko?

Np. Dla siatki prostokątnej zachowane są zasady sąsiedztwa np. ośmiospójnego.



A nie są zachowane dla heksagonalnej



### 14. Podać przykład paradoksu spójności.

5/19 - Sąsiedztwo i tło mają różne rodzaje spójności.

#### Paradoks spójności

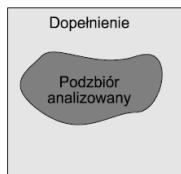
0	1	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

1 - obiekt spójny  
2 -tło: spójne(?)  
-niespójne(?)

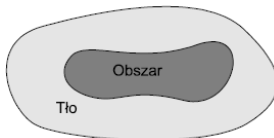
**Przeciwdziałanie:**  
przypisanie różnych rodzajów sąsiedztw pikselom obiektu i tła

### 15. Podać różnicę pomiędzy dopełnieniem a tłem w obrazie

**Dopełnienie** – wszystkie piksele obrazu nie należące do danego podzbioru obrazu

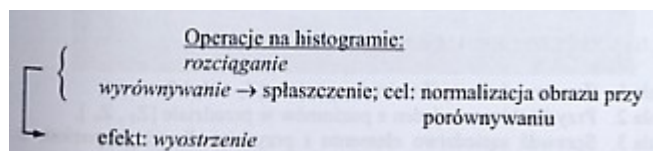


**tło** - spójne składowe obrazu, które leżą wewnątrz dopełnienia obszaru i otaczają go



### 16. Co to jest histogram obrazu

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



Najlepsze rezultaty daje rozciąganie histogramu. Rozciąganie powoduje wzrost kontrastowości obrazu oraz stopnia rozróżnialności szczegółów. Dodawanie stałej powoduje przesunięcie wszystkich wartości o stałą, co rozjaśnia obraz, ale działa tak samo na wszystkie piksele, co rozjaśnia obraz czasem aż do nasyczonej bieli.

#### Wyrównywanie histogramu

**Cel operacji:** selektywne **rozciąganie** histogramu w obszarach, gdzie występują **maksima** i selektywne **ściąganie** (zagęszczenie prążków) histogramu w rejonach odpowiadających obszarom obrazu o słabym kontraście. Efekt – poprawa jakości obrazu (głównie ze względu na kontrastowość i stopień rozróżnialności szczegółów).

### 17. W jaki sposób zmiana w wyglądzie obrazu wpływa na wygląd jego histogramu, podać przykład.

Zmieniają się wartości słupków, np. progowanie z zachowaniem poziomów szarości (to co poniżej progu przejdzie na 0 a reszta pozostanie bez zmian,)

## Pytania 2 (Wykład 2)

### 1. Co to są zniekształcenia radiometryczne obrazu, podać ich przyczyny (p. materiał z Wykładu 1)

Zniekształcenia powstałe **podczas akwizycji** obrazu.

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

## 2. Na czym polega korekcja sumacyjna (p. materiał z Wykładu 1)

Korekcja sumacyjna jednorodnego jasnego obrazu odniesienia  $P_{od}(x,y)$

$P_{KORA}(x, y) = P_{od}(x, y) - KORA(x, y)$  dla  $x=1,...,N$ ,  $y=1,...,N$ ,

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

$P_{od}(x,y)$  - wartość piksela jednorodnego jasnego obrazu odniesienia (chyba to tło(oświetlenie?), jak z - jasne

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

Od jasnego (odniesienie) odejmiemy ciemny (zasłonięty obiektyw) – wyeliminuje nam to błędy spowodowane przez sprzęt i oświetlenie (?)

## 3. Na czym polega korekcja iloczynowa (p. materiał z Wykładu 1)

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

$KORM(x, y)$  - wartość współczynnika korekcji

$KORM(x, y) = P_{koraMax} / P_{kora}(x,y)$

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

## 4. Podać przyczyny zniekształceń geometrycznych obrazu.

- nierównoległością płaszczyzn obrazu i elementu fotoczułego kamery prowadzącymi do **skrótów perspektywy** np. **krzywizna ziemi** wzdjęciach satelitarnych, skaningowy mikroskop elektronowy, zdjęcia z powietrza do sporządzania map,
- **własnościami toru optycznego** np.: mikroskopia
- **obrotami kamery**
- **zmianami skali.**

## 5. Jakie znamy sposoby realizacji korekcji zniekształceń geometrycznych.

Aproksymacja transformacji wielomianem

$$u=ax+by+c$$

$$v=dx+ey+f$$

$x$  i  $y$  - nie zniekształcony

$u$  i  $v$  - zniekształcony

Wyliczanie nowych pkt na podstawie wspólnych współczynników pkt  $a,b,c,d,e,f$

Przekształcenia rozciągające

Przekształcenia afiniczne

Siatka afiniczna – siatka punktów kontrolnych wskazująca, jak wybrane punkty obrazu mają być transformowane. Pozwala na wprowadzenie zniekształceń lub ich redukcję.

## 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?

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

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  $(i,j)$ :

operator identyczności, negacji, binaryzacji, progowanie przedziałami, z zachowaniem poziomów szarości.

## 9. Na jakie dwie podstawowe grupy dzielimy operacje jednopunktowe?

*Jednoargumentowe, wieloargumentowe*

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  $(i,j)$ :

## 10. Czym się różni operacja progowania od operacji progowania z zachowaniem poziomów szarości?

Progowanie na obrazach **binarnych** 0 – 1

Z zachowaniem poziomów szarości coś na np. 0, reszta zachowuje stare wartości

## 11. Czym się różni operacja redukcji poziomów szarości od operacji posteryzacji?

## 12. W jakich przypadkach należy stosować operację rozciągania?

## 13. Jaki jest cel stosowania operacji dodawania dwóch obrazów, podać przykład.

Redukcja zakłóceń

## 14. Jaki jest cel stosowania operacji odejmowania jednego obrazu od drugiego, podać przykład.

Szukanie różnic

## 15. Podać dwa przykłady zastosowań tablicy LUT w dziedzinie przetwarzania obrazów.

**Uniwersalny Operator Punktowy** (identyczności, odwrotności, progowania);  
**Histogram**

## 16. Podać przykład uniwersalnego operatora punktowego a) w postaci tablicy LUT, b) w postaci geometrycznej.

może zawierać w sobie operacje identyczności, odwrotności, progowania, rozciągania itd.

## 17. Przedstawić histogram przykładowego obrazu a) w postaci tablicy LUT, b) w postaci geometrycznej.

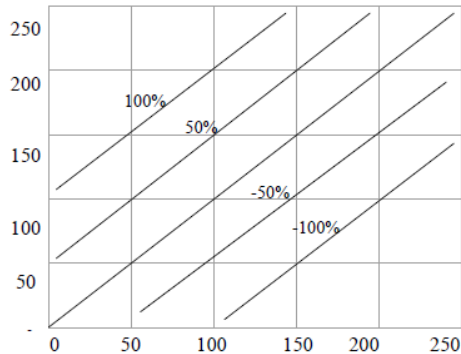
Dodawana  $a+b // k$   $k=2$  obrazy -redukcja zakłóceń    Odejmowanie  $|a-b|$  - porównanie obrazów

## Pytania 3 (Wykład 3)

1. Podać opis matematyczny operacji odpowiadającej regulacji jasnością, podać nazwę tej operacji.

Jakaś operacja punktowa.

$$q = p \pm C$$



2. Podać opis matematyczny operacji odpowiadającej regulacji kontrastem, podać nazwę tej operacji

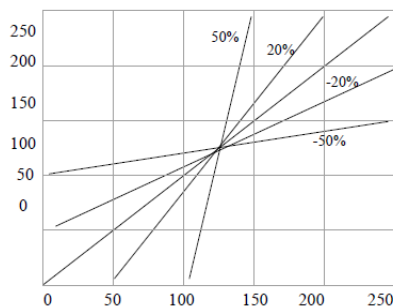
Jakaś operacja punktowa.

**Kontrast** jest to miara określająca szerokość zakresu poziomów szarości lub kolorów występujących w obrazie lub jego fragmencie (np. obiekt-tło)

Różnica między przeciętną jasnością dwóch podzbiorów obrazu

$$K = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad I - \text{intensywność szarości lub koloru}$$

$$q = pD \pm C$$



Obraz staje się **wyraźny, czytelny**, a zarazem przyjazny dla wzroku, Niższa jasność i jednocześnie wysoki kontrast pozwolą na **uzyskanie lepszych barw**, **czern** stanie się bardziej **zróżnicowana i głęboka**, a **biel** zachowa odpowiednią **jaskrawość**.

3. Podać opis matematyczny operacji odpowiadającej korekcji gamma typu

wykładniczego, podać nazwę tej operacji

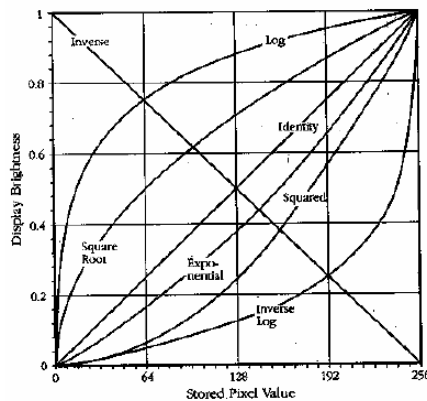
$$q = p^{w(\text{całkowite lub ułamkowe})}$$

$$e^x$$

Przekształcenie prowadzi do deformacji liniowej skali poziomów szarości tak, aby była zgodna (- odwrotna) z charakterystyką **percepcji szarości przez oko człowieka**.

4. Podać opis matematyczny operacji odpowiadającej korekcji gamma typu logarytmicznego, podać nazwę tej operacji

$$\log_e(x)$$



5. Na jakie operacje dzielimy operacje sąsiedztwa?

Wartość piksela obrazu jest zależna od pewnego otoczenia,

- operacje **wygładzania**.
- operacje **wyostrzania**.

6. Praktyczną realizację jakiego rodzaju filtracji stanowią operacje wygładzania obrazu?

Filtracji **dolnoprzepustowej (FD)**

Typowe zastosowanie filtracji dolnoprzepustowej polega na **usuwaniu zakłóceń** z obrazu.

Maska (3x3 = same jedynki, albo z 2 w środku)

Niekorzystnym działaniem filtru tego typu jest **"rozmycie" konturów** obiektów i pogorszenie rozpoznawalności ich kształtów.

**metody konwolucyjne**, tzn. uwzględniające pewne **otoczenie przetwarzanego piksela**

7. Praktyczną realizację jakiego rodzaju filtracji stanowią operacje wyostrzania obrazu?

Filtracji **górnoprzepustowej (FG)** i dzielą się na operacje filtracji **gradientowej** i **laplasjanowej**

Filtry tego typu służyć mogą do **wydobywania** z obrazu składników odpowiedzialnych za szybkie zmiany jasności - a więc **konturów, krawędzi**,

8. Podać nazwy dwóch grup operacji, na jakie dzielimy operacje wygładzania obrazu. liniowej i nieliniowej (medianowa i logiczna)

**Medianowa** - bez zamazywania krawędzi (wartość środkowa z otoczenia). **Liniowa** liczy średnią z otoczenia

9. Podać nazwy dwóch grup operacji, na jakie dzielimy operacje wyostrzania obrazu. gradientowej i laplasjanowej

10. Podać dwa przykłady otoczenia piksla przetwarzanego metodą liniową (konwolucyjną)

11. Jak dzielimy operacje nieliniowe wygładzania obrazu? Logiczne i medianowe.

#### Filtracja logiczna

Otoczenie punktu (4-spójne) - dyskusja 3-ch warunków

	a	
b	x	c
	d	

1.  $X' = \begin{cases} a & \text{if } a = d \\ \text{else } X \end{cases}$  – eliminacja izolowanych punktów i poziomych linii o pojedynczej grubości
2.  $X' = \begin{cases} b & \text{if } b = c \\ \text{else } X \end{cases}$  – el. izolowanych punktów i pionowych linii o pojedynczej grubości
3.  $X' = \begin{cases} a & \text{if } a = b = c = d \\ \text{else } X \end{cases}$  – el. izolowanych punktów.

Przykład zastosowania w obrazach binarnych:

1) 

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

2) 

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

3) 

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

Otoczenie 8-spójne - dyskusja 5-ciu warunków

12. W jaki sposób obliczana jest wartość piksla w trakcie realizacji operacji medianowej?

Wartość środkowa z otoczenia ?

13. W jaki sposób obliczana jest wartość piksla w trakcie realizacji operacji liniowej (konwolucyjnej) wygładzania?

Dokoła piksele z obraz x piksele z maski / Wsp

Wsp = macierz wag (3x3 same 1 = 1+...+1=9 1/9) (3x3 1+2+...+1 = 10 1/10)

14. Podać przykład operacji logicznej wygładzania dającej w efekcie eliminację pionowych linii o pojedynczej grubości oraz izolowanych piksli.

Patrz obrazek w 11



**15. Podać dwa sposoby zapisu operacji liniowej wygładzania.**

- macierz wag
- maska filtracji dolnoprzepustowej (FD)

**16. W jaki sposób obliczany jest współczynnik maski wygładzania?**

1 / suma wartości pikseli w masce

**17. Podać wadę i zaletę filtracji medianowej w odniesieniu do filtracji liniowej.**

**Zaleta:** Usuwa zakłócenia bez zamazywania krawędzi.

**Wada(?):** chyba gorzej działa przy dużym rozrzuconiu 1 1 1 15 15 15 (nie będzie średni 8 a 15 – skok pozostaje)

## Pytania 4 (Wykład 4)

**1. Jakemu rodzajowi filtracji odpowiadają operacje wygładzania obrazu?**

FD - filtracja dolnoprzepustowa

**2. Jakemu rodzajowi filtracji odpowiadają operacje wyostrażania obrazu?**

FG - filtracja górnoprzepustowa

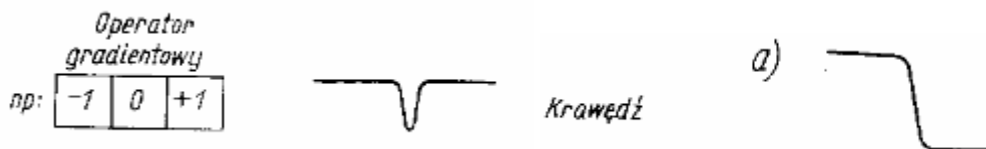
**3. Jakie są podstawowe zadania wyostrażania obrazu?**

- podkreślenie na obrazie konturów obiektów
- podkreślenie na obrazie punktów informatywnych (np. wierzchołki dla wielokątów, zakończenia, skrzyżowania, rozgałęzienia linii dla rysunków technicznych, wykresów lub pisma).

Model zadania wyostrażania: wydobyć i uwypuklić krawędź obiektu.

**4. Podać podstawowe własności operatora gradientowego.**

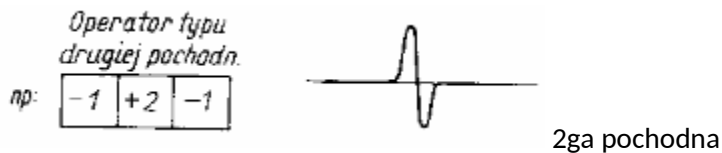
- symetryczny ze względu na obrót i działa tak samo na wszystkie krawędzie o różnych kierunkach,
- nieliniowy.



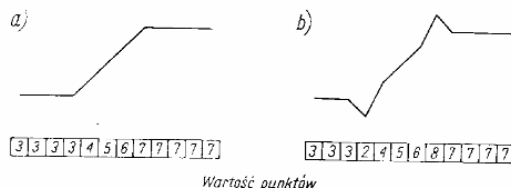
1sza pochodna

## 5. Podać podstawowe własności operatora laplasjanowego.

- symetryczny ze względu na obrót,
  - zachowuje znak różnicy intensywności,
  - operator liniowy -> częściej stosowany niż inne
- wyostżanie,  
- inne zastosowania.



Rezultat: **wypuklenie** (wzmacnianie) krawędzi (edge enhancement)



## 6. Wymienić podstawowe różnice pomiędzy operacją wyostżania opartą na gradientie a operacją wyostżania opartą na laplasjanie.

**Gradient:** wrażliwy na intensywność zmiany; używany tylko do detekcji krawędzi;

**Laplasjan:** podaje dodatkową informację o położeniu piksla względem krawędzi (po jasnej czy po ciemnej stronie).

## 7. Co to jest linia profilu?

Krawędź obrazu widoczna w przekroju(xz).

Obraz został wygładzony. Linia profilu jest gładsza. Składowe harmoniczne o wysokiej częstotliwości zostały usunięte.

Obraz został wygładzony filtracją nieliniową - medianową. Linia profilu jest najbardziej gładka z dotychczas analizowanych, a krawędź jest nadal ostra.

Wyostżenie

Linia profilu ma nieregularne, mocne wahania. Znacznie zwiększył się kontrast obrazu.

## 8. Podać przykłady wykorzystania linii profilu do interpretacji wyników działania operacji wyostżania gradientowego i laplasjanowego.

## Pytania 5 (Wykład 5)

### 1. Jaki jest cel skalowania tablic obrazów wynikowych?

Sprowadzenie wartości pikseli do zakresu  $[0, (M-1)]$

### 2. Wymienić i porównać 3 metody skalowania tablic obrazów wynikowych.

Równomierne przeskalowanie wszystkich pikseli i spr. Do zakresu  $(0 \rightarrow M-1)$

Czarno-białą krawędź na szarym tle (nie ma przeskoków)

Obcinająca: obcięcie pikseli z poza zakresu

### 3. Omówić pierwszą metodę skalowania tablic obrazów wynikowych.

$$g'(x, y) = \frac{g(x, y) - g(x, y)_{\min}}{g(x, y)_{\max} - g(x, y)_{\min}} \cdot (M - 1)$$

Własność: równomierne przeskalowanie wszystkich pikseli obrazu. Końcowy efekt: obraz z zakresu  $0-(M-1)$

### 4. Omówić drugą metodę skalowania tablic obrazów wynikowych.

$$g'(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{dla } g(x, y) < 0 \\ E[(M - 1) / 2] & \text{dla } g(x, y) = 0 \\ M - 1 & \text{dla } g(x, y) > 0 \end{cases}$$

Zastosowanie: obrazy o jednolitym tle i dobrze widocznych obiektach – np. obrazy binarne. Efekt: czarno-biała krawędź na szarym tle.

### 5. Omówić trzecią metodę skalowania tablic obrazów wynikowych.

$$g'(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{dla } g(x, y) < 0 \\ g(x, y) & \text{dla } 0 \leq g(x, y) \leq M - 1 \\ M - 1 & \text{dla } g(x, y) > M - 1 \end{cases}$$

Własność: obcięcie poziomów szarości spoza zakresu  $[0, M-1]$ .

### 6. Co to jest krawędź w obrazie, podać przykład.

zbiór pikseli na krzywej mający taką właściwość, że piksele w ich sąsiedztwie, lecz po **przeciwnych stronach** krzywej mają **różne poziomy jasności**.

Wyspa(1) / morze (0)

### 7. Na czym polega detekcja krawędzi i jaki jest jej cel?

znalezienie lokalnych nieciągłości w poziomach jasności obrazu oraz granic obiektów znajdujących się w scenie.

**8. W jaki sposób i używając maski o jakich wymiarach obliczamy specjalny gradient w metodzie Roberta?**

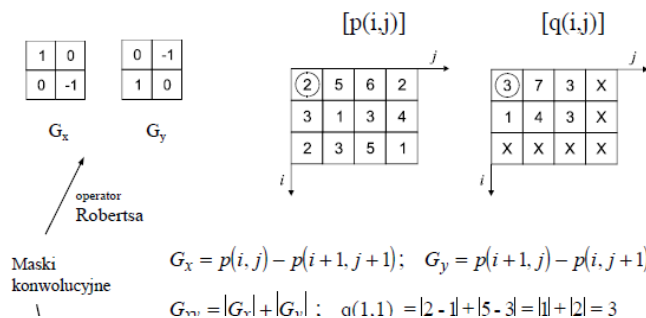
Stosowana w przypadkach, gdy metody filtracji górnoprzepustowej (FG) powodują wzmocnienie zakłóceń w obszarach leżących wewnątrz konturu.

$f_0$	$f_1$	$f_2$	(i,j)
$f_3$	$f_4$	$f_5$	
$f_6$	$f_7$	$f_8$	

**Metoda Roberta**

$$R(i, j) = \sqrt{(f_4 - f_8)^2 + (f_7 - f_5)^2}; \quad \alpha = -\frac{\pi}{4} + \text{tg}^{-1}\left(\frac{f_7 - f_5}{f_4 - f_8}\right)$$

gdzie:  $R(i, j)$  - specjalny gradient w punkcie (i,j)  
 $\alpha$  - kierunek gradientu intensywności.



**9. W jaki sposób i używając maski o jakich wymiarach obliczamy specjalny gradient w metodzie Sobela? (2 składowe)**

**Metoda Sobela:** - dwie składowe gradientu:

$$S_x = (f_2 + 2f_5 + f_8) - (f_0 + 2f_3 + f_6)$$

$$S_y = (f_6 + 2f_7 + f_8) - (f_0 + 2f_1 + f_2)$$

$$S(x, y) = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 2 & 0 & -2 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline \end{array}$$

$G_x$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -2 & -1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$G_y$

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

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \\ \hline 2 & \textcircled{1} & 6 & 4 & 2 \\ \hline 3 & 5 & 7 & 1 & 3 \\ \hline 4 & 2 & 5 & 7 & 1 \\ \hline 2 & 5 & 1 & 3 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline X & X & X & X & X \\ \hline X & \textcircled{13} & & & X \\ \hline X & & & & X \\ \hline X & & & & X \\ \hline X & X & X & X & X \\ \hline \end{array}$$

$$S_x = [p(i-1, j-1) + 2p(i, j-1) + p(i+1, j-1)] - [p(i-1, j+1) + 2p(i, j+1) + p(i+1, j+1)]$$

$$S_y = [p(i+1, j-1) + 2p(i+1, j) + p(i+1, j+1)] - [p(i-1, j-1) + 2p(i-1, j) + p(i-1, j+1)]$$

dla piksła  $p(2,2)$ :

$$\begin{cases} S_x = 3 + 4 + 3 - 2 - 12 - 7 = 11 \\ S_y = -3 - 8 - 2 + 3 + 10 + 7 = 17 \\ S_{xy} = \sqrt{11^2 + 17^2} = \sqrt{170} \approx 13 \end{cases}$$

10. Podać przebieg wyznaczania kierunku gradientu intensywności w metodzie

Roberts'a dla  $f_7=5$ ,  $f_5=5$ ,  $f_4=7$ ,  $f_8=4$ . // podstawić do wzoru

Roberts'a dla  $f_6=5$ ,  $f_5=9$ ,  $f_4=10$ ,  $f_8=6$ .

## Zadanie na wyznaczanie kierunków

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 10 & 9 & 2 & 1 \\ \hline 10 & \textcircled{10} & \textcircled{2} & 1 \\ \hline 5 & \textcircled{3} & \textcircled{9} & 7 \\ \hline 5 & 3 & 7 & 8 \\ \hline \end{array}$$

po skosie

2)  $i=2, j=2$ .

$$\alpha = -\frac{\pi}{4} + \text{tg}^{-1}\left(\frac{f_7 - f_5}{f_4 - f_8}\right) = -\frac{\pi}{4} + \text{tg}^{-1}\left(\frac{\textcircled{3} - \textcircled{2}}{\textcircled{10} - \textcircled{9}}\right) = -\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4} = 0$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline & \rightarrow & & \\ \hline & & & \\ \hline & & & \\ \hline \end{array}$$

**Zadanie 1**

Dane są 2 przykładowe obrazy pierwotne  $f(x,y)$  (str.58).

Dla każdego z nich wyznaczyć obraz wynikowy  $g(x,y)$ . Zastosować następujące maski Laplasjanowe: maska (a) i maska (d) (str. 59).

**Zadanie 2**

Dany jest przykładowy obraz pierwotny  $f(x,y)$  (str. 65).

Wyznaczyć obrazy wynikowe stosując odpowiednio maski (a) i (c) filtracji górnoprzepustowej (FG) detekcji krawędzi (str. 64).

**Jak liczyć wartość pikseli ?**

**Dolnoprzepustowa** – wynik pomnożyć przez współczynnik z macierzy wag

**Mediana** – ułożyć otoczenie i piksel i wybrać środkowe

**Górnoprzepustowy** – naokoło i NIE DZIELIĆ na końcu