

Pytania 6 (Wykład 6)

1. Podać 3 sposoby działania na skrajnych kolumnach i wierszach obrazu $[p(i,j)]$ w przypadku stosowania masek o rozmiarach 3×3 .

- Nadanie L_{min} lub L_{max} , np. dla $L_{min}=0$, $M=16$ (np. wypełnić obrzeża 0 lub 15 dla (0-15))
- Pozostawienie bez zmian
- Tymczasowe powielanie (dodać nową kolumnę, i przepisać to co było obok)

2. Wymienić 2 sposoby obliczania wartości maski filtru wygładzającego o rozmiarze 5×5 wiedząc, że efekt działania tego filtru powinien być równoważny efektowi działania dwóch przebiegów filtru 3×3 .

Wykonać jak zwykle 1 przebieg (dokoła) i podzielić przez odp. Współczynnik. $= g(x,y)$

Wykonać 2gi obieg: współczynnik ten sam. Musimy obliczyć dla każdego piksela 1 przebieg

$$\frac{1}{9}g(x-1,y-1) = \frac{1}{9} \left[\frac{1}{9}f(x-2,y-2) + \frac{1}{9}f(x-2,y-1) + \frac{1}{9}f(x-2,y) + \frac{1}{9}f(x-1,y-2) + \frac{1}{9}f(x-1,y-1) + \frac{1}{9}f(x-1,y) + \frac{1}{9}f(x,y-2) + \frac{1}{9}f(x,y-1) + \frac{1}{9}f(x,y) \right] + \text{pixel obok} \dots$$

$$= \frac{1}{81}f(x-2,y-2) + \frac{2}{81}f(x-2,y-1) \text{ i mamy macierz wag.}$$

Bezpośrednie liczenie wartości elementów maski m (rozmiar 5×5) na podstawie masek f i g (rozmiary 3×3)

maska $f(3 \times 3)$ $f_1, f_2, f_3 // f_4 \dots$ wsp K_f . $g(3 \times 3)$ $g_1, g_2, g_3 // g_4 \dots$ K_g $m(5 \times 5) = m_1, m_5 // K = K_f * K_g$

$$m_1 = 0 * g_1 + 0 * g_2 + 0 * g_3 + 0 * g_4 + 0 * g_5 + 0 * g_6 + 0 * g_7 + 0 * g_8 + f_1 * g_9$$

$$m_2 = 0 * g_1 + 0 * g_2 + 0 * g_3 + 0 * g_4 + 0 * g_5 + 0 * g_6 + f_1 * g_8 + f_2 * g_9$$

$$m_{25} = f_9 * g_1 + 0 * g_2 + 0 * g_3 + 0 * g_4 + 0 * g_5 + 0 * g_6 + 0 * g_7 + 0 * g_8 + 0 * g_9$$

3. Jaka jest główna zaleta a jaka główna wada metody specjalnego gradientu?

Zaleta: niewydatnianie zakłóceń (tak jak w FG),

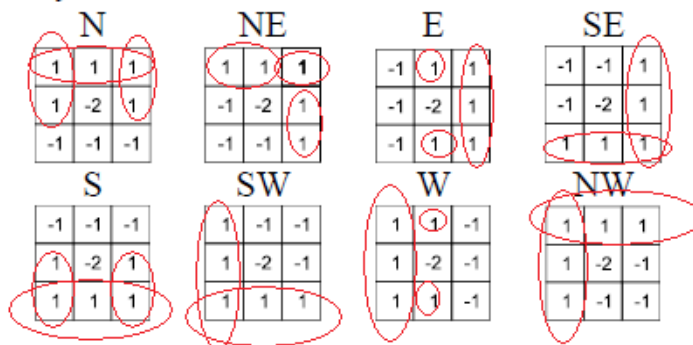
Wada: w obrazach o małej kontrastowości kłopoty z interpretacją wyników.

Wniosek: konieczność zastosowania techniki opartej na metodzie poszukiwania krawędzi o z góry zadanym kształcie.

4. Na czym polega metoda uzgadniania wzorca?

Uzgadnianie obrazu metodą konwolucji ze wzorcem danej, idealnej krawędzi, tzn. z maską krawędzi.

Maski Prewitta do detekcji krawędzi w formie narożników o różnych ustalonych kierunkach:



Maski kircha zamiast 1 mają -5 , zamiast -1 mają 3 i 0 w środku
 Perwit i Kirch liczenie na około bez dzielenia
 Kierunek wskazują 1 lub 3

5. Który z operatorów – Prewitta czy Kirsch'a jest bardziej czuły na zmiany wartości pikseli i dlaczego?

Operator Kirsch'a jest bardziej czuły na zmiany wartości pikseli niż operator Prewitta. Większe współczynniki w maskach (?)

filtru Kirscha, którego współczynniki mają większe wartości, siła uwypuklania lub wklęsłości krawędzi jest większa niż dla filtru kierunkowego Prewitta.

Pytania 7 (Wykład 7)

1. Podać dwie metody lokalizacji krawędzi z wykorzystaniem detektorów wzrostu.

Detektory wzrostu (DTW); badanie pewnego otoczenia piksła

Lokalizacja krawędzi metodami: - liczenie różnicy bezpośredniej,
 - liczenie różnicy bezwzględnej.

$$\text{– Różnica bezpośrednia: } r(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{gdy } f(x, y) - f(x, y + 1) \geq T \\ 0 & \text{gdy } f(x, y) - f(x, y + 1) < T \end{cases}$$

gdzie 1 - wartość konturu,
 0 - wartość tła.

– Różnica bezwzględna:

$$R(x, y) = 3f(x, y) - f(x, y + 1) - f(x + 1, y) - f(x + 1, y + 1)$$

$$r(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{gdy } R(x, y) \geq T \\ 0 & \text{gdy } R(x, y) < T \end{cases}$$

2. Podać przykład zastosowania detektora wzrostu w lokalizacji krawędzi.

detekcja krawędzi obiektu nierówno oświetlonego

3. Co oznaczają liczby umiejscowione na poszczególnych pozycjach tablicy reprezentującej histogram dwuwymiarowy (2D)? $q = y$ $p = x$

Dla czarnobiałego: niskie wartości (lewy dolny) -> wartości tła

Po środku zakłócenia.

wysokie q – (lewy górny) – elementy faktury tła

prawy górny – piksele odpowiadające liniom i krawędziom

prawy dolny – piksele wnętrza obiektów

4. Ile wynosi suma liczb umiejscowionych na poszczególnych pozycjach tablicy reprezentującej histogram 2D ?

Chyba Wszystkich jest tyle ile pikseli w obrazie.

5. Jaki obraz otrzymujemy w efekcie modyfikacji histogramu 2D?

poprawa ciągłości linii brzegowej.

Wzmocnienie zachowanych linii, usunięcie drobnych przerw (uciąglenie);

Przykład:

Dane obrazy $[p]$ i $[q]$ o parametrach $L_{min}=0$, $L_{max}=7$, $N=5$.

Wyznaczyć obraz o poprawionej ciągłości linii brzegowej.

Opis rozwiązania:

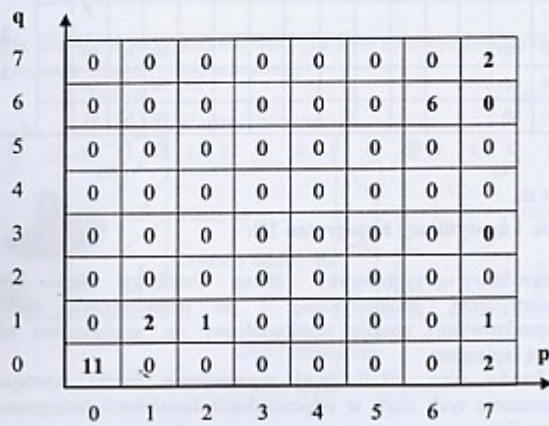
$[p(i,j)]$

0	0	6	0	0
0	6	7	6	1
1	7	7	6	0
0	7	7	6	2
0	0	6	0	0

$[q(i,j)]$

0	0	6	0	0
0	6	0	6	1
1	7	0	6	0
0	7	1	6	1
0	0	6	0	0

Utworzenie histogramu 2D:



Modyfikacja powyższego histogramu (poprzez odpowiednią zmianę zawartości poszczególnych jego komórek. Efekt: na podstawie uzyskanego histogramu utworzenie końcowego, zbinaryzowanego obrazu zawierającego poszukiwane kontury.

Co na co przeszło np. w p było 11 jedynek i te 11 przeszło na 0 = (0,0) 0 na 0 = 11

np. z p przeszły 2x7 na 2x0 (0,7)=2

Praktycznie: iść po q do góry

Pytania 8 (Wykład 8)

Transformata - Przekształcenie matematyczne odwracalne i bezstratne, przenoszące sygnał z jednej przestrzeni na inną - taką, w której wygodniej dokonywać pewnych analiz lub kompresji informacji, ponieważ w przestrzeni docelowej uwypuklane są cechy sygnału istotne z punktu widzenia celu.

1. Jakie rodzaje krawędzi mogą być m.in. wykrywane z wykorzystaniem transformacji Hougha?

Transformacja Hougha (TH) - metoda detekcji krzywych (nie punktów krzywych (!) - co jest realizowane przez detekcję krawędzi lub segmentację) oparta na dualności pomiędzy punktami na krzywej a parametrami tej krzywej.

TH - transformacja pomiędzy punktami obrazu a przestrzenią parametrów poszukiwanej krzywej.

Zaleta TH: działa dobrze nawet wówczas, gdy ciągłość krawędzi nie jest zachowana (np. z powodu szumów)

2. Z jakiego rodzaju krzywą w przestrzeni parametrów koresponduje punkt obrazu (w przypadku wykrywania linii prostej)?

- punkt obrazu koresponduje z sinusoidą w przestrzeni parametrów,

3. Z jakiego rodzaju krzywą w przestrzeni obrazu koresponduje punkt w przestrzeni parametrów (w przypadku wykrywania linii prostej)?

- punkt w przestrzeni parametrów koresponduje z linią prostą w obrazie,

4. Jaką własność posiadają krzywe w przestrzeni parametrów korespondujące z punktami leżącymi w obrazie na tej samej prostej (w przypadku wykrywania linii prostej)?

- punkty leżące na tej samej prostej w obrazie korespondują z krzywymi przechodzącymi przez wspólny punkt w przestrzeni parametrów,

5. Jaką własność posiadają proste w obrazie korespondujące z punktami leżącymi w przestrzeni parametrów na tej samej krzywej (w przypadku wykrywania linii prostej)?

- punkty leżące na tej samej krzywej w przestrzeni parametrów korespondują z liniami prostymi przechodzącymi przez ten sam punkt na obrazie.

6. O czym informuje liczba przechowywana w oczku tablicy akumulatorów (w przypadku wykrywania linii prostej)?

Każde więc oczko (f_i, r) tablicy przechowuje liczbę równą liczbie krzywych przechodzących przez to oczko.

7. Jakiego rodzaju operacją na obrazie jest transformata Fouriera?

Transformata Fouriera w odniesieniu do obrazu jest operacją globalną, to znaczy operacją sąsiedztwa przeprowadzaną na otoczeniu obejmującym wszystkie piksele obrazu.

Transformacja Fouriera przenosi obraz (dyskretny sygnał dwuwymiarowy) z dziedziny przestrzennej do dziedziny częstotliwości przestrzennych.

8. Jakie zakłócenia niemożliwe do usunięcia metodami punktowymi i sąsiedztwa można usunąć stosując transformatę Fouriera? Podać przykłady.

Wytlumianie lub wzmacnianie pewnych kategorii informacji:

- **Usunięcie składowych wysokoczęstotliwościowych** (krawędzi)
- **Usunięcie zakłóceń** w postaci **regularnie powtarzających się skośnych prążków** poprzez wytlumienie odpowiednich obszarów widma

Pytania 9 (Wykład 9)

1. Wymienić klasy obrazów; jakiego rodzaju obrazy zaliczamy do poszczególnych klas.

Klasa I

Obrazy o pełnej **skali stopni jasności**, typowe parametry: $N=512$, $M=256$

Reprezentacja rastrowa: np. tablica 512×512 jednobajtowych elementów (true color - 3 bajty $N \times N$)

Klasa II

Obrazy binarne: tablica $N \times N$ np. 512×512 elementów jednobitowych (również reprezentacja rastrowa).

Klasa III

Krzywe dyskretne - zbiór punktów (piksli) rastru prostokątnego (siatka prostokątna) z których każdy (oprócz punktów końcowych) posiada nie mniej niż 2 i nie więcej niż 3 sąsiadów odpowiednio skonfigurowanych. Punkty końcowe: 1-2 sąsiadów. Krzywe otwarte, krzywe zamknięte.

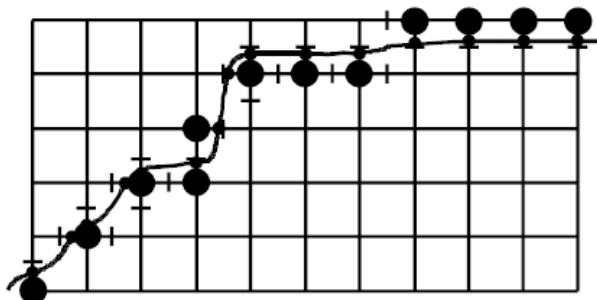
Klasa IV

Punkty lub wieloboki. Punkty tak od siebie oddalone, że nie mogą być reprezentowane przez kod łańcuchowy. Reprezentacja: tablica współrzędnych punktów. Łączenie prostymi lub krzywymi o zadanych parametrach.

2. Podać definicję krzywej dyskretnej.

Zbiór punktów (piksli) siatki prostokątnej (rastru prostokątnego) z których każdy (oprócz punktów końcowych) posiada **nie mniej niż 2 i nie więcej niż 3** sąsiadów odpowiednio skonfigurowanych (w sensie **sąsiedztwa 8-mio lub 4-spójnego**). Punkty końcowe: 1-2 sąsiadów.

3. Naskicować przykładową krzywą ciągłą i zrealizować jej dyskretyzację według schematu Freemana.



- Punkt przecięcia krzywej z linią siatki
- Punkt krzywej dyskretnej

badanie każdego **punktu przecięcia** się **krzywej** z linią łączącą dwa kolejne węzły siatki (rastru) Wybór węzła rastru leżącego **bliżej punktu przecięcia**. Wybrany węzeł należy do pikseli tworzących krzywą dyskretną. Jak są równoodległe to jest to punkt niejednoznaczności (pytanie 8)

4. Czy długość kodu łańcuchowego o stałej długości zależy od kształtu krzywej?

Długość kodu **nie zależy** do kształtu krzywej (określonego zmianami kierunków pomiędzy kolejnymi punktami krzywej).

5. Czy długość kodu łańcuchowego o stałej długości zależy od rozmiarów siatki, na której znajduje się kodowana krzywa?

długość kodu zależy od kształtu krzywej

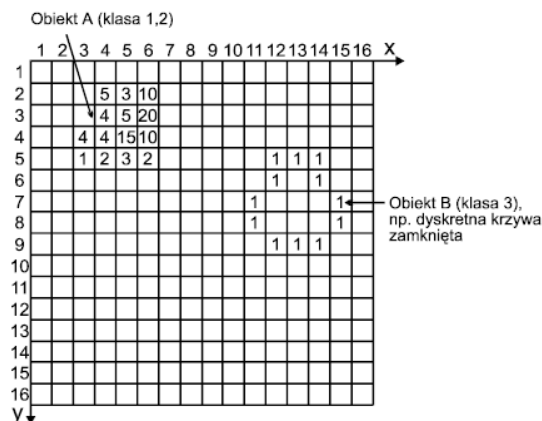
7. Czy długość różnicowego kodu łańcuchowego zależy od rozmiarów siatki, na której znajduje się kodowana krzywa?

8. Co to jest punkt niejednoznaczności w schemacie Freemana dyskretyzacji krzywej? Podać przykład.

Punkt przecięci **jednakowo odległy od obu** rozważanych **węzłów siatki** (rastru). W tym przypadku wybór węzła do utworzenia krzywej dyskretnej następuje według dodatkowej reguły (np. **prawy** z dwóch węzłów tworzących odcinek **poziomy** lub **górny** z dwóch węzłów tworzących odcinek **pionowy**).

9. Wykazać wady i zalety reprezentacji rastrowej i wektorowej na przykładzie dwóch różnych obiektów przedstawionych na siatce o rozmiarze np. 16x16. Która reprezentacja jest bardziej korzystna (ze względu na zajętość pamięci) dla obiektów większych a która dla obiektów mniejszych?

Przykład: Obraz 16x16 punktów (pikseli), 256 poziomów jasności.



Reprezentacja wektorowa: współrzędne x, y oraz poziom jasności z = (4,2,5) // nie ma 0-owych

Reprezentacja rastrowa: Jeden piksel obrazu zajmuje **jedną komórkę (jednobajtową)** pamięci.

Zawartość pamięci 16x16x1 bajt=256 bajtów

Tablica A i B są oddzielne po 256 bajtów

Tablica A

numer: 1 2 3 20 ...

wartos: 0 0 0 5 ...

10. Naskicować przykładowy obiekt klasy 4 złożony z 4 pikseli. Zmodyfikować wygląd tego obiektu poprzez dodanie piątego piksela wykorzystując listę elementów czteroskładnikowych.

Elementy listy są czteroskładnikowe:

- x - współrzędna x,
- y - współrzędna y,
- p - adres poprzedniego elementu na liście
- n - adres następnego elementu na liście.

Połączona lista: (x,y,p,n)

(5,8,0,2) - element poprzedni nie istnieje

(11,22,1,3)

(14,18,2,0) - element następny nie istnieje.

Wprowadzenie punktu (9,10) między pierwszym a drugim punktem daje następującą listę:

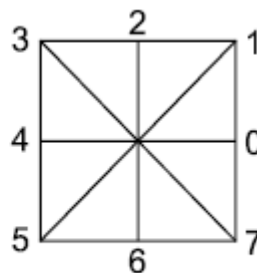
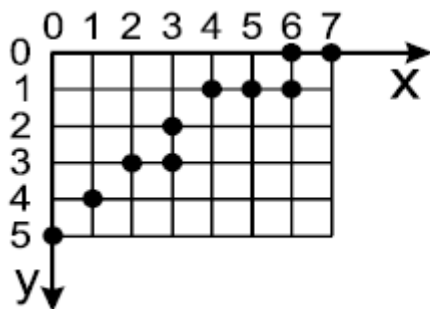
(5,8,0,4); (11,22,4,3); (14,18,2,0); (9,10,1,2)

11. Czy w grafice wektorowej modyfikacja kształtu jednego z obiektów ma wpływ na postać pozostałych obiektów?

Modyfikacja kształtu i - tego obiektu bez ingerencji w pozostałe sekwencje.

12. Czy w grafice rastrowej modyfikacja kształtu jednego z obiektów ma wpływ na postać pozostałych obiektów?

Kod łańcuchowy (stała długość)



• Ciąg par współrzędnych x, y kolejnych punktów krzywej

(x1, y1), (x2, y2), ..., (xn, yn),

(0,5), (1,4), ..., (7,0) (krzywa z przykładu)

• Kod łańcuchowy (chain code) o stałej długości (3 bity/punkt)

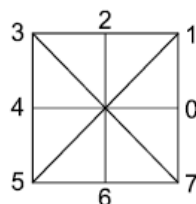
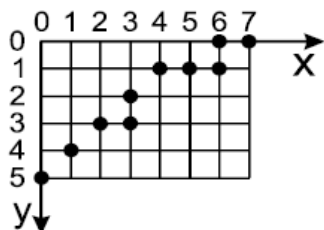
(0,5) 001001000010001000.....000

(0,5) - współrzędne punktu początkowego krzywej z przykładu 001 - kod kierunku „1”

Długość kodu nie zależy do kształtu krzywej (określonego zmianami kierunków pomiędzy kolejnymi punktami krzywej).

Różnicowy kod łańcuchowy (zmienna długość)

(o zmiennej długości, średnio 2 bity / punkt, długość kodu zależy od kształtu krzywej).



Przypisania:

zmiana nachylenia	0	+1	-1	+2	-2	+3	-3	4
kod	0	01	011	0111	01111	011111	0111111	01111111

+1, +2, +3, 4 - **zmiana** nachylenia o 1,2,3,4 w kierunku dodatnim

-1, -2, -3, 4 - **zmiana** nachylenia o 1,2,3,4 w kierunku ujemnym

Krzywa z przykładu:

(0,5) 001 0 01101110110110011101111

Dla jednoznacznego opisu krzywej powyższy kod musi zawierać:

(0,5) - współrzędne punktu początkowego krzywej z przykładu

001 - kod łańcuchowy

0 - różnicowy kod łańcuchowy

Pytania 10 (Wykład 10)

1. Podać definicję metryki.

Metryka - odwzorowanie: $\rho : X \times X \rightarrow R_*$ spełniające dla wszystkich

wektorów $\underline{x}^\mu \in X$ ($\mu = 1, 2, \dots$) założenia (warunki):

$$\rho(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\nu) = 0 \Leftrightarrow \underline{x}^\mu \equiv \underline{x}^\nu \quad - \text{tożsamość},$$

$$\rho(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\nu) = \rho(\underline{x}^\nu, \underline{x}^\mu) \quad - \text{symetria},$$

$$\rho(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\nu) \leq \rho(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) + \rho(\underline{x}^\eta, \underline{x}^\nu) \quad - \text{warunek trójkąta}.$$

gdzie:

X - przestrzeń wektorów,

R_* - zbiór liczb nieujemnych

Zastosowanie praktyczne: obliczanie różnic pomiędzy
poszczególnymi obrazami

2. Wymienić 3 główne rodzaje metryk.

Metryka Euklidesowa:

$$\rho_1(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) = \sqrt{\sum_{v=1}^n (x_v^\mu - x_v^\eta)^2}$$

Wady i zalety metryki Euklidesowej

- odpowiada obiegowej definicji odległości
- ignorowanie składowych o b. małych wymiarach, długie czasy obliczeń (pierwiastkowanie, podnoszenie do kwadratu)

Uogólniona metryka Euklidesowa:

$$\rho_2(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) = \sqrt{\sum_{v=1}^n \left[\lambda_v (x_v^\mu - x_v^\eta) \right]^2}$$

λ_v - mnożniki normalizujące

Metryka uliczna (Manhattan, city block distance):

$$\rho_3(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) = \sum_{v=1}^n |x_v^\mu - x_v^\eta|$$

Uogólniona metryka uliczna:

$$\rho_4(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) = \sum_{v=1}^n \lambda_v |x_v^\mu - x_v^\eta|$$

Metryka Czebyszewa (maksymalna):

$$\rho_5(\underline{x}^\mu, \underline{x}^\eta) = \max_{1 \leq v \leq n} |x_v^\mu - x_v^\eta|$$

Oznaczenia:

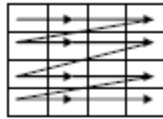
$$\underline{x}^\mu = [x_1^\mu, \dots, x_n^\mu]^T, \quad \underline{x}^\eta = [x_1^\eta, \dots, x_n^\eta]^T$$

3. Podać 3 sposoby przeglądu obrazu.

Sposoby przeglądu obrazu

1. Linia po linii (wiersz po wierszu) – 1-szy sposób

Przykład: $N=4$



2. Linia po linii (wiersz po wierszu) – 2-gi sposób

Przykład: $N=4$

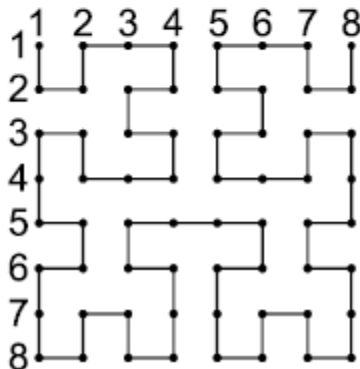


3. Według krzywej Hilberta rzędu k

Rekurencyjny algorytm generowania krzywych Hilberta. Z czterech krzywych rzędu $k-1$ budowana jest krzywa rzędu k .

Przykład: $k=3$

Krzywa Hilberta rzędu 3.



4. Przedstawić przykładowy obraz o parametrach $N=4$, $M=4$ w postaci a) **tablicy**, b) wektora stosując jeden z 3 sposobów przeglądu obrazu.
Macieź 4×4

5. Przedstawić przykładowy obraz o parametrach $N=4$, $M=4$ w postaci **wektora** stosując jeden z trzech sposobów przeglądu obrazu.
[wektor, war2, war3, war n]

6. Przedstawić 2 różne obrazy o parametrach $N=4$, $M=4$ w postaci tablic.
Wyznaczyć różnicę pomiędzy tymi obrazami stosując odpowiednią operację jednopunktową dwuargumentową. Podać nazwę tej operacji.

Odejmowanie obrazów $|A-B|$

7. Przedstawić 2 różne obrazy o parametrach $N=4$, $M=4$ w postaci wektorów stosując jeden ze znanych sposobów przeglądu obrazu. Wyznaczyć różnicę pomiędzy tymi obrazami wyznaczając wartość jednej z pięciu znanych metryk. Podać nazwę tej metryki.

Przykład

Obliczyć różnicę (stosując metrykę euklidesową) pomiędzy dwoma obrazami trzypikselowymi

$$\underline{d}^1 = [d_1^1, d_2^1, d_3^1]^T = [2, 3, 5], \quad \underline{d}^2 = [d_1^2, d_2^2, d_3^2]^T = [1, 4, 5]$$

$$\rho(\underline{d}^1, \underline{d}^2) = \sqrt{\sum_{i=1}^3 (d_i^1 - d_i^2)^2} = \sqrt{(2-1)^2 + (3-4)^2 + (5-5)^2} = \sqrt{2}$$

8. Jaki jest główny cel stosowania kompresji obrazu.
archiwizacja, przesyłanie

9. Podać przykład kodu pierwotnego i kodu wynikowego w procesie kompresji.

Kodowanie ciągów identycznych symboli (ciąg identycznych symboli - para zawiera 1 symbol i liczbę jego powtórzeń)

7,7,8,9,10,10,10,10,9,9,9,8,7,7,7
7(2), 8(1), 9(1), 10(4), 9(3), 8(1), 7(3).

Dla obrazów o **dużych obszarach** o jednolitej jasności przegląd według **krzywej Hilberta** daje z reguły **dłuższe ciągi identycznych symboli** niż w przypadku przeglądu "linia po linii"

10. Podać parametr określający jakość kompresji obrazu. (Stopień kompresji ??)

11. Co oznaczają pojęcia „obraz wynikowy” i „kod wynikowy”.

a) obraz pierwotny $[p1(i,j)]$ i obraz wynikowy (odtworzony) $[q1(i,j)]$ różnią się między sobą (kompresja stratna),

b) obraz pierwotny $[p2(i,j)]$ i obraz wynikowy (odtworzony) $[q2(i,j)]$ nie różnią się między sobą (kompresja bezstratna).

12. Podać definicję kompresji bezstratnej w kategoriach wartości metryki odniesionej do obrazu pierwotnego i wynikowego (zrekonstruowanego).

13. Podać definicję kompresji stratnej w kategoriach wartości metryki odniesionej do obrazu pierwotnego i zrekonstruowanego.

14. Jakie znamy rodzaje kompresji bezstratnej?

metody kodowania ciągów identycznych symboli:

Kodowanie drzewiaste - odwzorowanie obrazu w drzewo (szczególny przypadek grafu), czyli odwzorowanie pikseli lub podzbiorów pikseli w węzły (wierzchołki) drzewa. Przegląd siatki dyskretnej obrazu realizowany poprzez przegląd drzewa będącego odwzorowaniem tego obrazu

Kompresja obrazów z obszarami o niejednolitej jasności// Kod Huffmana

15. Jakie znamy rodzaje kompresji stratnej?

Kompresja stratna: - uzyskiwany jest większy stopień kompresji (SK) niż przy stosowaniu kompresji bezstratnej (lossless compression).

- kodowanie różnic,
- kodowanie blokowe