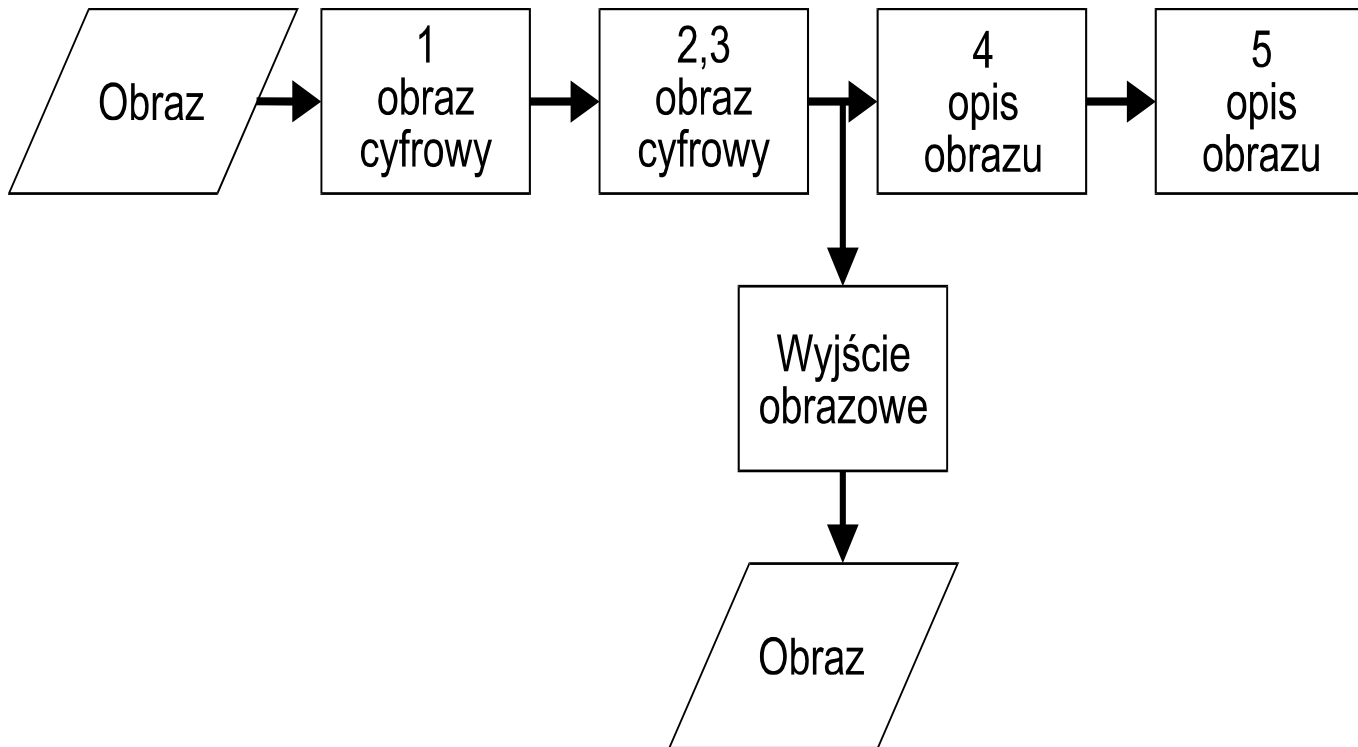


PRZETWARZANIE OBRAZÓW

WIT, sem.6, 2006/2007, prowadzący: Marek Doros

WYKŁAD 1

Schemat procesu przetwarzania obrazu



Przetwarzanie obrazów jest to proces składający się z następujących operacji:

1. Pozyskanie (*akwizycja*) obrazu i przetworzenie do postaci cyfrowej;
2. Wstępne przetworzenie obrazu, jego filtracja i wyostanie, a także jego binaryzacja;
3. Segmentacja obrazu i wydzielenie poszczególnych obiektów oraz ich fragmentów (np. krawędzi i innych linii);
4. Analiza obrazu i wyznaczenie cech obiektów oraz informacji o ich lokalizacji;
5. Rozpoznanie i rozumienie obrazu (identyfikacja klasy).

Grafika komputerowa jest to tworzenie obrazów metodami cyfrowymi

Opis obrazu → Obraz cyfrowy

Podstawowe definicje

Obraz \Rightarrow dwuwymiarowa funkcja intensywności światła $f(x,y)$; wartość f w przestrzennych współrzędnych x,y określa **intensywność** (jasność) obrazu w tym punkcie, gdzie:

$$0 \leq f(x,y) < \infty$$

l - **Poziom szarości** - intensywność obrazu czarno-białego f w punkcie (x,y)

$$L_{\min} \leq l \leq L_{\max}$$

gdzie: $[L_{\min}, L_{\max}]$ - skala szarości,

$$M - \text{liczba poziomów szarości; } M = L_{\max} - L_{\min} + 1$$

Przesunięcie skali do zakresu: $[0, L]$

gdzie: $l = 0$ - czerń

$$l = L \quad - \text{ biel (w rozważanej skali szarości)}$$

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

- przestrzenna (próbkowanie obrazu)
- amplitudowa (kwantyzacja poziomu szarości)

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

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

Piksel (pel) - element obrazu (*picture element*) \Rightarrow każdy z elementów tablicy

Przykład: $N=4$, $0 \leq l \leq 15$, tzn. $M=16$

15	14	10	0
12	11	5	0
11	4	3	2
3	2	0	1

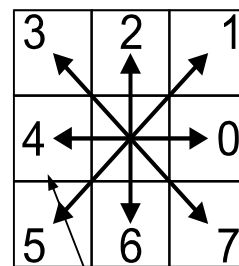
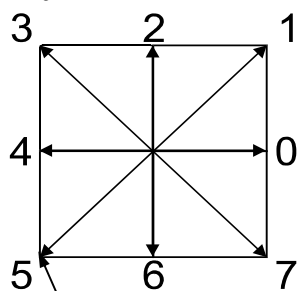
Rozdzielczość przestrzenna - określa stopień rozróżnialności detali; tym lepsza, im większa wartość N .

Rozdzielczość poziomów szarości - tym lepsza, im większa wartość M .

- **Siatka dyskretna** (*discrete net*): wzorzec według którego dokonywana jest *dyskretyzacja przestrzenna* obrazu; linie, oczka, węzły
- **Siatka prostokątna** – najczęściej stosowana : oczko siatki jest kwadratem
- **Piksel** – podstawowy element obrazu; odniesienie do oczka lub węzła siatki

Rodzaje sąsiedztwa: np. 8-spójne, 4-spójne

Dualizm oczko - punkt (siatka prostokątna)
zachowuje zasady sąsiedztwa np. ośmiospójnego.



węzły (punkty)
siatki prostokątnej ,

oczka siatki
prostokątnej

Piksel może być skojarzony z **węzłem** lub z **oczkiem** siatki

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(?)

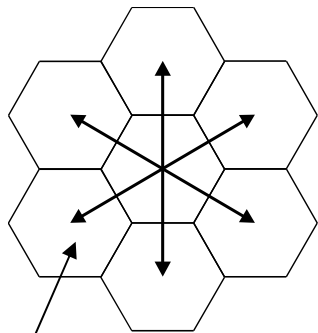
Przeciwdziałanie:
przypisanie różnych rodzajów
sąsiedztwa pikselom
obiektu i tła

Rzadziej stosowane siatki:

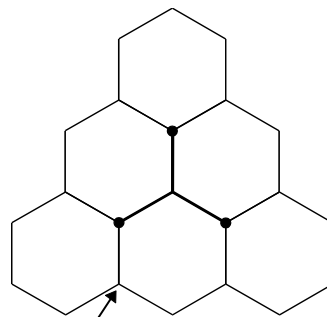
- **Siatka sześciokątna** (heksagonalna)
- **Siatka trójkątna**.

Siatka heksagonalna

Nie zachowuje zasady dualizmu oczko – punkt siatki (sąsiedztwo 6-spójne przechodzi w 3-spójne)

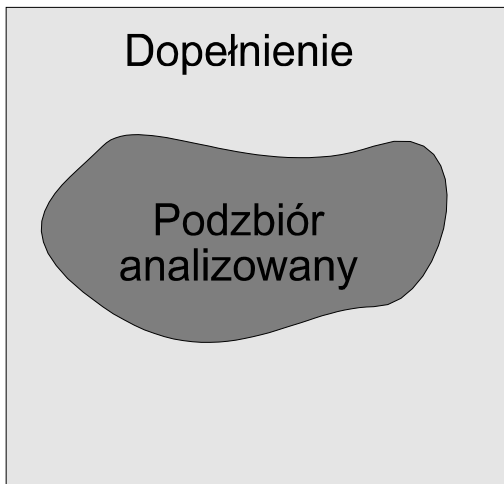


oczka(sąsiedztwo 6-spójne)

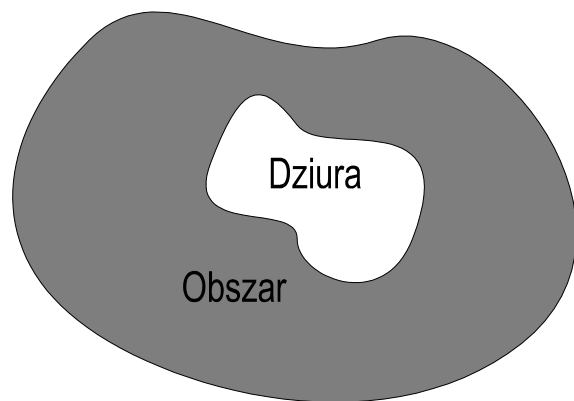


węzły (sąsiedztwo 3-spójne)

Dopełnienie - wszystkie piksele obrazu nie należące do danego podzbioru obrazu



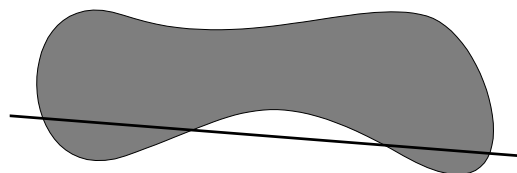
Dziura - spójna składowa dopełnienia obszaru otoczona przez ten obszar



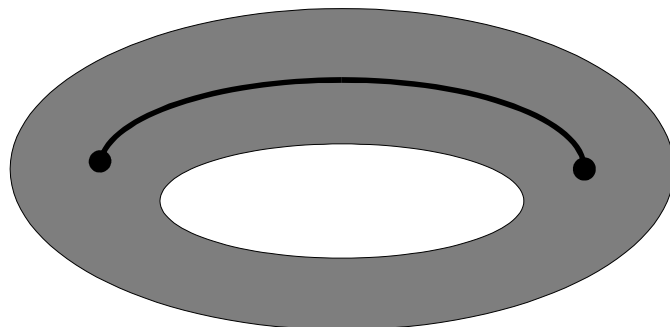
Obszar - spójny podzbiór



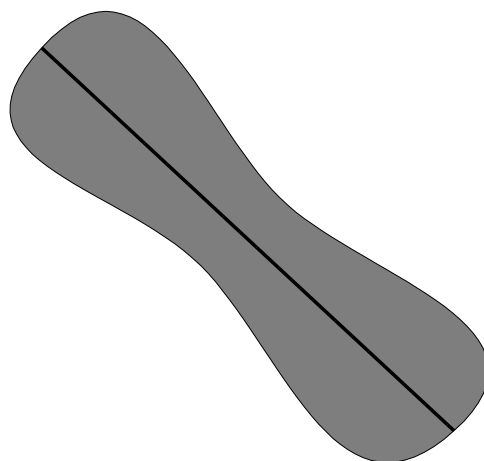
Przekrój - przecięcie linią prostą obszaru lub obrazu.



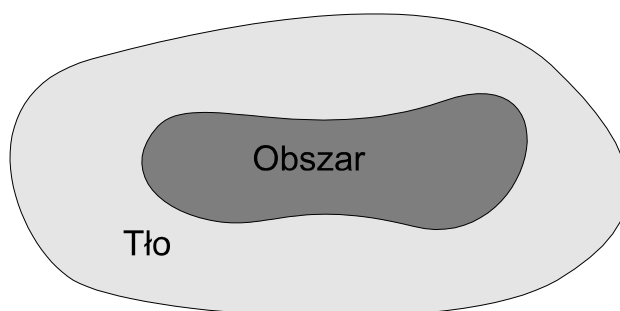
spójny - dotyczący podzbioru obrazu, którego dwa dowolne punkty można połączyć łukiem całkowicie zawartym w tym podzbiórze



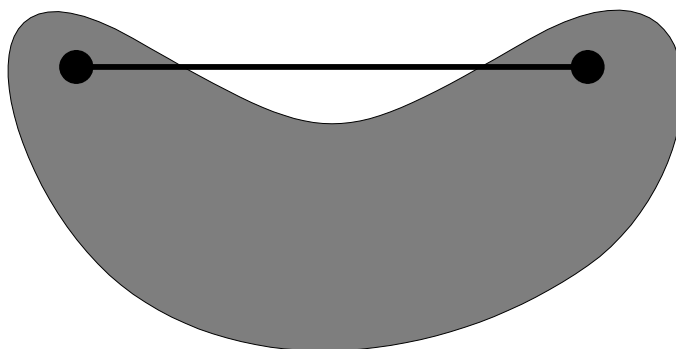
średnica podzbioru - maksymalna odległość między dwoma dowolnymi pikselami w podzbiórze obrazu



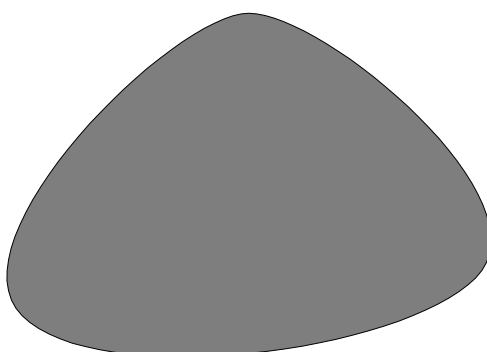
tło - spójne składowe obrazu, które leżą wewnątrz dopełnienia obszaru i otaczają go



Obszar wklęsły - co najmniej jeden odcinek prostej między dwoma punktami obszaru nie leży całkowicie w tym obszarze.



Obszar wypukły - odcinek prostej między dwoma dowolnymi punktami obszaru jest całkowicie zawarty w tym obszarze.



Binaryzacja obrazu - zamiana obrazu $f(x,y)$, którego piksele przyjmują wartości z przedziału $\langle L_{min}, L_{max} \rangle$ na obraz $b(x,y)$, którego piksele przyjmują wyłącznie wartości 0 lub 1 (1 bit) (pojęcia „obiekt - tło”).

Realizacja binaryzacji: progowanie, tzn. zadanie progu o wartości Θ ; piksele, których poziom szarości przekracza Θ kwalifikowane są do jednej grupy, reszta zaś do drugiej.

Segmentacja obrazu (etykietowanie) - rozbicie obrazu (uprzednio przefiltrowanego i zbinaryzowanego) na fragmenty odpowiadające poszczególnym, widocznym na obrazie obiektom; wydzielenie obszarów obrazu spełniających pewne kryteria jednorodności, np. kolor obszaru, poziom jasności, faktura. Indeksacja wydzielonych obiektów obrazu, tzn. wypełnianie wydzielonych obszarów odpowiadających obiektom sztucznie wprowadzonymi "poziomami szarości".

Cel segmentacji: Przygotowanie obrazu do etapu właściwego rozpoznawania obiektów, określenia relacji przestrzennych pomiędzy nimi.

Segmentacja stanowi poziom pośredni pomiędzy poziomem *wstępnego przetwarzania* a poziomem *analizy* obrazu.

Analiza obrazu - wyznaczenie *cech* obiektów (wyodrębnionych uprzednio w procesie segmentacji) przydatnych w procesie właściwego rozpoznawania;

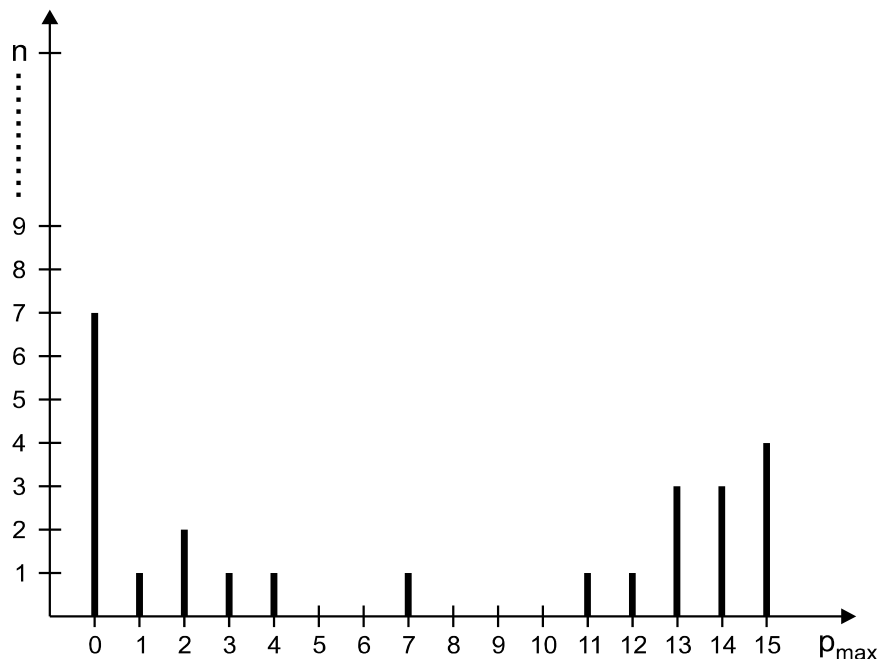
cechy charakteryzujące kształty; współczynniki *niezmiennicze* względem typowych przekształceń obrazów (obroty, przesunięcia, zmiany, skali)

współczynniki kształtu,
momenty geometryczne.

Rozpoznanie obrazu - automatyczna identyfikacja klasy, do której można zaliczyć nieznaną obiekt (np. obraz).

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

Pytania 1

1. Co to jest obraz
2. Z jakich operacji składa się proces przetwarzania obrazu
3. Co to jest poziom szarości obrazu
4. Na czym polega próbkowanie obrazu
5. Na czym polega kwantyzacja poziomów szarości obrazu
6. Co to jest obraz cyfrowy
7. Co to jest piksel
8. Co to jest rozdzielczość przestrzenna
9. Co to jest rozdzielczość poziomów szarości
10. Siatka dyskretna, struktura siatki, podać rodzaje siatek
11. Podać rodzaje sąsiedztwa
12. Jak wygląda piksel w postaci węzła a jak w postaci oczka
13. Na czym polega zasada dualizmu węzeł – oczko?
14. Podać przykład paradoksu spójności.
15. Podać różnicę pomiędzy dopełnieniem a tłem w obrazie
16. Co to jest histogram obrazu. Jak zmiana w wyglądzie obrazu wpływa na wygląd jego histogramu?

Problem 1

Zadanie 1

Dla dwóch utworzonych obrazów w gradacji stopni szarości szaroodcieniowych) o rozdzielczościach $N=4$ i $M=16$:

- o niejednorodnym rozkładzie poziomów szarości,
 - o jednorodnym rozkładzie poziomów szarości
- obliczyć medianę (m_e) oraz odchylenie standardowe (σ).

Zbadać 2 przypadki:

- Element populacji – piksel obrazu, cecha liczbowa – poziom szarości.
- Element populacji – numer poziomu szarości obrazu, cecha liczbowa – liczba pikseli o takim samym poziomie szarości.

Informacje pomocnicze:

Populacja generalna – zbiór n elementów podlegający badaniu lub szacowaniu ze względu na jedną cechę liczbową.

Liczność populacji generalnej - n

Cechy liczbowe elementów populacji: x_1, x_2, \dots, x_n ,

a po uporządkowaniu ich w porządku niemalejącym: $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$

Wartość średnia:
$$m = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

Mediana (m_e):

1) n nieparzyste: $n = 2k - 1$, to $m_e = x_k^*$

2) n parzyste: $n = 2k$, to $x_k^* \leq m_e \leq x_{k+1}^*$

przyjmujemy zazwyczaj:
$$m_e = \frac{x_k^* + x_{k+1}^*}{2}$$

Odchylenie standardowe:
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - m)^2}$$
 ;

Materiały do Wykładu 1

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

1.2 Typowe systemy wizyjne (str.16-19),

2.1 Akwizycja (pozyskiwanie) obrazu (str.20-30),

MATERIAŁY PODSTAWOWE

Wykład:

1. Skrypt WSISiZ: Marek Doros, „**Przetwarzanie obrazów**”, Warszawa 2005.

2. Tekst wykładu: *UBI: Marek Doros – udostępniane materiały dydaktyczne / POBZ/ Wykłady*

Ćwiczenia:

1. Skrypt WSISiZ: „**Przetwarzanie Obrazów, materiały pomocnicze do ćwiczeń**” Warszawa 2004.

2. katalogi na serwerze „Oceanic”:

0:/opt/windows/staff/doros/dor06_07/Obrazy

0:/opt/windows/staff/doros/dor06_07/Programy

3. Instrukcje do ćwiczeń: *UBI:*

Prowadzacy ćwiczenia z POB – udostępniane materiały dydaktyczne / POBZ/Ćwiczenia

LITERATURA & ZASOBY SIECIOWE

1. **M. Doros, Przetwarzanie obrazów, Skrypt WSISIZ, Warszawa 2005.**
2. **T.Pavlidis, Grafika i Przetwarzanie Obrazów, WNT Warszawa 1987.**
3. **R.Tadeusiewicz, Systemy Wizyjne Robotów Przemysłowych, WNT Warszawa, 1992.**
4. **C.D.Watkins at al., Nowoczesne metody przetwarzania obrazu, WNT Warszawa 1995.**
5. **R.Tadeusiewicz, M.Fłasiński, Rozpoznawanie Obrazów, PWN Warszawa,1991 (Uwaga: książka znajduje się na stronie: <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty/5/>)**
6. **W.Skarbek, Metody Reprezentacji Obrazów Cyfrowych, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1993.**
7. **M.Jankowski, Elementy Grafiki Komputerowej, WNT Warszawa 1990.**
8. **R.Choraś, Komputerowa wizja, metody interpretacji i identyfikacji obiektów, EXIT, Warszawa 2005.**
9. **M.Ostrowski, Informacja Obrazowa, WNT Warszawa, 1992.**
10. **A.K.Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall International, 1990.**
11. **L.J.Galbiati, Machine Vision and Digital Image Processing Fundamentals, Prentice - Hall International, 1990.**
12. **R.O.Duda, P.E.Hart, Pattern Classification and Scene Analysis, J.Wiley, New York 1973.**
13. **J.D.Foley at al., Wprowadzenie do grafiki komputerowej, WNT Warszawa 1995.**
14. **J.Zabrodzki (ed), Grafika komputerowa, metody i narzędzia, WNT, Warszawa, 1994.**
15. **Russ J., 1995 Image Processing Handbook, CRC Press 1995, ISBN 0-8493-2516-1.**
16. **Grafika PC bez Tajemnic, Intersoftland 1995.**
17. **Höhne K.H., Fuchs H., Pizer S.M.(Eds.): 3D imaging in medicine, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1990.**
18. **E.Piętka, Image processing in picture archiving and communication systems, habilitation thesis, Katowice 1995.**

19. J. Wojdyła, Kompresja danych w systemach informatycznych, PWE, Warszawa 1988.
20. N. Abramson, Teoria informacji i kodowania, PWN Warszawa 1969.
21. L. Wojnar, M. Majorek, Komputerowa analiza obrazu, Kraków 1994.
22. J. Levine, Programowanie plików graficznych w C/C++, Translator s.c. Warszawa 1997.
23. M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos, Snakes: active contour models, International Journal of Computer Vision, 1, 1988, pp.321-331.
24. **W. Mokrzycki, Encyklopedia Przetwarzania Obrazów, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1992.**
25. **R. Latham, Leksykon grafiki komputerowej i rzeczywistości wirtualnej, WNT, Warszawa 1997.**
26. **R. Tadeusiewicz, P. Korohoda, Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997.**
27. J. C. Russ, Image Processing Handbook, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo 1995.
28. E. Angel, *Computer Graphics*, p.369. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts (1990). (algorytm z buforem głębokości; Z-buffer algorithm, depth buffer algorithm).
29. R. Sedgewick, *Algorithms*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts (1990). (algorytmy sortowania elementów).
30. Gonzalez, Image processing (transformacje obrazu)
31. A. Bovik (ed.), Handbook of Video & Image Processing, Academic Press, London 2000.
32. **Io. Pitas, Digital image processing, algorithms and applications, Feb 2000, John Wiley & Sons, Multimedia material can be obtained from: ftp://ftp.wiley.com/public/sci_tech_med/image_processing EIKONA software can be found in <http://www.alphatecltd.com>**
33. N. Nikolaidis, I. Pitas, 3-D image processing algorithms, Hardcover - 200 pages (October 2000) John Wiley & Sons; ISBN: 0471377368, EIKONA3D software can be downloaded from <http://www.alphatecltd.com>
34. J. Illingworth, J. Kittler, A survey of the Hough transform, Computer Vision, graphics, and Image procesing 44, pp. 87-116 1988.
35. W. Skarbek, Multimedia. Algorytmy i standardy kompresji. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Problemy Współczesnej Nauki. Teoria i Zastosowania. Warszawa 1998.

36. R. Tadeusiewicz. "Społeczność Internetu", streszczenie i spis treści są dostępne pod adresem sieciowym: <http://www.exit.pl/#Spis16>
37. B. Cyganek, Komputerowe przetwarzanie obrazów trójwymiarowych, (format B5, 6 stron w kolorze), streszczenie i spis treści są dostępne pod adresem sieciowym: <http://www.exit.pl/-Spis33>
38. Z. Wróbel, R. Koprowski, Przetwarzanie obrazu w programie Matlab, 242 s., 170x240 mm, Katowice, 2001, streszczenie i spis treści są dostępne pod adresem sieciowym:
<http://www.us.edu.pl/uniwersytet/jednostki/ogolne/wydawnictwo/index.php>
Istotnym ułatwieniem w posługiwaniu się książką jest utworzenie strony, na której zamieszczono wszystkie przykłady:
<http://metro1.tech.us.edu.pl/matlab>.
39. M. Domański: Zaawansowane techniki kompresji obrazów i sekwencji wizyjnych, ISBN 83-7143-030-2 Dział Wydawnictw Politechniki Poznańskiej, Stron 149 Cena: 20 PLN