

Operacje geometryczne

- Zniekształcanie geometryczne (np. likwidacja dystorsji)
 - konieczna interpolacja jasności
- Poszukiwanie wzorca (struktury)
- „Odchudzanie”
- Poszukiwanie zakończeń krawędzi lub obszarów

Przykład: szukanie końcówek elementów elektronicznych

Segmentacja obrazu

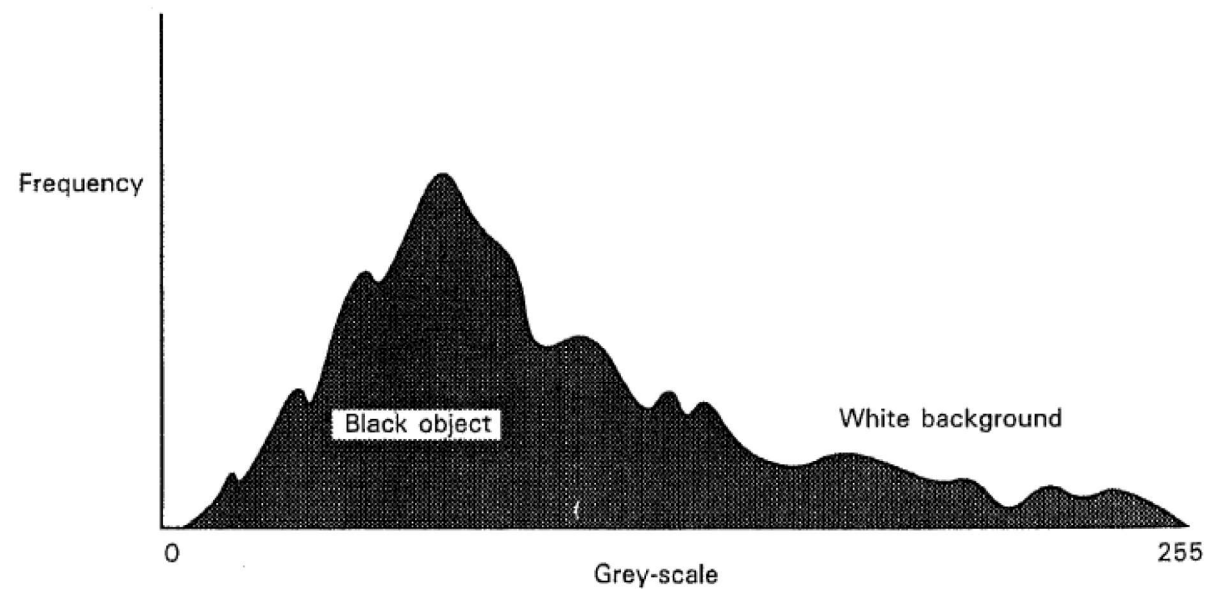
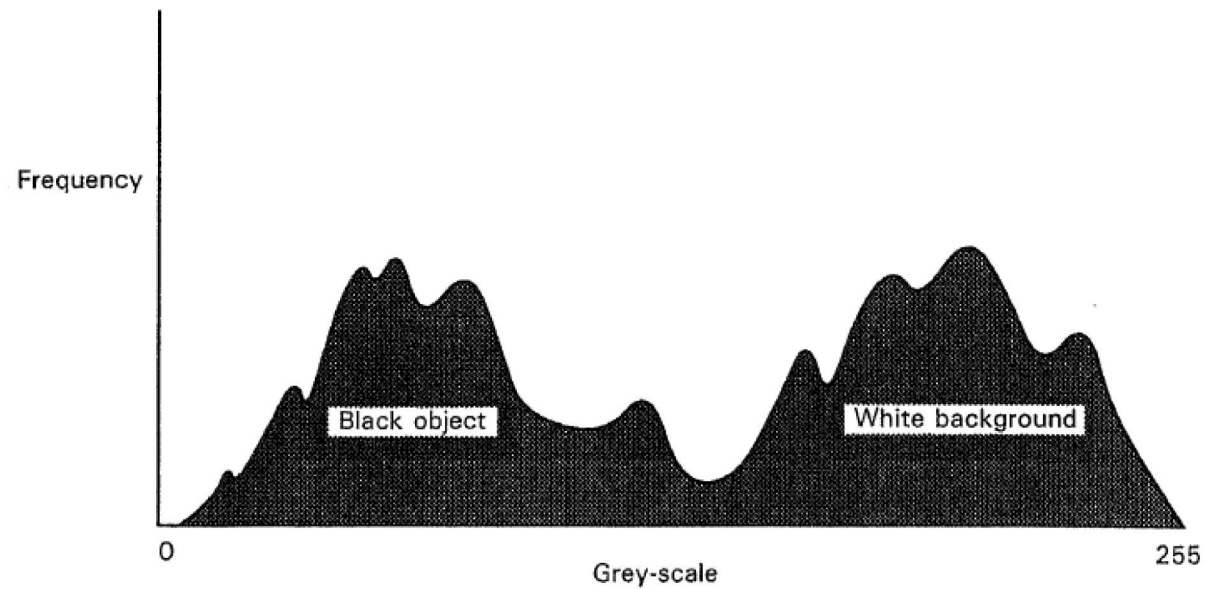
- Znalezienie w obrazie elementów lub zestawów elementów podobnych do określonego wzorca
- Dwa podejścia:
 - poszukiwanie granic obszarów
 - poszukiwanie (i powiększanie do granic możliwości) obszarów
- Każda metoda wymaga znalezienia krawędzi

Progowanie

Problem znalezienia poziomu progowania:

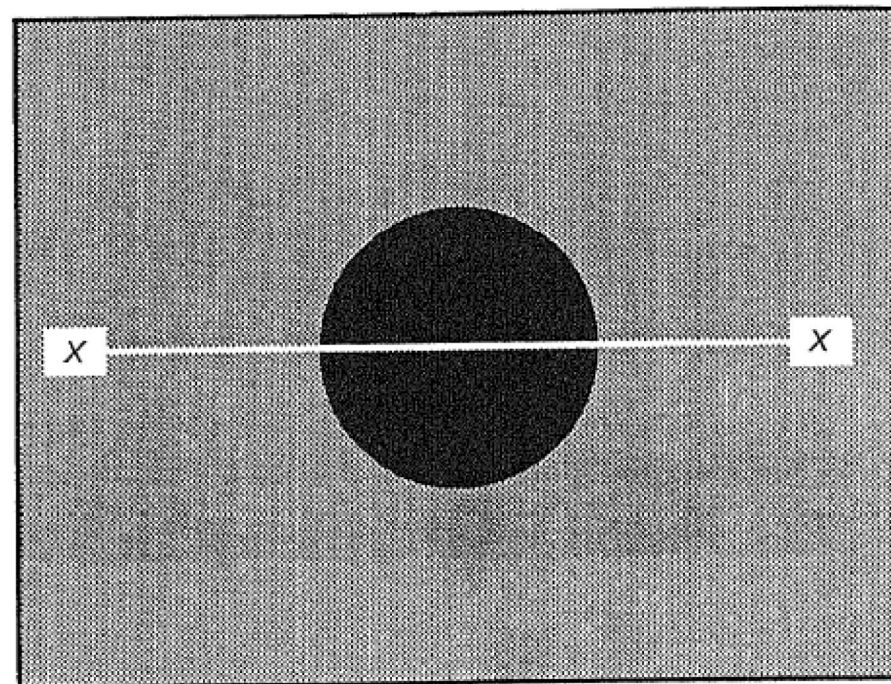
- progowanie wg jasności całego obrazu
- progowanie lokalne – wg jasności najbliższego otoczenia
- progowanie dynamiczne – wg jasności otoczenia oraz współrzędnych progowanego piksela

Progowanie

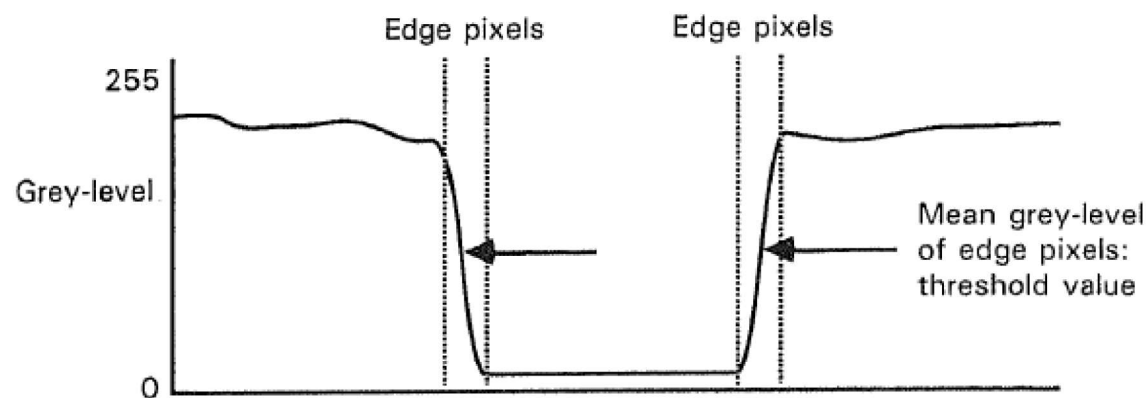


Progowanie

Poszukiwanie
poziomu
progowania
poprzez
poszukiwanie
pikseli na
krawędziach



(a)



(b)

Figure 5.4 Using edge pixels to select a threshold: (a) image of dark, round object on a light background with section $X-X$ shown; (b) profile of image intensity along section $X-X$.

Wykrywanie krawędzi

Szereg rodzajów metod:

- z użyciem operatorów gradientowych,
- wyszukiwanie wzorców,
- dopasowywanie do krawędzi,
- statystyczne wykrywanie krawędzi.

Filtry (operatory) gradientowe

- do wykrywania krawędzi

1	0
0	-1

0	1
-1	0

(a)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(b)

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

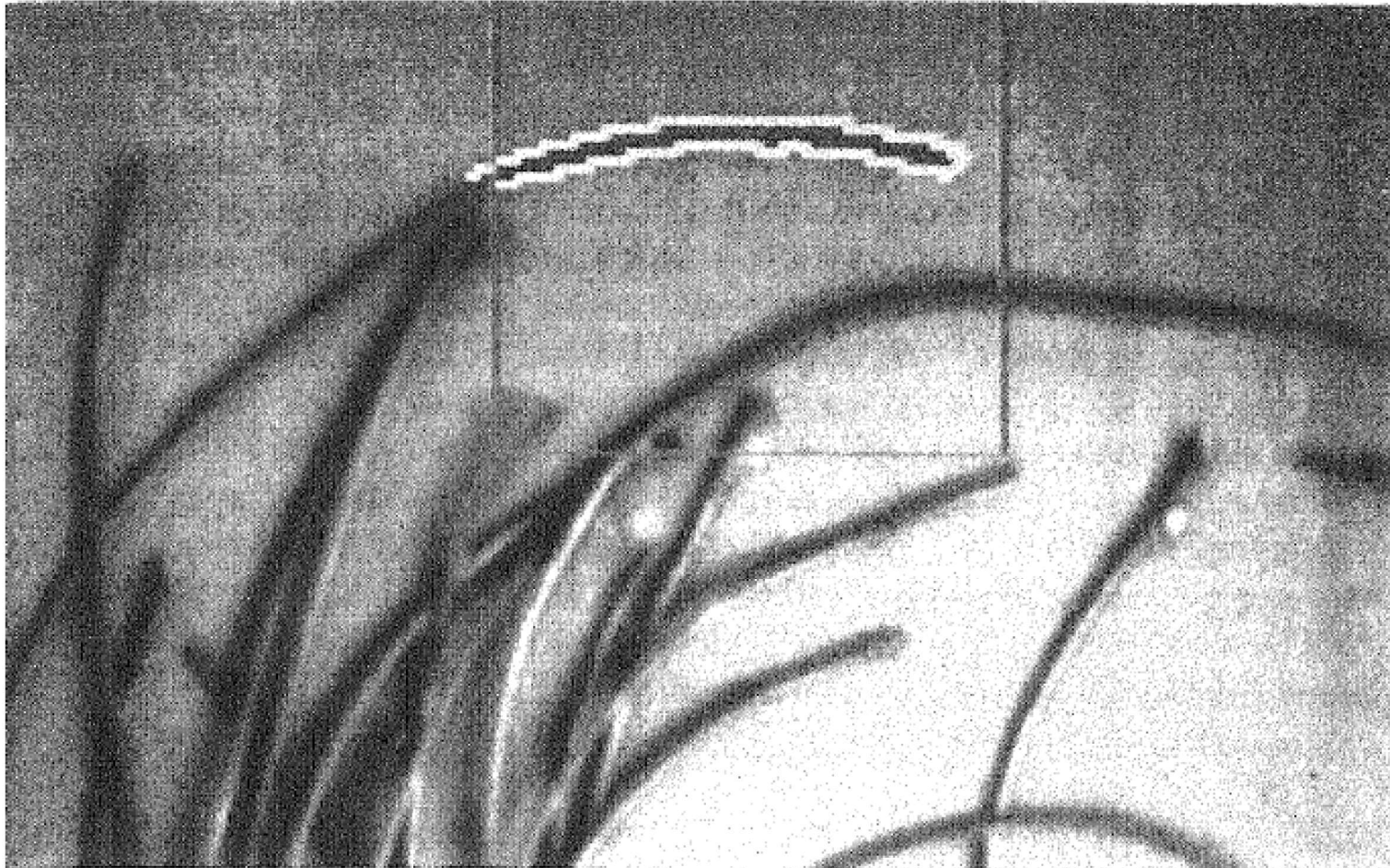
-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

(c)

Figure 5.14 Convolution kernels for estimation of the partial derivatives with (a) Roberts; (b) Sobel; and (c) Prewitt edge detection operators

Granice obszarów

- Poszukiwanie konturów



Szukanie obiektów

1. Odseparowanie obiektu od reszty
2. Wyekstrahowanie obiektu z otoczenia
3. Klasyfikacja obiektu

Wykrywanie kształtów

Liczbowe określanie kształtów:

- parametry zależne od kształtu obrzeża
- parametry zależne od kształtu obszaru

- niezależne od: orientacji, skali

- Tzw. momenty

$$m_{uv} = \sum_x \sum_y g(x, y) x^u y^v \quad u, v = 0, 1, 2, 3 \dots$$

$$\mu_{uv} = \sum_x \sum_y g(x, y) (x - \bar{x})^u (y - \bar{y})^v \quad u, v = 0, 1, 2, 3 \dots$$

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \text{ and } \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

Współczynniki kształtu (1)

$$W1 = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

Współczynniki cyrkularności ($W1, W2$):
 $W1$ określa średnicę koła o powierzchni
równej **powierzchni badanego obiektu**,

$$W2 = \frac{L}{\pi}$$

$W2$ określa średnicę koła o długości obwodu równej
długości obwodu badanego obiektu
 L - obwód obiektu, S - powierzchnia obiektu

$$W3 = \frac{L}{2\sqrt{S \cdot \pi}} - 1$$

Współczynnik Malinowskiej

Współczynniki $W1, 2, 3$ - szybkie obliczanie

$$W4 = \frac{S}{\sqrt{2\pi \iint (r^2) ds}}$$

Współczynnik Blaira-Blissa (większa wrażliwość na zmiany kształtu); r - odległość elementu pola ds od środka ciężkości obiektu

Współczynniki kształtu (2)

$$W5 = \frac{S^3}{\left(\iint_S l ds \right)^2}$$

Współczynnik Danielssona

l - minimalna odległość elementu ds od konturu obiektu

$$W6 = \sqrt{\frac{(\sum d)^2}{n \sum d^2 - 1}}$$

Współczynnik Haralicka

d - odległość piksli konturu od jego środka ciężkości n - liczba punktów konturu.

Współczynniki $W4, 5, 6$ - wolniejsze obliczanie niż $W1, 2, 3$

$$W7 = \frac{r_{\min}}{R_{\max}}$$

Współczynnik Lp1; r_{\min} - minimalna odległość

konturu od środka ciężkości,

R_{\max} - maksymalna odległość konturu od środka ciężkości

$$W8 = \frac{L_{\max}}{L}$$

Współczynnik Lp2

Inne parametry

- Porównanie kodu łańcucha obrzeża
- Porównanie elementów struktury bądź relacji zachodzących w poszukiwanym kształcie

Przykład klasyfikacji obiektów

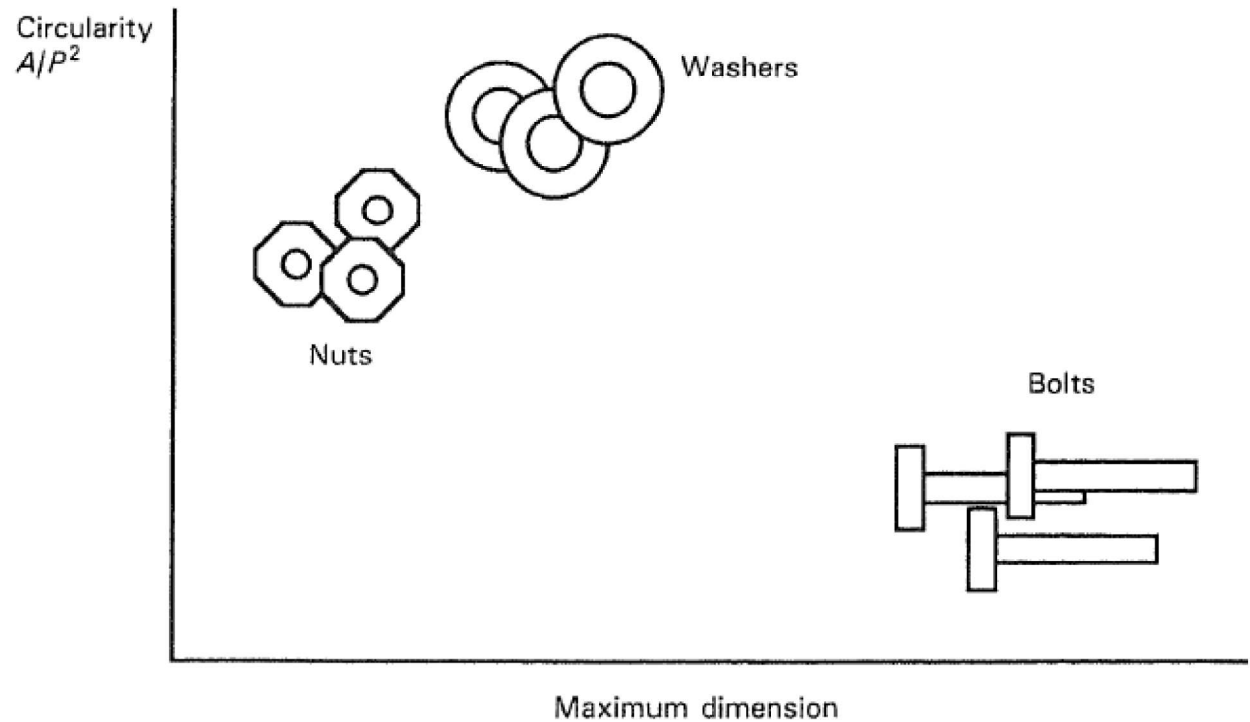


Figure 6.2 Feature space.

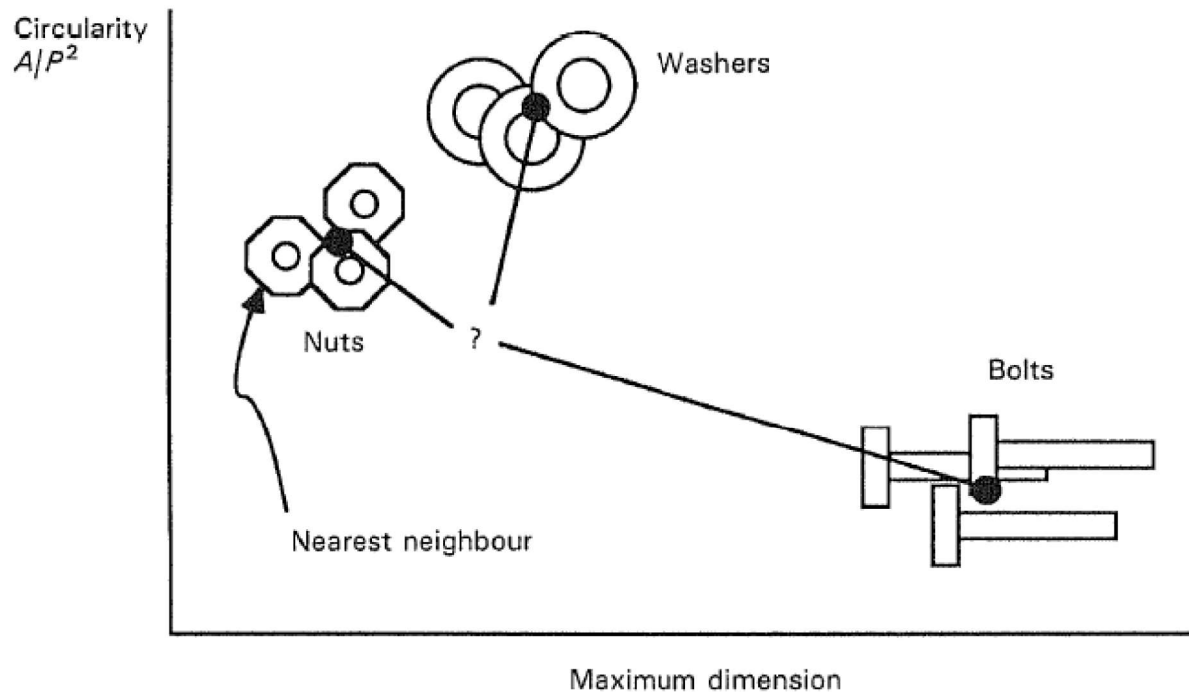


Figure 6.4 Nearest neighbour classification.

Pozycjonowanie dwuwymiarowe

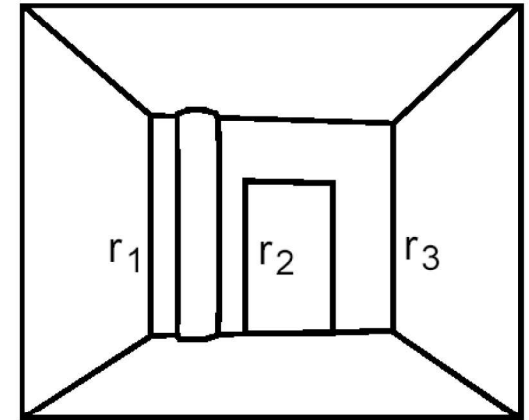
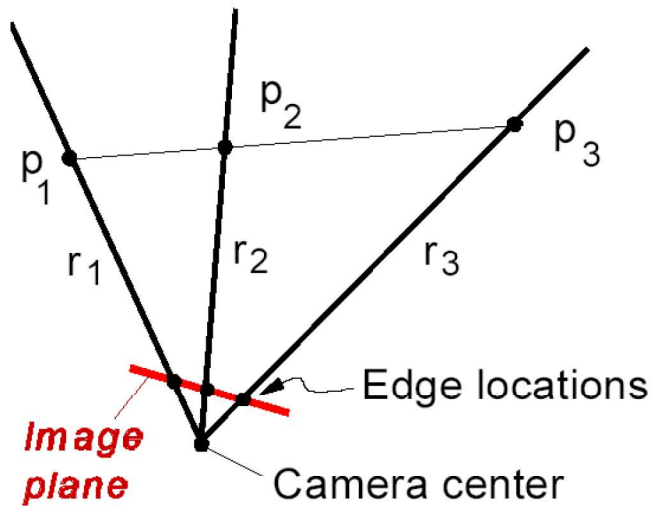
Warunki:

- oś kamery równoległa do podłoża
- nawigujemy wg linii pionowych

Wystarczy znaleźć 3 krawędzie pionowe w znanych położeniach

Problem:

- jak wybrać z otoczenia właśnie te trzy krawędzie, których położenia znamy?



Modele obiektów:

krawędzie lub punkty (rzut pionowy)

Modele mapowe

- 2- lub 3-wymiarowe modele struktur środowisk:
 - model 3-wymiarowy budynku
 - struktura pomieszczeń

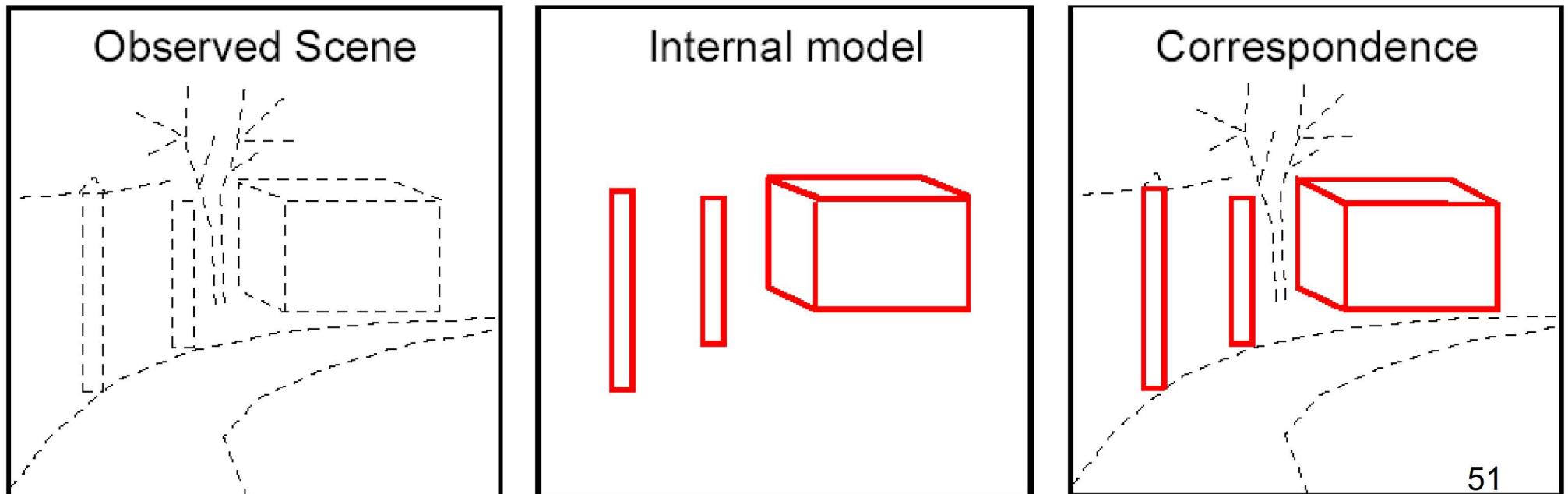
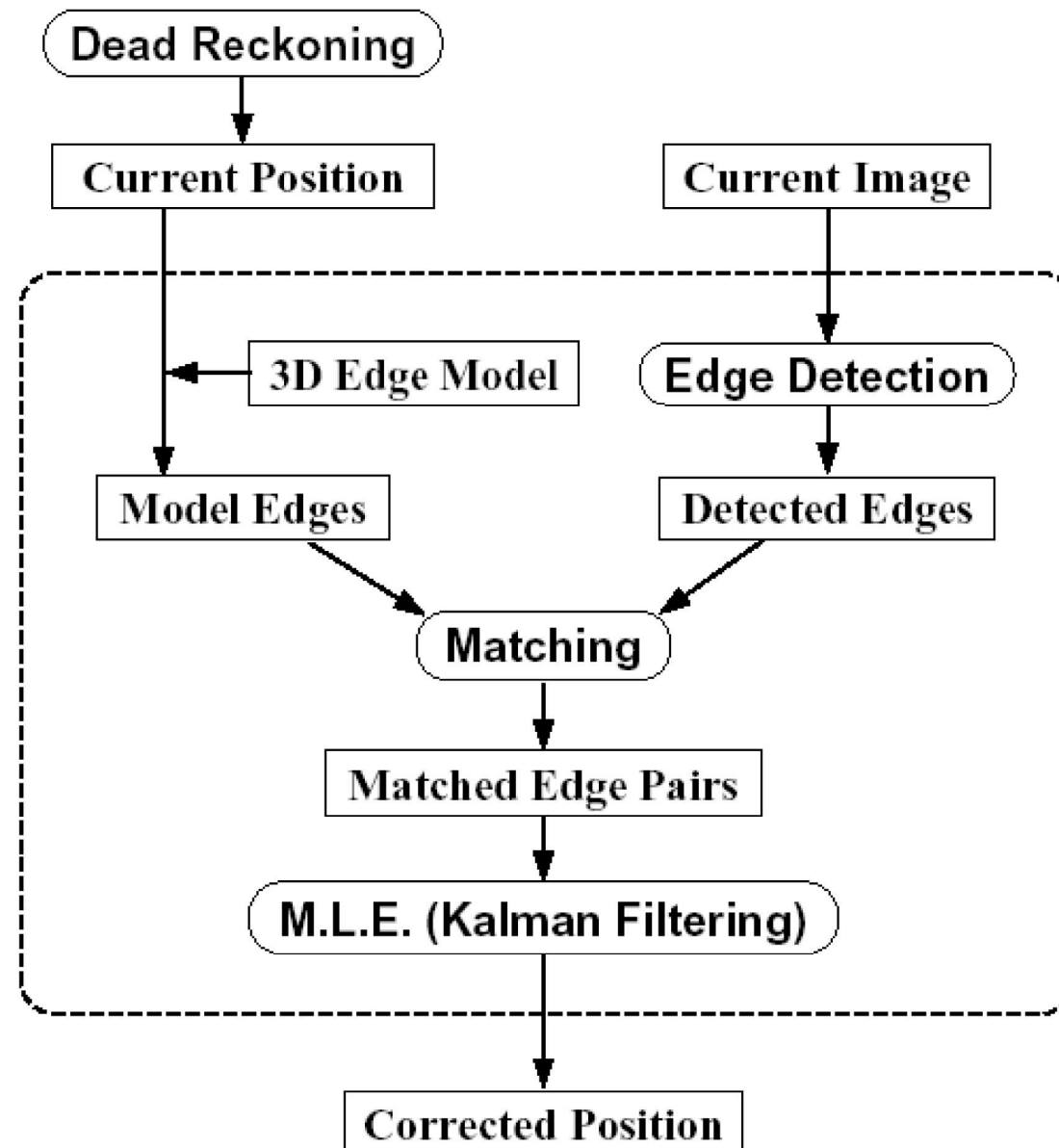


Figure 9.5: Finding correspondence between an internal model and an observed scene.

Przykładowy algorytm dopasowania

- Wydzielenie linii z obrazu
- Porównanie 2-wymiarowego odwzorowania elementów charakterystycznych (poszukiwanie min. różnic uzyskanych linii z modelem)
- Poszukiwanie odwzorowania robota do świata (translacja + rotacja)
- Poszukiwanie najlepszego dopasowania 3 elementów charakterystycznych do modelu

Przykładowy system nawigacji wizyjnej



(a) - obraz z kamery

(b) - prawdopodobne
krawędzie pobrane z
modelu otoczenia

(c) - wydzielenie
krawędzi z obrazu

(d) - efekt
dopasowania modelu
do obrazu (tylko
krawędzie)

(e) - położenie robota
w korytarzu

(f) - położenie
spodziewane i
położenie poprawione

(a)



(b)



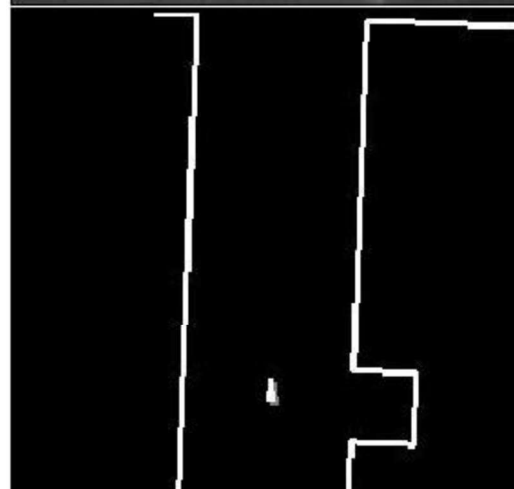
(c)



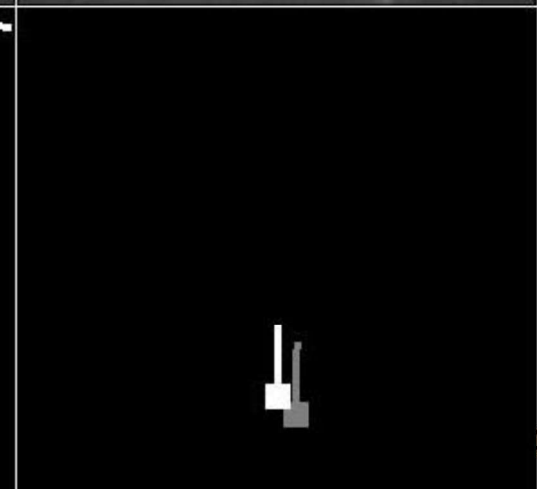
(d)



(e)



(f)



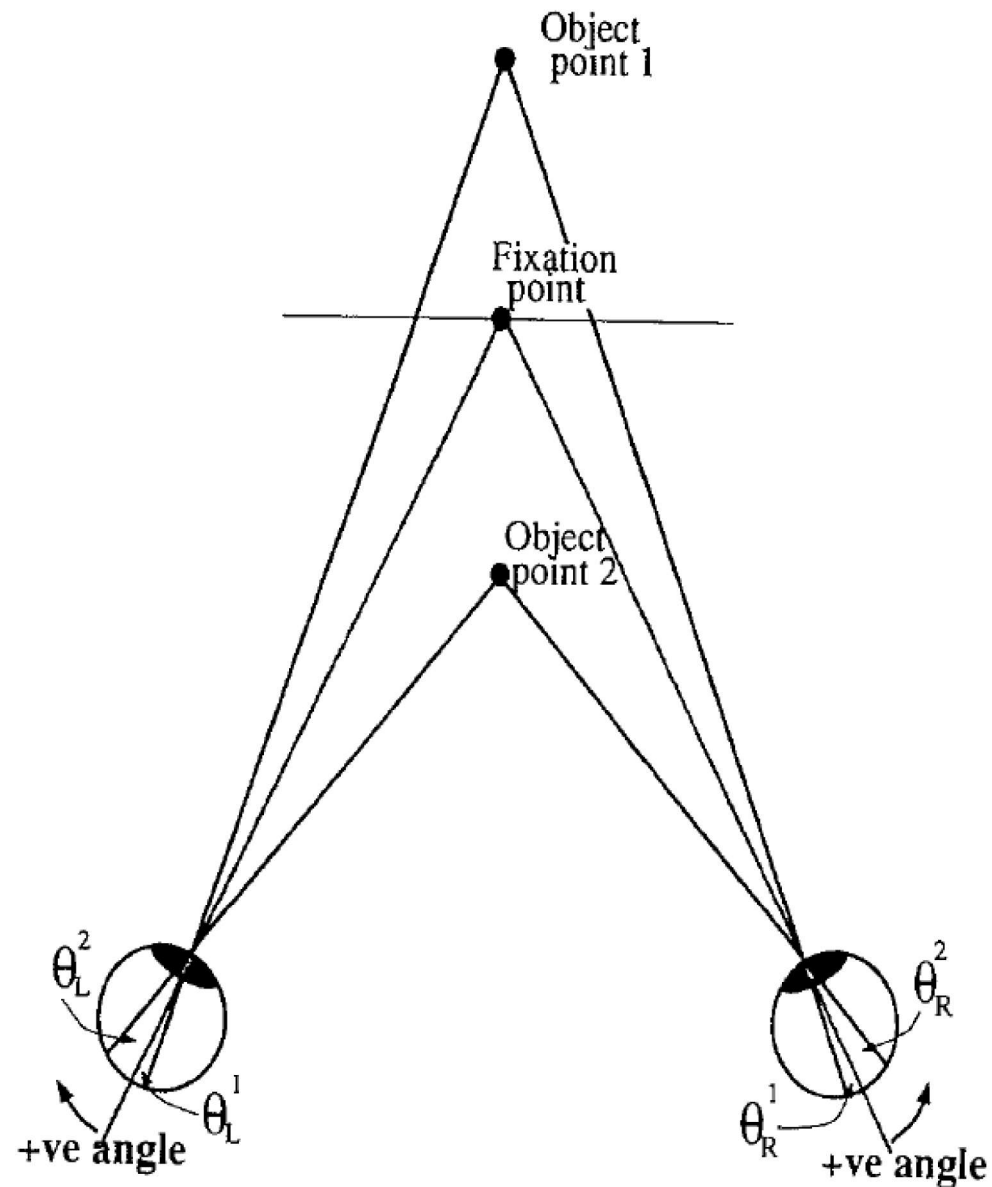
Stereowizja

- Podstawowa wada kamer: brak informacji o odległości od obserwowanego obiektu
- Widzenie jednym i dwójgiem oczu
- Możliwość porównywania dwóch obrazów:
 - dodatkowa informacja o współrzędnej Z
 - dane o sposobie oświetlenia obiektów
- Opis systemu:
 - dwie kamery skierowane w tę samą stronę
 - dokładne określenie odległości między osiami optycznymi
 - równoczesne przetwarzanie obrazów
 - potrzebna znacznie większa moc obliczeniowa

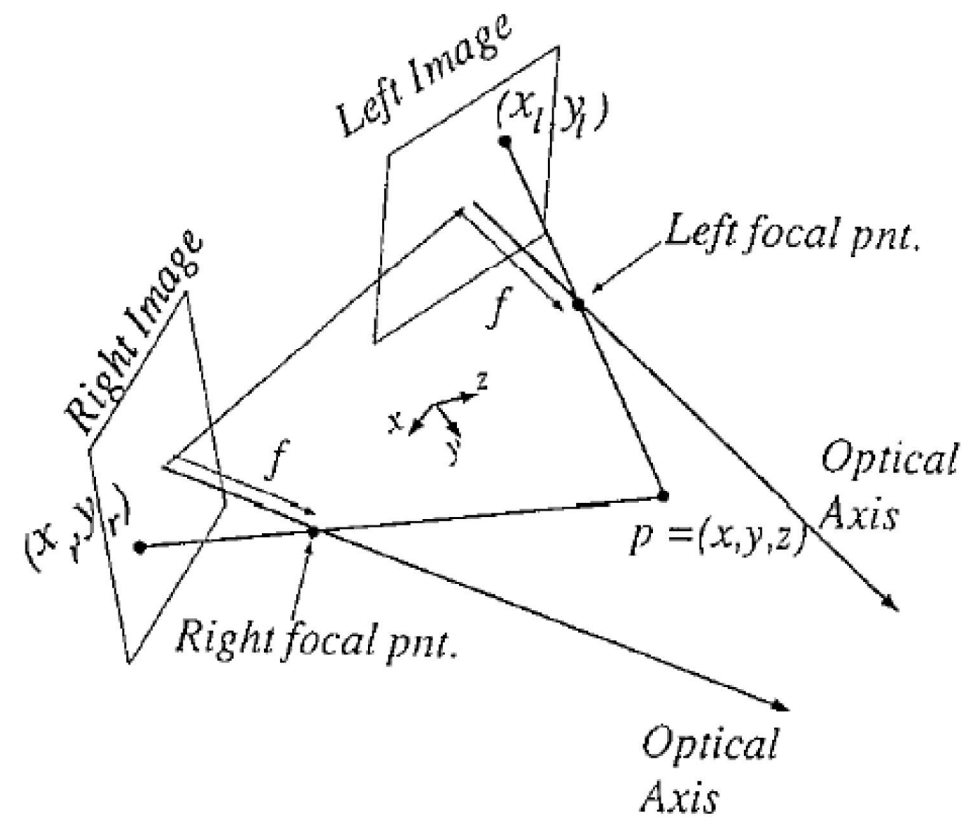
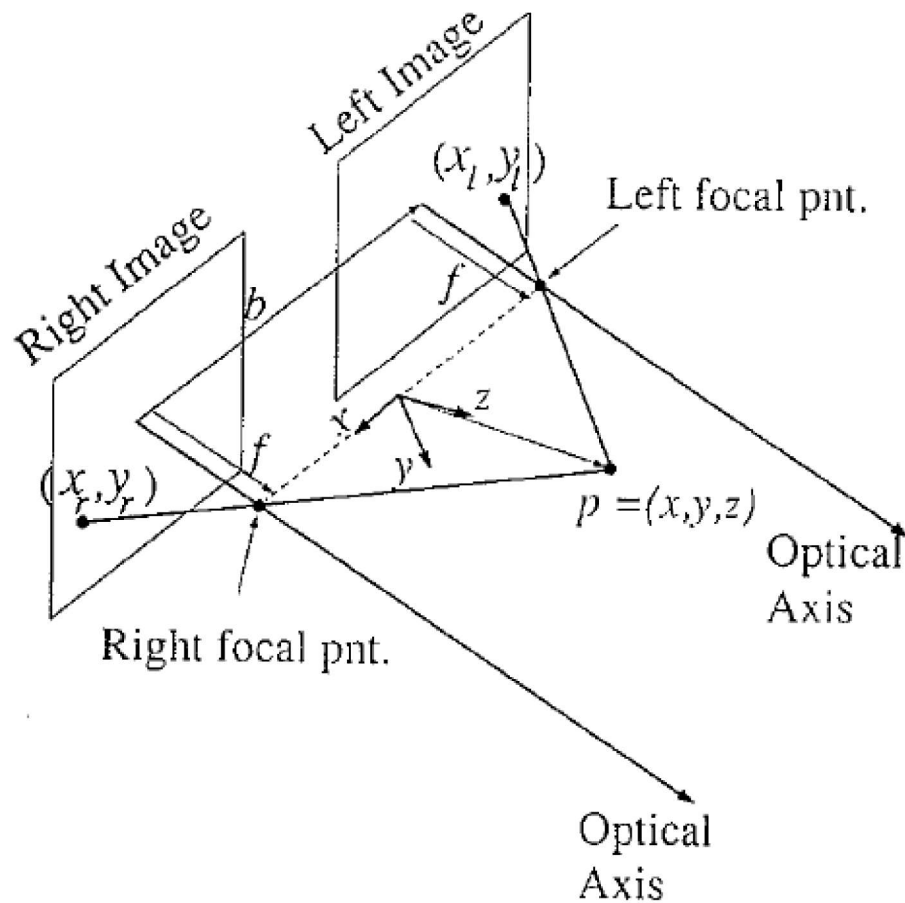
Etapy obróbki obrazów stereo

1. Znalezienie charakterystycznych obiektów na każdym z obrazów z osobna
2. Określenie, które z tych obiektów do siebie pasują
3. Określenie głębokości położenia tych obiektów

Idea stereowizji



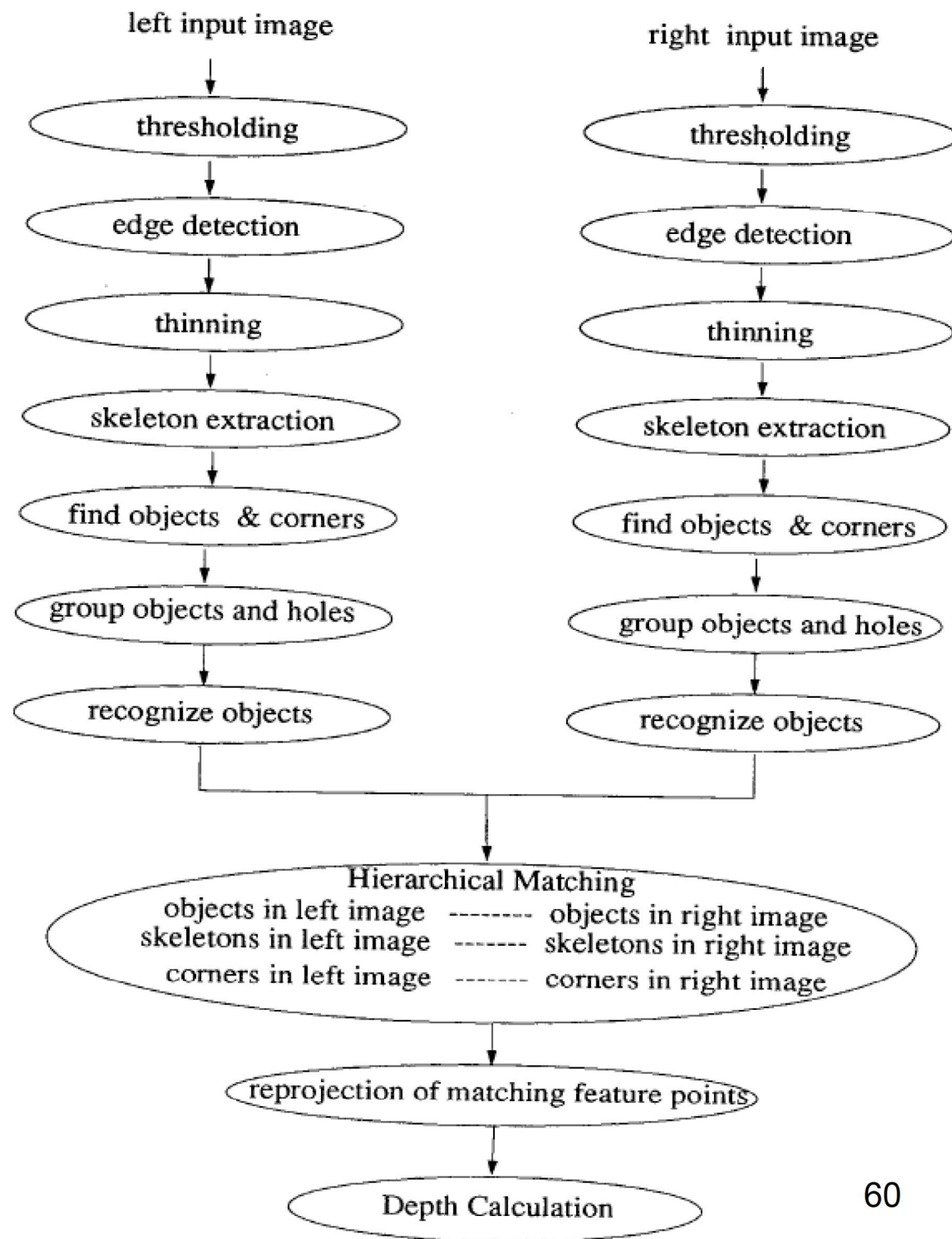
Typowe układy optyczne



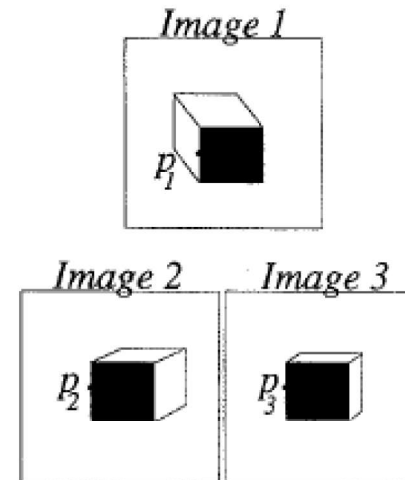
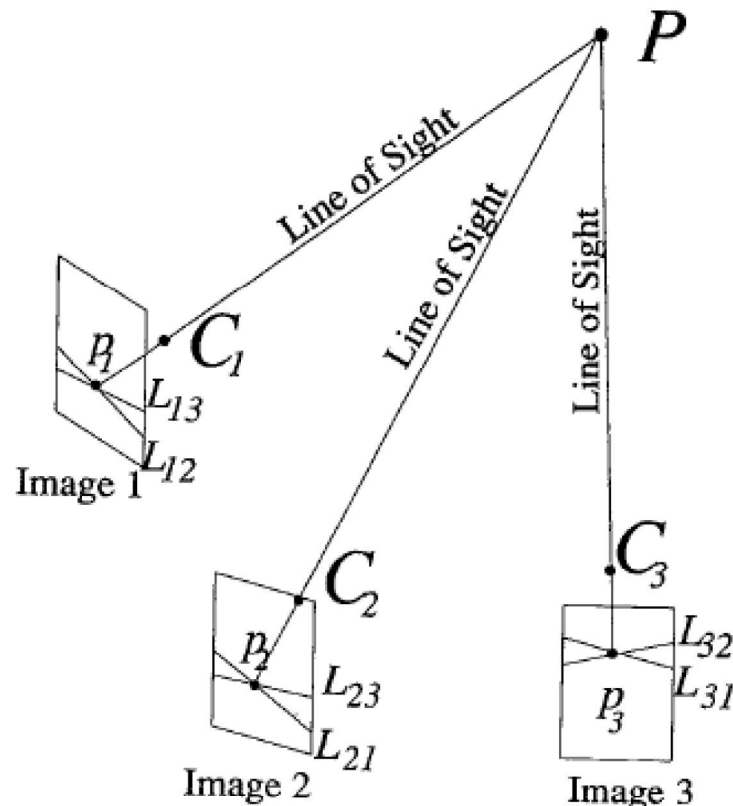
Obiekty dopasowywane

- Krawędzie (najczęściej pionowe)
 - Powierzchnie
 - Płaszczyzny
-
- Szereg metod zarówno poszukiwania obiektów, jak i dopasowywania
 - Problemy: cienie, częściowe zasłanianie

Przykładowy schemat blokowy systemu

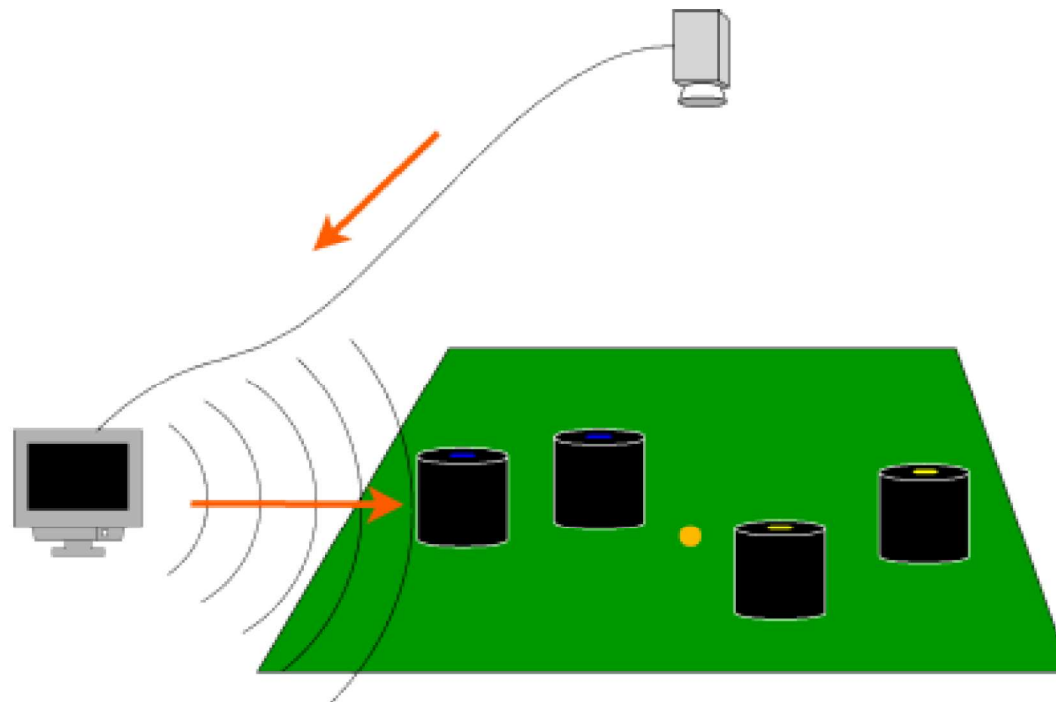


Stereowizja „trójoczna”

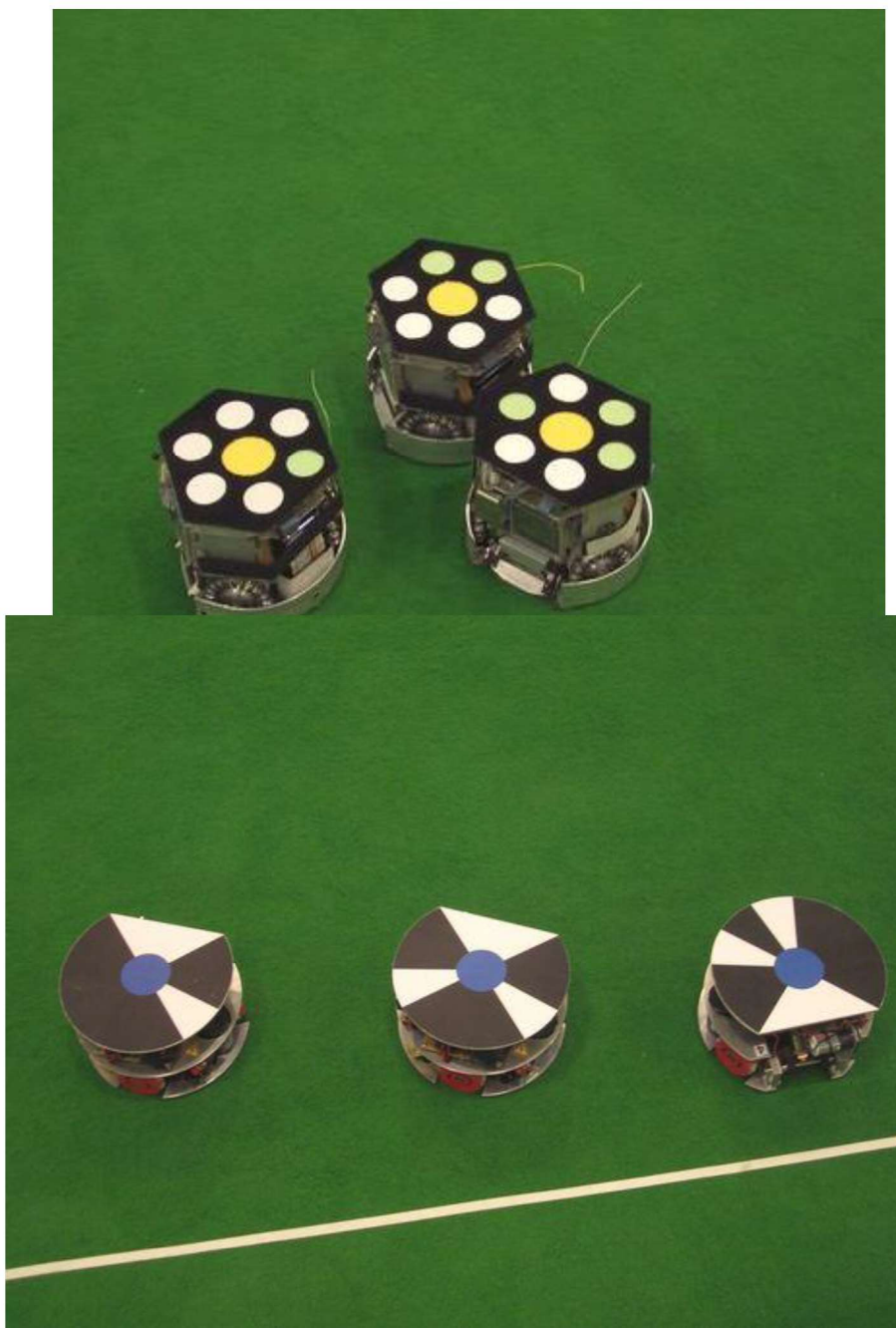


- Mniejsze prawdopodobieństwo błędów
 - nawet 50% mniej błędów dopasowania
- Większa złożoność obliczeniowa
 - zwiększenie dokładności szacowane na 10-20%

Kamery stacjonarne



Znaczniki na robotach



Omnikamera

- Konstrukcja:
 - odbłyśnik w kształcie stożka lub kulki
 - kamera obserwująca odbłyśnik
- Zbieranie danych z całego obszaru wokół robota
- Przydatne przy wykrywaniu przeszkód



OmniVideo

Computer Vision Laboratory
Columbia University

