

Wizja w robotyce



Zagadnienia

- Wstęp
- Sensory obrazu
- Przetwarzanie obrazu
- Segmentacja informacji
- Analiza obrazu
- Trzeci wymiar
- Trochę o sprzęcie

Wizja – wstęp

- Potencjalnie największe źródło danych o otoczeniu robota
- Niebanalne zadanie ekstrakcji z obrazu obiektów pomocnych do lokalizacji robota
- Cel: rozpoznanie obiektów wokół robota w czasie rzeczywistym

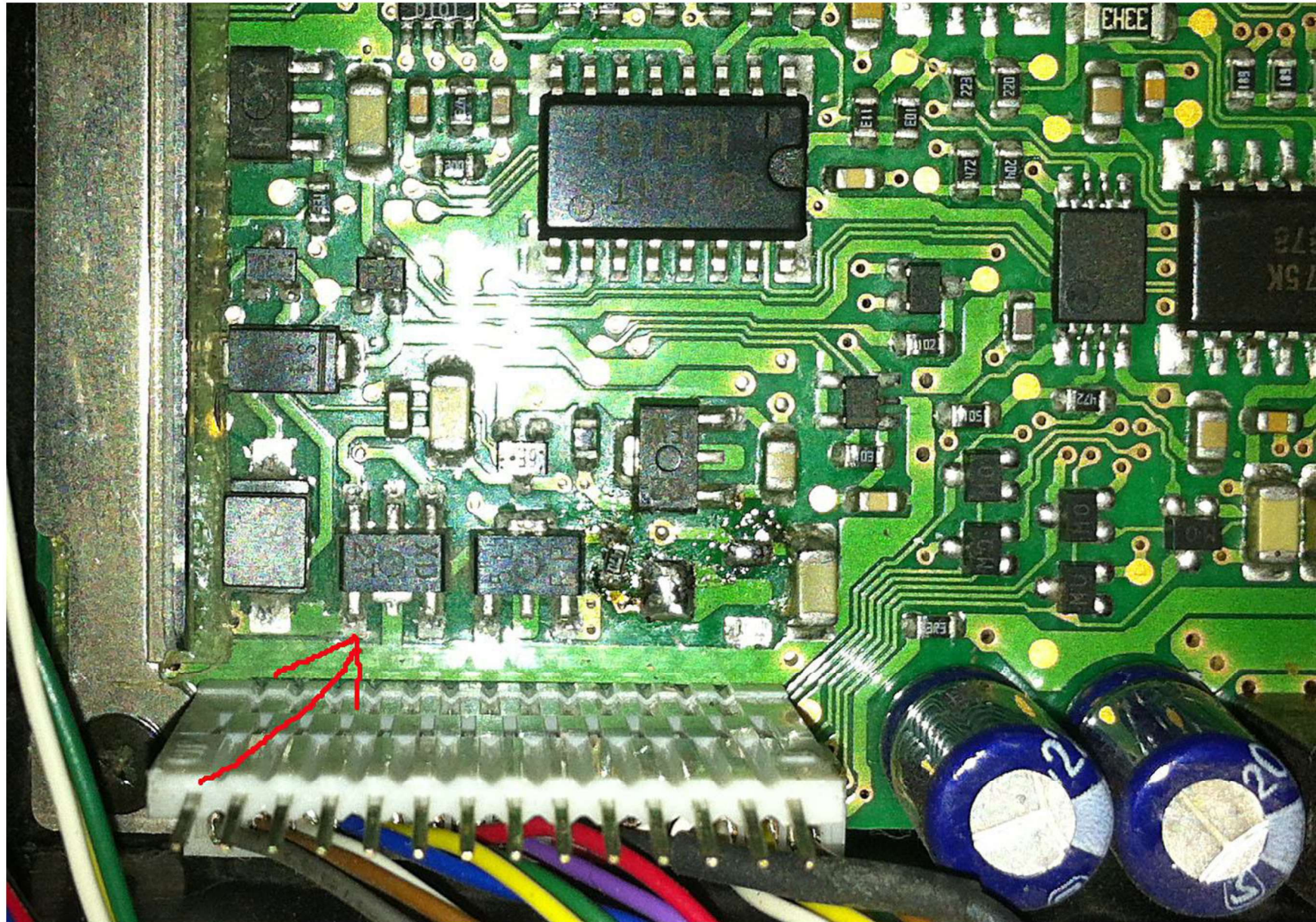
Oświetlenie sceny

- Najkorzystniejsze oświetlenie obiektów:
 - jednolite
 - bezcieniowe

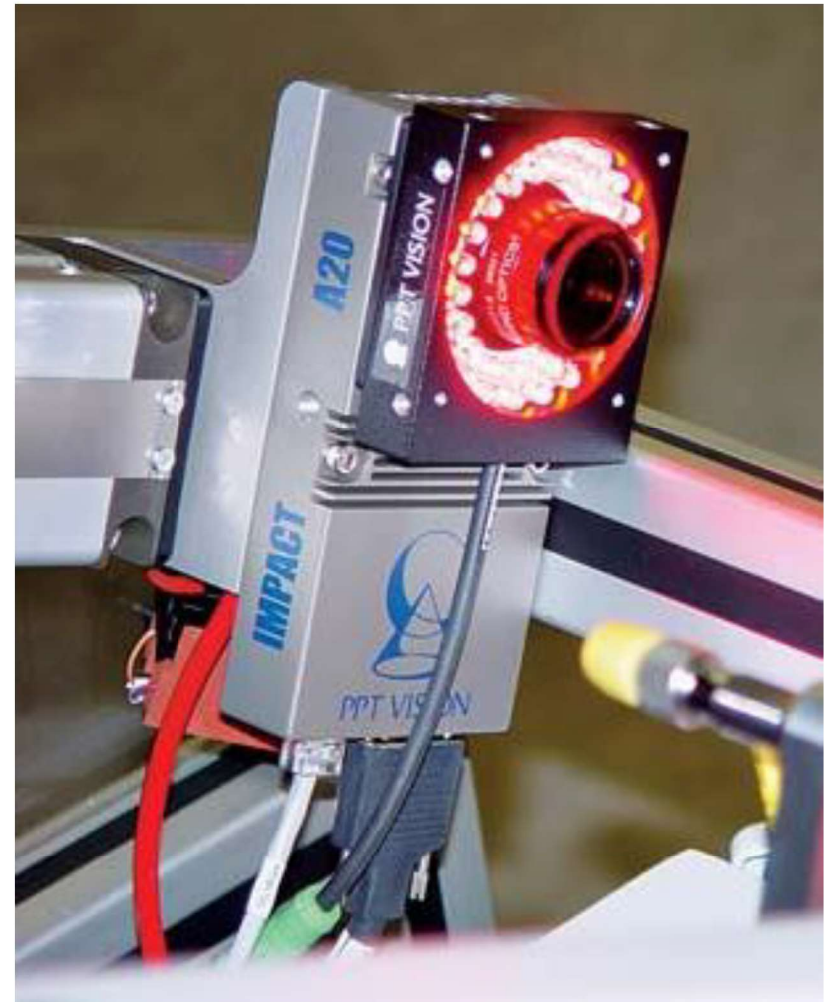
ale zwykle takie nie jest ...

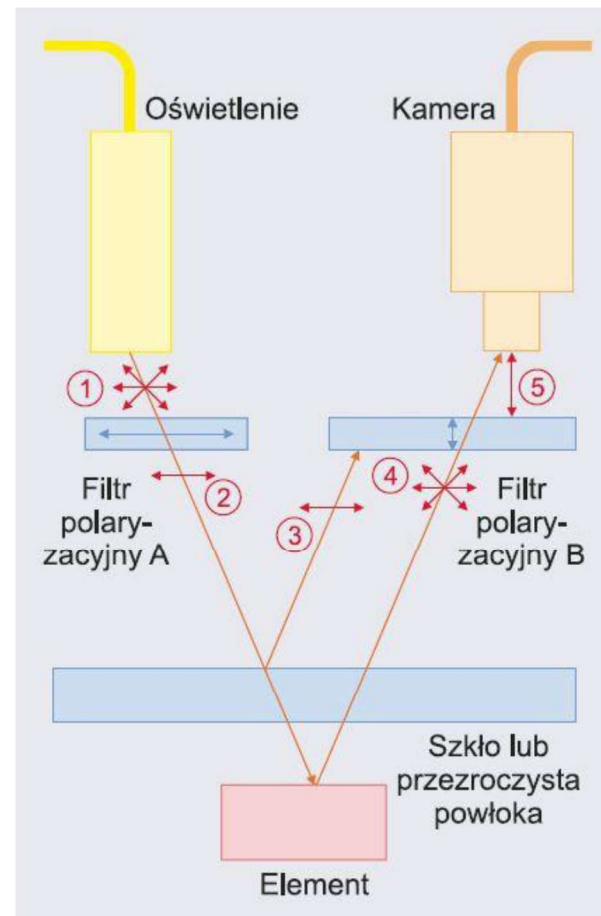
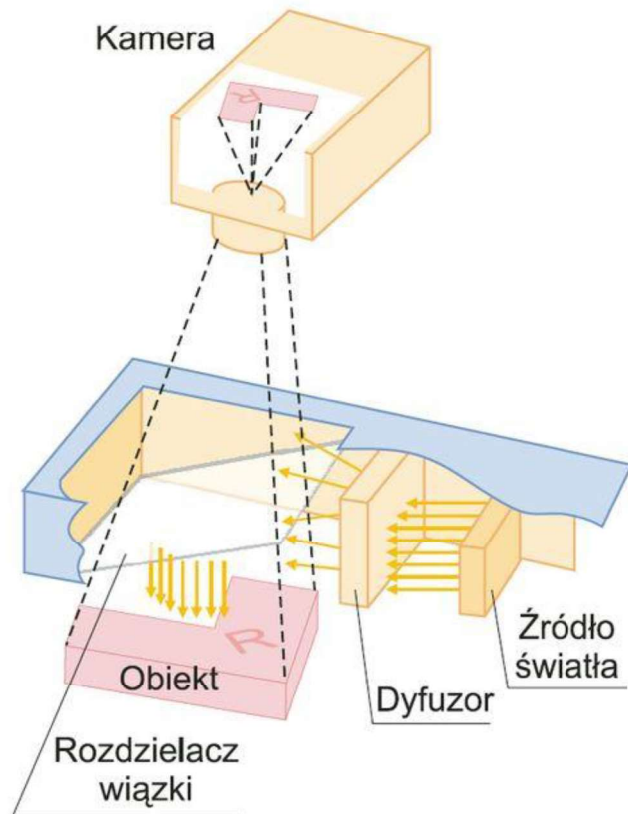
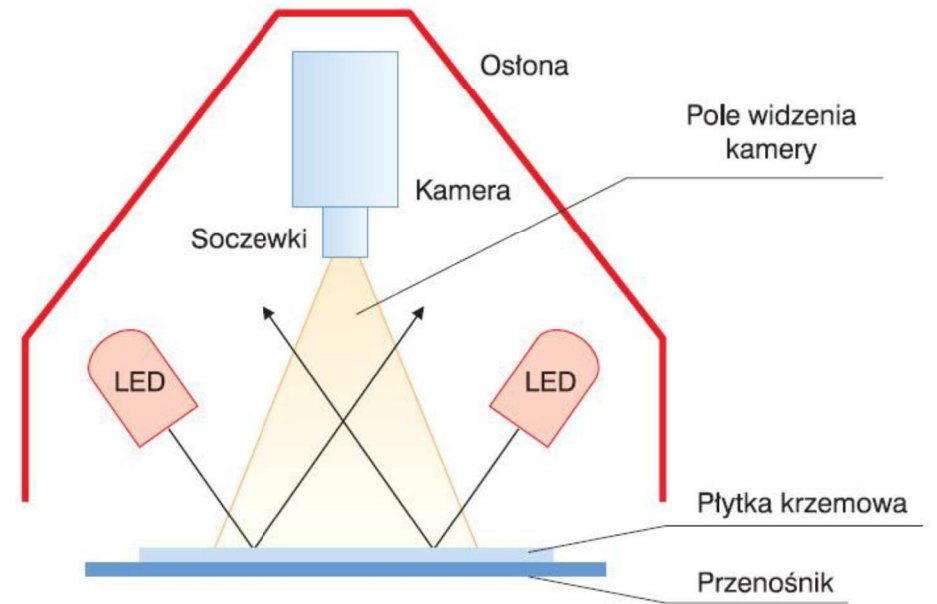
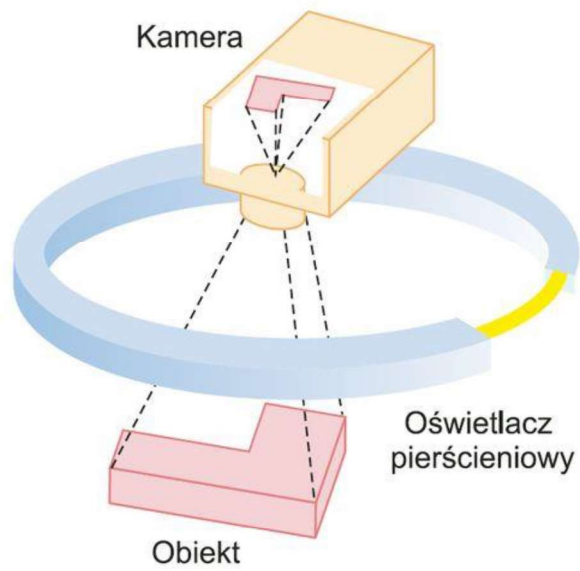
- Uwaga na oświetlenie powodujące efekt stroboskopowy

Odblaski od powierzchni



Oświetlenie bezcieniowe





Tworzenie obrazu

- Model kamery otworkowej

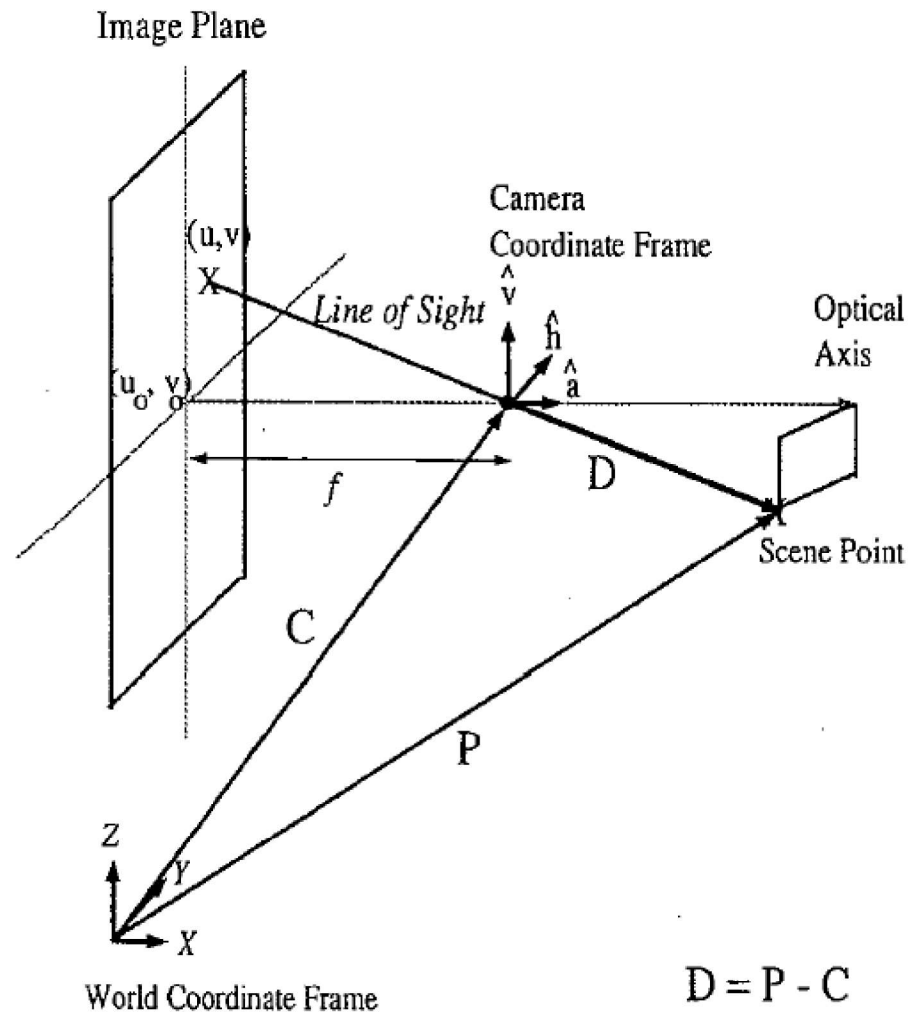
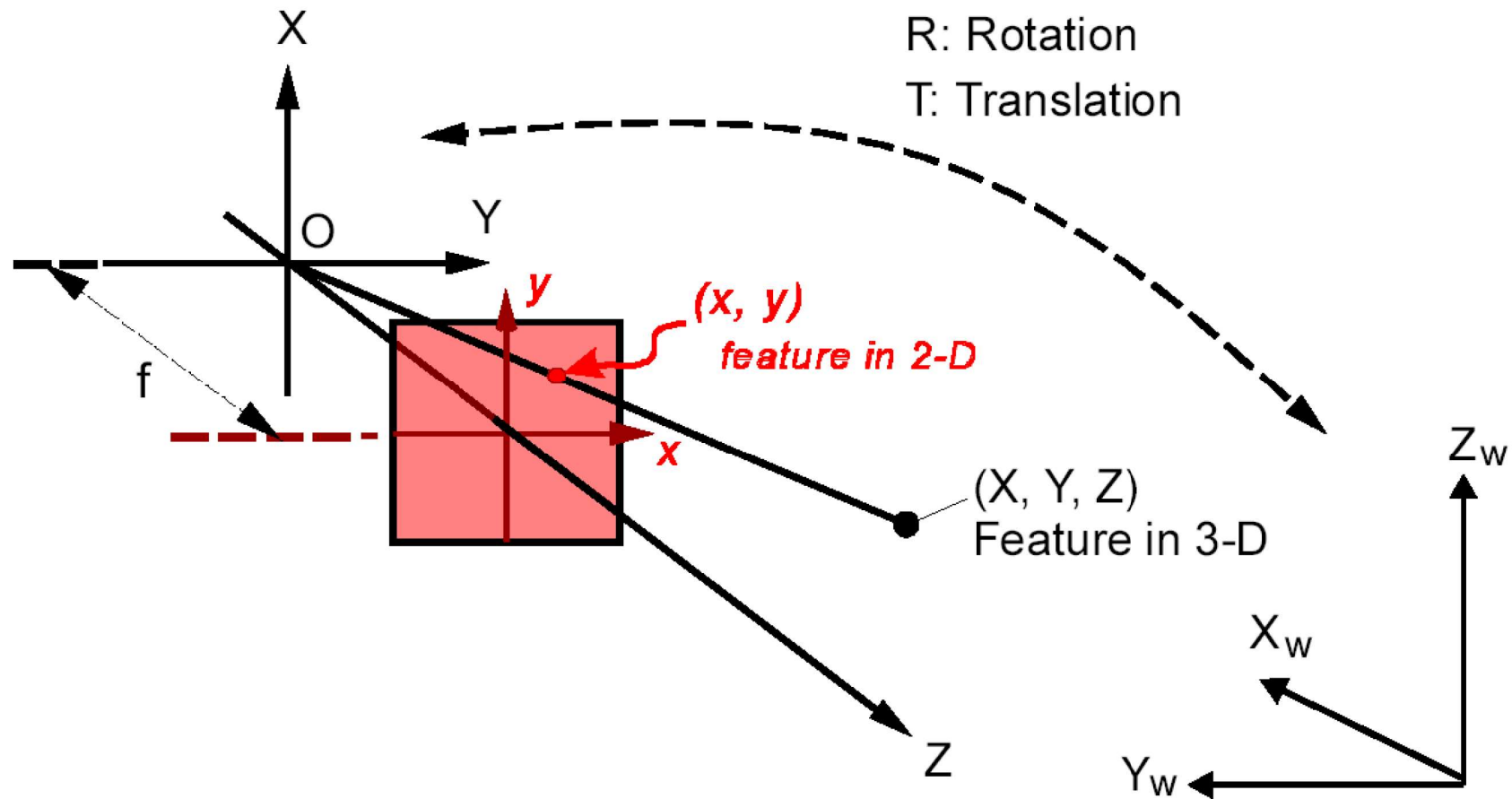


Figure 8.2. Perspective projection using the pinhole model of a camera.

Teoria tworzenia obrazu



Zależności wynikające z optyki:

$$x = f \frac{X}{Z} \qquad y = f \frac{Y}{Z}$$

Typowe kamery przemysłowe

- Najstarsze: CCTV (Closed Circuit TV)
- Wielkość sensora: 8.8 x 6.6 mm
- Stary typ sensora - „Vidicon” (historia)
- Matryce półprzewodnikowe - CCD

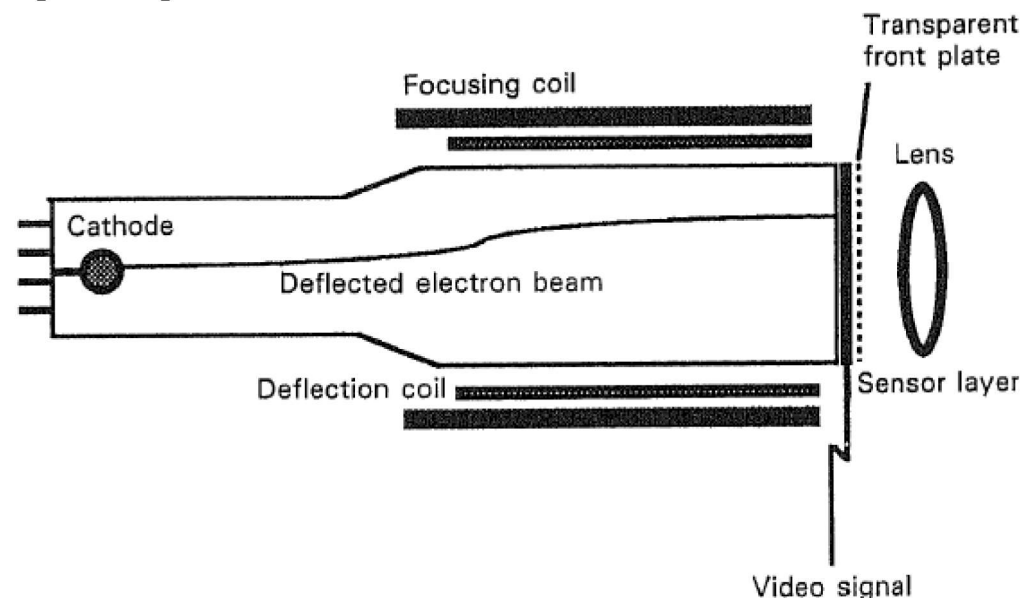
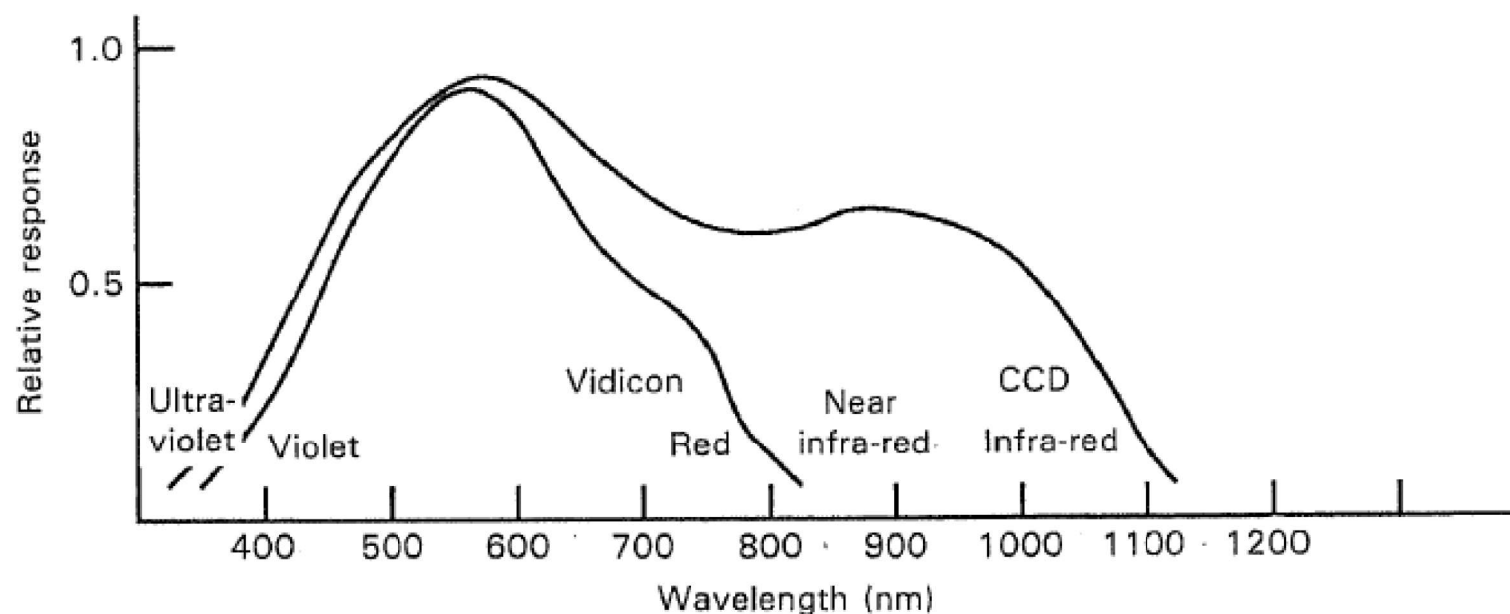


Figure 2.1 Schematic of the pickup tube of the Vidicon television camera.

Parametry matrycy

- Rozdzielczość
- Błędy geometryczne
 - Vidicon – do 2%
 - CCD – bez zniekształceń
- Światłoczułość
- Liniowość
- Smużenie
- Szumy
- Czułość kolorów
- „Dynamika”



Przykład zaszumienia obrazu



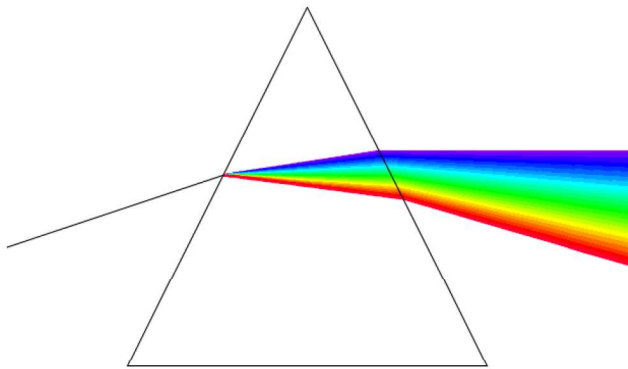
Istotne parametry kamer

- Rozdzielczość
- Liczba klatek/s
- Typ sensora (CMOS/CCD)
- Parametry obiektywu: ogniskowa, jasność, zdolność rozdzielcza, zniekształcenia

Przyczyny zniekształceń obrazu

- Wady optyczne obiektywu:
 - aberracja chromatyczna i sferyczna
 - astygmatyzm
 - koma
 - dystorsja
 - flara

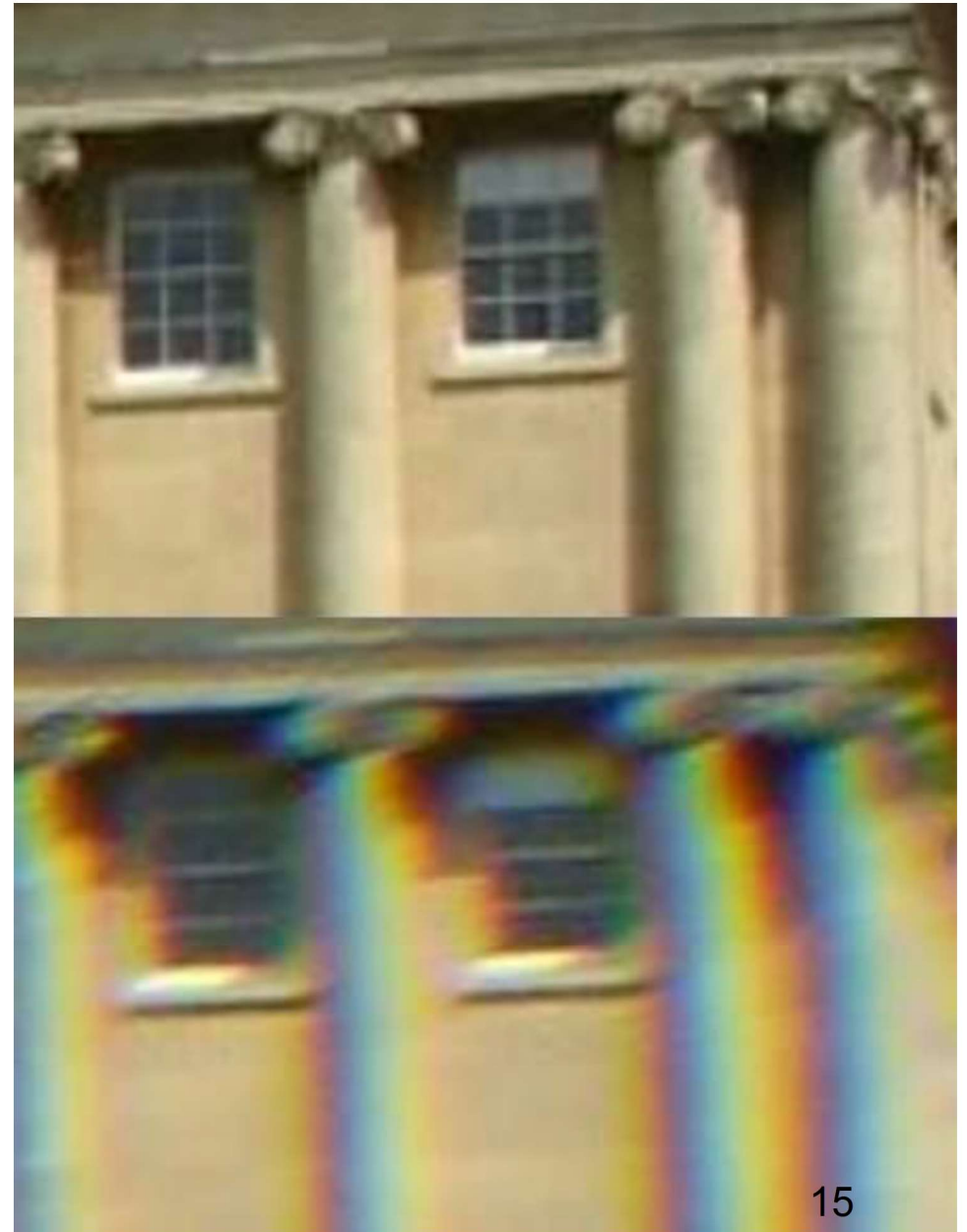
Powstawanie aberracji chromatycznej



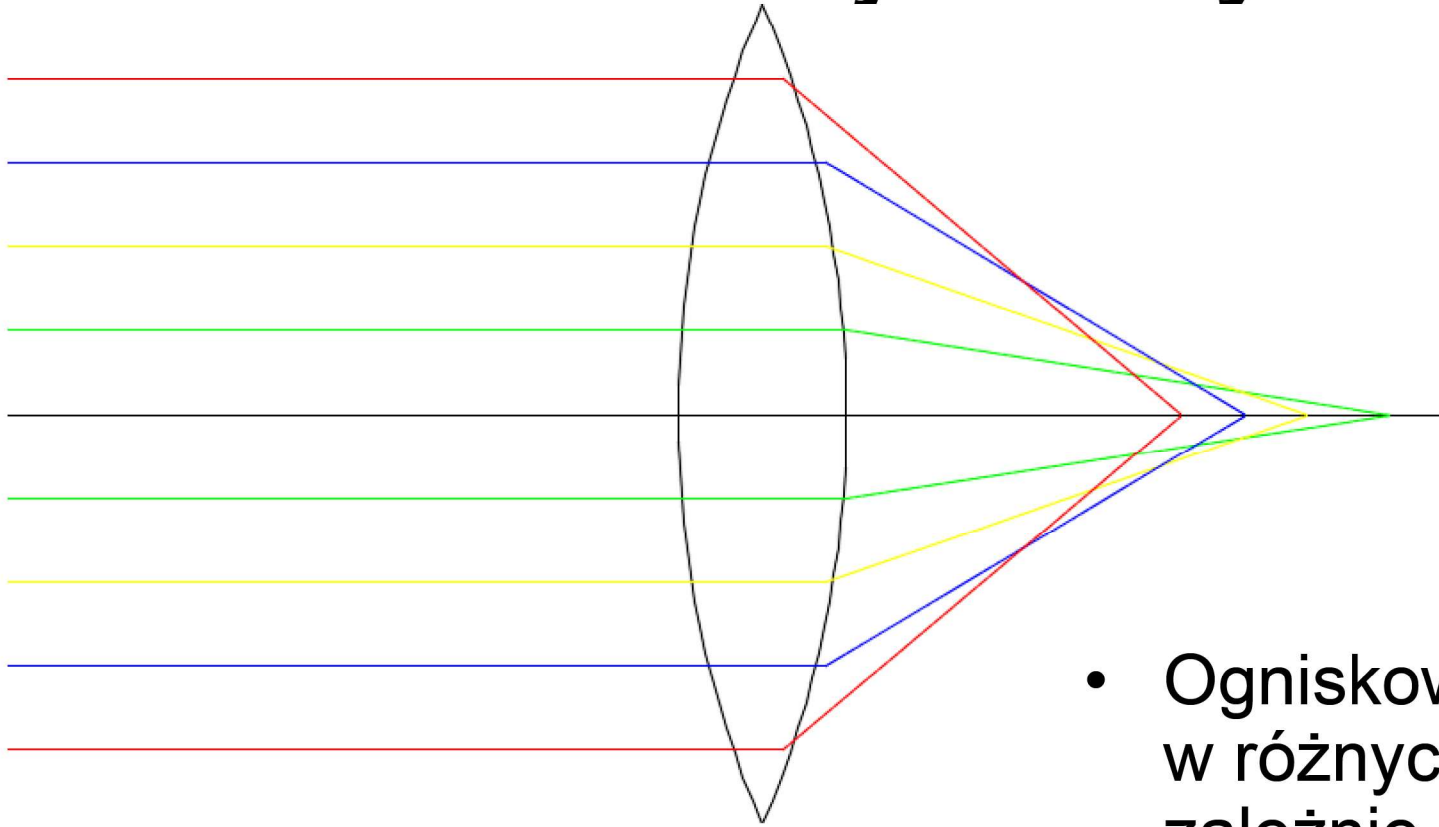
Podobnie w soczewce

Usunięcie:

- zastosowanie soczewek o różnych współczynnikach załamania światła



Aberracja sferyczna

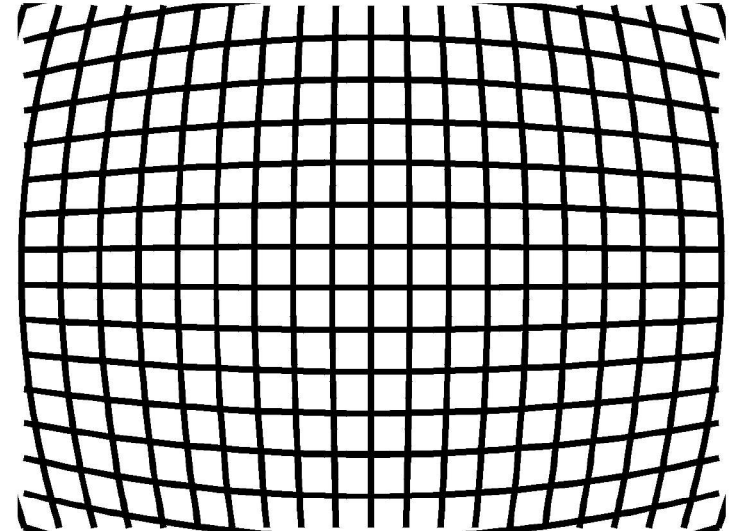
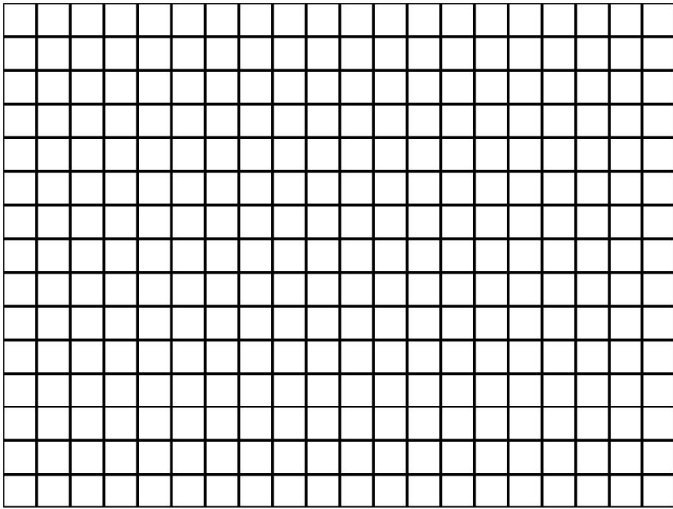


- Ogniskowanie promieni w różnych punktach zależnie od miejsca padania na soczewkę

Usunięcie:

- zastosowanie soczewek asferycznych

Dystorsja



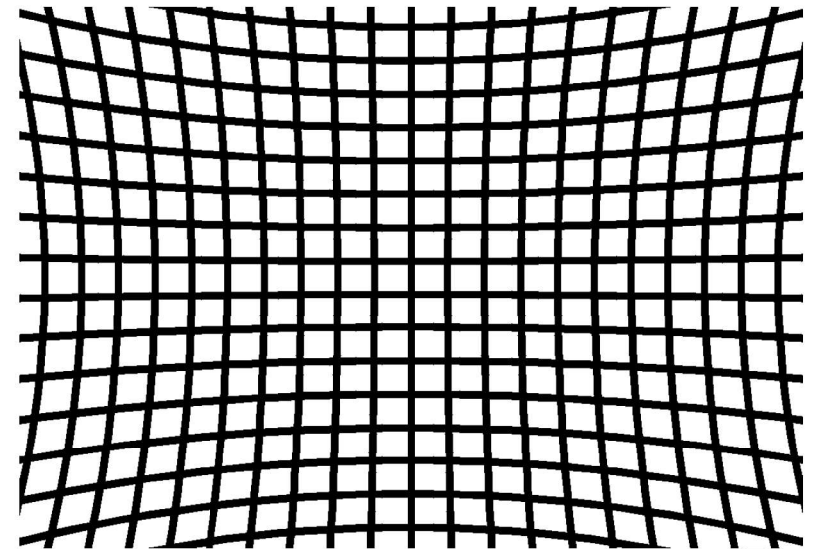
Zniekształcenie linii obrazu

Typy dystorsji:

- beczkowata
- poduszkowata

Usunięcie:

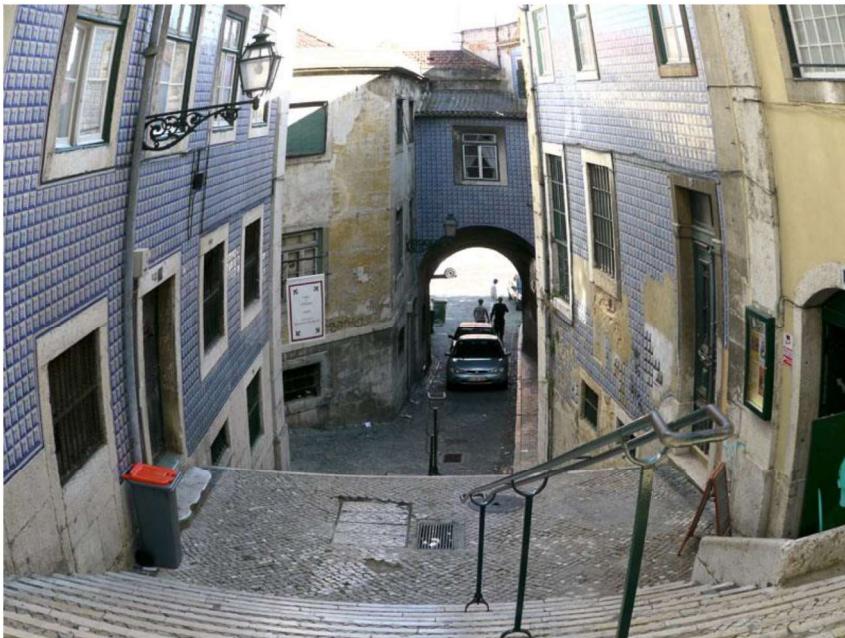
- konstrukcja optyczna obiektywu
- transformacja obrazu



Obraz prawidłowy



Dystorsja beczkowa



Dystorsja poduszkowa

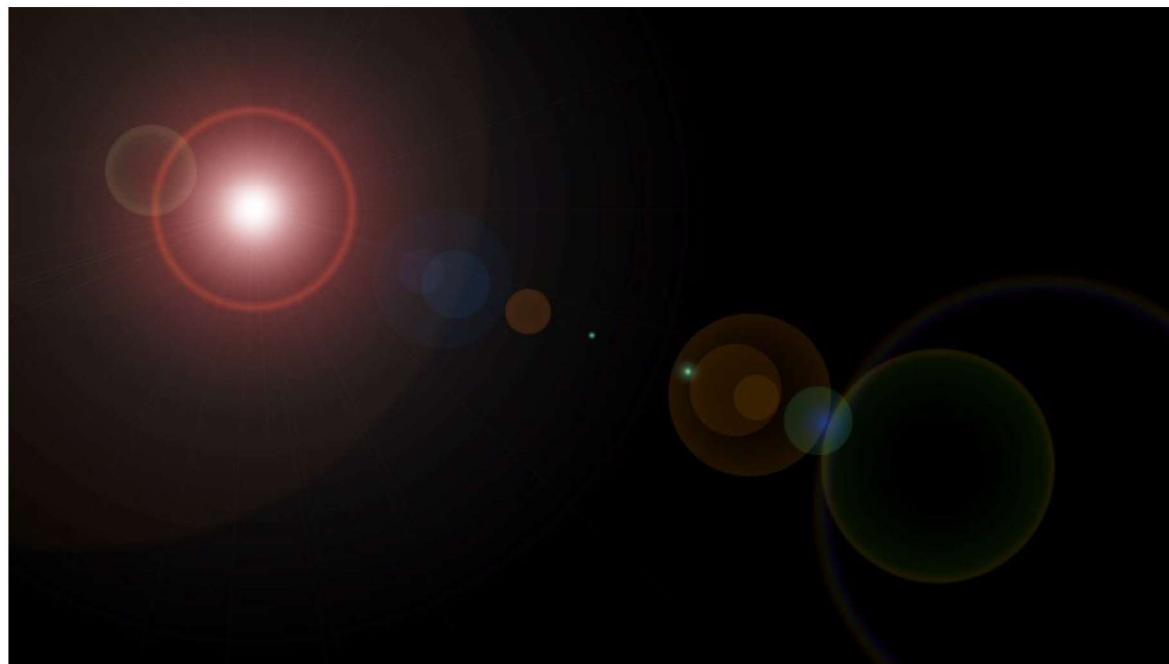


Flara

Wpływ wielokrotnych odbić
światła od powierzchni
soczewek

Usuwanie:

- zmniejszanie liczby soczewek w obiektywie
- warstwy przeciwoodblaskowe
- unikanie silnych źródeł światła w polu widzenia
- osłony przeciwsłoneczne



Flara na zdjęciu



Inne wady układów optycznych

- koma – rozmycie zwiększające się wraz z odległością kątową, skierowane od środka optycznego obiektywu
- astygmatyzm – różne odległości ogniskowania obiektów pionowych oraz poziomych
- winieta – zmniejszenie jasności na brzegach obrazu (szerokokątne)

Winietowanie - przykład



Likwidacja wad układów optycznych

- korekcja poprzez konstrukcję obiektywu
- znacznie łatwiej skorygować obiektyw stałoogniskowy niż zoom
- korekcja zooma – na całym zakresie ogniskowych: kompromis między jakością obrazu a zakresem zmienności ogniskowej
- jasność obiektywu – tzw. otwór względny

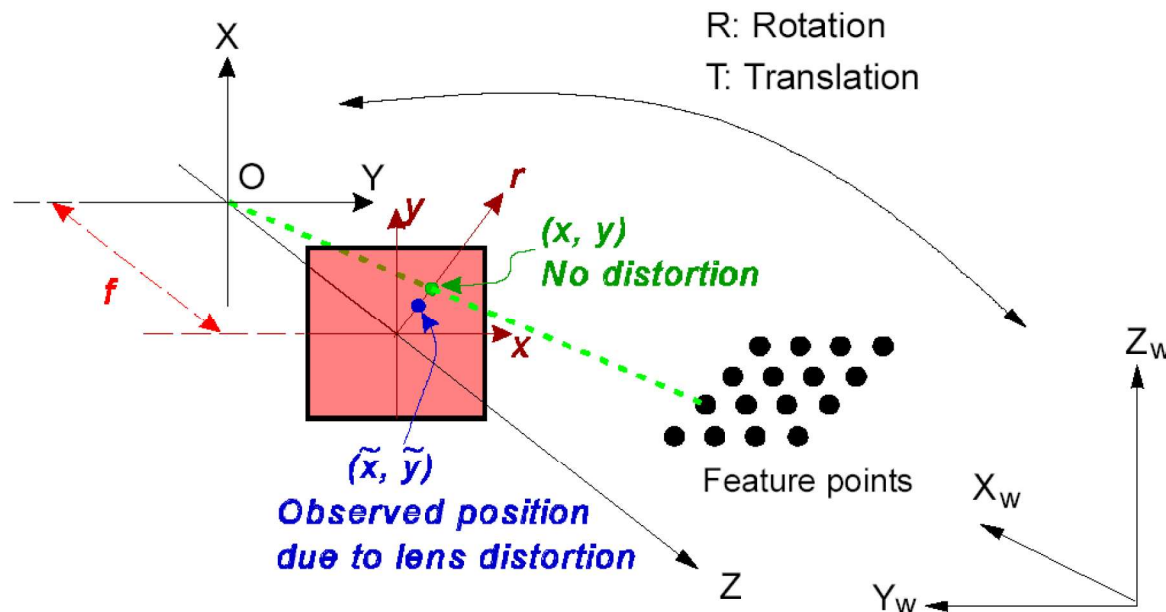
Dobór parametrów obiektywu

- Rozdzielczość - zdolność rozróżniania szczegółów
- Długość ogniskowej - rzutuje na zakres głębi ostrości, pole widzenia i odległość
- Pole widzenia - obszar, w którym obraz ma akceptowalną jakość

W układach wizyjnych zazwyczaj stosuje się obiektywy **stałoogniskowe**

Kalibracja kamer

- konieczna ze względu na zniekształcenia obiektywów
- znalezienie przekształcenia ze współrzędnych otoczenia we współrzędne kamery
- do kalibracji służą siatki złożone z linii prostych bądź punktów



Sygnał video

- Jeden obraz – 2-krotne skanowanie sensora (przeplot)
- Częstotliwość skanowania: 50Hz
- Rzeczywista częstotliwość klatek: 25Hz
- Problemy:
 - możliwość przesunięcia skanów
 - zbyt duża szybkość

Sposoby zapisu obrazu barwnego

Każdy piksel zapamiętany na 3 bajtach:

- RGB - czerwony, zielony, niebieski
- CMY - cyan, magenta, yellow
- HSV - odcień, nasycenie, jasność

Zapis obrazu czarno-białego: pojedyncza wartość jasności

Próbkowanie i kwantowanie

- Obraz zostaje zapamiętany jako tablica danych o jasności i kolorach
- Karty typu frame-grabber - do 1024x1920
- Próbkowanie – typowo 25 Hz, bywa mniej
- Kwantowanie – zależne od matrycy
 - 256 poziomów szarości
 - 256 poziomów jasności każdego koloru RGB (1,67mln kombinacji)
 - 256 poziomów kanałów H (hue), S (saturation) i V (value = brightness)

Wstępna obróbka obrazu

Obróbka: operacje wykonywane na obrazie, zapisanym w formie tablicy

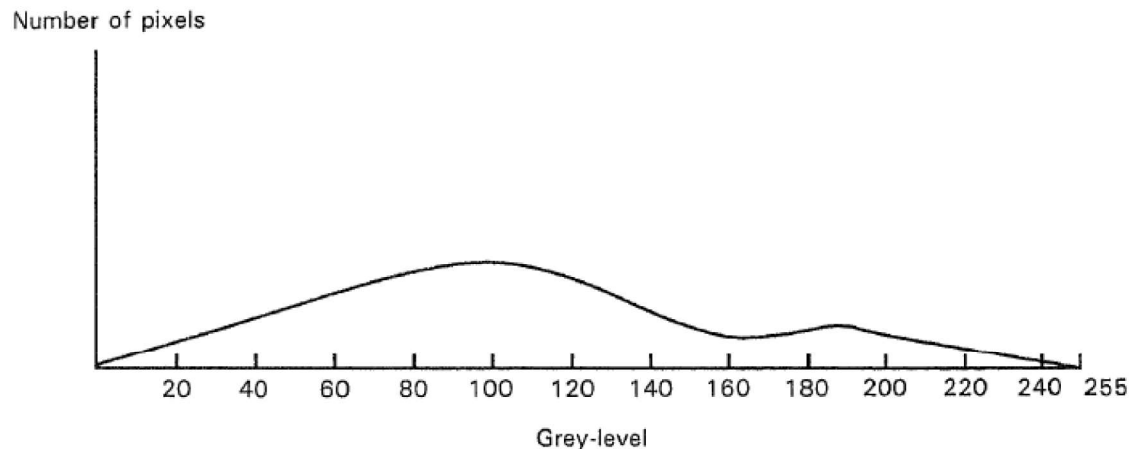
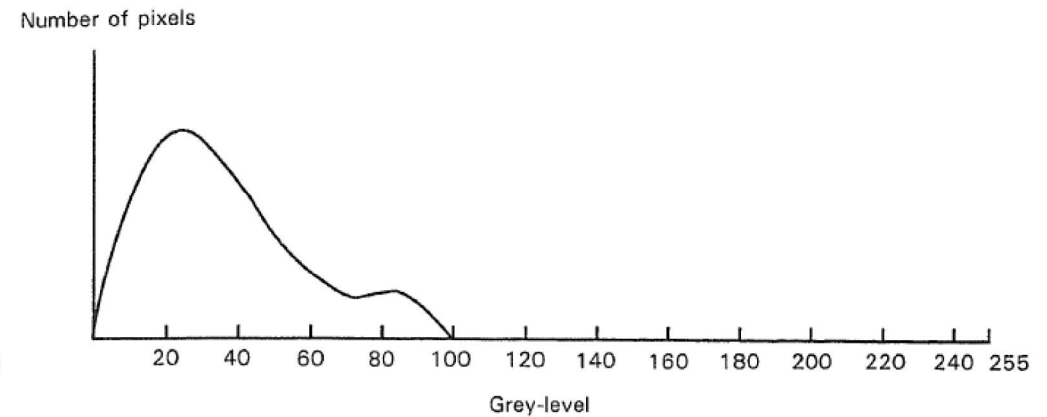
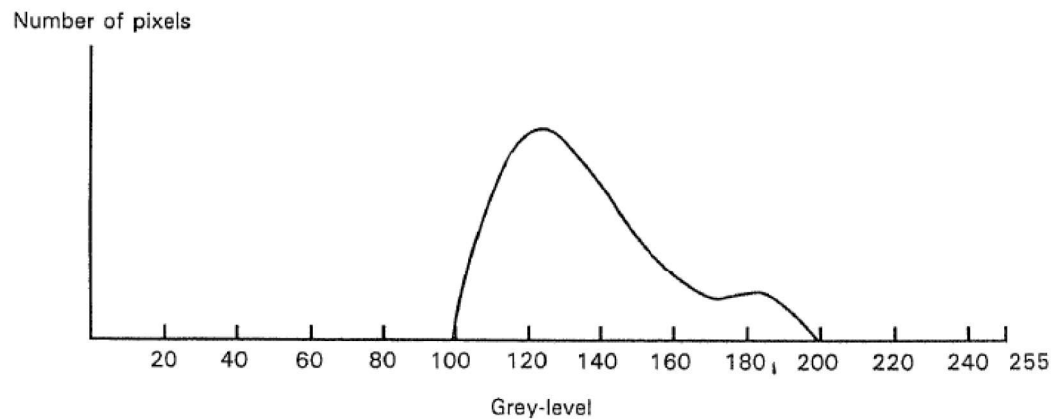
Typy operacji na obrazie:

- punktowe (działają tylko na wartościach poszczególnych pikseli),
- lokalne (biorą pod uwagę wartości pikseli z sąsiedztwa),
- geometryczne.

Operacje muszą być szybkie, wykonuje się je zwykle w procesorach kart wizyjnych.

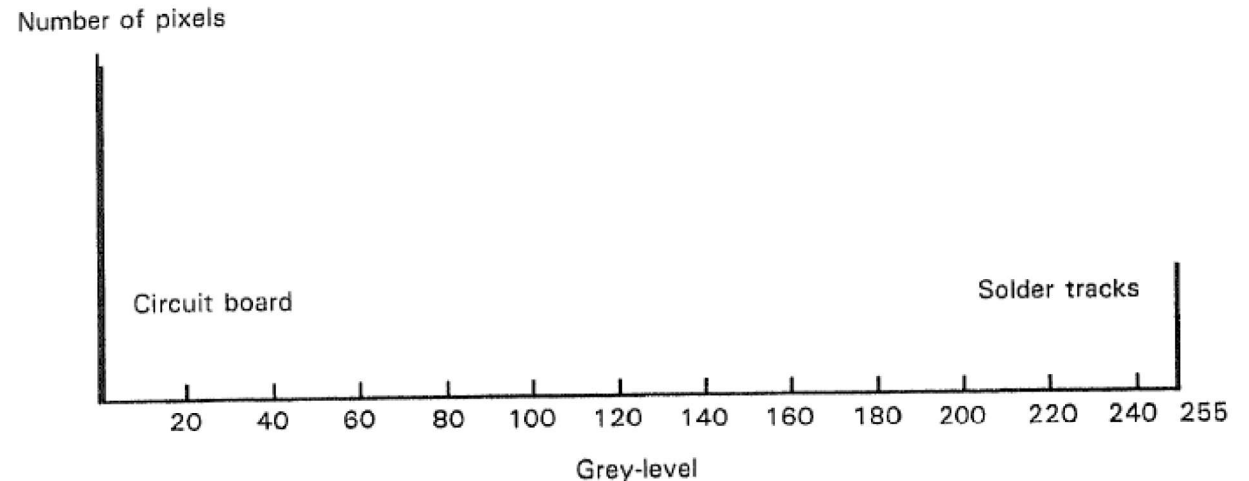
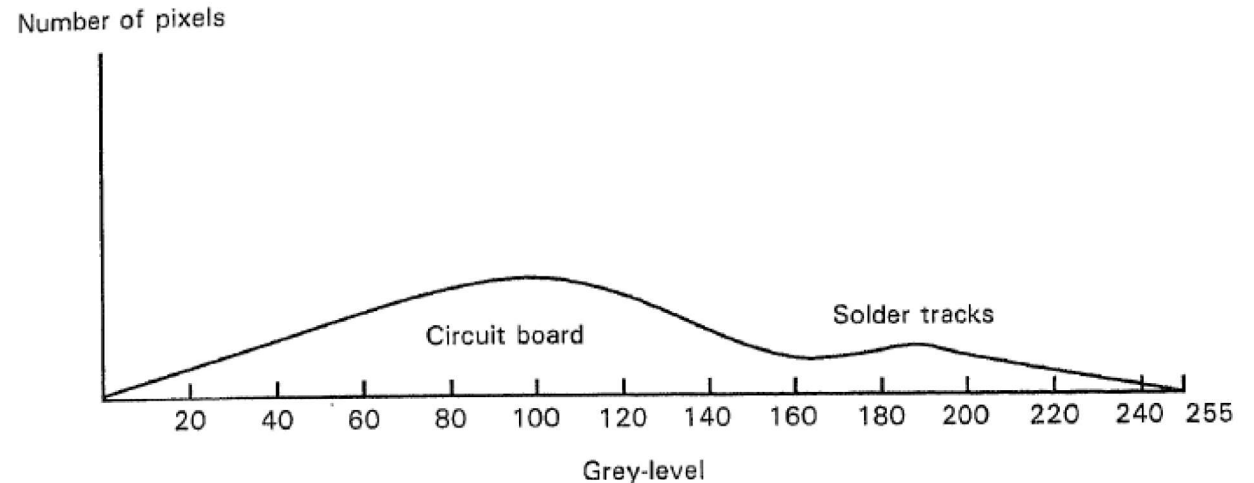
Operacje punktowe (pikselowe)

- Poprawa kontrastu i jasności



Operacje punktowe

- Progowanie
- zastąpienie
zakresu jasności
dwoma
wartościami



Operacje punktowe

- Proste odszumianie – uśrednianie nieruchomych części obrazu (warunek prawidłowego działania: szum losowy o rozkładzie Gaussa)
- Odcięcie tła – odjęcie od obrazu znanego wzoru otoczenia – pozostaje to, co się zmieniło (detekcja ruchu)

Operacje lokalne - filtracja

Operacje uwzględniające sąsiednie piksele,
np.:

- Odszumianie
- Zaszumianie
- Rozszerzanie
- Zwężanie (otrzymujemy szkielety obiektów)
- inne ...

Wykorzystuje się operację splotu

Splot

- Splot - obliczenie nowej wartości piksela obrazu na podstawie wartości pikseli sąsiadujących. Każda wartość piksela sąsiadującego jest mnożona przez wagę (zgodnie z wartością w masce filtru) i wpływa na końcową wartość piksela obrazu po filtracji:

$$p[m, n] = (\sum_a \sum_b pz[a, b] * pf[m - a, n - b]) / K$$

- **p** - wartość piksela po filtracji,
 - **pz** - kolejna wartość piksela obrazu oryginalnego,
 - **pf** - kolejna wartość wagi filtru,
 - **K** - suma wartości wag filtru, lub 1 gdy suma wynosi 0.
- Zadaniem współczynnika **K** jest utrzymanie wyjściowej skali wartości pikseli zgodnej ze skalą wejściową. Gdyby nie jego użycie obraz mógłby ulec, przy pewnych filtrach, znacznemu rozjaśnieniu lub pociemnieniu.

Rodzaje filtrów (tzw. operatory)

- dolnoprzepustowe (uśredniające)

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

- górnoprzepustowe (wyostrzające kontury)

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{lub} \quad \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 14 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix},$$

- inne (np. w opcjach programów graficznych)