Progowanie

$$f_t(x,y) = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) \geq t \\ 0 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) < t \end{cases} \quad ;\ t \in [z_1, z_k]$$

$$f_{[u,v]}(x,y) = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow \quad u \leq f(x,y) \leq v \\ 0 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) < u \vee f(x,y) > v \end{cases}$$

$$f_Z(x,y) = \begin{cases} 1 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) \in Z \\ 0 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) \notin Z \end{cases} \quad ;\ Z \subseteq [z_1, z_k]$$

Półprogowanie (*semithresholding*)

$$f_t(x,y) = \begin{cases} f(x,y) & \Leftrightarrow \quad f(x,y) \geq t \\ 0 & \Leftrightarrow \quad f(x,y) < t \end{cases}$$

Wybór progu

Znane wypełnienie Θ

$$\int_{z_1}^{t} H(z)dz = \Theta \int_{z_1}^{z_k} H(z)dz$$

Histogram bimodalny

1. znaleźć dwa największe maksima lokalne histogramu $H(z)$ odległe od siebie co najmniej o $\Delta : z_i, z_j$;

2. jeżeli płaskość (*flatness*) histogramu:

$$\frac{H(z_k)}{min(H(z_i), H(z_j))}$$

   jest mała (histogram jest istotnie bimodalny), to znaleźć próg jako minimum histogramu w przedziale (z_i, z_j):

$$t : H(t) \leq H(z) \quad dla \quad z_i < z < z_j;$$

Progowanie optymalne

Niech histogram bimodalny będzie kombinacją wypukłą dwóch unimodalnych rozkładów jasności punktów obiektu $p(z)$ i tła $q(z)$:

$$H(z) = \Theta p(z) + (1 - \Theta) q(z)$$

Θ - część pola obrazu zajmowana przez obiekt.

$$p(z) = N(m, s) \; ; \; q(z) = N(n, u) \; ; \; m < n$$

rozkłady jasności odpowiednio dla obiektu (ciemniejszego) i tła (jaśniejszego).

$$\varepsilon_1(t) = \int_{-\infty}^{t} q(z) dz$$

$$\varepsilon_2(t) = \int_{t}^{\infty} p(z) dz$$

Łączne prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji:

$$\varepsilon(t) = \Theta \varepsilon_2(t) + (1 - \Theta) \varepsilon_1(t)$$

$$0 = -\Theta p(z) + (1-\Theta)q(z)$$

$$\frac{\Theta}{s\sqrt{2\pi}}e^{\frac{-(t-m)^2}{2s^2}} = \frac{1-\Theta}{u\sqrt{2\pi}}e^{\frac{-(t-n)^2}{2u^2}}$$

$$ln(\Theta) - ln(s) - \frac{(t-m)^2}{2s^2} = ln(1-\Theta) - ln(u) - \frac{(t-n)^2}{2u^2}$$

$$u^2(t-m)^2 - s^2(t-n)^2 = 2s^2u^2 ln\frac{u\Theta}{s(1-\Theta)}$$

Gdy wariancje $p(z)$ i $q(z)$ są równe ($s = u$) :

$$t = \frac{m+n}{2} + \frac{s^2}{n-m} ln\frac{\Theta}{1-\Theta}$$

Progowanie jako klasyfikacja w sensie Bayes-a

Znaleźć podzbiór Z przedziału $[z_1, z_k]$ taki, że punkty obrazu o jasnościach z tego podzbioru zaliczamy do obiektu.

$P(o,z)$ - łączne prawdopodobieństwo tego, że punkt należy do obiektu i ma jasność z;

$P(b,z)$ - łączne prawdopodobieństwo tego, że punkt należy do tła i ma jasność z;

$P(o)$ - prawdopodobieństwo *a priori* należenia punktu do obiektu ($P(o) = \Theta$);

$P(b)$ - prawdopodobieństwo *a priori* należenia punktu do tła ($P(b) = 1 - \Theta$);

$P(z|o)$ - rozkład warunkowy jasności dla obiektu;

$P(z|b)$ - rozkład warunkowy jasności dla tła;

$$P(o,z) = P(o)P(z|o) \;;\; P(b,z) = P(b)P(z|b)$$

$P(o|z)$ - prawdopodobieństwo *a posteriori* należenia punktu o jasności z do obiektu;

$P(b|z)$ - prawdopodobieństwo *a posteriori* należenia punktu o jasności z do tła.

Histogram $H(z)$ - prawdopodobieństwo tego, że punkt ma jasność z.

$$P(o,z) = H(z)P(o|z) \; ; \; P(b,z) = H(z)P(b|z)$$

skąd otrzymujemy:

$$P(o|z) = \frac{P(o)P(z|o)}{H(z)} \; ; \; P(b|z) = \frac{P(b)P(z|b)}{H(z)}$$

$$Z = \{z : P(o|z) > P(b|z)\}$$

$$Z = \{z : P(o)P(z|o) > P(b)P(z|b)\}$$

Korekcja nierównomierności oświetlenia

$$f(x,y) = e(x,y)g(x,y)$$

Obraz sceny testowej o stałej (znanej) funkcji odbicia:

$$g_c(x,y) = v$$

$$f_c(x,y) = e(x,y)g_c(x,y) = ve(x,y)$$

$$e(x,y) = \frac{1}{v} f_c(x,y)$$

Korekcja przy pobieraniu każdego obrazu:

$$g(x,y) = \frac{f(x,y)}{e(x,y)} = v\frac{f(x,y)}{f_c(x,y)}$$

Progowanie zmienne

$$g_t(x,y) = \begin{cases} 1 \quad gdy \quad g(x,y) \geq t \quad tzn. \quad f(x,y) \geq \frac{t}{v} f_c(x,y) \\ \\ 0 \quad gdy \quad g(x,y) < t \quad tzn. \quad f(x,y) < \frac{t}{v} f_c(x,y) \end{cases}$$

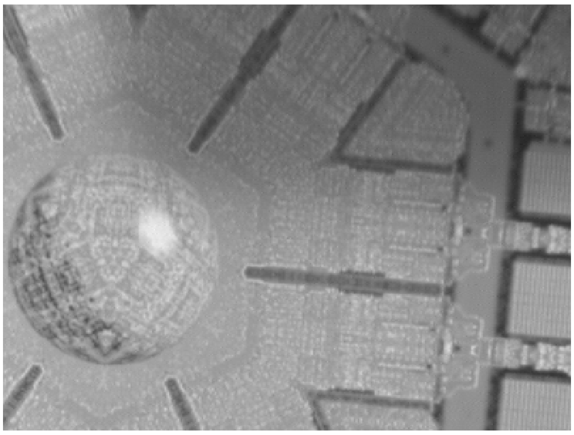
Stałe progowanie obrazu skorygowanego można zastąpić zmiennym progowaniem obrazu oryginalnego:

$$g_t(x,y) = \begin{cases} 1 \quad gdy \quad f(x,y) \geq t(x,y) \\ 0 \quad gdy \quad f(x,y) < t(x,y) \end{cases}$$

gdzie:

$$t(x,y) = \frac{t}{v} f_c(x,y)$$

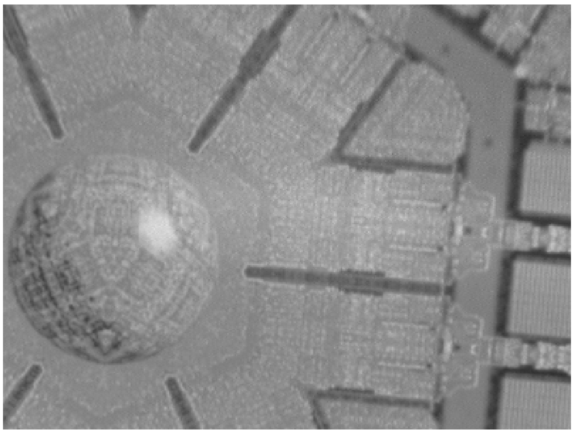
obraz



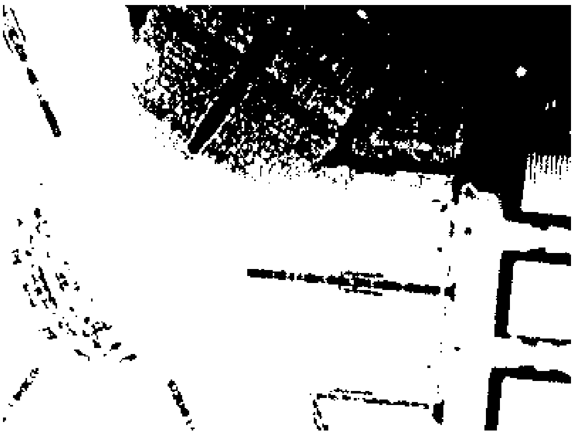
wzorzec

próg 77

obraz po korekcji



próg 116

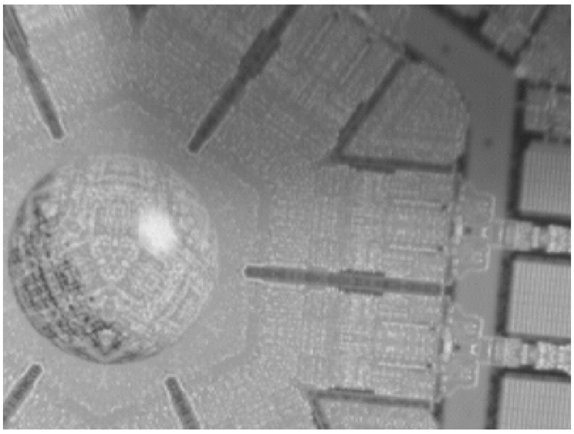


próg 116 po korekcji

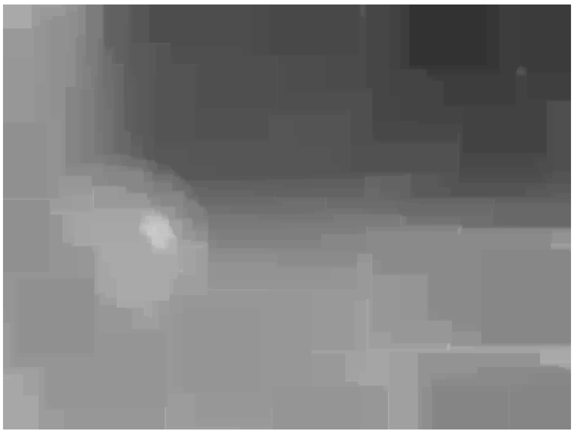
Korekcja oświetlenia bez wzorca

$$upenv = lmin(lmax)$$

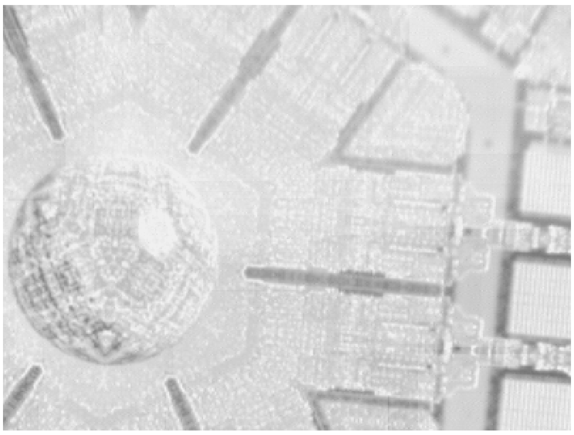
obraz



górna obwiednia



obraz po korekcji



próg 197

Progowanie podwójne

Założenie: jasny obiekt na ciemnym tle.

Dwa progi:

- radykalny t_r (punkty jaśniejsze na pewno należą do obiektu)
- liberalny t_l (punkty należą do obiektu w sąsiedztwie powyższych)

$$z_1 < t_l < t_r < z_k$$

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \Leftarrow \quad (f(x,y) \geq t_l) \wedge (\exists(\xi,\psi)\varepsilon S_{xy})(f(\xi,\psi) \geq t_r) \\ 0 & \Leftarrow \quad (\forall(\xi,\psi)\varepsilon S_{xy})(f(\xi,\psi) < t_r) \end{cases}$$