

Systemy wizyjne w automatyce i robotyce

Zestaw zadań nr 4

Współczynniki kształtu i niezmienniki momentowe dla obrazów binarnych

1. Napisać funkcję służącą do obliczenia podstawowych wskaźników kształtu dla obrazów binarnych bazujących na polu powierzchni i obwodzie figury.
2. Napisać funkcję służącą do obliczenia wskaźników kształtu Danielssona, Blaira-Blissa oraz Haralicka.
3. Napisać funkcję służącą do wyznaczenia środka ciężkości, momentów bezwładności oraz 10 niezmienników momentowych dla obrazów binarnych oraz sprawdzić ich wartości dla wybranych kilkunastu obiektów o różnych kształtach.

Współczynnik Fereta

$$R_F = \frac{L_h}{L_v} \quad \text{stosunek maksymalnej średnicy figury w poziomie do maksymalnej średnicy figury w pionie}$$

Współczynnik Blaira-Blissa

$$R_{BB} = \frac{S}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sum_i r_i^2}}$$

Współczynniki cyrkularności

$$R_{C1} = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad R_{C2} = \frac{L}{\pi}$$

Współczynnik Haralicka

$$R_H = \sqrt{\frac{\sum_i d_i^2}{n \cdot \sum_i d_i^2 - 1}}$$

Współczynnik Malinowskiej

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

Współczynnik Danielssona

$$R_D = \frac{S^3}{(\sum_i l_i)^2}$$

Bezwymiarowy współczynnik kształtu

$$R_S = \frac{L^2}{4 \cdot \pi \cdot S}$$

L – obwód figury
 S – pole powierzchni figury

r_i – odległość i-tego piksela od środka ciężkości
 d_i – odległość i-tego piksela konturu od środka ciężkości
 l_i – minimalna odległość i-tego piksela od konturu
 S – pole powierzchni figury

Zwartość (compactness) – stosunek pola obiektu do pola najmniejszego prostokąta (ang. Convex Hull) zawierającego obiekt zwykle wyrażana jako:

$$\gamma = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{P^2}$$

Krągłość (roundness)

$$\rho = \frac{S}{\pi \cdot R_{max}^2} \quad 0 \leq \rho \leq 1$$

Momenty bezwładności

Momenty I rzędu określają położenie **środk**a ciężkości figury, zaś momenty II rzędu stanowią miarę jej **bezwładności**.

Środek ciężkości

$$M_{1X} = \frac{1}{A(X)} \sum_X x_i$$

$$M_{1Y} = \frac{1}{A(X)} \sum_X y_i$$

Momenty bezwładności II rzędu

$$M_{2X} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (x_i - M_{1X})^2$$

$$M_{2Y} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (y_i - M_{1Y})^2$$

$$M_{2XY} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (x_i - M_{1X})(y_i - M_{1Y})$$

$A(X)$ – pole figury, (x_i, y_i) – współrzędne punktów

Niezmienniki momentowe

➤ wymagają przedstawienia momentów centralnych jako **momentów geometrycznych**

$$m_{pq} = \sum_{i=1}^N i^p j^q x_{ij}$$

$$M_{pq} = \sum_{i=1}^N (i - \tilde{i})^p (j - \tilde{j})^q x_{ij}$$

$$M_{00} = m_{00}$$

$$M_{11} = m_{11} - \frac{m_{10}m_{01}}{m_{00}}$$

$$M_{01} = m_{01} - \left(\frac{m_{01}}{m_{00}} \right) m_{00}$$

$$M_{20} = m_{20} - \left(\frac{m_{10}^2}{m_{00}} \right)$$

$$M_{10} = m_{10} - \left(\frac{m_{10}}{m_{00}} \right) m_{00}$$

$$M_{02} = m_{02} - \left(\frac{m_{01}^2}{m_{00}} \right)$$

$$M_{21} = m_{21} - 2 m_{11} \tilde{i} - m_{20} \tilde{j} + 2 m_{01} \tilde{i}^2$$

$$M_{12} = m_{12} - 2 m_{11} \tilde{j} - m_{02} \tilde{i} + 2 m_{10} \tilde{j}^2$$

$$M_{30} = m_{30} - 3 m_{20} \tilde{i} - 2 m_{10} \tilde{i}^2$$

$$M_{03} = m_{03} - 3 m_{02} \tilde{j} - 2 m_{01} \tilde{j}^2$$

Niezmienniki momentowe

$$M1 = \frac{M_{20} + M_{02}}{m_{00}^2}$$

$$M2 = \frac{(M_{20} + M_{02})^2 + 4 M_{11}^2}{m_{00}^4}$$

$$M3 = \frac{(M_{30} + 3 M_{12})^2 + (3 M_{21} - M_{03})^2}{m_{00}^5} \quad M4 = \frac{(M_{30} + M_{12})^2 + (M_{21} - M_{03})^2}{m_{00}^5}$$

$$M5 = \frac{(M_{30} - 3 M_{12})(M_{30} - M_{12})[(M_{30} + M_{12})^2 - 3(M_{21} + M_{03})^2]}{m_{00}^{10}} + \frac{(3 M_{21} - M_{03})(M_{21} - M_{03})[3(M_{30} + M_{12})^2 - (M_{21} + M_{03})^2]}{m_{00}^{10}}$$

$$M6 = \frac{(M_{20} + M_{02})[(M_{30} + M_{12})^2 - (M_{21} + M_{03})^2] + 4 M_{11}(M_{30} + M_{12})(M_{21} + M_{03})}{m_{00}^7}$$

$$M7 = \frac{M_{20} M_{02} - M_{11}^2}{m_{00}^4}$$

$$M8 = \frac{M_{30} M_{12} + M_{21} M_{03} - M_{12}^2 - M_{21}^2}{m_{00}^5}$$

$$M9 = \frac{M_{20}(M_{21} M_{03} - M_{12}^2) + M_{02}(M_{03} M_{12} - M_{21}^2) - M_{11}(M_{30} M_{03} - M_{21} M_{12})}{m_{00}^7}$$

$$M10 = \frac{(M_{30} M_{03} - M_{12} M_{21})^2 - 4(M_{30} M_{12} - M_{21}^2)(M_{03} M_{21} - M_{12}^2)}{m_{00}^{10}}$$