

Wstęp do analizy obrazów

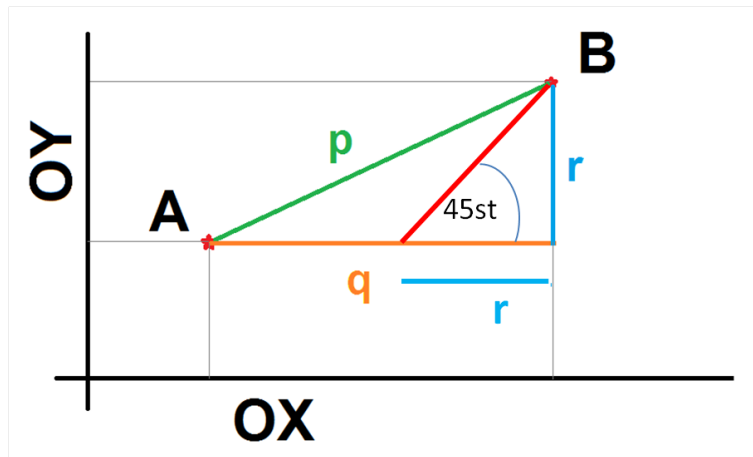
1 Obliczanie odległości

Pomiar odległości do obiektu służy do wyznaczania stref buforowych lub zasięgów stref wpływów. Pozwala na określenie najbliższego obiektu dla każdego piksela. W pakiecie MatLAB służy do tego polecenie `bwdist(obraz,'metryka');`, które podaje odległość od najbliższego piksela o wartości 1, przy wykorzystaniu jednej z następujących metryk ($A=(m_1,n_1)$ i $B=(m_2,n_2)$, rys.1):

- 'euclidean' (norma euklidesowa, L_2): $d = \sqrt{(m_1 - m_2)^2 + (n_1 - n_2)^2}$
- 'quasi-euclidean' (norma quasi-euklidesowa, qL_2):

$$d = \begin{cases} |m_1 - m_2| + (\sqrt{2} - 1)|n_1 - n_2| & \text{dla } |m_1 - m_2| > |n_1 - n_2| \\ (\sqrt{2} - 1)|m_1 - m_2| + |n_1 - n_2| & \text{dla } |m_1 - m_2| \leq |n_1 - n_2| \end{cases}$$

- 'chessboard' (norma szachowa, czebyszewa, L_∞): $d = \max(|m_1 - m_2|, |n_1 - n_2|)$
- 'cityblock' (norma manhattan, taksówkowa, L_1): $d = |m_1 - m_2| + |n_1 - n_2|$



Rysunek 1: Odległość między dwoma punktami wg normy: $L_2(A,B)=p$; $L_1(A,B)=q+r$; $qL_2(A,B)=\sqrt{2} \cdot r + (q-r)$; $L_\infty(A,B)=q$

2 Dział wodny

Dział wodny jest to linia rozdzielająca dwa obszary przyciągania (zlewnie). Służy do tego polecenie `watershed(obraz, sąsiedztwo);`. Funkcja działu wodnego może służyć do rozdzielania blisko siebie leżących obiektów.

3 Liczba Eulera

`bweuler(obraz, sąsiedztwo);` - podaje wartość liczby Eulera. Jest to ilość obiektów występujących na obrazie binarnym, pomniejszona o ilość dziur w tych obiektach. Sąsiedztwo przyjmuje wartość 4 lub 8.

4 Estymacja pola powierzchni

Polecenie `bwarea(obraz)`; podaje estymowane pole powierzchni. Wartość uzyskana tą funkcją może być inna od wartości rzeczywistej (uzyskanej funkcją `sum(obraz(:))`). Zliczania dokonuje się w otoczeniu 2x2 i na podstawie następujących warunków:

- 0 - jeżeli w otoczeniu wszystkie piksele mają wartość 0.
- 0.25 - jeżeli tylko jeden piksel ma wartość 1.
- 0.5 - jeżeli dwa piksele mają wartość 1 i stykają się bokami.
- 0.75 - jeżeli dwa piksele mają wartość 1 i stykają się rogami.
- 0.875 - jeżeli 3 piksele mają wartość 1.
- 1 - jeżeli wszystkie 4 piksele mają wartość 1.

5 Wyznaczanie obwodu

Polecenie `bwperim(obraz, sąsiedztwo)`; wyznacza linie obwodu. Sąsiedztwo dla obrazów 2D może przyjmować wartość 4 lub 8. Rozbudowaniem tej funkcji jest polecenie

`D=bwboundaries(obraz, sąsiedztwo, opcje)`.

Jako rezultat działania funkcji otrzymujemy wektor o rozmiarze równym ilości izolowanych obiektów, składający się z tablic współrzędnych każdej granicy. Jako opcje mamy dwie możliwości: `'noholes'` i `'holes'`. Na fig.2 pokazano efekt działania tych parametrów. Kolorem czerwonym zaznaczono granice obliczone z parametrem `'noholes'`. Dzięki zastosowaniu opcji `'holes'` zyskujemy, oprócz dwóch czerwonych, dodatkową granicę zaznaczoną kolorem niebieskim.



Rysunek 2: Efekt działania funkcji `bwboundaries` z parametrami `'noholes'` - kolor czerwony, i `'holes'` - czerwony + niebieski

6 Etykietowanie i segmentacja

Polecenie `bwlabel(obraz, sąsiedztwo)`; służy do etykietowania, tzn. do przypisywania jednakowej wartości pikselom wewnątrz obszarów jednorodnych i rozłącznych z innymi obiektami. Sąsiedztwo przyjmuje wartość 4 lub 8. Każdy jednorodny obiekt ma unikalny numer, będący kolejnymi dodatnimi liczbami całkowitymi.

Do prezentacji wyników etykietowania służy polecenie `label2rgb(wynik, 'paleta', [kolor zerowy], 'kolejność')`. Do etykietowania obrazów wielowymiarowych służy polecenie `bwlabeln(obraz, sąsiedztwo)`.

Z pojęciem etykietowania związana jest segmentacja czyli proces podziału obrazu na fragmenty odpowiadające widocznym na obrazie obiektom. Wyróżniamy dwie grupy metod segmentacji:

- poprzez podział obszaru: polega na stopniowym, iteracyjnym, podziale dużych obszarów na mniejsze, których piksele mają wartość różniącą się od sąsiedztwa.
- poprzez rozrost obszaru: piksele sąsiedztwa obszaru są sprawdzane czy spełniają warunki podobieństwa i w przypadku spełnienia, są dołączane do obszaru.

Analiza obrazu polega na wydobywaniu cech opisujących obraz. W jej skład wchodzi następujące procesy: segmentacja, lokalizacja obiektów oraz wyznaczenie ich cech.

7 Schemat analizy

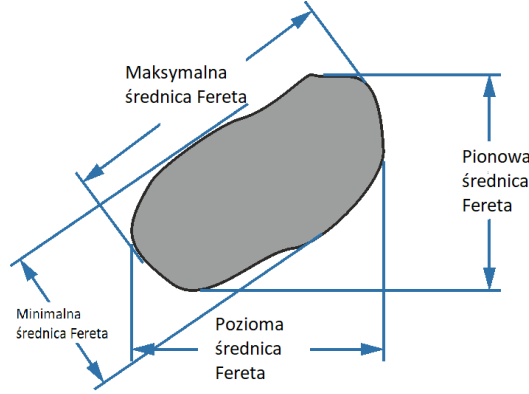
Proces analizy obrazu jest ostatnim etapem całego procesu wydobywania informacji. Schemat na ogół wygląda następująco:

1. Akwizycja obrazu
2. Wstępne przetwarzanie (w większości przypadków jest to ogół operacji na obrazach kolorowych i monochromatycznych). Ma na celu poprawę jakości obrazu, uwypuklenie cech obiektów będących celem późniejszej analizy.
3. Segmentacja, binaryzacja i przetwarzanie obrazu binarnego (filtracja, rozłączenie elementów stykających się, usunięcie obiektów przeciętych brzegiem)
4. Analiza obrazu - etykietowanie oraz następnie wyznaczenie parametrów obiektów (np. rozkładów powierzchni ziaren, średnic Fereta)
5. Wizualizacja wyników.

8 Parametry obiektów

Do najważniejszych parametrów obiektów zaliczamy :

- Liczebność obiektów (z uwzględnieniem efektu przecięcia brzegu). Jest to realizowane poprzez proces etykietowania.
- Liczba Eulera: liczba obiektów pomniejszona o ilość dziur w tych obiektach.
- Pola powierzchni, sumaryczne i rozkłady.
- Długości krawędzi (np. poprzez zliczanie punktów brzegowych, przybliżanie figury wielokątem, średniej z wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi, formuły Croftona, ...)
- Długości rzutów: Rzutem figury $D(\alpha)$ w kierunku wektora rzutowania α nazywamy największą odległość pomiędzy wszystkimi prostymi, równoległymi do wektora α , mającymi część wspólną z figurą D .
- Średnica zastępcza: średnica koła o polu powierzchni równym polu figury.
- Średnice Fereta: Długość najdłuższego oraz najkrótszego rzutu figury. Czasami wprowadza się też poziomą i pionową średnicę Fereta rozumianą jako długość rzutu poziomego i pionowego (Rys. 3).
- Wymiary fraktalne (np. kostkowy, korelacyjny, ...) - pozwalają na ocenę "poszarpania" obiektu.



Rysunek 3: Średnice Fereta

- Momenty bezwładności n-tego rzędu dla pola powierzchni $A(X)$ figury X :

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

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

$$M_{2X} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (x_i - M_{1X})^2 \quad (3)$$

$$M_{2Y} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (y_i - M_{1Y})^2 \quad (4)$$

$$M_{2XY} = \frac{1}{A(X)} \sum_X (x_i - M_{1X})^2 \cdot (y_i - M_{1Y})^2 \quad (5)$$

- Współczynniki kształtu:

- Bezwymiarowy współczynnik kształtu (L - obwód, S - powierzchnia obiektu):

$$R_S = \frac{4\pi \cdot S}{L^2} \quad (6)$$

- Współczynnik Fereta R_F (F_{max}, F_{min} - maksymalna i minimalna średnica Fereta)

$$R_F = \frac{F_{min}}{F_{max}} \quad (7)$$

- Współczynnik cyrkularności:

$$R_{C1} = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad R_{C2} = \frac{L}{\pi} \quad (8)$$

- Współczynnik Blaira-Blissa

$$R_B = \frac{S}{\sqrt{2\pi \sum_i r_i^2}} \quad (9)$$

gdzie:

S - pole powierzchni

r_i - odległość i-tego piksela od środka ciężkości