

5R-6

チェーンコードで表現された 輪郭線データからの形状特徴量の算出

高木 繁則 村本 健一郎 松浦 弘毅

金沢大学工学部

1.はじめに

筆者らは、1985年以来、空中を落下する降雪雪片をビデオカメラで撮影し、それを画像処理して雪片の形状や落下運動パターンなどの解析を行ってきた^{[1][2][3]}。

形状解析では、円形度、凸度などを用いたが、輪郭形状の複雑さの細部を解析しようとした場合、この両者は必ずしも適切な特徴量ではないように思われる。

本稿では局所的な凹凸を表す量を定義し、具体的な計算方法を示すとともに、その有効性を評価する。

2. 準備

以下に従来から良く知られている円形度、凸度と今回提案する局所凸度の定義を述べる。

(1) 円形度と 凸度

領域 Ω の面積を A 、周囲長を L 、 Ω の凸包の周囲長を L_H とするとき、円形度と凸度は、それぞれ式(1)、(2)で定義される。

円形度は、輪郭形状が円するとき1となり、凸度は、領域が凸集合のとき1となる。いずれも、輪郭形状が複雑になるほど値は小さくなる。

$$Com. = \frac{4\pi A}{L^2} \quad (1)$$

$$Conv. = \frac{L_H}{L} \quad (2)$$

(2) 局所凸度

領域 Ω の輪郭線を8方向のチェーンコード(図2.1)で表現したものを $C_0C_1...C_{N-1}$ とする。ここで N は、チェーンコードの長さを表す。チェーンコードは領域の内部を左に見て反時計周りに追跡されているとする。

Calculation of the feature of shapes from couture data represented by chain code. Shigenori Takagi, Ken-ichiro Muramoto, Kohki Matsuura. Faculty of Engineering, Kanazawa Univ.

まず、チェーンコードの変化量 Δ_i を式(3)で定義する。

$$\Delta_i = C_j - C_i \quad (3)$$

$$\text{ここで } j \equiv i+1 \pmod{N}$$

ただし、この演算は、表2.1の演算方法に従う。

この Δ_i をもとに局所凸度 $LConv.$ を式(4)で定義する。

$$LConv. = \frac{\theta^+}{\theta^+ + \theta^-} \quad (4)$$

ここで、 θ^+ 、 θ^- 、 α 、 β はそれぞれ式(5)(6)(7)(8)であたえられる。

$$\theta^+ = \frac{\alpha + \beta}{2} \quad (5)$$

$$\theta^- = \frac{\alpha - \beta}{2} \quad (6)$$

$$\alpha = \sum_{i=0}^N |\Delta_i| \quad (7)$$

$$\beta = \sum_{i=0}^N \Delta_i \quad (8)$$

チェーンコードの値が変化する点を、その変化する方向が時計回りのとき凸点(図2.2○)、時計回りのとき凹点(図2.2●)、変化しない点を平点(図2.2●)と呼ぶ。

θ^+ は、凸点の角度変化量の総和、 θ^- は凹点の角度変化量の総和にそれぞれ対応しているため、局所凸度は、チェーンコードの値が変化する点のうち凸点の割合を、変化する角度に対応した重みをつけて計算したものである。

表2.1 演算方法

$C_i \backslash C_j$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	-3	-2	-1
1	-1	0	1	2	3	4	-3	-2
2	-2	-1	0	1	2	3	4	-3
3	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
4	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
5	3	-4	-3	-2	-1	0	1	2
6	2	3	-4	-3	-2	-1	0	1
7	1	2	3	-4	-3	-2	-1	0

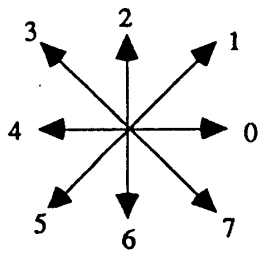


図 2.1 チェインコード

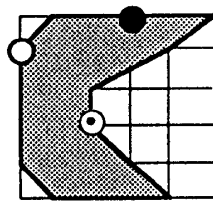
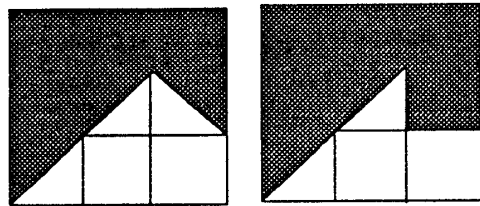


図 2.2 凸点凹点平点



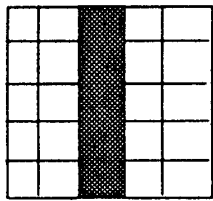
(g) (h)
図 3.1

3. 円形度・凸度の問題点

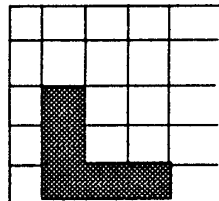
円形度の定義から明らかなように、周囲長が同じで面積が同じならば、輪郭形状にかかわらず円形度は等しい。同様に、凸包が同じで、周囲長が同じであれば、凸度は等しい。

例えば、図3.1の(a),(b)はともに周囲長12、面積5、なので円形度は等しい。また、図3.1の(c),(d)は凸包が同じで、ともに周囲長23なので凸度は等しい。しかしながら、いずれの場合にも、右の図形のほうが左の図形より輪郭線が複雑であり、輪郭形状が似ているとは言えない。

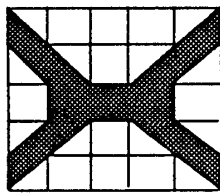
このように、輪郭形状の複雑さで図形を分類しようとした場合、これらの特徴量を用いることは必ずしも適切でないと思われる。



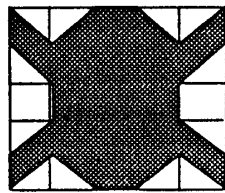
(a)



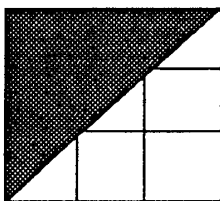
(b)



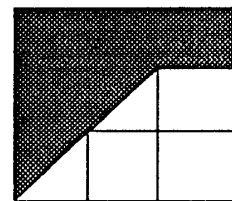
(c)



(d)



(e)



(f)

4. 評価結果と考察

上で検討した各図形に対し、円形度、凸度、局所凸度を計算した結果を表4.1に示す。

局所凸度は、領域が凸集合の場合(図3.1(a),(e))に1になり、凹点が鋭利になるほど値は小さくなる。(図3.1(c)→(d), (e)→(f)→(g)→(h))。

逆に局所凸度が1ならチェインコードで囲まれた領域は凸集合であることが言えるので、領域の凸性の判定に利用できる。

表4.1 各図形の形状特徴量

	円形度	凸度	局所凸度
(a)	0.44	1.00	1.00
(b)	0.44	0.90	0.83
(c)	0.21	0.87	0.67
(d)	0.39	0.87	0.63
(e)	0.54	1.00	1.00
(f)	0.54	0.98	0.90
(g)	0.46	0.91	0.83
(h)	0.46	0.87	0.79

5. まとめ

評価結果から今回提案した局所凸度は、局所的な凹凸を定量化するために有効であると言える。今後は、実際の降雪雪片の形状解析に役立てていきたい。さらにマクロな凹凸を定量化するための新しい特徴量を提案していきたい。

参考文献

- [1] 村本健一郎, 松浦弘毅, 香川隆夫, 椎名徹, 小池俊夫 "降雪雪片の落下運動解析", 信学技報, IE91-73 (1991)
- [2] 村本健一郎, 松浦弘毅, 椎名徹, 領域および輪郭線による降雪雪片の形状特徴解析, 信学論 D-II Vol. J76-D-II No. 5 pp.949-958 (1993).
- [3] 高木繁則, 村本健一郎, 松浦弘毅, "降雪雪片の落下運動パターンと形状特徴の関係", 信学技報, IE95-33(1995)