

デジタル曲線の認識を目的とする平均重心距離法の提案

辺 見 一 男

The Proposal of the Average Center of Gravity Distance Method to Recognize the Digital Curves

Kazuo HEMMI

あらまし

画像認識は応用分野が広く、非常に多くの手法が提案されてきた。本論文では、画像認識を行う際のパラメータとして、平均重心距離を定義し、これを用いてデジタル曲線の認識を行う手法を提案する。平均重心距離は計算回数が認識対象画像の画素数に比例し、極めて高速な認識が可能である。また、その原理上、正像だけでなく鏡像に対しても有効であるという特徴を有する。平均重心距離を用いた認識実験を行った結果、正像だけでなく、鏡像に対しても安定した認識結果が得られることが確認できた。

キーワード 画像処理, 画像認識, 平均重心距離, デジタル曲線

1. まえがき

画像認識は、日常生活や工業分野など、実社会への応用が期待される研究分野である。このため、理論面、応用面から、多くの研究が行われてきた。最も代表的な手法としてはパターンマッチング手法がある[1]。これは、検出対象と同じ参照パターンを準備し、参照パターンと観測画像との距離を判別基準として用いる方法である。これ以外の代表的な認識手法として、検出対象から取り出した特徴量と観測画像との参照を行う方法[2]、ハフ変換を用いる方法[3]-[5]、検出対象の輪郭図形を周波数領域で記述する方法[6]-[9]などがある。これらの研究の大部分は、対象画像の輪郭線を解析して画像認識を行おうとするものである。輪郭線とは、言い換えるならば線図形である。すなわち、画像認識の研究では、線図形を認識することが非常に重要な課題であると言える。

そこで、本論文では、認識対象として線図形（デジタル曲線）を用いて、画像認識のための認識手法の提案を行う。本論文で提案する手法は、デジタル曲線を構成する画素と、デジタル曲線の重心との平均距離を用いる方法である。この距離のことを平均重心距離と呼び、これを用いてデジタル曲線の認識を行なおうとする手法を平均重心距離法と呼ぶ。

平均重心距離法を用いた画像認識は次の特徴を有する。

- 1) 鏡像（表裏を逆にした像）に対しても有効である
- 2) 対象物体の画像領域中の位置に依存しない
- 3) 回転変換に依存しない
- 4) 計算量が少なく、極めて高速な認識が可能である

画像認識手法として広く用いられているパターンマッチング手法では、鏡像の認識を行おうと

すると、鏡像に対するパターンを別に準備し、そのパターンを用いて認識を行う必要がある。すなわち、正像と鏡像は別の物体として扱われることになる。しかしながら、正像も鏡像も、一つの物体から得られる画像であるので、物体を認識するという意味からは、同一手法で両者を認識できることが好ましい。正像と鏡像を区別することなく、同一の物体として認識を行うことができることは、本手法の大きな利点の一つである。

1) から4) の特徴を考慮すると、板金加工品の検査などで、本手法は特に有効になると思われる。薄板を打ち抜いた板金加工品がベルトコンベア上を流れてくるような場合、ベルトコンベアに乗った対象物体は、コンベア上での位置も方向もまちまちであろうし、場合によっては表裏が逆の場合もありうる。しかしながら、本論文で提案する手法を用いれば、対象物体がコンベア上のどこにあっても、また、どの方向を向いても認識精度は影響を受けない。さらに、対象物体が裏向きになっていても認識精度が落ちることはない。このように、本論文で提案する平均重心距離法は、工業分野への応用に適した手法だといえる。

2. デジタル曲線

画像認識を行う場合は、2値化や細線化、場合によっては非連結点の補完などの前処理が必要となり、前処理の選択方法によって認識結果が大きく異なってくる。今回は、平均重心距離法を提案し、その有効性を検証するのが目的であるので、前処理の必要がないデジタル曲線を認識対象として用いた。

実験に用いたデジタル曲線は図1に示す9種類である。それぞれの図形をA, B, C, ..., Iと呼ぶ。図形の作成に当たっては、閉曲線、開曲線、図形の複雑さが適度になるように留意し、手作業で描画した。図形は白黒2値画像とし、解像度は512×512ピクセルである。また、本論文で提案する認識手法は、正像も鏡像も区別することなく、認識できる点が大きなメリットである。そこで、図1に示した図形を裏返しに反転させて鏡像を作り、これらも認識対象に加えた。このようにして作製した鏡像を図2に示す。これらの鏡像をAR, BR, CR, ..., IRと呼ぶ。今回の認識実験は、これら合計18種類のデジタル曲線を用いて行った。

本論文で用いた図形AとARは、本来どちらも同じ図形であるので、AとARの図形を図形

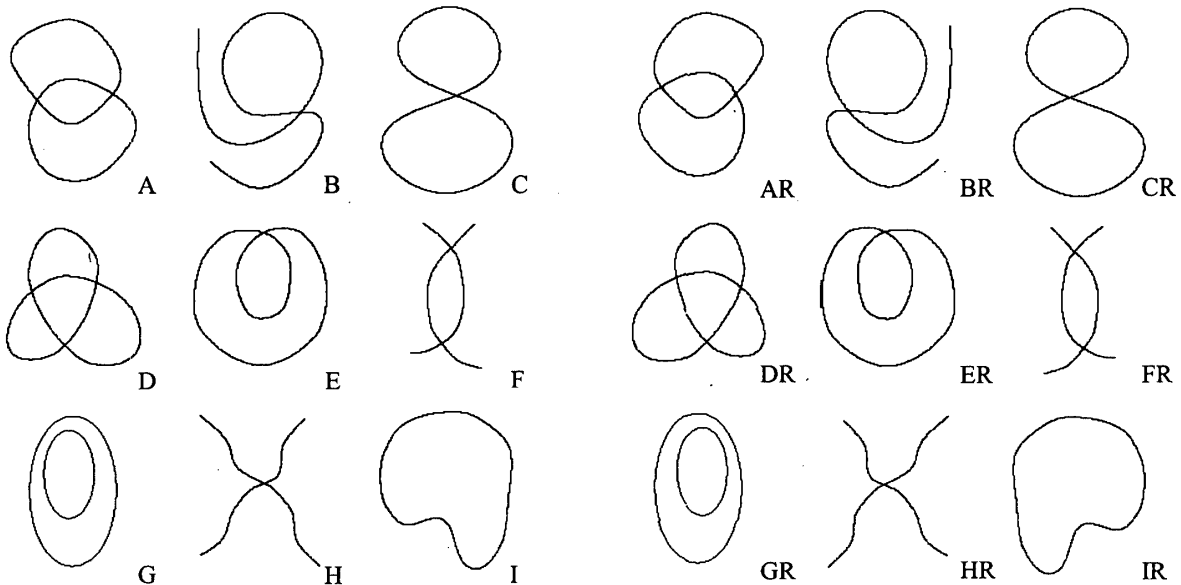


図1 デジタル曲線 (正像)

図2 デジタル曲線 (鏡像)

カテゴリ A と呼ぶ。B, C, ..., I も同様に扱い、I と IR は図形カテゴリ I と呼ぶ。

3. 平均重心距離法

平均重心距離とは、画像の重心座標と画像を構成する全画素間の平均距離のことをいう。本論文で提案する平均重心距離法とは、平均重心距離を認識パラメータとして用い、デジタル曲線の認識を行おうとする手法である。

デジタル曲線を構成する画素の集合を D とすると、 D は

$$D = \{(x_i, y_i) | i = 1, \dots, n\}$$

である。ここで、 n はデジタル曲線を構成する画素の個数を表す。

デジタル曲線の重心座標を (x_g, y_g) とすると、 (x_g, y_g) は次式で計算できる。

$$x_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$y_g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

本論文では、デジタル曲線の認識に用いるパラメータとして、平均重心距離 (AD と呼ぶ) を用いる。 AD は式 (1) で定義する。

$$AD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x_g)^2 + (y_i - y_g)^2} \quad (1)$$

式 (1) より、 AD の計算回数は n 回となるのがわかる。 n はデジタル曲線を構成する画素の数であるので、 AD の計算回数は、単純にデジタル曲線を構成する画素数に比例することになる。本論文で提案する認識手法は、認識パラメータとして AD のみを用いる。したがって、計算回数が極めて少なく、高速に画像認識を行うことが可能となる。

4. 認識結果

9 種類のデジタル曲線について AD を求めた結果を図 3 に示す。同図の垂直軸は AD の値を、水平軸はデジタル曲線を表す。上部に表示されているアルファベット (H, F, G, ..., I) は、図形カテゴリである。図形カテゴリが判別しやすいように、図形カテゴリごとに境界線を引

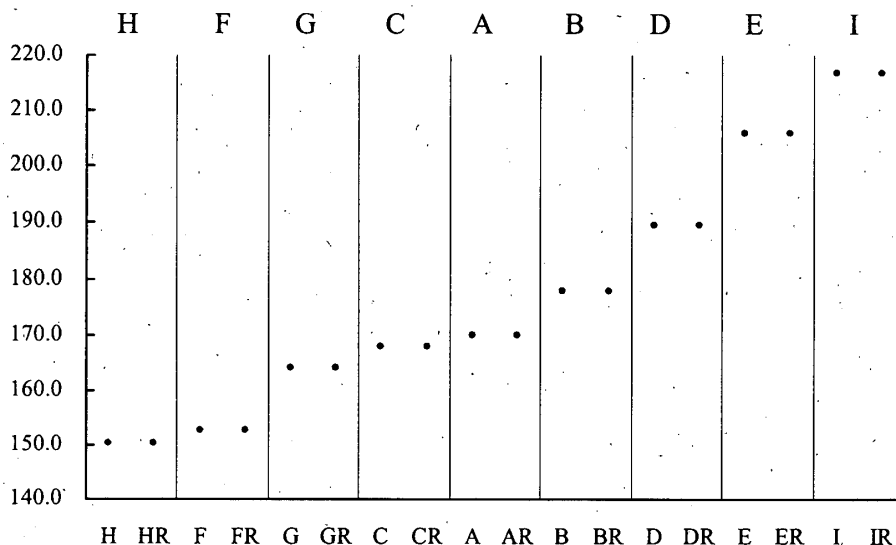


図 3 AD の計算結果

いてある。また、認識結果はADの値によって昇順に並べ直してある。同図より、図形カテゴリ間のAD値には明らかに差異あることがわかる。これは、ADの値によって、デジタル曲線の認識を行えるということを意味している。また、正像と鏡像のAD値については、ほぼ同じ計算結果が得られている。このことより、正像と鏡像が同一の図形であると認識できたことがわかる。

9種類のデジタル曲線を認識するためには、それぞれの図形カテゴリを分離するためのADの値(分離ADと呼ぶ)を定める必要がある。分離ADの値は、隣接する図形カテゴリ間の中央値を用いた。詳細は次のとおりである。

図3では、図形カテゴリIと図形カテゴリEが隣接している。そこで、この2つのカテゴリの分離ADを求める場合を考える。図形カテゴリIのADの値は9種類の図形カテゴリ中で最大であり、図形カテゴリEがそれに続いている。今、2つのカテゴリ中のAD値を大きいものから順に並べると、IR, I, ER, Eの順となる。このとき、図形カテゴリIの中の小さい方のAD値(IのAD値)と、図形カテゴリEの中の大きい方のAD値(ERのAD値)の中央値を分離ADと定義する。他の図形カテゴリ間の分離ADも同様にして計算する。分離ADの計算結果を表1に示す。同表では、各図形カテゴリ間の分離ADには十分大きな差異が生じている。このことより、分離ADを認識パラメータとして用いれば、安定してデジタル曲線の認識を行えることがわかる。

表1 分離のためのAD

分離AD	
H-F間	151.4
F-G間	158.3
G-C間	165.9
C-A間	168.9
A-B間	173.9
B-D間	183.7
D-E間	197.7
E-I間	211.3

5. あとがき

画像認識を行う際の指標として平均重心距離を定義し、これを用いて9種類のデジタル曲線の認識を行った。認識実験は一つのデジタル曲線について、正像と鏡像の両方に対して行った。この結果、9種類のデジタル図形は安定して認識可能なことが検証できた。また、正像だけでなく鏡像についても、本手法が有効であることが確認できた。今後は、本手法を用いて現実の対象物体の認識を行っていく予定である。

<参考文献>

- [1] 谷崎, 米沢, 園田: “画像処理による視線検出アルゴリズムの開発”, 平成14年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 339, 2002.
- [2] 森本, 李, 亀井, 井上: “個人差や撮影環境を考慮した濃淡画像からの口唇領域の抽出”, 電子情報通信学会論文誌D-2, Vol. J79-D-II, No. 1, pp. 139-141, 1996.
- [3] P. V. C. Hough, “A method and means for recognizing complex patterns”, U. S. Patent 3069654, 1965.

- [4] R. S. Conker, "A Dual Plane Variation of the Hough Transform for Detecting Non-concentric Circles of Deferent Radii", *COMPUTER VISION, GRAPHICS, AND IMAGE PROCESSING* 43, pp. 115-132, 1988.
- [5] K. Hemmi: "On the Detecting Method of Fingertip Positions Using the Circular Hough Transform", *The 5th Asia-Pacific Conference on Control and Measurment, Dali, China*, pp. 170-173, 2002.
- [6] C. T. Zahn and R. Z. Roskies: "Fourier descriptors for plane closed Curves", *IEEE Trans. Comput.*, Vol. C-21, pp.269-281, 1972.
- [7] G. H. Granlund, "Fourier preprocessing for hand print character recognition", *IEEE Trans. Comput.*, Vol. C-21, pp.195-201, 1972.
- [8] 上坂吉則: "閉曲線にも適用できる新しいフーリエ記述子", *電子通信学会論文誌*, Vo. J67-A, No. 3, pp.166-173, 1984.
- [9] 関田, 栗田, 大津: "複素自己回帰モデルによる形の識別", *電子情報通信学会論文誌D-2*, Vol. J73-D-II, No. 6, pp. 804-811, 1990.