モルフォロジー演算による線図形画像から特定の長さを持つ線図形の抽出

非会員 童 衛 青 (大阪市立大学)
 非会員 辰 巳 昭 治 (大阪市立大学)
 正 員 志 水 英 二 (大阪市立大学)

Extraction of Line Drawing with Some Lenth From Line Drawing image by Gray-Scale
 Mathematical Morphology

Weiqing TONG, Non-member, Shoji TATSUMI, Non-member, Eiji SHIMIZU, Member (Osaka City University)

キーワード：モルフォロジー，構造要素関数，線図形，文書画像処理

1. ま え が き

文書画像処理において、画像から直線や曲線といった線図形を抽出する手法は重要である。例えば、既に紙面に描かれた機械図面を、スキャナなどの画像入力装置によって計算機に入力し、画像処理によって図面中の文字や符号と外形線や寸法線とを別々に抽出し、それらを認識し、CAD のデータ形式に自動的に変換する図面の自動認識に関する研究が行われている⁽²⁾。また、表形式伝票など文書画像から、文字や符号を抽出することは、文字認識において欠かせない前処理である⁽³⁾。

モルフォロジー処理は、対象物の形状をそのまま扱うことができるので、画像認識や形状抽出処理に有効である。本稿ではモルフォロジー演算により特定の長さを持つ線図形の抽出手法を提案する。また実文書画像から文字や符号を抽出する実験を通して、提案手法の有効性を示す。

2. 特定の長さを持つ線図形の抽出手法

Haralick⁽¹⁾のモルフォロジー演算の表記法に従うと、 $g(x)$ による $f(x)$ の dilation 演算 $(f \oplus g)(x)$ の計算方法は次式で与えられる。

$$(f \oplus g)(x) = \max_{z \in G, x-z \in F} \{f(x-z) + g(z)\} \cdots (1)$$

ここで、 f は濃淡画像、 F は $f(x)$ の定義域、 $g(x)$ は構造要素関数、 G は $g(x)$ の定義域である。特定の長さの線図形を抽出するため、線図形の長さを次に定義する。

【定義 1】 8 近傍連結した線図形の長さを線図形の最小外接長方形の対角線の長さで定義する。

次はまず図 1(a) に示される直線 C の抽出方法を考える。二値画像 I (ここで、線状図形の部分は 1 で、それ以外は 0 であるとする) に対して、ラスタ走査方向は画像の左から右へ、上から下へとする。まず、すべての点 $P(x, y) \in C$ に、 $P(x, y) = \max\{(P_2 + 1), (P_3 + 1), (P_4 + 1), P_5\}$ の処理を施すれば、画像 I は図 1(b) のようになる。ここで、

図 1 線図形の長さを求める例

Fig. 1. Example of calculating the length of line drawing.

図 2 構造要素関数

Fig. 2. structuring functions.

$P_1(x+1, y), P_2(x+1, y-1), P_3(x, y-1), P_4(x-1, y-1), P_5(x-1, y), P_6(x-1, y+1), P_7(x, y+1), P_8(x+1, y+1)$ である。次に、画像の右から左へ、下から上への順で、図 1(b) の画像のすべての点 $P'(x, y) \in C$ に対して、 $P'(x, y) = \max\{P_1, P_2, \dots, P_8\}$ の処理をしてから、もう一回左から右へ、下から上への順で同じ処理を行うと、図 1(c) になる。つまり、画像 I を、直線 C 上のすべての点の値が $y_{max} + 1$ である画像 I_y に変換する。同様に、画像 I を、直線 C 上のすべての点の値が $x_{max} + 1$ である画像 I_x に変換することもできる。ここで、 y_{max}, x_{max} はそれぞれ直線 C の Y 軸方向の最大座標値と X 軸方向の最大座標値である。画像 I_y, I_x を利用し、

$$\sqrt{(I_x(x, y) - 1)^2 + (I_y(x, y) - 1)^2} \cdots \cdots (2)$$

により画像 I から特定の長さを持つ直線を抽出する。

上述の方法をモルフォロジー演算の記述で以下に与える。

(1) 入力画像 I を 2 値化する

図3 線図形の抽出の例

Fig. 3. Example of extraction of line drawings.

(2) 線図形の長さの Y 成分を算出する

$$(a) \quad x:1 \rightarrow IX; \quad y:1 \rightarrow IY$$

$$I_y(x,y) := \begin{cases} I \oplus f_1, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3)$$

$$(b) \quad x:1 \rightarrow IX; \quad y:IY \rightarrow 1$$

$$I_y(x,y) := \begin{cases} I_y \oplus f_3, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (4)$$

$$(c) \quad x:IX \rightarrow 1; \quad y:IY \rightarrow 1$$

$$I_y(x,y) := \begin{cases} I_y \oplus f_3, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (5)$$

(3) 線図形の長さの X 成分を算出する

$$(a) \quad y:1 \rightarrow IY; \quad x:1 \rightarrow IX$$

$$I_x(x,y) := \begin{cases} I \oplus f_2, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (6)$$

$$(b) \quad y:1 \rightarrow IY; \quad x:IX \rightarrow 1$$

$$I_x(x,y) := \begin{cases} I_x \oplus f_3, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (7)$$

$$(c) \quad y:IY \rightarrow 1; \quad x:IX \rightarrow 1$$

$$I_x(x,y) := \begin{cases} I_x \oplus f_3, & \text{if } I(x,y) = 1, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (8)$$

(4) 式(2)により特定の長さの線図形を抽出する

ここで、 IX, IY はそれぞれ画像 I の X 軸と Y 軸のサイズ、 f_1, f_2, f_3 は図2に示される構造要素関数である。

明らかに上述の手法は単調曲線にも適用できる。また、一般の線図形に対して、提案手法の有効性を確かめるために、図3(a)に示される画像に対して、提案手法を用いて実験を行った。実験に用いた画像の解像度は 742×1024 の2値画像である。図3(b)は提案手法により抽出された長さ40画素以下の線図形の画像である。図3(c)は提案手法により抽出された長さ45画素以上の線図形の画像である。図3からすべての文字、符号、線が正しく抽出されたことがわかる。

3. むすび

本稿では、線図形の長さを定義し、特定の長さを持つ直線や曲線を、モルフォロジー演算により抽出する手法を提案した。また、実文書画像から文字や特定の符号や線を抽出する実験を通して、提案手法の有効性を示した。今後、提案手法を理論的に検討する予定である。

(平成10年3月30日受付)

文 献

- (1) R.M. Haralick and S.R. Sternberg and X. Zhuang, "Image Analysis Using Mathematical Morphology", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., Vol. PAMI-9, No. 4, pp. 532-550, (July. 1987).
- (2) 安居院猛, 目崎祐史, 長尾智晴, 中嶋正之, "2重の正方形移動法による機械図面からの図面要素の抽出," 信学論 (D-II), vol. J73-D-II, No. 9, pp. 1393-1401, Sep. 1990.
- (3) 後藤英昭, 阿曾弘具, "Hough変換を用いた文書画像中の点線・飾り線の抽出," 信学技報, PRU94-67, pp. 23-30, Nov. 1994.

童 衛 青 (非会員) 1961年生。1983年中国上海大学工学部電気自動化科卒。同年 Shanghai Petrochemical Complex(株)入社。平成7年大阪市立大学大学院・工・電気・博士前期課程修了。現在同大学院博士後期課程在学中。モルフォロジー理論、パターン認識、画像処理などの研究に従事。IEEE、電子情報通信学会の会員。

辰巳 昭治 (非会員) 1970年、大阪大学工学部通信工学科卒業。現在大阪市立大学情報工学科教授。工学博士。

志水 英二 (正員) 1963年、大阪大学工学部電子工学科卒業。現在大阪市立大学工学部電気工学科教授。工学博士。