

要旨

本研究の目的は、文字形状などのパタンの照合プログラムを自動的に生成することである。輪郭図形群とクラス分け情報のみから照合プログラムに利用可能な特徴を帰納的に抽出する。抽出したものをプリミティブ形状特徴と呼ぶ。本稿では、プリミティブ形状特徴を用いたパタン照合プログラムを実現し、入力パタンを識別する基本的実験を行いその結果について報告する。

1 はじめに

パタン照合などに用いられる特徴は、先験的に獲得された知識に基づいて定義されるが、本研究では与えられた図形群の形状とクラス分け情報のみを手掛かりにして、特徴を自動的に抽出し、図形パタンの照合プログラムを構成することを目的としている。これまでに、Pairwise segmentation 及び Blending deformation と呼ぶ新たな 2 手法を提案し、プリミティブ形状特徴 (Primitive shape features) という帰納的に抽出した特徴となるものを定義した [1][2][3][4]。

本稿では、プリミティブ形状特徴と入力パタンの類似性に基づく照合プログラムを構成し、基本的な識別実験を行った結果について述べる。

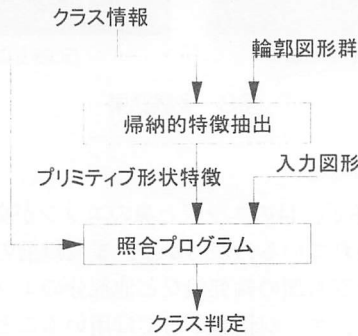


図1.1プリミティブ形状特徴による照合

2 プリミティブ形状特徴抽出

プリミティブ形状特徴は、与えられた図形を認識するためのキーとなるような図形形状であると考えられる。与えられた図形に含まれる顕著な形状を抽出することができれば、識別のための有効な手段とすることができる [5]。

Pairwise segmentation は、与えられた図形群に共通となる形状をセグメンテーションし抽出するものである。2 図形(pair)に限定して互いの類似部分を調べることで、長さが短い、あるいは小さな凹凸を含んでいるような微少な形状であっても特徴として抽出することが可能となると考える。2 図形的一方を被区分図形とし、その部分形状が他方(手本図形)に含まれるようにセグメンテーションを行う。遺伝的アルゴリズムを用いた最適化手法によってこの手法を実現した。これにより抽出された微少な形状がノイズなのか顕著な形状として認めるべきかの判定を行うために Blending deformation と呼ぶ手法を用いる。これは、部分形状を手本側に強制的に似せてしまうもので、この置き換えを行っても残る

ような形状は、微少であったとしても顕著な形状であると判断できる。

3 照合の手法

プリミティブ形状特徴は、クラス間に渡る比較を行っていないので、非常に一般的な形状でも顕著であるとして抽出する可能性がある。これをクラス間で比較して、①あるクラスだけから抽出されたもの(グループ A) ②他のクラスからも抽出されているもの(グループ B) という 2 つのグループに分け、照合にはグループ A を用いることにする。クラス  $\omega^k$  に関してグループ A を  $A^k = \{a_i^k\}$ 、グループ B を  $B^k = \{b_i^k\}$  と表す。クラス  $\omega^k$  のプリミティブ形状特徴は  $T^k = A^k \cup B^k = \{t_i^k\}$  と表せられる。クラス相互の情報を加味することでこれを、「クラスプリミティブ」と呼び区別することにする。

3.1 入力図形とクラスプリミティブの類似度と被覆度

入力図形を  $Q = (q_1, q_2, \dots, q_{L(Q)})$  とし、類似度  $s(t, Q)$  を次式で定める。

$$s(t, Q) = \frac{1}{1 + d(t, Q)} \dots\dots\dots(1)$$

ただし、 $d(t, Q)$  はクラスプリミティブと入力図形  $Q$  の相違を表す量で、次式で定めるものである。

$$d(t, Q) = \frac{1}{L(t)} \min_{1 \leq i \leq L(Q)} \sum_{j=1}^{L(t)} \left\| \frac{\mathbf{q}_j}{\|\mathbf{q}_j\|} - \mathbf{R}(p_j - p_1) + q_i - q_{i+j-1} \right\| \dots\dots\dots(2)$$

$$\mathbf{p} = p_{L(t)} - p_1, \quad \mathbf{q}_i = q_{i+L(t)-1} - q_i$$

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}, \quad \theta = \cos^{-1} \frac{(\mathbf{p}, \mathbf{q}_i)}{\|\mathbf{p}\| \cdot \|\mathbf{q}_i\|}$$

$L()$  : 図形を構成する点列長さ

$t = (p_1, p_2, \dots, p_{L(t)})$  : クラスプリミティブ

$q_i = (q_x, q_y)$  : 図形  $Q$  の輪郭点座標

類似度は、入力図形をクラスに引き込むための要件を表すものであるが、少数の要件を完全に満たしているだけで、特定のクラスに引き込むのは不相当であると考えられる。クラスプリミティブが満たす要件が全体量に対してどの程度寄与するかを加味するために被覆度

$$c(t, Q) = \frac{L(t)}{L(Q)} \text{ を考え、次節のように帰属度を定める。}$$

### 3.2 帰属度

$Q$  の輪郭点  $q_i$  において、すべての  $t \in T^k$  に関するクラス  $\omega^k$  への帰属度  $e(q_i)$  を次式で定める。

$$e(q_i) = \max_{t \in A^k} s(t, Q) \cdot c(t, Q) \dots\dots\dots(3)$$

各輪郭点での最大値を採用することで、微小な形状であったとしてもその顕著さを考慮することができる。

### 3.3 要件達成度

$Q$  の全体形状に対するクラス  $\omega^k$  への帰属度を次式により求め、要件達成度とする。

$$E(\omega^k, Q) = \frac{1}{L(Q)} \sum_{i=1}^{L(Q)} e(q_i) \dots\dots\dots(4)$$

すべてのクラスに対して  $E$  を求め、最も高い要件達成度を示すクラスに  $Q$  が属すると判断する。

## 4 実験例

Arial、TimesNewRoman 両フォントの 30 points の英字「B、D、P」を 120DPI の分解能でスキャナから取り込み (図 4.1)、輪郭形状を作成しクラスプリミティブを抽出する。さらにわずかに傾けたものを同解像度で取り込み、入力図形として与えて、3章で述べた手法に従った識別実験を行った(図 4.2)。

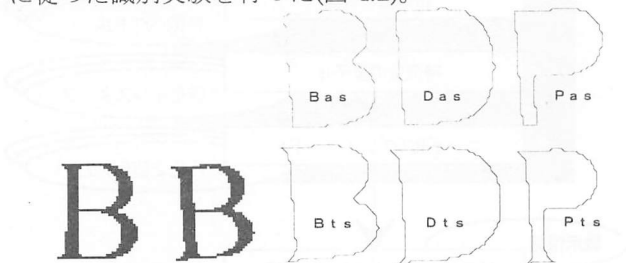


図 4.1 原画像

図 4.2 入力図形

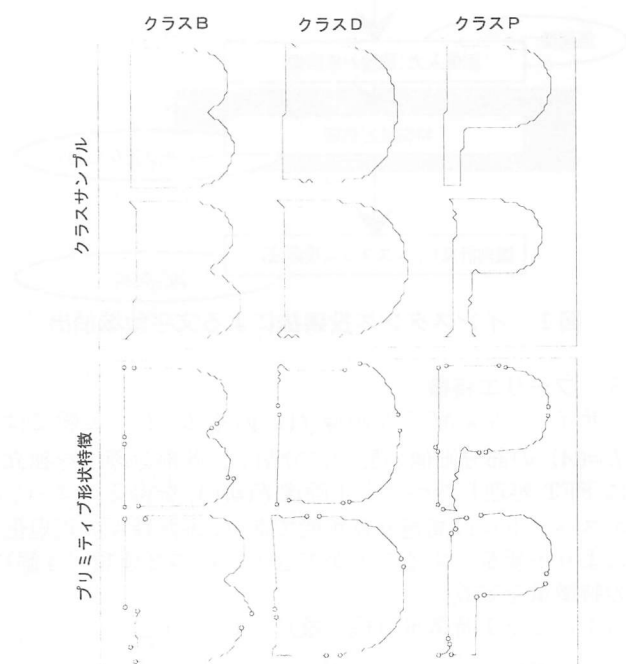


図 4.3 プリミティブ形状特徴

図 4.3に実験で用いた輪郭図形とクラス分け、および抽出されたクラスプリミティブを示す。図 4.4は、入力図形「Bas」に対する帰属度を示したものである。クラス B にある「くびれ」という顕著な形状のためにクラス D、P は低い帰属度しか得られていない様子が示されている。図 4.5は、各入力図形に対する要件達成度を示したもので、各々が属すべきクラスの達成度が最も高くなっていることが解かる。

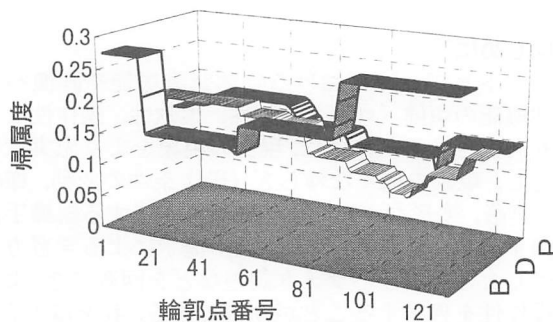


図 4.4 入力図形「Bas」に対する帰属度

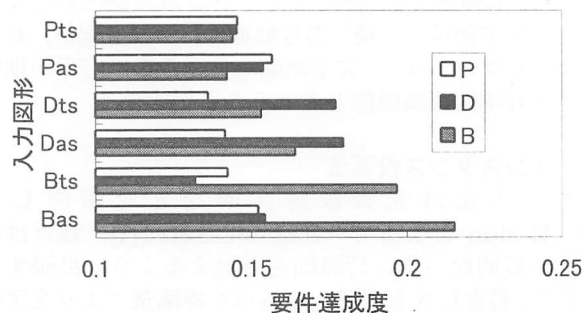


図 4.5 要件達成度

## 5 まとめ

クラスプリミティブを帰納的に抽出し、図形照合プログラムを構成する手法を提案した。基本的な実験を行い、手法の有効性を示した。今後は、識別力のあるクラスプリミティブという観点に立ち、より一般的な図形(画像)への応用について検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] 村瀬, 金子, 本多: 遺伝的アルゴリズムによる帰納的特徴抽出, 情報処理学会第 48 回 (平成 6 年前期) 全国大会講演論文集(2), 4P-2, pp.241-242(1994).
- [2] 村瀬, 金子, 本多: 輪郭図形の形状学習アルゴリズム, 情報処理学会第 49 回 (平成 6 年後期) 全国大会(2), 3F-1, pp.211-212(1994).
- [3] 村瀬, 金子, 本多: 階層的要約による図形の帰納学習, コンピュータビジョン研究会, 93-5, pp.45-52(1995).
- [4] Murase, S.Kaneko, T.Honda: Inductive Learning of Primitive Shapes by Genetic Algorithm, ACCV'95 Second Conference on Computer Vision, December 5-8, Singapore, Vol.II, pp.593-597(1995).
- [5] S.Kaneko, Y.Ohmachi and T.Honda: Introducing Structurization of Edge Segment Groups based on Prominency Entropy to Binocular Depth Calculation, Trans., of IEICE, Vol.J75-DII, No.10, pp.1649-1659 (1992).