

3B-3 部品特徴による動物シルエット図形の認識

藤沢正幸, 田淵仁浩, 村岡洋一
早稲田大学 理工学部

1. はじめに

与えられた動物シルエット図形から、その類別を認識するための具体的方法と結果について述べる。ここで述べる認識方法は文献[1]にあるように、動物シルエット図形を人間が動物の部位として意識する部品領域に分割し、各部品の接続関係と形状特徴を利用するものである。

本認識手法は処理順に、大きく次の3段階からなる。(1)シルエット図形を頭・体などの部品に分割する。(2)各部品間の結合位置を取り出し、接続関係を求める。(3)各部品間の結合位置、および各部品の形状特徴から類別を行う。

本稿では、各処理についてまとめ、実際に鳥シルエット図形を用い、部品分割・主軸抽出・類別認識実験の結果を示し、考察する。

2. 各処理のまとめ

ここでは、(1)シルエット図形の部品分割(2)部品間接続関係抽出(3)部位認識と類別認識、の各処理についてまとめる。

2.1 図形の部品分割

入力シルエット図形は、2次元2値のビットマップ形式とする。

[部品分割処理]

- (1.1) デジタル直線を図形の輪郭に一周、順次当てはめる。
- (1.2) (1.1)の各直線端点の列を求める。
- (1.3) 端点列から、直線近似[4]を行い不要点を削除する。
- (1.4) 隣合う近似直線のなす角度により、凹点を取り出す。
- (1.5) 分割線の条件を満たす凹点同士のうち、互いからみて距離最小となる凹点对を求める。
- (1.6) 求めた凹点对を直線で結ぶ。

分割線の条件

- ・分割線の端点が互いに輪郭の反対側[5]にある。
- ・分割線上のすべての点が図形の内部にある。

2.2 部品間の接続関係の抽出

接続関係の抽出は分割された部品ごとに行う。部品ごとに座標軸を定め、他部品との接続位置をその部品ごとの座標で表す。ここでの他部品との接続位置は、境界となる分割線の

中点と定義する。

部品の座標軸は、主成分軸(主軸と呼ぶ)をX軸、それと直交する軸(副軸と呼ぶ)をY軸とする。座標原点は、その部品の重心である。

主軸は、部品領域内の均一な点集合(例えばビットマップで部品領域に含まれるすべての点)からおろした垂線の長さの2乗平均が最小になる直線と定める。これは、簡単な主成分分析手法で求めることができる。

以下に1つの部品から主軸を求め、他部品との接続位置を抽出する処理を説明する。入力は2次元2値のビットマップ形式である。

[部品座標軸・接続位置抽出処理]

- (2.1) 部品を構成するすべての点のビットマップ座標(x,y)を取り出す。
- (2.2) ビットマップ座標の平均(\bar{x} , \bar{y})、分散(S_{xx} , S_{yy})、共分散 S_{xy} を求める。
- (2.3) 分散共分散行列の2つの固有ベクトルを求める。
- (2.4) 原点を(\bar{x} , \bar{y})とし、固有値の大きい方のベクトルの方向をX軸とし、もう一方をY軸とする。
- (2.5) 部品を構成する点の持つX座標の最大値と最小値を求め、その差を主軸長(部品長)とする。
- (2.6) Y座標についても(2.5)と同様にし、副軸長(部品幅)を求める。
- (2.7) 部品輪郭に存在するすべての分割線の中点を求める。
- (2.8) すべての分割線の中点について、X, Y座標を求める。

2.3 部位認識と類別認識

分割された各部品に部位名を対応づけるのが部位認識である。部位認識のためには知識を用いる。知識は、部位構造が大きく異なる類別(鳥類・四足動物・二足動物)ごとに構築しておく。

入力シルエット図形のすべての部品が、部位認識のためのいずれかの知識とマッチングしたとき、その知識の属する類に入力図形も属すると判定する。これが類別認識である。

[鳥類の部位認識(各部位の知識)]

- (3.1) 体部: 部品面積最大の部品。
- (3.2) 頭部: 体部の主軸端に接続、長さ幅比0.5以上。長さ幅比が0.5未満の場合、体部が主軸端以外に接続。
- (3.3) くちばし部: 頭部のみに接続。頭部が認識されない場合、長さ幅比0.5未満で、体部が脚部と反対側の主軸端に接続。
- (3.4) 尾部: 頭部・くちばし部とは反対側の体部の主軸方向端

に接続。

(3.5)脚部：体部の主軸端以外に接続。複数に分割されている場合もある。

部品分割の結果によって、一部の部位に対応する部品領域が分割されない可能性があり、頭部とくちばし部は知識が場合分けされている。

3. 鳥シルエット図形による認識実験

鳥の図鑑[6]にある陸の鳥44種のシルエットを用いて、本手法による類別認識実験を行った。

結果は、以下の通り。

- ・すべての部品について部位認識できたもの：17種(38.6%)
- ・部品の欠損を含むが部位認識できたもの：25種(56.8%)
- ・部位認識できなかったもの：2種(4.5%)

以上のように、部位認識できたものは42種(95.5%)あった。

また、部品欠損の内訳については、以下の通り。

○1部品欠損(18種)

- ・頭部の欠損：7種
- ・くちばし部の欠損：6種
- ・尾部の欠損：5種

○2部品欠損(7種)

- ・頭部とくちばし部の欠損：4種
- ・尾部とくちばし部の欠損：2種
- ・頭部と尾部の欠損：1種

○3部品欠損(1種)

- ・頭部とくちばし部と脚部の欠損：1種

以下に、結果例を図示する。

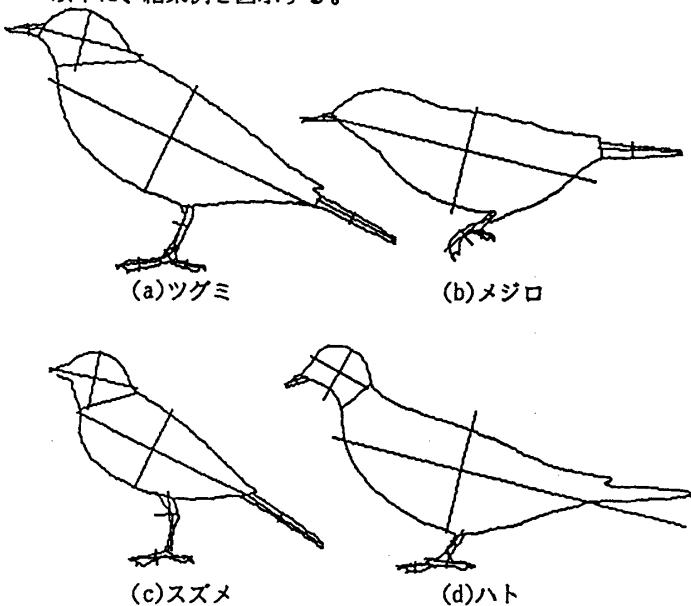


図1 部位認識できた鳥シルエット図形の例

各図は鳥シルエット図形の輪郭と、その部品分割線、および各部品の座標軸(主軸・副軸)が含まれている。

図1で、(a)はすべての部位が認識できたもの、(b),(c),(d)はそれぞれ頭部・くちばし部・尾部が欠損したがそのほかの部位は認識できたものである。

次に、部位を誤認識した2種の鳥シルエット図形を図2に示す。

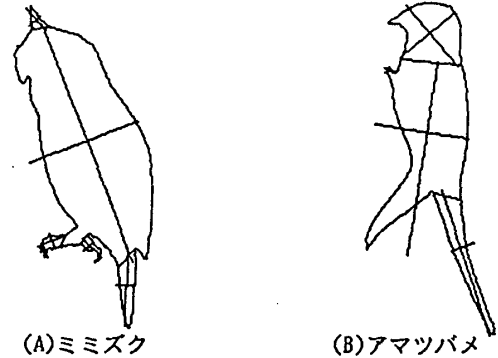


図2 部位誤認識した鳥シルエット図形

4. 考察

認識実験の結果から、鳥シルエット図形を人間が意識するような部位に分割・認識する目標が達成できた。

本稿で述べた部品分割処理手法は、シルエット図形の表す動物種類によらない方法である。しかし、図1の(b)~(d)の例のように部品分割処理では分割できず、部位の欠損として扱われた部位を持つ結果も多い。これらの部位は、シルエット図形の輪郭の凹凸からは分割するのが不合理である。これらの部位を人間が意識できるのは、シルエット図形全体が鳥を表していると理解した後であると考えられる。

また、図2の誤認識の原因は、(A)については図形上部の突起状の部品(冠羽)の認識がなかったこと、(B)については部品分割時に尾部ではなく、羽の先を分割してしまったことである。(A)では冠羽とくちばしとの区別を知識化するのが難しく、(B)では認識以前の問題のため現方法では対処できない。

以上から、部品を類別認識後に再分割するなど、認識結果からのフィードバックが必要と思われる。人間が動物シルエット図形を見て認識するときも、分割・認識の各フェーズが交互に繰り返されるのではないだろうか。また、部位認識のための知識構築も今後の課題である。

参考文献

- [1] 藤沢, 田淵, 村岡: "動物シルエット図形の認識法", 情処43回全大4S-9, pp.321-322(1991)
- [2] 藤沢, 田淵, 村岡: "鳥類図鑑Hyperbookにおける類似尺度の構成方法", 情処研報, 90-DBS-78-3, pp.21-30(1990)
- [3] Marr: "ビジョン", 産業図書, 1987, pp.344-345
- [4] 安西: "認識と学習", 岩波書店, 1989, p.130
- [5] 胡, 倉田, 八重樫: "図形の特徴点対の抽出と劣化拓本文字の修復", 信学技報, IE90-5, pp.31-37(1990)
- [6] 中村: "野鳥の図鑑"(1-2), 保育社, 1986