

色情報を用いた野鳥の品種識別 Classification of Bird Species Using Color Information

久保山 裕† 三田 長久† 原 徹也† 吉岡 俊英†
Yutaka Kuboyama Nagahisa Mita Tetsuya Hara Toshihide Yoshioka

1. まえがき

近年、急速な技術革新に伴い、自然環境が破壊されつつある。そこで、我々は、自然環境の評価を目的として、自然環境の変化に敏感である野鳥を対象とした調査を行うことを考えている。今回は、その一環として、画像中の野鳥の種類識別を行う手法について提案する。

本研究では、色情報を用いて識別を行うため、心理的な色の差を均等に配置した $L^*a^*b^*$ 色空間を用いる。まず、取得した画像に色空間のクラスタリングを行い、色の数を任意に減らす方法について紹介する。次に、1枚の画像で野鳥を抽出する方法について提案し、その手法を用いて野鳥の抜き出しを行う。最後に、色情報をデータ化する方法について提案し、サポートベクトルマシン (SVM) を用いた野鳥の種類識別を行う。

第2章では、 $L^*a^*b^*$ 色空間のクラスタリングについて述べる。第3章では、画像から野鳥を抜き出す方法について説明する。第4章では、抜き出した野鳥の画像から色情報をデータ化する方法について述べ、SVMを用いたシミュレーションの識別結果について検討する。第5章では、以上を総括した結論を述べる。

2. $L^*a^*b^*$ 色空間のクラスタリング

クラスタリングには、階層的な手法と非階層的な手法があるが、今回用いた手法は、初めにある条件でクラスタの中心候補を検出し、ある程度クラスタの数を削減した後、さらに階層的な手法で併合するといった処理を行っている。

まず、画像ごとに L^* , a^* , b^* の最大値および最小値を求め、それらの値を頂点とする直方体をつくる。次に、図2.1に示すように、各座標軸に沿って n 個に均等分割した n^3 個の小空間を考え、条件にあった小空間にプロットされた色の重心を初期候補とする。ただし、分割数 $n=30$ とする。初期候補を検出する条件としては、小空間にプロットされた画素数が0より大きく、周囲26個の小空間の画素数以上のものとする⁽¹⁾。

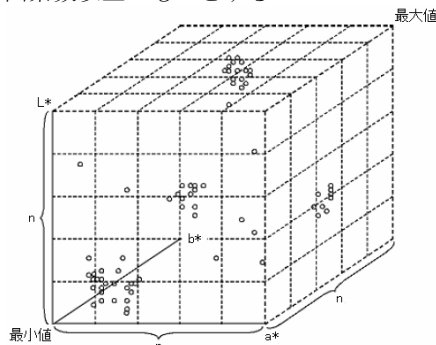


図 2.1 小空間に分割した $L^*a^*b^*$ 色空間

さらに、各画素の L^* , a^* , b^* の値を全ての初期候補と比較し、式(2.1)で求める色差のもっとも小さい候補を選んで、その画素数を候補の重みとする。最後に、色差のもっとも小さい候補の組をその重心で一つに統合するという処理を、候補の数が k になるまで繰り返す。

$$\text{色差} = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2} \quad (2.1)$$

3. 野鳥の抜き出し

対象の抜き出しに用いられる一般的な手法に背景差分が挙げられるが、この手法では固定カメラで撮影した2枚の画像が必要となる。そこで、今回は、1枚の画像だけを用いるという条件のもと、抜き出しを行う手法について提案する。

まず、野鳥の全身が収まった、 256×256 画素の画像を用いる。まず、第2章で紹介したクラスタリングを用いて、色の数を $k=50$ まで減らす。次に、画像の端から走査して、色情報の等しい画素を背景、それ以外を対象としてラベリングする。最後に、もっとも大きい対象領域だけを残してマスク画像を作成し、原画像に重ねることで抜き出しを行う。実行例を図3.1に示す。

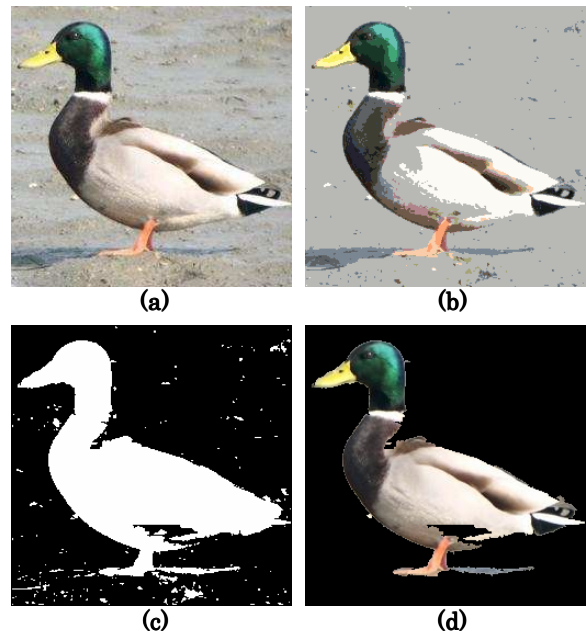


図 3.1 (a)原画像, (b)減色, (c)ラベリング, (d)抜き出し

4. 野鳥の品種識別

ここでは、色情報に基づいた特徴データの作成法と、識別法について述べる。

4. 1. 特徴抽出

色情報のデータ化については、明度が照明環境に依って不安定なため、彩度-色相平面を用いて、分割した小空

†熊本大学大学院自然科学研究科

間ごとの頻度を特徴とする方法が考えられる^②。しかし、彩度が 0 付近の色も照明環境に大きく影響を受けるといのは明らかであり、必ずしも照明環境にロバストな手法だとは言えない。また、明度を扱わないと、白黒が考慮されないという問題がある。

そこで、今回は、図 4.1 に示すように、色がはっきりした範囲を色相で 8 つに、それ以外を明度で 3 つに等分割して、それぞれの小空間の頻度を特徴とする。ただし、色がはっきりしているという条件は、それぞれの画像で、彩度の大きい方から頻度が 10% を超えるまでとする。さらに、画像ごとの彩度の違いも考慮して、色相で分割される色の平均彩度も特徴として扱い、12 次元の特徴ベクトルを作成する。

$$\text{頻度} = \frac{\text{区画内にプロットされた画素数}}{\text{野鳥の全画素数}} \times 100 \quad (4.1)$$

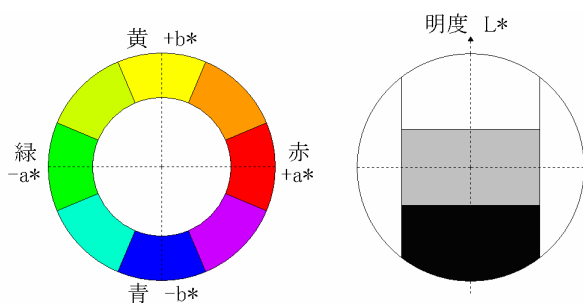


図 4.1 L*a*b*色空間の分割

4. 2. 識別器

SVM は 2 クラスの分類を行う識別器で、与えられた学習データの中で境界の近傍に位置するサポートベクトルと境界との距離（マージン）を最大化するように分離超平面を構成する。今回は、線形分離できない場合でも、カーネルトリックによって特徴空間を線形分離可能なより高次の特徴空間に写像して線形分離を行う、非線形 SVM を用いている。

まず、もとの特徴空間における学習データベクトル \mathbf{x} をより高次のベクトル $\phi(\mathbf{x})$ に変換し、特徴空間をより高次の空間に写像する。これを用いて、非線形 SVM の識別関数を次式に示す。

$$g(\mathbf{x}) = \mathbf{m}'\phi(\mathbf{x}) + b \begin{cases} \geq 1 & \text{if } (\mathbf{x} \in \mathcal{X}_1) \\ \leq -1 & \text{if } (\mathbf{x} \in \mathcal{X}_2) \end{cases} \quad (4.2)$$

ただし、 \mathbf{m} は $1/\|\mathbf{m}\|$ がマージンとなるベクトルであり、 \mathcal{X}_1 、 \mathcal{X}_2 はクラスを表す。この条件のもと、ラグランジュの未定乗数法を用いて、 $G(\mathbf{m}) = \frac{1}{2}\|\mathbf{m}\|^2$ が最小となる識別関数を求めることで、マージンを最大化する。

ただし、この際、 $\phi'(\mathbf{x}_1)\phi(\mathbf{x}_2)$ を計算することになるが、高次元のベクトル演算となり、膨大な計算量が必要となるため、これをカーネル関数 $K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ で近似することで、実際に $\phi(\mathbf{x})$ を求めることなく、高次元の内積を計算できる。今回は、次式のようなガウシアン型カーネル関数を用いている。

$$K(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2\|^2}{2\delta^2}\right) \quad (4.3)$$

また、SVM は 2 クラスの識別器なので、今回は、one-vs.-one という手法により、トーナメント形式で 1 つのクラスを選んでいく。

4. 3. シミュレーション

今回は、色に特徴のある 5 種類のカモ、オナガガモ、カルガモ、キンクロハジロ、ヒドリガモ、マガモ、を対象として、シミュレーションを行った。用いた画像は、前述の手法で抜き出しを行い、色空間のクラスタリングで減色した画像とする。全画像数は、各種類 15 パターンずつの計 75 パターンとし、leave-one-out 法を用いて学習・識別を行った。識別器は、ガウシアン型カーネル関数を用いた非線形 SVM で、その係数を $\delta = 1$ とする。

それぞれの種類に判別されたパターン数と識別率を表 4.1 に示す。

表 4.1 識別結果

結果\種類	オナガガモ	カルガモ	キンクロハジロ	ヒドリガモ	マガモ
オナガガモ	11	2	0	2	1
カルガモ	4	12	0	1	3
キンクロハジロ	0	1	15	0	0
ヒドリガモ	0	0	0	11	0
マガモ	0	0	0	1	11
識別率	73%	80%	100%	73%	73%

識別率は、平均 80% となった。特徴データの数値例を見ても、種類ごとに特徴が表れていて、色情報を用いた識別法の有効性を確認した。

5. 結論

今回は、L*a*b*色空間のクラスタリング手法、1 枚の画像だけを用いた野鳥の抜き出し手法および色情報を用いた識別法について提案した。今後の課題としては、照明環境にとらわれない柔軟な識別を行うため、有効な照明補償の手法を考える必要がある。また、今回は、用いた画像の数が少なかったため、様々な撮影環境の画像をより多く学習できれば、非線形識別で柔軟な境界を作成できると考えられる。

さらに、音声情報のスペクトログラムを画像として扱い、音声による野鳥の種類識別方法への適用も検討する。本研究は、一部、環境技術開発等推進費の補助を受けて実施した。

参考文献

- (1) 平山勝裕：“カラー情報を利用した情景画像中の文字列の高精度抽出に関する研究”，東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻修士論文，March 2005
- (2) 児玉尚謙：“k-平均法とクラスタ統合を用いた画像中の野鳥の自動抽出と識別”，熊本大学大学院自然科学研究科電気システム専攻修士論文，February 2004