

# 画像のヒストグラム表現を用いた昆虫の種類判別

旭川工業高等専門学校 ○峯後 俊秀, 戸村 豊明

## 要旨

本研究では、一般物体認識手法の1つである Bag-of-features 法を用いて、画像内の昆虫の種類を判別するシステムの開発を目的とする。さらに、本システムを用いて昆虫判別実験を行うことにより、判別に適した Bag-of-features 法のパラメータ値を検討する。

## 1. はじめに

昆虫の種類を判別する際、図鑑との照らし合わせや、観測者の経験等から種類を判別するため、判別結果は観測者の主観に左右される。そのため、実際の昆虫の種類と判別した昆虫の種類の違いが生じることがあり、客観的に判別を行うシステムの開発が求められる。

画像に写っている物体を認識する手法として、画像内に何が写っているかを一般的な名称で表現する「一般物体認識」がある。現在、一般物体認識は盛んに研究が行われており、様々な手法が開発されているが、すべての判別対象に対して汎用性のある手法は、未だ確立されていないのが現状である。

そこで本研究では、一般物体認識手法の一つである Bag-of-features 法を用いて昆虫判別を行い、この手法により昆虫判別が可能であるかを検証し、また最適なパラメータ値を検討する。

## 2. 昆虫判別システムの流れ

本研究で作成した、昆虫判別システムの流れを図1に示す。以下に、判別先とする昆虫画像（以下、データベース画像）をヒストグラム化するまでの手順を示す。

1. データベース画像群から SIFT[1]特徴量を抽出する。
2. 特徴量群を K-means 法によりクラスタリングする。
3. データベース画像の各特徴量が、どのクラスタに属しているか投票を行うことで、画像をヒストグラム化する。

また、判別対象の昆虫画像（以下、入力画像）を判別するまでの手順を以下に示す。

1. 入力画像から SIFT 特徴量を抽出する。
2. 入力画像の各特徴量と、K-means 法により得られた各クラスタの重心とのユークリッド距離を計算し、最短距離のクラスタに投票を行い、画像をヒストグラム化する。
3. 各データベース画像のヒストグラムと入力画像のヒストグラムの類似度を、Histogram Intersection 法により計算する。
4. 高い類似度を示したデータベース画像を、入力画像の判別結果とする。

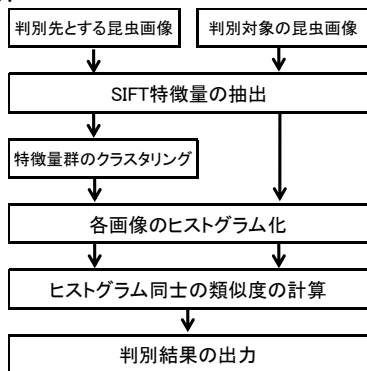


図1. 昆虫判別システムの流れ

## 3. SIFT特徴量の抽出

### 3.1. SIFT

画像は色の情報しか持たないため、そのままの状態では昆虫判別を行うことはできない。そのため、画像に対して何らかの処理を加えることにより、画像の持つ特徴を数値として抽出する処理が必要となる。この数値化された画像の特徴は特徴量と呼ばれ、代表的なものとして、画像の局所的な輝度値から抽出を行う SIFT, SURF 等が挙げられる。本実験では、画像認識に使用される特徴量としては最も一般的である SIFT を特徴量の抽出に使用する。

SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) とは、画像の局所に注目し、局所の輝度値の勾配を特徴量として抽出するアルゴリズムである。SIFT の特徴として、勾配を特徴量とするため、画像の照明変化に頑強である。また、輝度値の勾配が最も大きいオリエンテーション（方向）に抽出範囲を回転させた後、特徴量を抽出するため、画像内の物体の回転に対してロバストな特徴量となる。

### 3.2. 特徴点の決定

特徴量を記述する際に注目する画素を特徴点という。特徴量を抽出した際に大きな特徴が得られると予想される画素が特徴点として選ばれるのが一般的である。SIFT では、DoG (Difference of Gaussian) 画像を利用した方法で、特徴の大きい画素を探し、特徴点を決定する。そのため、この方法で特徴点を決定すると、低コントラスト（特徴が小さい）の特徴点を切り捨ててしまうという問題がある。Bag-of-Features 法においては、低コントラストの特徴点を切り捨ててしまうと、判別精度が下がることが知られている[2]。そこで本実験では、グリッド状に特徴点を決定する Dense Sampling 法を使用して、各画像の特徴点を決定する。

### 3.3. Dense Sampling 法による特徴点の決定

Dense Sampling 法とは、一定の画素間隔で特徴点を決める方法である。図2に、DoG と Dense Sampling 法の特徴点の決定の比較を示す。特徴量は指定したスケールで抽出され、特徴量のオリエンテーションによる正規化は行われぬ。これにより、特徴量は回転に対する不変性を失うが、特徴量の大小にかかわらず特徴点を得ることができる。また、特徴点を取る画素間隔を密に設定することで、多くの特徴量を得ることができるというメリットがある。



(a) DoG (b) Dense Sampling

図2. DoG と Dense Sampling 法の比較

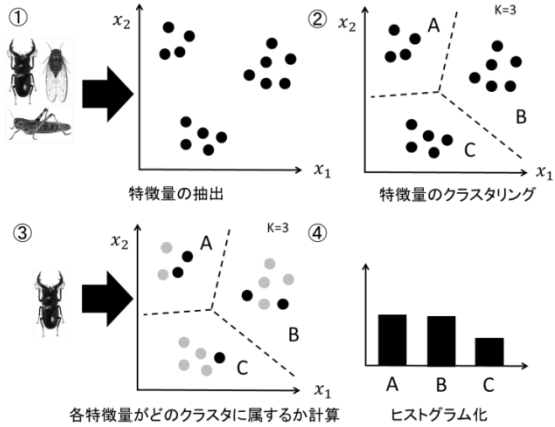


図 3. Bag-of-Features 法の手順

## 4. 画像のヒストグラム化

### 4.1. Bag-of-features 法による画像のヒストグラム化

Bag-of-features 法とは、文章認識の手法の一つである Bag-of-words 法を画像認識に応用した手法である。この手順を図 3 に示す。まず、データベース画像群から Dense Sampling 法により特徴点を決定し、SIFT 特徴量を抽出する。次に、この抽出した特徴量群を K-means 法によりクラスタリングし、K 個のクラスタを作成する。最後に、データベース画像の各特徴量に注目し、それが各点のどのクラスタに属しているかで投票を行い、K 次元のヒストグラムを作成する。

### 4.2. K-means 法による特徴量群のクラスタリング

本研究では、SIFT により得たデータベース画像の特徴量群を、K-means 法によりクラスタリングする。K-means 法によるクラスタリングの手順を以下に示す。

1. すべてのデータに対しランダムにクラスタを割り当てる。
2. 各クラスタの重心を計算する。
3. データのクラスタを最も距離の近い重心のクラスタに書き換える。
4. クラスタの変化がなくなるまで 2 と 3 を繰り返す。

### 4.3. 入力画像のヒストグラム化

まず、4.1 節で述べた、データベース画像の特徴量抽出と同様の手順で、入力画像から特徴量を抽出する。この各特徴量と、4.2 節により求めたクラスタの各重心とのユークリッド距離を計算し、最短距離のクラスタに投票を行う。この操作により、データベース画像と同様に、K 次元のヒストグラムを作成する。この作成したヒストグラムと、データベース画像のヒストグラムの類似度から判別を行う。

## 5. 類似度の計算

各データベース画像と入力画像のヒストグラムの類似度を、Histogram Intersection 法により計算する。Histogram Intersection 法とは、2 つのヒストグラムの対応したビンを比べ、値の小さいビンを選び足し合わせていくことで、以下のような類似度  $K_{int}$  とする計算方法である。

$$K_{int}(H_1, H_2) = \sum_{i=0}^K \min(H_1[i], H_2[i]) \quad (1)$$

ここで、 $\min(A, B)$  は、A と B を比べ小さい値を返す関数であり、K はヒストグラムの次元数である。この類似度の高低により、昆虫の判別を行う。



図 4. データベース画像例

図 5. 入力画像例

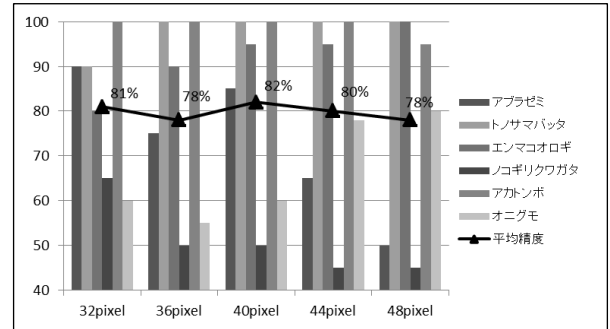


図 6. スケールによる平均精度の変化

## 6. 実験結果

### 6.1. 昆虫のデータベース画像

本実験では、データベース画像として、昆虫図鑑[3]に記載されていた様々な種類の「クワガタ」「トンボ」「バッタ」「コオロギ」「セミ」「クモ」の画像を使用し、Bag-of-features 法によりヒストグラム化した。背景は白色無地とし、昆虫を真上から撮影した画像を使用した。図 4 にデータベース画像の一例を示す。

### 6.2. 昆虫の入力画像

入力画像は、Google 画像検索を用いて、「クワガタ」「トンボ」「バッタ」「コオロギ」「セミ」「クモ」を検索し、上位にヒットした画像 20 枚を使用した。背景のある画像に関しては、昆虫部分の切り抜きを行い、背景を白色無地とした。図 5 に入力画像の一例を示す。

### 6.3. パラメータ値による精度の変化

Bag-of-features 法において、Dense Sampling 法における特徴量の抽出範囲（スケール）が判別精度に大きく影響することが知られている。そこで、スケールの変化に伴う判別精度の変化を調べた。K-means 法によるクラスタ数は 1000 とし、Dense Sampling 法により 32pixel から 4pixel 毎に特徴点を決定した。判別の成否については、類似度の高い上位 3 枚のデータベース画像のうち、2 種類が入力した昆虫の種類と同じであれば、判別成功とした。また、3 種とも別の昆虫であった場合は、最も類似度が高いデータベース画像の昆虫を判別結果とした。図 6 にスケールによる平均精度の変化のグラフを示す。

## 7. 結論

本字研究では、Bag-of-features 法を用いることにより、昆虫の判別が可能であることを確認した。クラスタ数を 1000 とし、4pixel 間隔で特徴点を決定した場合、40pixel のスケールで特徴量を抽出してヒストグラム化することで、最も良い 82% の平均精度が得られた。

### 参考文献

- [1].藤吉 弘亘: Gradient ベースの特徴抽出-SIFT と HOG-、情報処理学会研究報告, CVIM160, pp.211-224(2007).
- [2].北村 優希, 藤吉弘亘: Bag-of-features における局所特徴のサンプリング手法の評価(2009).
- [3].小学館: 小学館の図鑑 NEO 昆虫(2002).