

デジタル画像を用いた魚種の識別

仲松 幸信[†] 姜 東植[‡] 宮城 隼夫[‡]

[†] [‡] 琉球大学工学部情報工学科

〒 903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地

E-mail: [†] noboo@sys.ie.u-ryukyu.ac.jp [‡] {kang, miyagi}@ie.u-ryukyu.ac.jp

あらまし 釣りをを行う場合、釣った魚の種類というのはその場で知りたい重要な情報の一つである。近年 PDA や携帯電話の普及から、デジタル画像を用いて魚の種類を識別する研究が行われている。しかし、識別率の観点から見てまだ改善の余地があると考えられる。そこで本研究では、識別率を向上させるために新たな特徴量を抽出し、また照合度を求める際に新たな手法を提案し、検証実験によってその有効性を示す。
キーワード デジタル画像, 魚種識別

Identification of fish kind using digital image

Yukinobu NAKAMATSU[†] Dongshik KANG[‡] and Hayao MIYAGI[‡]

[†] Department of Information Engineering, University of the Ryukyus

1 Senbaru, Nishihara, Nakagami, Okinawa, 903-0213 Japan

E-mail: [†] noboo@sys.ie.u-ryukyu.ac.jp [‡] {kang, miyagi}@ie.u-ryukyu.ac.jp

Abstract The kind of the fish that fished is one of important information that wants to know in the place when fishing. In recent years the research to identify fish's kind by using the digital image from the spread of PDA and the cellular phone. However, judging from the viewpoint of the identification rate, it is thought that it still admits of improvement. Then, it proposes a new amount of the feature to improve the identification rate, and when the collation level is requested, a new technique is used. In this research, the effectiveness is shown by the verification experiment.

Keyword digital image, identification of fish

1. はじめに

釣りをしているとき、釣った魚の種類が分からないということがある。このような場合、魚種の識別を自動で行うシステムがあれば、専門的な知識を持っていなくても魚の種類を知ることができる。最近では携帯電話などから手軽にデジタル写真を撮ることができるようになったため、撮影した画像を用いて自然物の種類を調識別する研究が盛んに行われている[1]。

その中でも園部ら[2]によって、魚を対象にした研究が行われている。これは、ユーザが携帯端末から画像を送ると、その画像を用いて魚種を検索し、可能性の高い順に候補を 10 件表示するシステムである。しかし、このシステムで表示される候補の上位 3 件の識別率は 37% である。

そこで本研究では、色の特徴量の改良と魚の尾びれに注目し、識別の際の特徴量として色相環の概念と尾びれの種類を細分化することで識別率を向上させることを示した[3]。

しかし、識別の際に用いた類似度を求める手法では、重みを任意につけていたため、その検証が必要であった。よって本稿では、識別の際に特徴量の分散や相関を考慮した重みをつけるため、標準ユークリッド距離とマハラノビス距離を用いて既存の手法と比較し、その有効性を示す。

2. 魚種識別の手順

図 1 に画像による識別の一般的な手順を示す。入力画像は、魚の方向を頭が左側に、腹部が手前(下)側になるように配置して、真上から撮影した画像を用いる。また、前処理段階では、入力画像から魚領域と背景領域を分離する。特徴抽出の段階では、前処理で分離した魚領域から形状の特徴量や、色の特徴量を抽出する。最後に識別段階では、最短距離法による識別を行う。最短距離法とは、得られた特徴量とデータベースに登録されている各クラスの特徴量との類似度を特徴空間上の距離で表し、距離が最も小さいクラスに分類する識別手法である。

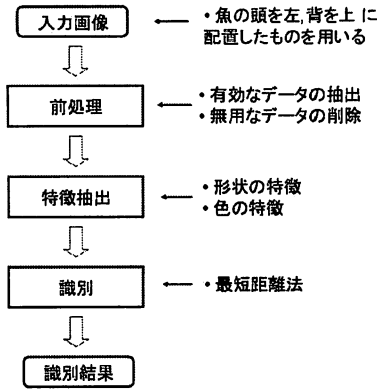


図 1：識別手順

3. 特徴量の抽出

本研究では、識別率の向上を目指して尾びれを 6 種類に分類するために新しい特徴量を追加した。本研究では以下に示すように、形状特徴量を 5 種、色特徴量を 4 種を魚の特徴量として使用する。

3.1. 形状の特徴 (5 種)

・魚全体の縦横比

魚の縦の長さを魚の横の長さで割った値である。

・魚全体の円形度

円形度は、形状の複雑さを測る特徴量である。

魚の面積を S 、周囲長を l とするとき、円形度 e は(1)式で求められる。

$$e = \frac{4\pi S}{l^2} \quad (1)$$

・尾びれのタイプ

尾びれのタイプを切れ込みの有無で分ける。切れ込みがある場合は 1、切れ込みが無い場合には 0 をそれぞれ特徴量とする。

・尾びれの縦横比

魚全体と同様に、尾びれの縦の長さと同様に、尾びれの横の長さからその値を求める。

・尾びれの円形度

魚全体の円形度と同様に、尾びれの面積と同様に、尾びれの周囲長から (1) 式を用いて求める。

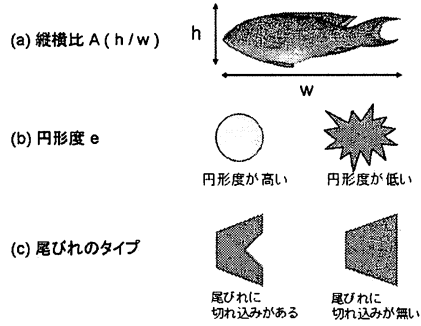


図 2：形状特徴

3.2. 色の特徴 (4 種)

色の特徴量を使用するにあたり、HSV カラーモデルの色相 H と彩度 S を利用する[4]。これは、撮影条件の影響を受けやすい明度 V を用いずに評価を行うためである。また、魚の中心点をもとに上下に分け、図 3 で示すように上側の部分を背部、下側の部分を腹部とする。

・魚の背部の最大面積の色の色相と彩度

面積が最大となる色を判別し、その色の色相を H_b 、彩度を S_b とする。

・魚の背部と腹部の最大面積の色の色相の差の絶対値と彩度の差の絶対値

背部と同様に、腹部において面積が最大となる色の色相と彩度を求め、背部の面積が最大となる色の色相と彩度の差の絶対値を、それぞれ H_d 、 S_d とする。



図 3：背部と腹部

3.3. 色相環

一般的に色相は色相環と呼ばれる 360 度の円環で表される[4]。このため、色相の範囲が $[0,1]$ の場合、色相 0 と 1 は等価になる。従って、色相環上の色差を求めるとその値は常に 0.5 以下となる。この色相環の概念を H_b と H_f の差の絶対値である H_d に当てはめると、2 つの色相の差を正確に求めることができる。

既存の手法では色差を図 2 (a) の様な直線上での差としているため、図 2 (b) の様な色相環上では近い色でも差が大きくなることもある。そのため、色相環上の色差を用いて既存の手法と比較を行う。

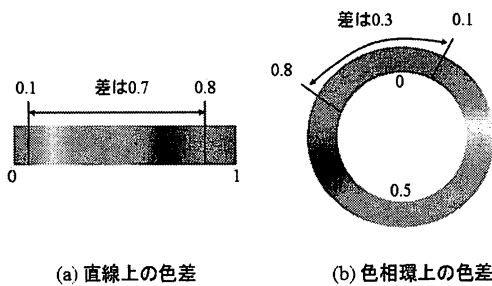


図 2: 直線と環の違い

3.3.1. 尾びれの種類

尾びれの種類は後縁の形で分けられ、魚種によって種類が決まっている。主なものとして図 3 に示す 6 種がある[5]。既存の研究では尾びれは切れ込みの有無で 2 種類にしか分けられていない。本研究では尾びれの種類をその形状から 6 種に大別し、識別する際に用いることで魚種の識別に有効か検証する。

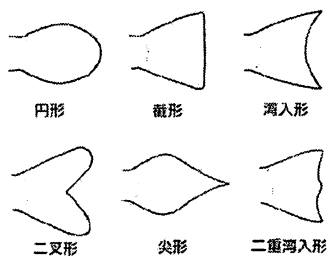


図 3: 主な尾びれの種類

- ・ **円形**
後縁の形が丸くなっているもの。
- ・ **截形**
後縁の形が切ったようにまっすぐになっているもの。
- ・ **湾入形**
後縁の形が湾入して丸くなっているもの。
- ・ **二叉形**
尾びれが二つに分かれているもの。
- ・ **尖形**
後縁の形が中央に長く伸びて尖っているもの。
- ・ **二重湾入形**
尾びれの後縁の中央から上、中央から下の部分がそれぞれ湾入し、上下と中央が尖っているもの。

4. 識別手法

本稿では、既存の識別手法[2]、標準ユークリッド

距離、マハラノビス距離の 3 種類の手法を用いて識別を行う。それぞれの手法について以下に示す。

4.1. 既存の手法

入力画像から得た特徴量とデータベース内に登録された特徴量との類似度を測る際に、(2)式で定義される特徴の照合度 M を用いる[2]。ここで ω_k は各特徴量に対する重みを表し、 T_k は入力画像から得た特徴量を、 D_k はデータベースに登録している特徴量を表す。 k は特徴量の種類である。

$$M = \sum_{k=1}^n \omega_k |T_k - D_k| \quad (2)$$

4.2. マハラノビス距離

マハラノビス距離 $d(x, y)$ は、分散と共分散を用いることで各特徴量間の相関を考慮した距離であり、(3)式で表される。ここで、 \mathbf{x} は入力画像の特徴量ベクトルを表し、 \mathbf{y} は標準データの特徴量ベクトルを表す。 T は転置行列を、 Σ は各特徴量の分散共分散行列を表す[6]。

$$d(x, y) = \left\{ (\mathbf{x} - \mathbf{y})^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{y}) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

4.3. 標準ユークリッド距離

多次元空間での幾何学的距離を表した測度であり、最も基本的なものである。 n 次元空間における \mathbf{x} と \mathbf{y} のユークリッド距離 $d(x, y)$ は(4)式で表される。各変数の分散が異なる場合、分散の大きい変数ほど距離の決定に大きく影響する。そこで、次元 i の重みを σ_i を母集団全体の標準偏差の逆数とすると、各次元が持つ固有の分散による影響を正規化することができる[6]。

$$d(x, y) = \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i} (x_i - y_i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

5. 評価実験

本実験では、3 章で提案した特徴量、4 章で提案した識別手法を用いて、デジタル画像から魚種を識別する実験を行った。実験で使用したデータは、70 種 120 枚の魚の画像から抽出した特徴量をデータとした。その中から各種 1 枚ずつ 70 枚を標準データとしてデータベースとして扱い、残りの 50 枚を入力データとした。データベースには尾びれの種類が同じ魚同士をまとめて格納した。

5.1. 実験1

実験1では、色相環の概念を考慮し、さらに尾びれを6種に分類し新たに尾びれの縦横比を追加した手法と既存の手法[2]の識別結果を比較する。

それぞれの手法で照合度が高い順番に5種を識別候補として選び、その中に正解の魚が含まれていた割合を表1に示す。

表1：実験結果

識別手法	識別候補					合計
	1位	2位	3位	4位	5位	
既存の手法	22%	20%	6%	2%	2%	52%
提案手法	26%	14%	8%	10%	2%	60%

実験結果より、色相環の概念を考慮し、尾びれの種類を細分化することによって、識別率を向上させることができた。特に尾びれが尖形の魚は、尾びれの縦横比が特徴的な値をとるため、他の魚と識別しやすくなり、その結果、上位5件を向上させることができた。

5.2. 実験2

照合度の測定として既存の手法を用いた場合、標準ユークリッド距離を用いた場合、マハラノビス距離を用いた場合の3つの手法で行い、その結果を比較する。それぞれの手法で照合度が高い順番に5種を識別候補として選び、その中に正解の魚が含まれている割合を表2に示す。

表2：実験結果

識別手法	識別候補					合計
	1位	2位	3位	4位	5位	
既存の手法	22%	20%	6%	2%	2%	52%
マハラノビス距離	20%	10%	8%	10%	10%	58%
標準ユークリッド距離	26%	12%	10%	8%	12%	68%

実験結果より、3つの識別手法の中で、標準ユークリッド距離を用いた識別手法が、上位5件に正解が含まれる割合が最も高かった。マハラノビス距離は標準ユークリッド距離の概念に加えて、各特徴量間の相関も考慮することができ、識別率の向上につながると考えていたが、予想より良い結果が得られなかった。今回の実験では、形状特徴量と色特徴量

も一括して相関を求めたため、両者から高い相関が得られず、識別率の向上につながらなかったと考える。

標準ユークリッド距離は、各特徴量毎の分散の違いを標準偏差で正規化することによって、データのばらつきを考慮することができたため、識別率を向上させることができた。

6. まとめ

本研究では、色相の特徴に色相環の概念を用い、また形状特徴量として、切れ込みの有無で2種類のタイプに分けられていた尾びれの種類を、より細かい6種類に大別し、その尾びれに対する新たな特徴量の追加を行い、実験によってその有効性を示した。

また、特徴量の類似度を求める手法に、標準ユークリッド距離とマハラノビス距離を用いることによって、識別率の向上を示した。

今後の課題として、形状特徴量と色特徴量と同じ手法で同時に識別するのではなく、各特徴量に合った手法を考える必要がある。また、新たな特徴量として、魚の斑紋(模様)の種類などを利用し、より魚の識別率を向上させることが挙げられる。

文 献

- [1] 齊藤剛史, 金子豊久, “花と葉による野草の自動認識”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J84-D-II No7, pp1419-1429, 2001.
- [2] 園部, 野田, 高木, 吉本, “携帯情報端末を用いた魚の画像認識システム”, Visual ComputingグラフィックスとCAD合同シンポジウム2002予稿集, 2002.
- [3] 仲松幸信, 姜東植, 宮城隼夫, “デジタル画像を用いた魚種の識別”, 情報処理学会・九州支部若手の会セミナー報告, 2006.
- [4] 金子隆芳, “色彩の科学”, 岩波新, 1988.
- [5] 国立科学博物館魚類研究室, “UODAS”, <http://research.kahaku.go.jp/zoology/uodas/index.html>, 2006.
- [6] 浅野長一郎, 江島伸興, “基本 多変量解析”, 日本規格協会, 1996.