

# モバイル機器を利用した魚の画像検索システム\*

園部 博崇<sup>†</sup> 野田 真樹子<sup>†</sup> 高木 佐恵子<sup>‡</sup> 吉本 富士市<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>和歌山大学大学院システム工学研究科

<sup>‡</sup>和歌山大学システム工学部

## 1 はじめに

夏休みのような長期休暇等に自然が多いところに行くと、海や川で釣りをしている人々の姿をよく目にする。また、休日でも釣りをしている人々を目にすることは多い。現在、文献 [1] によると、釣り人口は 1,680 万人にも及ぶ。この数値からも分かるように、釣りは人々の間に趣味として定着している。釣りをしているときに、釣った魚がどのような魚か分からないということが多々ある。それは、釣り人が釣ったその場で知りたい重要な情報である。その情報は図鑑で調べることが可能であるが、図鑑は魚の種類を用いて分類されているため、初心者には分かりにくく検索に時間もかかる。また、野外では図鑑を持ち歩くのは大変である。

最近、小型携帯情報端末が安価になり、それを利用した研究が盛んにおこなわれている [2-4]。一方、魚の画像検索システムとしては文献 [5] があるが、これは市場で用いる魚の検索システムであるため、釣ったその場での検索には対応していない。筆者らは文献 [6] で釣ったその場で簡単に利用できる魚の画像検索システムを提案した。本システムは、撮影した魚の画像を入力すると、魚の名前、科名等といった情報を得ることができる。本システムを用いると、釣ったその場でどのような魚であるのかが分かるため、魚を一度家に持ち帰り、家で図鑑を利用して調べる作業をしなくてもよい。しかし、提案したシステムによる検索はまだ完全とはいえない。

そこで、本稿では検索手法を改良した魚の画像検索システムを提案する。特に、背景除去の改良をおこない、方向の補正や新たな特徴量を追加して認識率の向上を図っている。

## 2 魚のモバイル画像検索システム

### 2.1 提案システムの概要

提案するシステムは、魚の判別要求を出すクライアントと魚の判別結果を提供するサーバからなるクライア

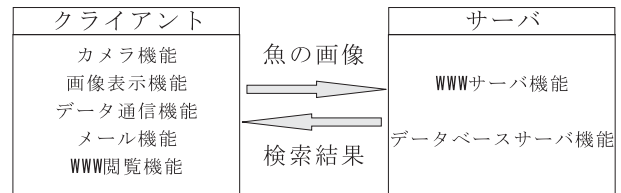


図 1: 魚のモバイル画像検索システム

ントサーバシステムである。クライアントであるモバイル機器は、一般的にサーバであるサーバマシンに比べて計算能力が劣るため、計算時間のかかる処理はサーバマシンでおこなう。

まずモバイル機器を用いて、ユーザが魚を撮影し、撮影した画像をサーバマシンに送信する。サーバマシンでは、ユーザから送信されてきた画像から特徴を抽出して検索をおこなう。また、サーバマシンは検索結果をユーザに提供する。ユーザはモバイル機器でその結果を確認する。

以上のようなシステムを実現するため、モバイル機器は、カメラ機能、画像表示機能、データ通信機能、メール機能、WWW 閲覧機能を備えた機器で構成する。また、サーバマシンは WWW サーバ機能とデータベースサーバ機能を備えたコンピュータで構成する。本システムの全体構成を図 1 に示す。

### 2.2 クライアントとサーバのデータ処理

モバイル機器上に作成したアプリケーションは、保存されている画像ファイルをリストにして一覧表示し、ユーザによって選択された画像をサーバマシンに送信する機能を備えている。画像ファイルのリストは新しく撮影したものが上にくるようになっている。ユーザは本アプリケーションを使用することにより、サーバマシンに画像を送信する。

一方、クライアントからのデータ受信は、サーバマシンのアプリケーションを使用することによりおこなう。このアプリケーションは、まずクライアントから送信された画像を受信し、その特徴を抽出する。次に、抽出された特徴量とデータベースに格納されている全ての特

\* Image Retrieval System of Fishes with Mobile Equipment

<sup>†</sup>Hiroataka Sonobe, Makiko Noda · Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>‡</sup>Saeko Takagi, Fujiichi Yoshimoto · Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

微量とを比較する。さらに、照合度(第2.7節参照)の高いものから順に魚の名前や画像をデータベースから取り出し、検索結果を示したHTMLファイルを作成する。その後、サーバマシンは検索結果が表示されているWebページのURLを電子メールでユーザに送信する。ユーザは、モバイル機器のメーラでサーバマシンから送られてくるメールを受け取る。そして、モバイル機器のブラウザでメールのURLにアクセスし、Webページを閲覧することで検索結果を確認する。

### 2.3 検索キーとする画像

特徴を抽出し易くするために、検索キーとする画像に関して条件を設定する。まず、魚の背景に魚の色とは大きく異なる色の単色の布を敷く。次に、魚の方向を、頭が左側に、腹が手前側になるように置く。最後に、魚に直接光が当たらないように撮影する。

### 2.4 背景分離

画像から魚の特徴量を抽出するために、画像を魚と背景とに分ける必要がある。この背景分離は以下の手順でおこなう。まず、対象画像の各画素のCIE-LAB [7]の値を求める。次に、対象画像の周囲で面積が最大となる色を求め、その色を背景基準色と定める。続いて、背景基準色のCIE-LABの値から、それぞれの画素との色差を求め、そのヒストグラムを作成する。モード法により色差のヒストグラムからしきい値を求め、魚と背景との分離をおこなう。ここで、魚とみなされた領域を魚領域と呼び、背景と見なされた領域を背景領域と呼ぶこととする。最後に、ノイズ除去をおこなう。その手順は以下のとおりである。まず、魚領域にラベリングをおこなう。次に、面積が最大となる連結成分を抽出することによって、魚領域のノイズを除去する。同様に、背景領域のノイズも除去する。

### 2.5 方向の補正

魚は方向を持つため、検索をおこなう前に方向の補正が必要となる。方向の補正は重心を中心として慣性主軸の方向が、水平になるように回転させることによりおこなう。ここで、 $f_{xy}$ を魚領域で1、背景領域で0である2値画像としたとき、画像 $f_{xy}$ の $(i+j)$ 次のモーメント $m_{ij}$ は、

$$m_{ij} = \sum_{x,y} x^i y^j f_{xy}$$

で表される。このとき、慣性主軸の方向 $\tan \theta$ は以下の式により求められる。

$$\tan 2\theta = \frac{2m_{11}}{m_{20} - m_{02}} \quad (1)$$

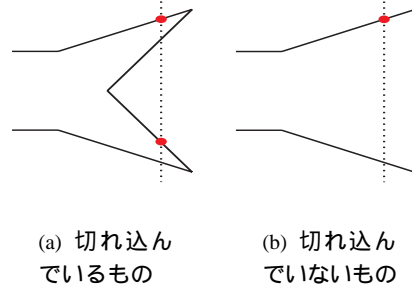


図2: 尾びれのタイプ

### 2.6 特徴抽出

魚の特徴は形状特徴と色の特徴とに分けて考える。ここで、以下に示すように、形状特徴5種、色の特徴4種の計9種の特徴量を定義する。

#### 2.6.1 形状特徴の抽出

魚全体の形状や尾びれの形状は、魚の判別に有効な特徴である。そこで、形状特徴は以下の5種を定義する。

魚全体の動径の長さ 魚領域の重心を中心に $x$ 軸の正の方向から反時計回りに角度5度ごとに直線を引き、輪郭線との交点(72個の点)を抽出する。1つの角度で該当する交点が複数あった場合、一番外側の点を抽出する。抽出された点と重心との距離を $r(\theta)$  [ $\theta = 0, 5, 10, \dots, 355$ ]とする。さらに、 $r(\theta)$ の中での最大値を1として正規化をおこない、これを特徴量とする。

魚全体のアスペクト比 魚の縦の長さを魚の横の長さで割った値とする。

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、円形度 $e$ は(2)式で求められる。

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

ここで、周囲長は境界線追跡アルゴリズムを用いて求める。

尾びれのタイプ 尾びれのタイプは、図2(a)のように切れ込んでいるものと図2(b)のように切れ込んでいないものの2つに分ける。

尾びれの円形度 魚全体の円形度と同様に、尾びれの面積と尾びれの周囲長から(2)式を用いて求める。

以上で述べた尾びれの特徴量を求めるために、尾びれの抽出をおこなう必要がある。このため、画像の右端から左端まで縦に走査線を走らせて、魚領域の画素をとっていき、縦方向の魚の幅が極小となることを尾びれの根元とみなし、それより右側を尾びれとして抽出する。

### 2.6.2 色の特徴の抽出

魚の重心をもとに領域を上下に区切り、区切った領域の上側の領域を背部、下側の領域を腹部と呼ぶこととする。魚の背部に魚の特徴的な色が出てくることが多いため、背部の色が重要である。また、魚の背部と腹部の色の差も重要である。そこで、色の特徴は以下の4種を定義する。

魚の背部の最大面積量の色の色相と彩度 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量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との差の絶対値を、それぞれ  $H_d$ 、 $S_d$  とする。

### 2.7 特徴の照合

送られてきた画像から求めた特徴量がデータベースに登録されている特徴量とどれだけ類似しているかを調べるために、特徴の照合度  $M$  を求める。特徴の照合度  $M$  は (3) 式で与える。

$$M = vd + \sum_{k=1}^8 w_k |T_k - D_k|. \quad (3)$$

ここで、 $d$  は魚全体の動径の長さに関する照合度をあらわす。 $T_k$  は検索キーとする画像の魚全体の動径の長さ以外の特徴量をあらわす。 $D_k$  はデータベースに登録している魚全体の動径の長さ以外の特徴量をあらわす。 $v$ 、 $w_k$  は各値に対する重みをあらわす。また、 $d$  は (4) 式で求める。

$$d = \frac{1}{72} \sum_{k=0}^{71} |r_T(5k) - r_D(5k)|. \quad (4)$$

ここで、 $r_T(\theta)$  は検索キーとする画像の魚全体の動径の長さ、 $r_D(\theta)$  はデータベースに登録している魚全体の動径の長さ、 $5k$  は角度  $\theta$  をあらわす。照合度  $M$  の値が小さいほど特徴は類似している。ここで用いた特徴量はすべて  $[0, 1]$  の値をとる。各値に対する重みは、実験により適しているとみなされた値とした。

### 2.8 検索結果の表示

検索結果は Web ページに表示する。まず 1 位から 10 位までの魚の名前とサムネイル画像を、1 ページで表示する。ここで、1 位から 10 位までを表示させるのは、10 個程度ならばスクロールすることにより、一度に結果を簡単に確認することができるからである。ユーザはこのページを閲覧することで検索結果を確認する。サムネイル表示された検索結果ページの例を図 3 に示す。



スクロールにより 1 位から 10 位まで見られる

図 3: サムネイル表示された検索結果ページの例



スクロールにより魚の名前、科名、分布、食味評価、有毒性を見られる

図 4: 詳細ページの例

さらに、詳しい情報を知りたいときはその魚を選択することで詳細ページが表示される。詳細ページには魚の名前、科名、分布、食味評価、有毒性などが表示されている。詳細ページで表示する情報は、文献 [8] を参考にした情報である。詳細ページの例を図 4 に示す。

## 3 提案システムの評価実験

本システムの有効性を確認するために、プロトタイプシステムを作成して実験した。本プロトタイプではデジタルカメラ、PDA、PHS、サーバマシンでシステムを構成した。デジタルカメラは SONY 製 Cyber-shot DSC-S50、PDA は SONY 製 CLIE PEG-NR70V、PHS は京セラ製 PS-T25 を使用した。魚の図鑑 [8] 内の海水魚 155 種 161 サンプルについて、スキャナで取り込んだ画像から抽出

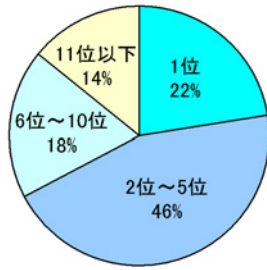


図 5: 実験結果

表 1: 検索にかかる時間

処理	時間
PDA アプリケーションの操作	約 37 秒
アプリケーションの切り替えなどその他の処理	約 32 秒
第 1 位から第 10 位までの表示	約 47 秒
詳細ページの表示	約 20 秒
合計	約 2 分 16 秒
画像検索サーバでの処理	約 4 秒

した特徴量と図鑑に記載されていた詳細情報をそれぞれデータベースに登録した。また、今回の実験では検索キーとして用いる画像の解像度を 320 × 240 とした。

### 3.1 検索率の実験

和歌山市の片男波周辺へ釣りに行き撮影した 11 種 49 サンプルで検索実験をおこなった。照合度  $M$  の各値の重みは、 $v = 72$  とし、 $w_k$  は文献 [6] と同じとした。実験結果の統計を図 5 に示す。目的とする画像が 1 位から 10 位までに入ったものは約 86% であった。

### 3.2 検索時間の実験

次に、作成したプロトタイプシステムを用いて検索に要する時間を測定した。測定は平日の 11 時から 19 時まで計 5 回の平均をとった。これは、検索に要する時間が時間帯により変動したためである。測定の結果、検索に要する時間は表 1 のようになった。利用者が PDA の画像送信アプリケーションの操作にかかった時間は約 37 秒であり、初心者でも熟練した人でも操作時間にあまり差はみられなかった。また、既に魚を撮影済みであれば、約 2 分 16 秒で実行結果を得ることができた。

## 4 おわりに

本稿では、モバイル機器を用いて魚を釣ったその場で検索をおこない、結果を得られる魚の画像検索システムを提案した。検索の際には、デジタルカメラで撮影した

魚の画像をクライアントマシンを介してサーバマシンに送信する。サーバマシンでは受信した画像から特徴量を抽出し、検索をおこなう。検索結果は Web ページを閲覧して確認する。

提案システムの有効性を確認するためにプロトタイプシステムを作成し検索実験をおこなった。その結果、1 位から 10 位までのものが約 86% となった。

今後は、文献 [4] で提案している分布図作成システムを応用することにより、システムの発展を図ることが考えられる。また、データベースのデータについて学習をおこなうことにより認識率を向上させることなどが考えられる。一方、近年カメラ付きの PDA や携帯電話などが普及してきている。今回開発したプロトタイプシステムでは複数個の機器を用いているが、機能が統合された機器へシステムを移植することにより、機器を操作する手間を省くことができると考えられる。

## 参考文献

- [1] 自由時間デザイン協会 (編). レジャー白書 2001 年版. 自由時間デザイン協会, 2001.
- [2] 助田浩子, 佐々木元, 松尾仁司, 岡裕爾. 携帯情報端末を用いた看護支援システムの開発と評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 10, pp.3782-3791, 1999.
- [3] 藤井憲作, 杉山和弘. 携帯端末向け案内地図生成システムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 9, pp. 2394-2403, 2000.
- [4] 野田真樹子, 園部博崇, 高木佐恵子, 吉本富士市. CosmosII: モバイル機器で利用できる花の情報検索システム. 情報処理学会情報家電コンピューティング研究グループ第 2 回研究会研究報告 2002-IAC-2, pp. 73-78, 2002.
- [5] 渡邊英樹, 豊田浩史, 永田良人, 黒川不二雄, 松尾博文. 高速魚認識システムにおけるメモリの最適化について. 2002 年電子情報通信学会総合大会論文集, D-12-58, 2002.
- [6] 園部博崇, 野田真樹子, 高木佐恵子, 吉本富士市. 携帯情報端末を用いた魚の画像検索システム. Visual Computing グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2002 予稿集, pp. 25-30, 2002.
- [7] 川上元郎, 児玉晃, 富家直, 大田登 (編). 色彩の辞典. 朝倉書店, 1978.
- [8] 小西英人 (編). 新さかな大図鑑. 週刊釣りサンデー, 1995.