

Title	画像と時空間情報の統合的利用による生物識別システムの実現方式
Sub Title	A Creature Image Recognition System by Combination of Spatial, Temporal and Color Information
Author	森, 正彦(Mori, Masahiko) 佐々木, 史織(Sasaki, Shiori) 清木, 康(Kiyoki, Yasushi)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	2012
Jtitle	交通運輸情報プロジェクトレビュー No.21 (2012. ), p.58- 63
JaLC DOI	
Abstract	本稿では、 時空間および色彩情報を用いた生物画像識別システムの構成と実現方式を示す。本システムは、 ユーザの入力する生物に関する画像について、時間および空間についての文脈情報、および、 生物に関する画像データベースを当該生物特定のための専門知識として用い、 総合的に分析することにより、与えられた画像のみでは特定が難しいような画像内に写 っている生物の名称等の関連情報を特定し、出力する。本方式により、ユーザは、 任意の時間および空間的な状況において、撮影した生物に関する画像に関して、 生物の名称のみならず、同様の生物の異なる地域での生息分布など、関連する様々な情報を即時に、 発見的に獲得することが可能となり、知識獲得機会を拡大することが可能となる。
Notes	2012年度慶應義塾大学JR東日本寄附講座報告書 慶應義塾大学交通運輸情報プロジェクト その3：慶應SFC研究員・院生・学部生の研究
Genre	Technical Report
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO92001006-00000021-0058">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO92001006-00000021-0058</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# 画像と時空間情報の統合的利用による生物識別システムの実現方式

森 正彦<sup>†</sup> 佐々木 史織<sup>‡</sup> 清木 康<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学総合政策学部 〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤 5322

<sup>‡</sup> 慶應義塾大学政策・メディア研究科 〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤 5322

<sup>††</sup> 慶應義塾大学環境情報学部 〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: <sup>†</sup> s07969mm@sfc.keio.ac.jp, <sup>‡</sup> sashiori@sfc.keio.ac.jp, <sup>††</sup> kiyoki@sfc.keio.ac.jp

**あらまし** 本稿では、時空間および色彩情報を用いた生物画像識別システムの構成と実現方式を示す。本システムは、ユーザの入力する生物に関する画像について、時間および空間についての文脈情報、および、生物に関する画像データベースを当該生物特定のための専門知識として用い、総合的に分析することにより、与えられた画像のみでは特定が難しいような画像内に写っている生物の名称等の関連情報を特定し、出力する。本方式により、ユーザは、任意の時間および空間的な状況において、撮影した生物に関する画像に関して、生物の名称のみならず、同様の生物の異なる地域での生息分布など、関連する様々な情報を即時に、発見的に獲得することが可能となり、知識獲得機会を拡大することが可能となる。

**キーワード** 生物画像, 時空間コンテクスト, 色彩情報, 知識獲得, マルチメディアデータベース

## A Creature Image Recognition System by Combination of Spatial, Temporal and Color Information

Masahiko MORI<sup>†</sup> Shiori SASAKI<sup>‡</sup> and Yasushi KIYOKI<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Policy Management, Keio University Endo 5322, Fujisawa, Kanagawa, 252-8520 Japan

<sup>‡</sup> Graduate School of Media and Governance, Keio University Endo 5322, Fujisawa, Kanagawa, 252-8520 Japan

<sup>††</sup> Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

E-mail: <sup>†</sup> s07969mm@sfc.keio.ac.jp, <sup>‡</sup> sashiori@sfc.keio.ac.jp, <sup>††</sup> kiyoki@sfc.keio.ac.jp

**Abstract** This paper presents a creature image recognition system with the analysis function for the combination of spatial, temporal and color information of images. This system realizes functions for discriminating a certain kind of unknown creatures shown on each image file by analyzing the temporal, spatial and color information attached to it. If an image file of a creature with temporal and spatial information is given as a query, this system evaluates temporal and spatial information to limit the scope of possible candidates of creatures. The function also analyzes color information by comparing the color distribution of input image with corresponding sample images databases of prospective kinds. By this process, users can acquire detailed information of the creature on the given images, which has no annotated information such as names and the habits.

**Keyword** Spatiotemporal Contexts, Color Information, Knowledge Acquisition, Multimedia Database

### 1. はじめに

今日、サイバースペース上に散在している様々な情報および専門知識が利用可能ではあるが、これらの膨大な知識情報資源からユーザの持つ断片的な情報に関連する情報源を適切に特定することは、高度な知識獲得支援環境の実現のために重要である。これに関して、一般的な知識獲得の方法であるキーワード検索により、様々な情報を発見することが可能であるが、一般的に、キーワード検索では、検索の対象とする情報に関する知識がない場合には情報を得ることが困難であり、ユーザにとって既知の情報以外の情報を獲得することは困難である。例えば、生物を撮影した画像を保有している際に、画像内に写っている生物に関する情報を獲得しようとしても、当該生物に関して、名称等の関連する知識を持たない場合には、関連する詳細情報を検索することは困難である。

本稿では、時空間および色彩情報を用いた画像内生物オブジェクト識別システムについて示す。本システ

ムは、色彩情報および時空間的文脈情報のみを用いて、画像ファイル上の生物を識別するためのシステムと位置づけることができる。本システムは、ユーザの入力する生物を撮影した画像に対して、Exif等のフォーマットで付与されている時空間文脈情報、および、生物に関する画像データベースを、当該生物特定の為の専門知識として用いて総合的に分析することにより、与えられた画像のみでは特定が難しいような、画像内に写っている生物の名称等の関連情報を特定し、出力する。生物画像に関して、撮影された場所や時期に関する情報、および、色彩情報を組み合わせて利用することにより、ユーザにとって未知の情報や知識の獲得を支援することが可能となる(図1)。

関連する研究成果としては、画像に使用されている色彩情報を分析することで、ユーザが画像から受ける印象を計量する方法が研究されている[1], [2], [3]。また、画像検索に関しては、カラーヒストグラム[4], [5]を用いた色彩分布情報分析を行う手法[6], [7], [10]が、

時空間を用いた分析としては、時空間情報とメディア特徴を用いたメディア間関連性分析手法[11]が提案されている。本研究では、これらの成果を前提として用いて、ユーザの入力する画像の分析を行う。

また、画像類似度を利用した位置情報付き写真データへのランドマーク情報付与手法がある[8]。当該手法は、位置情報付き写真共有 Web サイト上から収集した画像に対し、各画像に付与されている位置情報に基づいてクラスタリングを行うことにより、多くのユーザが興味を示すと思われる Points of Interest (POI) を抽出する手法であり、これにより、撮影対象物を、例えば「この地域で撮影したこの画像は、東京タワーを撮影したもの」といったように、位置情報付きの画像にランドマーク情報のメタデータを付与することができる。当該手法は、画像の色彩情報、撮影位置情報、および、Web 上の画像情報を組み合わせて画像内オブジェクトを推測する点において提案システムとは同様の着眼点を有している。しかし、当該手法はユーザの興味対象を推測することを目指すものであるのに対し、本手法は、ユーザの遭遇した生物に関する画像および時空間情報を用いて当該生物に関連する未知の知識獲得を目指しているという点において異なっている。

本システムの実現により、ユーザは、任意の時間および空間的な状況において、撮影した生物関連画像について、生物の名称のみならず、同様の生物の異なる地域での生息分布など、関連する様々な情報を即時に、発見的に獲得することが可能となり、利用者にとっての知識獲得機会を拡大することが可能となる。

## 2. 基本アイデア

本システムは、色彩情報および時空間的文脈情報のみを用いて、画像ファイル上の生物を識別するためのシステムと位置づけることができる。

本システムは、ユーザの入力する生物に関する画像に対して、時間および空間といった文脈情報、および、生物に関する画像データベースを当該生物特定の為の専門知識として用いて総合的に分析することにより、与えられた画像のみでは特定が難しいような、画像内に写っている生物の名称等の関連情報を特定し、出力する。

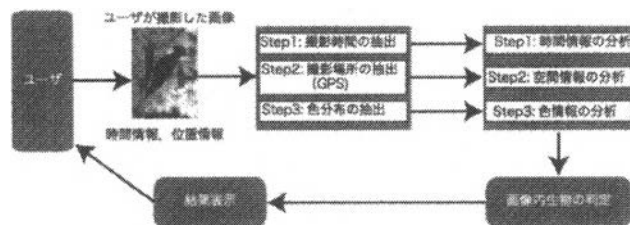


図 1. システム構成図

### 2.1 生物特定文脈および生物データベース

本方式では、画像内生物オブジェクトを特定する為、以下の生物特定文脈および生物データベースを定義する。

S: 生物生息地域特定文脈

T: 生物活動時期特定文脈

C: 生物特徴色特定文脈

K: 生物データベース

S は、生物生息地域特定文脈であり、ユーザの入力する生物画像に付与された位置情報により特定する。これを、生物データベース (K) 内に格納されている生物生息地域に関する属性情報との比較により分析し、当該地域において撮影される可能性のある生物候補を絞り込む。

T は、生物活動時期特定文脈であり、ユーザの入力する生物画像を撮影した時間や時期により特定する。これを、生物データベース (K) 内に格納されている生物活動時期に関する属性情報との比較により分析し、当該時間および時期に撮影される可能性のある生物候補を絞り込む。

C は、生物特徴色特定文脈であり、ユーザの入力する生物画像における色彩情報の分布を分析することにより特定する。生物特徴色特定文脈は、各画像中の各色の画素数を求め、当該画像中の全画素数中における面積分布をカラーヒストグラムとして求め、画像色彩特徴を表現するベクトル形式のデータとして与える。

K は、生物データベースであり、上記で述べた、生物生息地域に関する属性情報知識、生物活動時期に関する属性情報知識、生物の外観上の特徴色に関する属性情報知識といった、生物を特定する為の多角的な視点での分析を可能にする知識情報源を格納する。

### 2.2 生物情報特定関数

本システムは、以上の生物特定文脈および生物データベースを用いることで、ユーザの入力する生物に関する画像を多角的な視点で分析し、ユーザにとっての未知情報に関連した知識獲得を支援するために、以下の生物情報特定関数群を定義する。

CE1:  $spatial\ evaluation(s_n, k_m) \rightarrow boolean$  (2)

CE1 は、生物生息地域特定関数であり、ユーザの入力する画像に付随する生物生息地域特定文脈  $s_n$ 、および、生物データベース K 中の任意の生物  $k_m$  (全  $n$  種の生物中の  $m$ ) を入力し、 $k_m$  が当該地域において撮影される可能性のある生物であれば true を、そうでなければ false を返す。実際の検索の際には、全  $n$  種の生物について、生息可能性を評価する。

CE2:  $temporal\ evaluation(t_i, k_m) \rightarrow boolean$  (3)

CE2 は、生物活動時期特定関数であり、ユーザの入力する画像に付随する生物活動時期特定文脈  $t_i$ 、および、生物データベース K 中の任意の生物  $k_m$  (全  $n$  種の生物中の  $m$ ) を入力し、 $k_m$  が当該時間もしくは時期において撮影される可能性のある生物であれば true を、そうでなければ false を返す。実際の検索の際には、全  $n$  種の生物について、活動可能性を評価する。

CE3:  $color\ evaluation(c_j, k_m) \rightarrow cor$  (4)

CE3 は、生物特徴色特定関数であり、ユーザの入力する生物画像における色彩情報  $c_j$ 、および、生物データベース K 中の任意の生物  $k_m$  (全  $n$  種の生物中の  $m$ ) を入力し、 $c_j$  と、色彩情報によって与えられる  $k_m$  の外観上の特徴との相関量  $cor$  を求める。実際の検索においては、全  $n$  種の生物について、ユーザの入力する生物画像における色ヒストグラム  $c_j=(c_1, c_2, \dots, c_p)$  と生物データベース K 中の任意の生物  $k_m$  の画像の色ヒストグラム  $c_m=(c_1, c_2, \dots, c_p)$  との相関を計量する。

名称	生息期間	生息地域	特徴色
アカショウビン	1月	(40.44694705960048, 143.525390625),(13.923403897723346, 89.6484375), ...	akashobin1 = [ BG/Dp0.00, BG/Dl0.00, ..., P/Lgr0030, ..., PB/L0.01 ], akashobin2 = [BG/Dp0.00, ..., ], ...
	2月		
	:		
イオウジマメジロ	1月	(45.30580259943578, 138.33984375),(45.30580259943578, 138.33984375), ...	ioujimamejiro1 = [ BG/Dp0.00, BG/Dl0.00, ..., BG/Dgr0032, ..., PB/L0.00 ], ioujimamejiro2 = [BG/Dp0.00, ..., ], ...
	2月		
	:		
	11月	(40.44694705960048, 143.525390625),(13.923403897723346, 89.6484375), ...	
	:		

表1 生物データベース K (生物生息地域を polygon 形式で、生物活動時期を月単位で、生物の外観上の特徴色に関する属性情報を 130 の基本色で定義している。)

これらの関数による評価結果を用いて、当該地域において、当該時間もしくは時期に、該当する特徴色を有する生物を特定し、ユーザの入力する未知の生物を撮影した画像に、関連する属性情報知識を付与することが可能となる。

### 3. 実現方式

本実現では、2.基本方式において述べた手順により、生物生息地域に関する属性情報知識、生物活動時期に関する属性情報知識、生物の外観上の特徴色に関する属性情報知識といった知識情報源を格納した生物データベースを PostgreSQL によって構築し、以下のステップによる生物情報分析機能を幾何データ型 (polygon) 関数と演算子、および、ベクトルのコサイン類似度計算によって実現した。

入力：画像ファイル、時空間コンテキスト情報

Step-1 空間コンテキストの分析による生物情報分析

Step-2 時間コンテキストの分析による生物情報分析

Step-3 画像の色彩情報を用いた生物オブジェクト分析

出力：画像内の生物オブジェクトに関する詳細情報

まず、生物を撮影した画像ファイル、および、撮影場所や時期といった時空間コンテキスト情報を、提案システムに入力する。Step-1 では、ユーザによって入力された緯度経度情報を抽出し、撮影された生物が、当該地域において生息しているのかどうかを判定する。Step-2 では、時間コンテキストの分析による生物情報分析により、ユーザによって入力された時間情報を抽出し、撮影時点が、撮影された生物の活動時期であるかどうかを判別する。Step-3 では、ユーザの入力した画像内に色彩情報を用抽出し、サンプルとして与えられている各種生物に関する画像との比較において、撮影された生物と同様の色彩情報を保持しているかどうかを判別する。以上の手順により、画像内の生物の種類を特定し、関連する詳細情報を出力する。

色彩情報の分布の抽出方法に際して、ユーザの入力する生物画像中の各色を 130 色の基本色に写像することで、画像の色彩情報の分布を表現するカラーヒストグラムを作成する。130 色の基本色は、カラーイメージスケール[4][5] による有彩色 120 色、および、無彩色 10 色の計 130 色として定義する。これら基本色を用いて各画像の色彩分布情報をカラーヒストグラムとして抽出する。この際、画像内に含まれるオブジェ

クトに特化した色彩分布情報を抽出するため、背景を除去した後のヒストグラムを作成する手法[9][10]を適用する。これは、サンプル画像集合全体において頻出する色を統計的に計算し(ii)f)、これを背景としてフィルタリングアウトする手法である。

ここで重要な点は、同一の色彩に関する情報の存在が少しでも認められた場合には生物情報の候補とし、時空間情報分析により、候補とはなり得ない生物が候補となることを防ぐ点にある。一般に、パターンマッチを用いた関係データベースや、論理的な関係进行评估する論理データベース等では、「関連しているかどうか」は評価できても、「関連していないかどうか」という負の相関関係を積極的に評価することができない。本方式では、色彩情報を用いた相関量計量と関係データベースの時空間関連性計量を組み合わせることで、関係のない情報を検索結果から明示的に排除することが可能となる。

### 4. 実験

時空間および色彩情報を用いた画像内生物オブジェクト識別システムについて、実験により実現可能性を評価する。

#### 4.1 実験環境

実験に用いたデータは次のとおりである。

生物データベースとして、22 種類の鳥類を選択し、生息地域、活動時期等を定義するとともに、それぞれ 3-5 枚ずつのサンプル画像計 104 枚を用意し、特徴色としての色彩情報を抽出した(表 1)。

実験は、次の手順により実施する。

(1) クエリとして画像ファイル、および、時空間コンテキスト情報を入力する。画像の色彩情報は、クエリとして入力した鳥の画像における色彩分布とサンプル画像計 104 枚における色彩分布の類似度を計算し、閾値(ここでは 0.2)以上の鳥名を抽出する。

類似度計算には、各画像の色彩分布に関する情報について画像間での優位度を均等ににする為に正規化した色ヒストグラムをベクトルとして用い、ベクトル形式のデータ間での一般的な相関量計量手法として、コサイン類似度を用いた。

(2) 時空間コンテキスト情報により生物鳥情報を絞り込む。

(3) 画像の色彩情報を用いて鳥情報を絞り込む。検索質問として、以下の 3 つを定義し、提案システ

ムに入力することで、時空間および色彩情報によって、画像内生物オブジェクトの識別が可能となることを示す。

(4) 時空間コンテキスト情報および色彩情報による絞り込み結果を集約し、画像中の鳥情報を特定する。ここでは、時空間コンテキスト情報および色彩情報による絞り込み結果の積 (AND) をとり、画像中の鳥情報を特定する。

Q1: 生物生息地域特定文脈 S として「(43.02071359427862,141.35009765625) (北海道札幌市)」, 生物活動時期特定文脈 T として「2月」, 生物特徴色特定文脈 C として、「オシドリ」の画像 (oshidori4.jpg) を入力する (図 2)。

Q2: 生物生息地域特定文脈 S として、「(26.194876675795218,127.67211914062) (沖縄県那覇市)」, 生物活動時期特定文脈 T として「11月」, 生物特徴色特定文脈 C として、「ハチクイ」の画像 (hachikui1.jpg) を入力する (図 5)。

Q3: 生物生息地域特定文脈 S として、「(35.334172889944156,139.4879150390625) (神奈川県藤沢市)」, 生物活動時期特定文脈 T として「1月」, 生物特徴色特定文脈 C として、「アカショウビン」の画像 (akashoubin4.jpg) を入力する (図 8)。

#### 4.2 実験結果

実験結果を、表 2, 表 3, 表 4, 図 2~図 10 に示す。

表 2 では、Q1 における時空間コンテキスト情報として入力した「(43.02071359427862,141.35009765625) (北海道札幌市)」(生物生息地域特定文脈 S), および、「2月」(生物活動時期特定文脈 T) によって特定された、時空間コンテキストに適合する鳥の名称が出力された結果を示している。

表 2 「北海道札幌市」「2月」によって特定された鳥データベース内の鳥一覧

akashoubin (アカショウビン)
ooruri (オオルリ)
oshidori (オシドリ)
kibitaki (キビタキ)
kurogamo (クロガモ)
benimashiko (ベニマシコ)
mahiwa (マヒワ)
yamashoubin (ヤマショウビン)

図 2 に Q1 における入力画像 oshidori4.jpg の色彩情報 (生物特徴色特定文脈 C), 図 3 に画像検索結果, 図 4 に背景除去フィルター後の検索結果を示す。

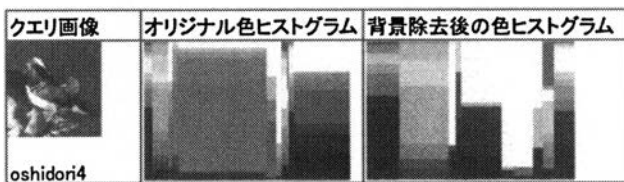


図 2 入力画像 oshidori4.jpg の色彩情報 (Q1)

rank	bird_name	correlation	rank	bird_name	correlation
1	kibitaki2	0.7245	1	oshidori2	0.72
2	oshidori2	0.72	2	oshidori1	0.7183
3	oshidori1	0.7183	3	akashobin1	0.6972
4	akashobin1	0.6972	4	kibitaki4	0.6894
5	kibitaki4	0.6894	5	oshidori5	0.6712
6	oshidori5	0.6712	6	yamashoubin4	0.667
7	yamashoubin4	0.667	7	yamashoubin5	0.6486
8	yamashoubin5	0.6486	8	ooruri1	0.6327
9	ooruri1	0.6327	9	mahiwa5	0.6256
10	kurogamo1	0.6171	10	kurogamo1	0.6171

図 3 入力画像のオリジナル色ヒストグラムによる検索結果 (Q1)

図 4 入力画像の背景除去後の色ヒストグラムによる検索結果 (Q1)

図 3 では、Q1 において入力した画像 oshidori4.jpg の生物特徴色特定文脈 C によって特定された鳥画像の名称として、色彩分布に関する類似度の高い順にランク付けされた中から、クエリとして入力した画像を除く相関量上位 10 位以上の画像のリストが出力されている。図 4 では、入力画像 oshidori4.jpg について背景除去後の色ヒストグラムを用いた相関量計量結果上位 10 件を示している。背景除去後のクエリ画像の色彩情報を用いた結果では、正解である「オシドリ」の名称がより上位 (2 位→1 位, 3 位→2 位, 6 位→5 位) に検索されていることが分かる。

次に、表 3 に、Q2 における時空間コンテキスト情報として入力した

「(26.194876675795218,127.67211914062) (沖縄県那覇市)」, および、「11月」によって特定された、時空間コンテキストに適合する鳥の名称が出力された結果を示す。

表 3 「沖縄県」「11月」によって特定された鳥データベース内の鳥一覧

akashoubin (アカショウビン)
indokujaku (インドクジャク)
oshidori (オシドリ)
kibitaki (キビタキ)
kinbato (キンバト)
hachikui (ハチクイ)
mahiwa (ミヒワ)
yamashoubin (ヤマショウビン)

図 5 に Q2 における入力画像 hachikui1.jpg の色彩情報, 図 6 に画像検索結果, 図 7 に背景除去フィルター後の検索結果を示す。

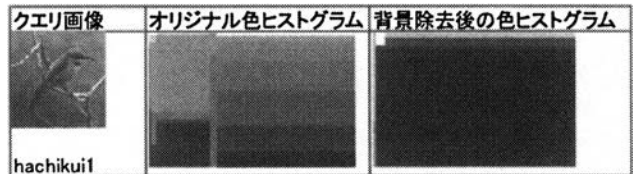


図 5 入力画像 hachikui1.jpg の色彩情報 (Q2)

rank	bird_name	correlation	rank	bird_name	correlation
1	hachikui2	0.994	1	hachikui2	0.997
2	kinbato3	0.962	2	kibitaki3	0.969
3	hachikui4	0.929	3	kinbato3	0.942
4	ioujimamejiro2	0.907	4	yamashoubin5	0.927
5	indokujaku1	0.842	5	akashobin1	0.761
6	kinbato5	0.839	6	akashobin3	0.627
7	oshidori2	0.828	7	hachikui3	0.497
8	yamashoubin5	0.800	8	kinbato2	0.495
9	kibitaki4	0.796	9	kinbato5	0.474
10	oshidori	0.7862	10	yamashoubin2	0.418

図6入力画像のオリジナル色ヒストグラムによる検索結果 (Q2)

図7入力画像の背景除去後の色ヒストグラムによる検索結果 (Q2)

図6では、Q2において入力した画像 hachikui.jpg の生物特徴色によって特定された鳥画像の名称として、色彩分布に関する類似度の高い順にランク付けされた中から、クエリとして入力した画像を除く相関量上位10位以上の画像のリストが出力されている。図7では、入力画像 hachikui.jpg について背景除去後の色ヒストグラムを用いた相関量計量結果上位10件を示している。この結果からは、背景除去前のオリジナルヒストグラムによる計量結果と、背景除去後のクエリ画像の色彩情報を用いた結果に大きな違いは見られない。むしろ、背景除去前に3位に検索されていた hachikui4.jpg が、背景除去後では圏外にランクダウンしている。これらは、必ずしも画像の色彩分析によって「ハチクイ」を識別できているとはいえないが、時空間による絞り込みを用いたことによって「ハチクイ」の名称を出力することができた結果といえる。

最後に、表4に、Q3における時空間コンテキスト情報として入力した「(26.194876675795218,127.67211914062) (沖縄県那覇市)」, および、「11月」によって特定された、時空間コンテキストに適合する鳥の名称が出力された結果を示す。

表4 「神奈川県」「1月」によって特定された鳥データベース内の鳥一覧

akashoubin (アカショウビン)
ioujimamejiro (イオウジマメジロ)
ikaru (イカル)
ookaramozu (オオカラモズ)
ooruri (オオルリ)
oshidori (オシドリ)
kawasemi (カワセミ)
kiji (キジ)
kibitaki (キビタキ)
kouraiuguisu (コウライウグイス)
kojukei (コジュケイ)
tsukushigamo (ツクシガモ)
benimashiko (ベニマシコ)
hoshihajiro (ホシハジロ)
mahiwa (ミヒワ)
medaichidori (メダイチドリ)
yamashoubin (ヤマショウビン)

図8にQ3における入力画像「オシドリ」の色彩情報, 図9に画像検索結果, 図10に背景除去フィルター後の検索結果を示す。

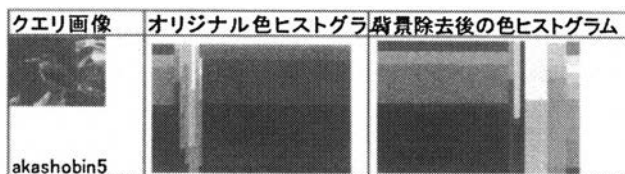


図8 入力画像 akashobin5.jp の色彩情報 (Q3)

rank	bird_name	correlation	rank	bird_name	correlation
1	kawasemi4	0.983	1	akashobin2	0.864
2	kibitaki5	0.955	2	kiji1	0.615
3	oshidori5	0.917	3	hoshihajiro1	0.594
4	kouraiuguisu3	0.90	4	benimashiko2	0.592
5	oshidori3	0.870	5	oshidori2	0.566
6	akashobin2	0.867	6	tsukushigamo	0.369
7	yamashoubin5	0.851	7	ioujimamejiro2	0.358
8	ioujimamejiro3	0.821	8	oshidori4	0.326
9	benimashiko4	0.794	9	akashobin1	0.303
10	benimashiko1	0.775	10	kawasemi4	0.2925

図9 入力画像のオリジナル色ヒストグラムによる検索結果 (Q3)

図10 入力画像の背景除去後の色ヒストグラムによる検索結果 (Q3)

図9では、Q3において入力した akashobin5.jp の画像の生物特徴色によって特定された鳥画像の名称として、色彩分布に関する類似度の高い順にランク付けされた中から、クエリとして入力した画像を除く相関量上位10位以上の画像のリストが出力されている。図10では、入力画像 akashobin5.jp について背景除去後の色ヒストグラムを用いた相関量計量結果上位10件を示している。この結果からは、正解である「アカショウビン」が背景除去前と比べ、背景除去後ではより上位(6位→1位, 圏外→9位)。また、表4から時空間における絞り込みが十分に行われたとは言えない。これらは、時空間における絞り込みが十分でないときも、背景除去を用いた色彩分析を行うことで「アカショウビン」の名称を出力することができた結果といえる。

#### 4.3 考察

実験結果から、次のことが云える。表2, 表3, 表4に示すように、入力画像および鳥データベース内の時空間コンテキスト情報を用いることにより、ある程度生物(野鳥)を絞り込むことができた。また、図3, 図4, 図6, 図7, 図9, 図10に示すように、画像の色彩情報を用いることにより、上位候補に該当する鳥名をランクインさせることができた。しかし、時空間情報のみ、色彩情報のみでは、鳥情報を十分に絞り込むことはできない。

画像の色彩情報と時空間情報を組み合わせて用いた検索としては、図4, 図7, 図10から、背景除去のフィルターをかけることにより、フィルターをかける前よりも生物検索の精度が上がるのがわかる。Q1では、画像の色彩分析及び時空間による絞り込みの結果、検索上位に正解である「オシドリ」の画像を出力することができた。Q2では、画像の色彩分析において、必ずしもうまく「ハチクイ」を検索できたとは言えないが、

時空間による絞り込みを用いたことによって「ハチクイ」の画像を出力することができた。Q3で、時空間による絞り込みがうまくいかなかったために精度よく「アカショウビン」の画像を出力することができなかったが、色彩分析を用いることにより、正解を候補一覧に出力することができた。

以上のことから、画像の色彩分析のみでは検索が難しい生物画像において、背景除去及び時空間分析を用いることによってさらに精度よく生物画像の検索を行うことができたといえる。また、色彩分析の精度があまり良くない場合においても、時空間情報を利用することにより精度を上げることができた。

## 5. おわりに

本稿では、画像の色彩情報および時空間を用いた画像内生物オブジェクト識別システムについて示した。本システムは、色彩情報および時空間的文脈情報のみを用いて、画像ファイル上の生物を識別するためのデータベースシステムと位置づけることができる。本システムでは、ユーザの入力する生物に関する画像に対して、時間および空間といった文脈情報、および、生物に関する画像データベースを当該生物特定の為の専門知識として用いて総合的に分析することにより、与えられた画像のみでは特定が難しいような、画像内に写っている生物の名称等の関連情報を特定し、出力する。本システムを用いることにより、ユーザは、任意の時間および空間的な状況において、撮影した生物に関する画像に関して、生物の名称のみならず、同様の生物の異なる地域での生息分布など、関連する様々な情報を即時に、発見的に獲得することが可能となり、利用者にとっての知識獲得機会を拡大することが可能となる。

本稿では、あらかじめ生物の各種別に対して、サンプル画像データを用意することで得られる生物の特徴的な色彩情報と、生息地域や活動時期と云った時空間情報を組み合わせて用いることにより、撮影された生物オブジェクトの識別を行った。実験により、提案システムによって、未知の生物画像に関する関連情報の抽出が可能であることが確認された。特に、色彩情報や時空間情報を同時に扱うことにより、検索精度が向上することを確認できた。

今後の課題として、生物の種類毎の画像の量的な拡大による更なる精度向上の可能性も検証したい。また、生物の成長による色彩の変化に関する情報をデータベース内への組み込みによる精度向上の可能性についても検証したい。本稿では野鳥を対象に実験を行ったが、本システムを様々な生物に適用することにより、多種多様な生物を対象としたシステムの構築を目指す。

## 参考文献

- [1] Yasushi Kiyoki, Takashi Kitagawa, Takanari Hayama, "A metadatabase system for semantic image search by a mathematical model of meaning", ACM SIGMOD Record, Volume 23 Issue 4, pp.34-41, 1994.
- [2] 北川高嗣, 中西崇文, 清木康, 静止画像メディアデータを対象としたメタデータ自動抽出方式の実現とその意味的画像検索への適用, 情報処理学

会論文誌, Vol. 43, No.SIG12 (TOD16), pp.38-51, 2002.

- [3] 佐々木秀康, 清木康, 画像データを対象とした特徴量類似度計量系によるメタデータ自動生成拡張方式, 日本データベース学会論文誌, Vo.3, No.2, pp.6-64, 2004.
- [4] 小林重順, 『配色イメージワーク』, 講談社, 1995.
- [5] 小林重順, 『カラーイメージスケール改定版』, 講談社, 2001.
- [6] 桐本篤, 佐々木史織, 清木康, 風景画像を用いた環境状況コンテキスト対応型音楽推薦システムの実現, 第19回データ工学ワークショップ (DEWS2008) 論文集, 8 pages, 2008.
- [7] Barakbah Ali Ridho, 清木康, "Cluster Oriented 3D Color Vector Quantization For Image Retrieval Systems", 情報処理学会研究報告, DBS-146, pp.13-18, 2008.
- [8] 帆足啓一郎, 上向俊晃, 松本一則, 滝嶋康弘, 画像類似度を利用した位置情報付き写真データへのランドマーク情報付与手法, WebDB Forum 2008 論文集 (CD-ROM), 2008.
- [9] 板橋美子, 佐々木史織, 吉田尚史, 清木康, 時代・文化に応じた色-印象知識による文化財画像メタデータ自動抽出システムの実現方式, 日本データベース学会論文誌, Vol.5, No.4, pp.21-24, 2006.
- [10] Shiori Sasaki, Yoshiko Itabashi, Yasushi Kiyoki, Xing Chen, "An Image-Query Creation Method for Representing Impression by Color-based Combination of Multiple Images", Proceedings of the 18th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, pp.105-112, 2008.
- [11] Sasaki, S., Takahashi, Y. and Kiyoki, Y., "FUTURISTEXT: THE 4D WORLD MAP SYSTEM WITH SEMANTIC, TEMPORAL AND SPATIAL ANALYZERS," Proceedings of the IADIS e-Society 2008 Conference, Algarve, Portugal, 8 pages, April 2008.
- [12]