

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：82107

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24651040

研究課題名(和文) 携帯電話と自動WEB種同定システムによる一般参加型の高精度生物調査手法の確立

研究課題名(英文) Establishing a canonical procedure for collecting biodiversity information from citizen scientists using mobile phones and a self-identification system

研究代表者

山中 武彦 (Yamanaka, Takehiko)

独立行政法人農業環境技術研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：50354121

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：携帯電話で撮影した写真をメール送信することで、生物地理情報が収集できる携帯調査データベースを構築し、これと連動する自動同定システムを組み合わせ、研究・教育機関で、自然観察会を行った。同定精度を向上させるため、写真からトンボの輪郭や色情報を切り出すアルゴリズムの開発を行った。色を赤・緑・青に分解して判別分析を行うモジュールでは、写真の状態による色の偏りが大きく判別精度は低かった。輪郭を評価するモジュールでは、撮影された撮影者の指や手を対象物から除外することができず、機能しなかった。モジュールの統合を試行したところ、色情報と生態情報を組み合わせたアルゴリズムが、もっとも予測精度が高かった。

研究成果の概要(英文)：We constructed a unique animal survey protocol for the citizen's scientist. The server automatically extracts the date, the name of the participant, the position when a participant sends a photo of animals via email. In combination with this automated data collection procedure, a self-identification system was incorporated into the protocol to prevent misidentifications which are often made by beginners. Using the protocol we conducted educational events of dragonfly observation in several public institutes.

The self-identification system had three components, the shape, the color and the ecological information subsystems. Though either the color or the shape subsystem worked poorly, the combination of the color subsystem and the ecological information subsystem had a potential to improve the precision of the citizen's survey.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学

キーワード：環境活動 モバイルシステム 市民参加型調査

1. 研究開始当初の背景

現在、野生生物は加速度的に姿を消している。急速な種の絶滅への対抗策を考える上で、広域かつ膨大な生物の分布情報を収集することは必須である。この情報源として、地域の自然愛好家から提供される観察情報に対する期待が国内外で高まっている。しかし、専門家ではない一般人から提供される情報は、さまざまな熟練度の参加者が存在するため、誤った情報(種の誤同定)を多く含んでいたり、そもそも情報提供者を恒常的に確保することが困難であったりと、様々な問題を抱えている。

これらを解決するためには、専門的な知識がなくても、正確に種名を同定できる、参加者が積極的かつ継続的に情報を提供してくれる、という2点が達成できる枠組みが必要である。

2. 研究の目的

本研究では、上記の課題をクリアするため、まったく新しい一般参加型の生物調査手法を開発する。具体的に以下の3項目を実施する。

- 身近な生き物の代表であるトンボを対象に、写真から種名を同定するアルゴリズムを開発する、
- 電子メールを利用して、現場で得られたデータを即座にアーカイブし、閲覧できるシステム構築する、
- 上述を一般的な携帯電話端末で利用できるアプリケーション開発する。

写真から種を同定することができれば、誤同定の問題が解決できるとともに、生き物に詳しくない一般の人が、自身が観察した生き物の名前を知るといった面白さを感じることができる。また参加者が電子メールで捕獲した生き物の写真と撮影場所を登録し、成果をリアルタイムに閲覧することが出来るようになれば、自身が観察した生き物をコレクションするというエンターテインメント性が得られる。このようなシステムが一般的な携帯電話で利用できれば、性別、年代を問わず誰でも参加できる生物情報収集の枠組みとして活用できる。このように、誰でも気軽に参加でき、楽しみながら自然に親しんでもらう機会を提供することで、大量かつ正確な情報が得られるとともに、継続的な情報提供が受けられることも期待できる。

3. 研究の方法

(1) 生物地理情報データベースの導入

一般的な携帯電話を使って閲覧・投稿できる生物地理情報データベースを構築する。近年、多くの携帯端末(主要携帯電話機種およびスマートフォン各機種)はGPS(現在位置を特定するシステム)を備えているため、撮影した写真に、位置情報と日付が埋め込むことができる。これをメール送信することで、日

時や場所、撮影者の情報を正確にサーバに蓄積することができる。携帯電話を使った情報データベースは、すでに災害情報の収集や、地層の調査などで実用化されているが、さらに自動WEB種同定システムと組み合わせることで、正確な種同定が可能になり、面倒なフォーム入力作業なしで、精度の高い生物地理情報の収集が可能になる。

(2) 自動WEB種同定システムの開発

現在、さまざまなコンピューター学習的パターン認識手法が開発されているが、このような高度な統計手法をもってしても、日本産トンボ全203種を、形態のみから判別するのは、困難である。そこで、本研究では、形態的特徴を、形、色などのサブ要素に分離し、それぞれの判別アルゴリズムをパッケージ化する。さらに既存の文献から生息域や発生期などの生態情報を加え、それらサブモデルの組み合わせ順序、重み付けを最適化した、統合アルゴリズムを試行錯誤する。実際の野外調査で実運用テストを繰り返すことで、高速かつ判別能力の高い自動同定システムを構築する。

それぞれのサブ要素の判別アルゴリズムは、これまで申請者が蓄積している日本産トンボ種203種の写真データを使って、チューニングを行う。形については、輪郭など計測の難しい形態をそのまま評価する楕円フーリエ解析によって、判別を行う。色認識については、写真画像の色調を基準化し、スペクトル分解によって色成分ごとの情報量に変換する。さらに各種の生態情報をインデクス化し、写真が取られた位置・時期から生態的に最も適合する種を返すアルゴリズムを組み合わせる。判別結果は、最も確率の高い種の詳細を表示すると同時に、別の候補も提示するなど、撮影者本人が検証できる柔軟性を確保する。これにより判別アルゴリズムを補完して、誤同定を拾いなおすことが出来る。

4. 研究成果



図1. 携帯調査の様子。
対象を写真で撮影してメール送信するとデータベースに登録される(上)、トンボのエキスパートによる自動同定システムのテスト(下)。

携帯端末(主要携帯電話機種およびスマートフォン各機種)で撮影した写真をメール送

信することで、生物地理情報が収集できる携帯調査データベースを構築し、これと連動する自動同定システムを組み合わせた自然観察ツールを開発した。携帯電話を利用した生物情報収集の仕組みについては、すでに商用システムとして販売されているが（<http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/p/system/>）我々はこの商用システムを利用しつつ、独自に開発したイベントごとの表示機能を活用して、イベントの運用を行った。さらにこのプロジェクトで開発する自動WEB種同定システムを組み込むことで、精度を確保した一般参加型の生物調査のプロトコルをテストした。

これらのツールを使って箱根ビジターセンター、茨城県自然博物館、みなくち子供の森自然館などの博物館・公共施設に加えて、摂津第二中学校など教育機関で、自然観察会を行い、システムのテスト運用を行った（図1）。各観察会では、携帯調査データベースに送られてきた写真の電子情報から、写真が撮られた場所・日時を特定し、データベースに格納しているトンボの生態情報をマッチングさせて、出現可能性の高い種のランキングを返すことに成功した（図2）。観察会終了後には、一般参加者を交えて調査結果をインターネットで表示した。参加者は、自分が撮影した写真がリアルタイムで表示されることに感銘を受けている様子であった。

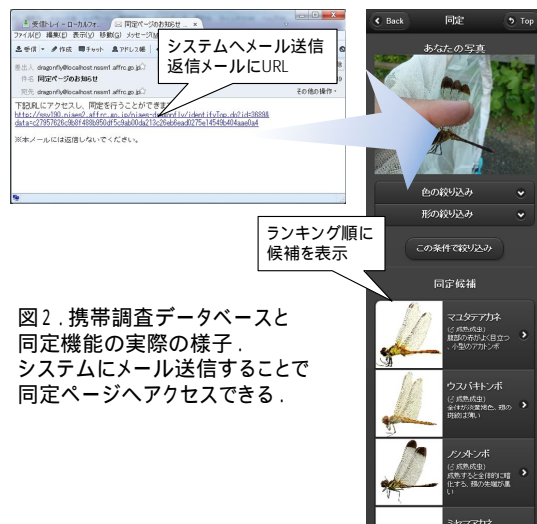


図2. 携帯調査データベースと同定機能の実際の様子。システムにメール送信することで同定ページへアクセスできる。

このような自然観察会を実施する一方、自動WEB種同定システムの精度向上のため、写真からトンボの形態（輪郭）や色情報を切り出して判別分析を行うアルゴリズムの開発を行った。輪郭の切り出しについては、2値峰化法を使い、背景と対象物の切り分けに成功した（図3）。また色情報を赤・緑・青の3原色に分解して判別分析を行うモジュールの開発を行ったが、撮影時の天候や背景の色などによって写真全体のトーンに大きなばらつきがあり、判別精度は低かった。また、輪郭の評価に形自体を評価する楕円フーリエ解析法の利用を試みたが、テスト用に撮

影されたトンボ本体のみの写真を使っでの試行では、大まかな目レベルまで分けられる可能性が示唆されたものの、実際に一般参加型の調査で撮影された写真については、撮影者の指や手を対象物から除外することができず、判別がうまくいかないケースが多かった

モジュールの統合を試行し、最適組み合わせのテストを行った。具体的には、一般参加型調査で集められたサンプル写真数十点を使って、様々なモジュールの組み合わせによる判別実行し、該当する種が上位にランキングされた場合、ランキングに応じて精度を評価した。その結果、色情報と生態情報を組み合わせたアルゴリズムが、もっとも予測精度が高いことが分かった。しかし、色情報と生態情報の組み合わせであっても、上位3位までにランキングさせることは難しく、最終的な種の決定は、システムに内蔵された各種の特徴や写真を使って、調査者自身で行う必要があった。

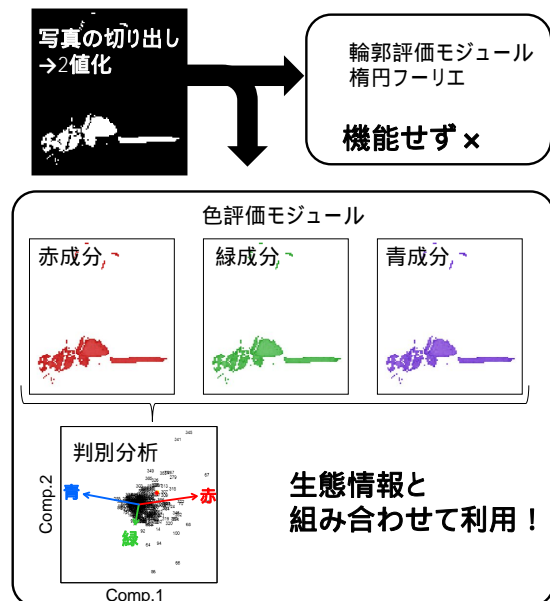


図3. 同定サブモジュールと統合アルゴリズムの試行錯誤。輪郭評価モジュールは機能せず、色評価モジュールと生態情報の組み合わせが最も予測精度を向上させた。

また、茨城県自然博物館において、トンボの生態に精通した観察者とともに自動WEB種同定システムを使ったテスト調査を行ったところ、同定候補を表示する機能すら煩わしいケースがあることがわかった。すなわち、実運用においては、複雑な判別アルゴリズムを使って多少の同定精度を上げるより、生態情報のみを使って演算の高速化を図り、ユーザ側に最終的な判断を任せる方がよいケースも想定されることがわかった。さらに熟練したユーザには、同定機能を bypass せず、単純に登録できるインターフェイスや簡易検索だけできる図鑑機能など、調査の内容や参加者の熟練度によって、柔軟に対応する必要があるだろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

1. 大澤剛士・山中武彦・中谷至伸 (2013) 携帯電話を利用した市民参加型生物調査の手法確立. 保全生態学研究誌 18, 157-165.
(<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009687168>)

〔学会発表〕なし

〔図書〕なし

〔産業財産権〕なし

〔その他〕

携帯調査ポータルサイト

<https://tombo.dc.affrc.go.jp/>

調査結果閲覧ウェブサイト(迷惑メール防止のため投稿サイトは公開していない)

<http://ssv190.niaes2.affrc.go.jp/Psystem2/MapShow.do>

6. 研究組織

(1)研究代表者

山中 武彦 (YAMANAKA, Takehiko)

(独)農業環境技術研究所・主任研究員

研究者番号: 5 0 3 5 4 1 2 1

(2)研究分担者

中谷 至伸 (NAKATANI, Yukinobu)

(独)農業環境技術研究所・主任研究員

研究者番号: 3 0 3 5 4 0 8 8

大澤 剛士 (OSAWA, Takeshi)

(独)農業環境技術研究所・任期付研究員

研究者番号: 4 0 5 5 4 3 3 2