

アライグマおよびエゾタヌキを対象とした 動物の足跡画像による種別判別法の基礎検討

金井 拓海^{†1}, 景山 陽一^{†1}, 白井 光^{†1}, 長本 大介^{†2}, 山口 裕司^{†3}

^{†1}秋田大学, ^{†2}株式会社建設環境研究所,

^{†3}株式会社エコテック地域環境センター

1. 背景・目的

動物の生態調査は、自然保護や自然開発、動物の研究などの目的によって様々な需要がある。従来、カメラを用いたモニタリングや、動物にGPS発信機を取り付ける方法などが用いられてきた^[1]。これらの手法は、動物から直接データを取得するため、動物の活動時間中にシステムを稼働し続ける必要がある。そのため、カメラやGPS発信機の運用にコストを必要とする課題を有する。一方、動物の痕跡からデータを取得する場合、痕跡はその場所に一定時間残るため、調査は動物の活動時間に必ずしも依存しない利点がある。したがって、画像認識技術を用いて動物の痕跡から種別を判別することは、運用コストの削減に寄与すると考える。

そこで、本稿ではアライグマおよびエゾタヌキの足跡画像を対象とし、分類に関する基礎検討を行った。

2. 使用データ

本研究では、アライグマ20枚、エゾタヌキ20枚の足跡画像を対象とした。なお、アライグマ20枚は地面が土の画像であり、エゾタヌキは20枚中、12枚は地面が土の画像で、8枚は地面が雪の画像である。

本研究では、使用データを、6cmの正方形にトリミングし、120×120 pixelに統一した。トリミングの際、足跡全体を画像上部に寄せ、画像内における足跡の位置を統一した。さらに、動物の進行方向が画像の上部になるように向きを揃えた。

3. 検討内容

3.1. 概要

検討した種別判別法は、①前処理、②特徴抽出、並びに③グループ化から構成される。使用データには動物の足跡の他に小石や落葉など不要な情報が含まれる。そのため、前処理として、ノイズの除去や画像の正規化を行う。特徴抽出では、種別判別の特徴量として足跡画像における指の長さの自動算出処理を行う。グループ化では、線形サポートベクトルマシン(以下、線形SVM)^[2]を用いて種別ごとのグループ化を行う。

Basic study on variety discrimination of animals using their footprints for *Procyon lotor* and *Nyctereutes procyonoides albus*

Takumi Kanai^{†1}, Yoichi Kageyama^{†1}, Hikaru Shirai^{†1}, Daisuke Nagamoto^{†2}, Yuji Yamaguchi^{†3}

^{†1}Akita University, ^{†2}Civil Engineering and Eco-Technology Consultants Co.,Ltd., ^{†3}ECOTEC Regional Environment Center Co.,Ltd.

3.2. 前処理

図1(a)に示すような使用データに対し、地面が土の場合と雪の場合で、それぞれ以下の処理を施した。前処理後の足跡画像例を図1(b)に示す。

3.2.1. 地面が土の場合の前処理

- ① 使用データを対象としてグレースケール画像算出処理を施す。
- ② 足跡領域とそれ以外の領域を区別することを目的とし、判別分析法による2値化処理を施す。
- ③ ノイズの除去を目的とし、OpenCV^[3]を用い、メディアンフィルタによる処理、膨張・収縮処理、ラベリング処理を用いた領域除去処理を順に施す。

3.2.2. 地面が雪の場合の前処理

- ① 使用データを対象として、グレースケール画像算出処理を施す。
- ② 地面が雪の場合、非足跡領域の画素値が明るいため、画像内の濃度分布は128~255の範囲に偏りが生じる。画像内の濃度分布の偏りを小さくすることを目的とし、ヒストグラムの平坦化処理を施す。
- ③ 足跡領域とそれ以外の領域を区別することを目的とし、2値化処理(閾値: 64)を施す。
- ④ ノイズの除去を目的とし、OpenCVを用い、メディアンフィルタによる処理、膨張・収縮処理、並びにラベリング処理を用いた領域除去処理を順に施す。

3.3. 特徴抽出

アライグマおよびエゾタヌキの足跡は、指の長さや大きさなどの特徴に差を有する。本研究では、指の長さの差に着目した。

3.3.1. 対象動物の指の長さに対するT検定の実施

アライグマおよびエゾタヌキの各足跡画像における指の長さの平均に対し、対応のないT検定^[4]を実施した(有意水準5%, 両側検定)。その結果、アライグマおよびエゾタヌキの指の長さに有意差を認めた。これは、アライグマおよびエゾタヌキの種別判別には、指の長さに関する特徴量が有用であることを示唆している。

3.3.2. 指の長さの自動算出処理

前処理を施した画像に対し、指の長さの自動算出処理を施した。指の長さの自動算出処理の流れを以下に示す。

- ① 足跡画像における黒画素の縦成分の抽出を目的とし、ソーベルフィルタによる縦方向のエッジ

検出処理を施す。エッジ検出後の画像結果例を図1(c)に示す。

- ② 縦方向のエッジ検出後の足跡画像に対し、ラベリング処理を施し、各ラベルの外接矩形における縦と横の長さを取得する。さらに、各ラベルの外接矩形における縦と横の長さから対角線の長さを求め、対角線の長さを指の長さとして近似する。

3.3.3. 特徴量の評価および選定

指の長さの自動算出処理により得られた各足跡画像内のエッジの長さを降順にソートし、上位 N 個のエッジの長さの合計値(7種類)を特徴量として選定した。さらに、7種類の中から、グループ化に有用な2種類の特徴量を選定した。

① 第1種の特徴量選定

<評価方法>

7種類の特徴量に対し、目的変数(足跡画像に対応する動物名)との相関比を算出した。相関比が最も高い特徴量は、目的変数との関係性が最も強いため、第1種の特徴量として採用する。

<評価結果>

第1種の特徴量における評価結果を表1(a)に示す。目的変数との相関比が最も高い「上位5個の長さの合計値」を第1種の特徴量に採用した。

② 第2種の特徴量選定

<評価方法>

第2種の特徴量には、目的変数との関係性が強く、第1種の特徴量との関係性が弱い特徴量が必要である。そのため、目的変数との相関比に加え、第1種の特徴量との相関係数を算出した。目的変数との相関比が高く、第1種の特徴量との相関係数が低い特徴量が望ましいことから、「目的変数との相関比/第1種の特徴量との相関係数」(以下、「相関比/相関係数」)が最も高いものを第2種の特徴量として採用する。

<評価結果>

第2種の特徴量における評価結果を表1(b)に示す。「相関比/相関係数」が最も高い「上位25個の長さの合計値」を第2種の特徴量に採用した。

3.4. グループ化

特徴抽出によって得られた2種類の特徴量を用い、使用データを2次元の特徴空間内に分布した。さらに、2次元のデータ分布に対し、アライグマおよびエゾタヌキをグループ化するための境界線を線形SVMにより算出した。

4. 結果および考察

提案手法による種別判別結果を図2に示す。使用データ40枚中37枚における足跡画像のグループ化に成功し、正解率は92.5%となった。この結果は、本研究で提案する手法がアライグマおよびエゾタヌキの種別判別に有用であることを示唆している。

一方、グループ化に失敗した3枚は、全てエゾタヌキで、地面が土の足跡画像であった。グループ化

に失敗した要因として、画像内に足跡以外の地面の窪みが含まれ、指の長さが誤算出されていることが挙げられる。足跡と足跡ではない地面の窪みを区別し、足跡領域を抽出することが必要であると考えられる。

5. 謝辞

本研究に使用した動物の足跡画像を提供くださいました株式会社建設環境研究所および株式会社エコテク地域環境センター関係各位に深く御礼申し上げます。



図1 元画像および算出画像例

表1 特徴量の評価結果

(a) 第1種の特徴量

(b) 第2種の特徴量

特徴量 (個数はエッジの数)	目的変数との 相関比	特徴量 (個数はエッジの数)	相関比/相関係数
5個の長さの合計値	0.54	10個の長さの合計値	0.52
10個の長さの合計値	0.49	15個の長さの合計値	0.54
15個の長さの合計値	0.47	20個の長さの合計値	0.57
20個の長さの合計値	0.46	25個の長さの合計値	0.59
25個の長さの合計値	0.44	30個の長さの合計値	0.57
30個の長さの合計値	0.41	全ての長さの合計値	0.41
全ての長さの合計値	0.23		

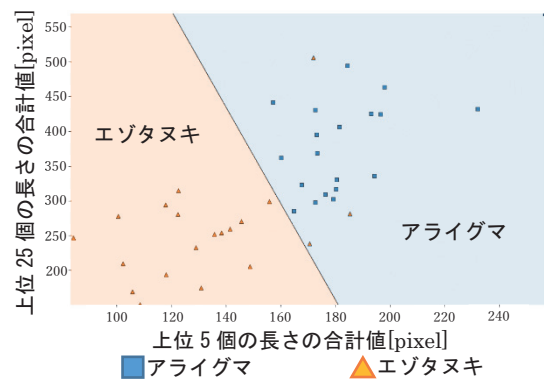


図2 種別判別結果

参考文献

- [1] (株)建設環境研究所ホームページ:
<https://www.kensetsukankyo.co.jp/business/environment/research.html> (Accessed:2020/12/10)
- [2] 竹内一郎, 烏山昌幸, “サポートベクトルマシン”, 講談社 (2015)
- [3] OpenCV ホームページ: <https://opencv.org/> (Accessed:2020/12/10)
- [4] 星野満博, 西崎雅仁, “数理統計の探求:経営的問題解決能力の開発と論理的思考の展開”, 晃洋書房 (2008)