

生態系調査のための動体追跡システムの開発

北村 聡史¹・野上 敦嗣²・中山 紘喜³

¹非会員 北九州市立大学博士前期課程 国際環境工学研究科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの1-1)

E-mail:z8mac005@eng.kitakyu-u.ac.jp

²正会員 北九州市立大学教授 国際環境工学部環境生命工学科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの1-1)

E-mail:nogami@kitakyu-u.ac.jp

³非会員 北九州市立大学博士後期課程 国際環境工学研究科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの1-1)

E-mail:y7dac004@eng.kitakyu-u.ac.jp

環境アセスメントでの生態系調査の際に行われる動物の生息域や行動圏の調査に活用できる動体追跡システムの開発を目的として、画像・動画処理ライブラリであるOpenCVを用いて鳥を対象に撮影した動画から動体の検出・追跡を行った。動体・物体追跡法は目的に応じて様々な方法が開発されOpenCVでも多種の追跡手法が利用可能であるが、本研究では鳥類の運動に最適な手法を見出すため、各手法の追跡精度の評価を行った。

5種の追跡手法を評価した結果、BOOSTINGとMILでは追跡できたが他の3種では途中から追跡できなかった。軌跡を比較するとMILの軌跡はブレが多かったためBOOSTINGを使用したときに最も正確に追跡できた。

Key Words : environmental assesment, ecosystem research, OpenCV, object tracking,

1. 緒言

環境アセスメントの対象となる環境要素には大きく分けて、環境の自然的構成要素の良好な状態の保持、生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全、人と自然との豊かな触れ合い、環境への負荷の4つがある。この中の生物の多様性の確保及び自然環境の保全には生態系の調査も含まれ、動物の行動圏の調査が行われている。鳥類調査の場合は、地域に飛来する鳥類の種類や数、採餌場などの利用状況、繁殖の有無などを調査し、開発に伴う野鳥の生息域の消滅の程度を定量的に評価する必要がある¹⁾。図-1は建設事業地区での野鳥の採餌行動に関わる飛翔経路の調査例²⁾である。また、バードストライク対策も航空機に加えて、近年、風車も大きな問題となっており、風車建設の際に渡り鳥に及ぼす環境影響の予測・評価の精度向上を目的とした予測衝突回数の算出方法の現状と課題の調査研究³⁾などが行われている。

鳥の検出や飛翔計測への情報技術 (IT) の応用研究としては、ステレオ計測を用い飛翔中の鳥の三次元位置座標を取得する方法⁴⁾や、滑走路周囲1km以下の範囲の鳥の検出を目的として自然背景光でも適用できる動体検出

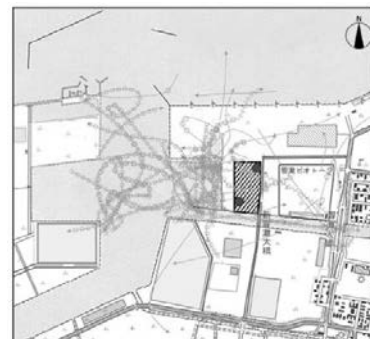


図-1 飛翔経路調査例 (カサゴ)

法とステレオPTVを組み合わせた飛翔体モニタリングシステムの開発⁵⁾などが行われている。風力発電所の風車へのバードストライク回避のために画像認識による鳥の検出・分類手法の評価に深層学習、AIの活用が試みられている⁶⁾。

鳥類の追跡や生息域の調査は様々な研究で行われているが、鳥の追跡に適した手法を調べることで調査の精度を高めることができる。そこで本研究では鳥を対象として、動画から動体の検出及び追跡を行い、複数ある動体

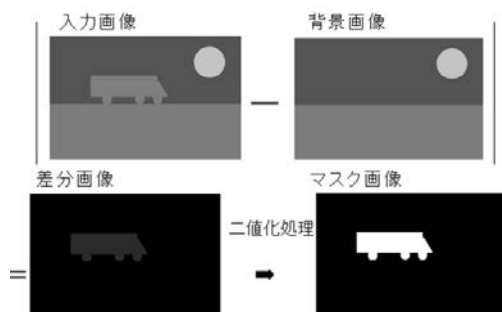


図-2 背景差分法

追跡方法の中からどの方法が鳥の追跡に適しているのか調査を行った。

2. 研究方法

本研究は、動画の撮影、撮影した動画のパソコンへの取り込み、作成したプログラムによる動体の検出・追跡、追跡中の各フレーム画像の連番保存・対象の座標抽出・追跡した軌跡の描画による追跡結果の比較の流れで行った。

プログラムの作成はIntel社が開発・公開しているライブラリであるOpenCV⁷⁾、言語は文法がシンプルで読みやすいため初心者にもわかりやすく学びやすいという点からPythonを使用した。

動画の撮影に使用したカメラは、ソニーのα7sIIである。このカメラは静止画では4240×2832、動画では1920×1080ピクセルの解像度で、ISO感度は静止画・動画ともにISO100から12800であり、光源の少ないところでも明るく撮影することができる。

使用した動画は北九州市立大学と、響灘ビオトープで撮影した。

3. 結果

(1) 動体検出

動体検出には背景差分法を使用した。背景差分法とは用意した背景画像と入力画像の差の絶対値を取って差分画像を作成し二値化処理で背景と前景に白黒で分けた画像を作成する方法であり、固定カメラでは背景部分の変化が少なく動画から移動物体を前景として抽出しやすいためこの方法を用いた。(図-2)

OpenCVの背景差分では用意されている関数を使うことで背景画像を作成することができるため背景画像を準備する必要はない。フレーム画像を読み込み、作成した

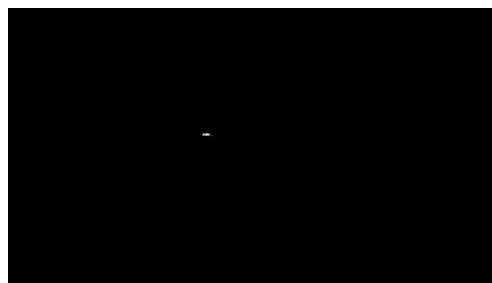


図-3 検出結果 (マスク画像)



図-4 検出結果 (矩形表示)



図-5 追跡結果(BOOSTING)-1

背景画像との差分を取る操作を繰り返し処理するプログラムにすることで動画内の移動物体を検出した。

背景差分法により背景と前景を分けること、また検出した前景の座標に元の動画で矩形を表示することで動体を示すことができた。結果を図-3、図-4に示す。

(2) 動体追跡

OpenCVの物体追跡は物体を追跡するトラッカーを生成・初期化し、フレーム画像の読み込みとトラッカーの更新を繰り返し処理することで追跡を行う。トラッカーの位置に矩形を描画して追跡の様子を観察した。トラッカーにBOOSTINGを用いたときの結果を図-5、図-6に示す。

鳥が移動しても対象を追えていることが確認できた。

(3) 解析

3種類のプログラムの作成・実行を行った。

1つ目は追跡動画を連番画像として保存するプログラ



図-6 追跡結果(BOOSTING)-2



図-8 軌跡描画結果(MIL)

表-1 方法別追跡結果

使用した方法	結果	軌跡描画
BOOSTING	追跡できている	○
MIL	追跡できているが、途中から処理が遅くなっていく	○
MEDIANFLOW	追跡を行う矩形が動かず追跡ができている	×
TLD	処理が遅く、矩形が消えることがある	×
KCF	処理が途中で止まる	×



図-9 軌跡描画結果(MEDIANFLOW)



図-7 軌跡描画結果(BOOSTING)



図-10 軌跡描画結果(TLD)

ムである。画像名の更新と画像保存の繰り返し処理を行うプログラムを作成した。

2つ目は追跡対象の座標を抽出するプログラムである。csvファイルを作成し、そのファイル内にフレームごとの追跡対象の座標を抽出し書き込むプログラムを作成した。

3つめは移動軌跡を描画するプログラムである。ひとつ前のフレームでの追跡対象の座標から現在のフレームでの座標へ線を引く動作を繰り返すことで軌跡を描画するプログラムを作成した。実行結果を図-7に示す。

(4) 追跡結果の比較

OpenCVには動体追跡結果で使用したBOOSTINGとMIL, MEDIANFLOW, TLD, KCFの計5種類の動体追跡方法がある。矩形の動きから追跡の様子を観察した結果と軌跡描画の可否をまとめたものを表-1に、各方法での追跡した軌跡を描画した結果を図-8～図-11に示す。

MILとBOOSTINGは処理速度に差があったが、どちら

も追跡を行うことができ、軌跡の描画も行うことができた。

MEDIANFLOWでは追跡を行う矩形が最初の位置から動かず、軌跡の描画でも同様に最初の位置からほとんど動かず軌跡を描画することはできなかった。

TLDは追跡の途中で矩形が消えてしまうことがあり、



図-11 軌跡描画結果(KCF)



図-12 軌跡比較(MIL(黄)、BOOSTING(赤))



図-15 飛んでいる鳥の追跡結果(MEDIANFLOW)



図-13 飛んでいる鳥の追跡結果(BOOSTING)



図-16 飛んでいる鳥の追跡結果(TLD)



図-14 飛んでいる鳥の追跡結果(MIL)



図-17 飛んでいる鳥の追跡結果(KCF)

その後再び表示されることもあったが途中からは追跡ができていなかった。軌跡の描画では途中で追跡している位置が突然離れた座標へ飛び、また元の座標へ戻るといった動きをしたため鳥の移動に沿った軌跡の描画を行うことはできなかった。

KCFでは追跡開始後すぐに、表示しているウィンドウが固まり処理自体が止まってしまった。

追跡できたMILとBOOSTINGの軌跡を重ねて表示したものを図-12に示す。

BOOSTINGに比べてMILではトラッカーがぶれている箇所が多いように思われ、BOOSTINGのほうが追跡に適していると考えられる。

飛んでいる鳥の各手法での追跡結果を図-13～図-17に示す。

飛んでいるときの追跡の結果はBOOSTINGとTLDでは追跡と軌跡の描画が行えた。

MILは途中から追跡ができなかった。

MEDIANFLOWは追跡できていたが図-17の位置で処理自体が止まってしまった。

KCFは初めから処理が行われずウィンドウが固まってしまった。

(5) 追跡結果の考察

追跡できたもの、できなかったものそれぞれの理由などについて各トラッカーの特徴から考察する。

BOOSTINGは、初めに与えられた領域を正例として学習し、新しいフレームが読み込まれると前フレームでの対象位置の周辺で識別が行われ、最も正例と一致する場所を新たな対象の位置として更新する。

MILはBOOSTINGと同様な考え方だが、初めの領域だけを正例とするのではなくその周辺から得た領域も含めて複数のサンプルをひとつの集合として正例とする。切り出した対象領域が多いため追跡はしやすいと思われるが、集合の中には対象が領域の中央に位置していないよ

うなものも含まれるために追跡している位置がぶれてしまうことが多くなったのではと考えられる。

KCFはBOOSTINGやMILと異なり、対象位置の周辺からランダムに領域をとり識別するのではなく、1画素ずつ領域を移動させた画像群を解析的に処理して識別を行うものである。このことから追跡の精度はよくなると考えられるが、処理が多くなりすぎてウィンドウがフリーズしたと思われる。

TLDは検出・学習・追跡を毎フレーム行う方法であり、初めの領域から正例となる対象を学習し次のフレームからは画像全体から対象の検出を行う。この際に対象以外のものを検出することや何も検出されないこともあるため、今回の結果のように途中で追跡している矩形が消えたり対象物以外のところに生じたと考えられる。

MEDIANFLOWは追跡対象の領域をグリッド状に分割しグリッド内の点を追跡し点の動きを求め、その中央値から領域の位置を更新する。他の方法と違い対象を正例として学習して識別するのではなく動きの流れを追っているため、直進などの予測しやすく、動きが小さい場合は追跡できるが今回の鳥などの追跡には向いていないと考えられる。

4. まとめ

鳥の検出、追跡を行い追跡方法の差異を調べることができた。また、追跡した動体を解析するプログラムを作

成・実行し、動作することが確認できた。

鳥が飛んでいるかどうかや、動きの速さなどで適している手法が変わるようであることが分かった。

今後は異なるパターンの動画で追跡を行いその差異を調べる。また、3次元での追跡、AIによる検出した鳥の識別を行う予定である。

参考文献

- 1) 中嶋 雅孝, 岡部 求美, 内田 唯史: 環境アセスメントにおける野鳥の評価方法(その2), 環境技術, 26巻, 2号, p157-164
- 2) 響灘ウインドエナジーリサーチパーク建設事業(響灘ウインドエナジーリサーチパーク合同会社) 環境影響評価書 <http://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/000709243.pdf>
- 3) 見上 伸, 高橋 雅也, 戸谷 充雅, 島田 泰夫, 谷口 綾, 西林 直哉, 和田 伸久, 魚崎 耕平: 環境影響評価における鳥類の衝突予測の現状と課題, 風力エネルギー利用シンポジウム, 37巻, p464-467
- 4) アジア航測㈱: ステレオ計測による鳥類の飛翔位置の把握 <http://www.ajiko.co.jp/product/detail/ID4TCIDA39D>
- 5) 村井 祐一, 田坂 裕司, 武田 靖: 応用ステレオPTVによる大気中の飛翔体の3次元計測, 可視化情報学会誌, 29-1巻, 1号, p371
- 6) 環境省, 平成25年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策検討委託業務報告書
- 7) OpenCV <https://opencv.org/>

(2018.8.24 受付)

DEVELOPMENT OF MOVING OBJECT TRACKING SYSTEM FOR ECOSYSTEM RESEARCH

Satoshi KITAMURA, Atsushi NOGAMI and Hiroki NAKAYAMA

We aimed at developing a moving object tracking system that can be used for research of the habitats and behavior areas of animals in ecosystem research. We detected and tracked moving objects from movies taken for birds using OpenCV which is a processing library of images and movies. Various methods for moving object tracking have been developed according to the purpose and various tracking methods are available in OpenCV. In this research, in order to find an optimal method for bird movement, we evaluated tracking accuracy of each method.

As a result of evaluating five kinds of tracking methods, we could track with BOOSTING and MIL but could not track with the other three methods. Comparing the trajectories, MIL has many blurs, so when using BOOSTING it was most accurately tracked.