

複雑背景下で高速に飛翔するコウモリの検出と追跡

杉本 翔¹ 牛尾 和嗟² 杉森 僚太²

藤岡 慧明³ 川嶋 宏彰⁴ 飛龍 志津子⁵ 波部 斉^{6,7}

近畿大学大学院総合理工学研究科¹ 同志社大学生命医科学研究科² 同志社大学研究開発推進機構³

兵庫県立大学大学院情報科学研究科⁴ 同志社大学生命医科学部⁵

近畿大学情報学部⁶ 近畿大学情報学研究所⁷

1. はじめに

コウモリは自ら超音波を発して、その反響音を聞き取ることで周囲の状況や標的の情報を把握している。この特徴はエコーケーションと呼ばれ、そのメカニズムを解明するための取り組みが行われている[1]。

屋外の広い空間でコウモリの動きを捉えるためには撮影映像からのコウモリの検出・追跡が必要になる。しかし、コウモリは夜行性であり、かつ、高速に飛翔するため、暗い映像において複雑な背景から小さく高速に移動するコウモリを発見しなければならない(図 1)。そのため、コウモリの映像を人の目でも見分けるのは困難であり時間もかかる。

本研究では、映像から自動でコウモリを検出・追跡することを目指す。まず、フレーム間差分を用いて複雑な背景の中でコウモリと背景の同化を防ぎ、コウモリを強調した後、物体検出手法 YOLOv5[2]と物体追跡手法 OC-SORT[3]を用いてコウモリの検出・追跡を行う。図 1 の様に小さい・暗い・速いなどの条件の難しい映像を正しく検出・追跡できればあらゆる条件下で有効になり得ると考えられる。



図 1 屋外を飛翔するコウモリの映像

2. 関連研究

我々の先行研究ではコウモリの映像に対して、背景差分による移動物体の抽出と検出を行い、その後、最近傍探索と移動情報を用いた追跡を行った[4]。しかし、この手法では十分な精度が得られない部分があり、また、適用環境毎にチューニングを行わなければならないのが課題であった。

3. 提案手法

今回提案する手法の概要を図 2 に示し、以下その概要を説明する。

3.1 コウモリの強調と背景除去

コウモリは高速で移動するため、映像ではコウモリがブレて背景と同化し、検出に影響することが考えられる。そこで、フレーム間差分を用いて移動物体であるコウモリの位置を抽出し、コウモリの検出精度を向上させる。フレーム間差分では、連続する 3 枚の画像から 2 枚目と 1 枚目の差分画像、3 枚目と 2 枚目の差分画像を作成し、2 枚の差分画像の論理積を計算し、移動する

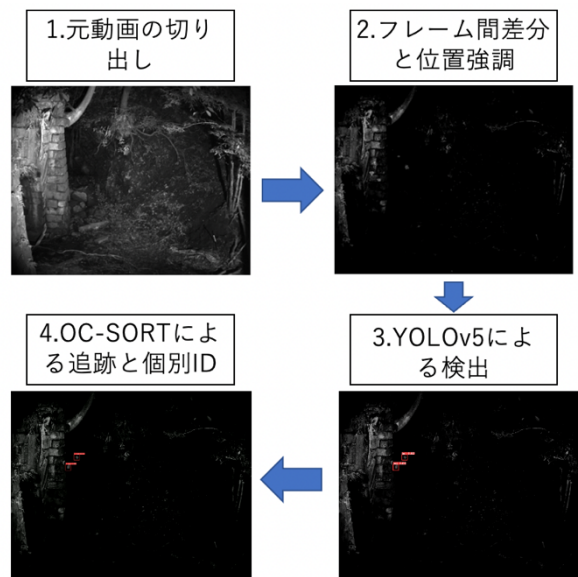


図 2 提案手法の全体像

物体が強調された画像を得る[5]。得られた画像

Flying bats detection and tracking under complex backgrounds

1 KAKERU SUGIMOTO, Kindai University.

2 KAZUSA USIO, RYOUTA SUGIMORI, Doshisha University Graduate School of Life and Medical Sciences.

3 EMYO FUJIOKA, Doshisha University.

4 HIROAKI KAWASHIMA, University of Hyogo.

5 SHIZUKO HIRYU, Doshisha University.

6,7 HITOSHI HABE, Kindai University

はごま塩ノイズが発生するので、縮小・膨張処理を行うことでごま塩ノイズを除去する。最後に、この処理によって移動物体が存在すると判定された画素では元画像の明るさを+30し、それ以外では明るさを-100する。この画像を次の検出処理で利用する。

3.2 検出と追跡

先に説明した処理で求めた画像に YOLOv5 を適用してコウモリを検出する。さらに、その検出結果を用いて OC-SORT でコウモリの位置追跡を行う。OC-SORT(Observation-Centric SORT)は2022年3月に Cao らが発表した追跡手法で、「motion modeling」型と呼ばれるトラッキングモデルで物体のそれまでの動きから物体の動きを予測するので物体が別の物体で遮蔽されたとしても正しくトラッキングすることができるため、個体同士で重なり合うことや、背景で遮蔽される今回のデータの条件に適していると考えられる。

3. 実験

実験ではフレーム間差分の効果を見るため、フレーム間差分を行った場合と、行わない場合の2つの場合でそれぞれ YOLOv5 によるコウモリの検出の精度評価を行い、OC-SORT によるコウモリの追跡結果を評価する。検出ではあらかじめ用意したアノテーションデータで学習した YOLOv5 を用いる。学習では10秒間の映像を300枚にした画像を用い、epoch数は300とした。追跡では YOLOv5 で用いた重みファイルを用いて OC-SORT を実行させる。

4. 結果と考察

図3は YOLOv5 によるコウモリ検出結果の一例であり、フレーム間差分を行った場合と、行わない場合を示している。評価結果をまとめると表1となる。表1から分かるようにフレーム間差分を行うことで Recall、mAP 共に約16ポイント向上した。しかし、Recall値は未だ56%と低い。主な原因として動きの小さい個体や奥行きに移動する個体のフレーム間差分での個体抽出が出来ておらずそれにより検出が出来なかったと考えられる。また追跡では OC-SORT を用いた結果、コウモリが重なることによる追跡の誤検出を減らすことができたが、検出に対する依存性が高く、検出ができてないフレームが途中である場合だと違う個体と識別されてしまうことがある。

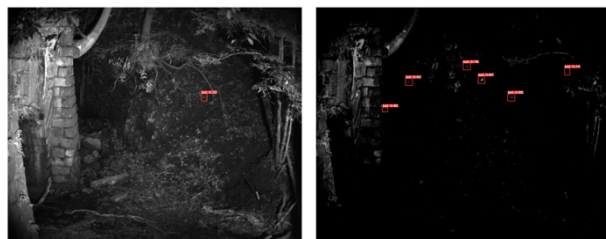


図2 差分なし(左), 差分あり(右)

表1 検出結果の評価

フレーム間差分	Precision	Recall	mAP50
なし	88.0%	39.9%	45.5%
あり	83.1%	55.9%	61.4%

5. まとめ

複雑背景化で高速に飛翔するコウモリに対して、フレーム間差分を用いてコウモリを強調した後 YOLOv5 による検出を行ってより良い結果を示すことができた。また、追跡では OC-SORT を用いることで物体同士の重なりには強くなったがまだ課題は残る。今後の課題としては、検出では動きの小さいコウモリをデータセット段階で抽出して、その物体が検出できるように改良することが挙げられる。追跡では途中で検出されなかった個体があっても追跡が途切れない様に補正していく必要がある。

本研究の一部は科研費 JP21H05302 の補助を受けて行った。

参考文献

- [1] K.Hase et al., Bats enhance their call identities to solve the cocktail party problem, Communications Biology, volume1, Article number: 39, 2018
- [2] Ultralytics YOLOv5:
<https://github.com/ultralytics/yolov5>
(accessed on 30 November 2022)
- [3] Cao, Jinkun, Weng, Xinshuo, Khirodkar, Rawal, Pang, Jiangmiao, Kitani, Kris. Observation-centric sort: Rethinking sort for robust multi-object tracking. arXiv preprint arXiv:2203.14360, 2022.
- [4] 神山恭祐, 藤岡慧明, 福代水三華, 飛龍志津子, 波部斉. ステレオカメラ映像による飛翔するコウモリの検出と追跡 (VIEW), 2020.
- [5] 中島太知, 藪田義人. フレーム間差分法を用いた移動物体の検出に関する研究. 精密工学会学術講演会講演論文集, Vol. 2019A, pp. 104-105, 2019.