

魚同士の重なり判定の改良による高精度複数個体追跡

三宅 奏壱朗[†] 新里 高行^{††} 川嶋 宏彰[‡] 波部 齊^{‡‡, †††}
 近畿大学大学院総合理工学研究科[†] 筑波大学システム情報系^{††}
 兵庫県立大学情報科学研究科[‡] 近畿大学情報学部^{‡‡} 近畿大学情報学研究所^{†††}

1. はじめに

対象生物の移動軌跡は、生物学での生態調査、習性調査において非常に重要な情報の一つとなり、映像から移動軌跡を獲得する試みが多くなされている。映像中で移動軌跡を得るためには二つの段階がある。まず対象生物を検出し、次に時刻間で同一個体の軌跡を対応付ける。検出、対応付けのどちらとも対象となる魚の領域を囲う外接矩形（バウンディングボックス）を用いて処理を行うことが多い。通常、バウンディングボックスは画像の座標軸に沿って設定されるが、本研究で扱うような上から対象生物（魚）を俯瞰するような場合は、対象生物が画像の縦軸・横軸に対して斜め向きを向くことがある。これによりバウンディングボックスが必要以上に大きくなってそれらが重なり、ある個体と別個体のバウンディングボックスが重なって対応付けに失敗してしまうことがある。そこで本稿ではバウンディングボックスを魚の体の角度に合うように傾け、正確に重なりを判定できるようにし、個体追跡の精度を向上させる（図1）。このように設定したバウンディングボックスを回転バウンディングボックスと呼ぶ。

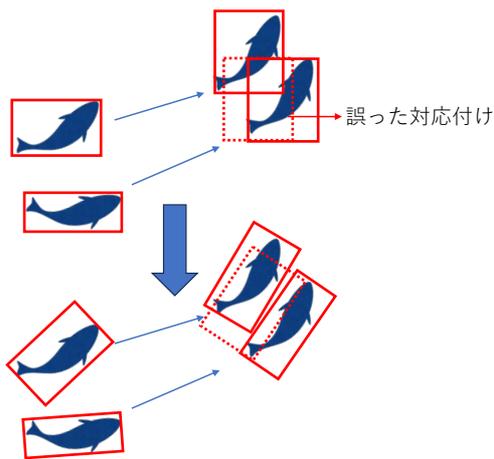


図1 本研究の貢献

2. 俯瞰映像中を遊泳する魚の検出と追跡

本研究では、複数物体の検出と追跡に広く使われている、SORT (Simple Online and Realtime Tracking) [1]を用いて魚を追跡する。その概要を図2に示す。

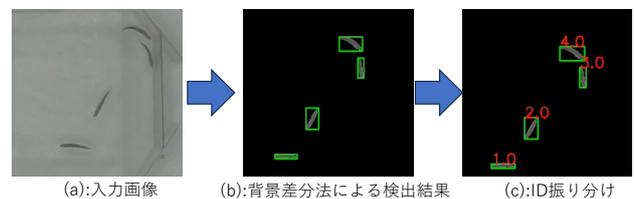


図2 追跡の概要

2-1. SORT を用いた追跡

SORT では、任意の物体検出アルゴリズムを適用できるが、通常は YOLO を始めとする機械学習を用いる。そこでは、バウンディングボックス（以下、BBox）を単位として対象物体を検出する [2]。バウンディングボックスの各辺は画像の縦軸・横軸に水平になっている。各時刻における画像に対して、物体検出を適用して BBox を得る。

次いで、時刻間で BBox 同士の対応付けを行って時系列での移動軌跡を得る。ここでは、カルマンフィルタによって時刻 t の BBox の時刻 $t+1$ での位置を予測したあと、時刻 $t+1$ で検出されている BBox との近さを評価する。このときに、BBox の重なり度合いを表す Intersection over Union (以下、IoU) を評価指標とする (図3)。

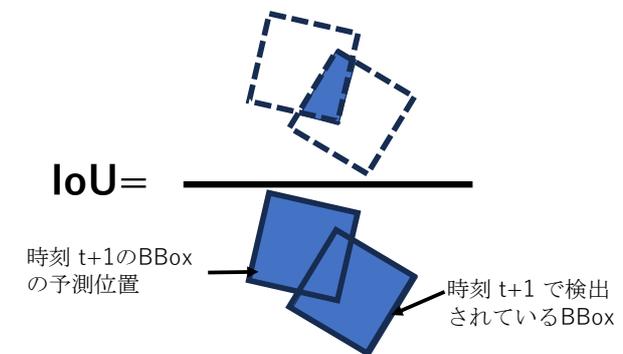


図3 IoU の算出方法

Improved Overlap Calculation of Multiple Fish for Accurate Tracking

1 SOICHIRO MIYAKE, Graduate School of Science and Engineering, Kindai University.

2 TAKAYUKI NIIZATO, University of Tsukuba.

3 HIROAKI KAWASHIMA, University of Hyogo.

4 HITOSHI HABE, Kindai University.

2-2. 回転 BBox による重なり判定の改良

図 1 に示したように、通常の BBox では時刻間での対応付けにおいて誤りが発生する。そこで、本研究では個体の向きに合わせてバウンディングボックスを回転させ、この問題に対処する。

回転 BBox を得るには、対象とする魚の領域を正確に抽出する必要がある。ここでは、背景差分を用いて魚領域を検出する。背景差分はあらかじめ作成した背景画像と入力画像の差分を計算する単純な手法であり、背景にわずかな変動があるとそれを誤検出する。しかし、今回扱う映像は図 4 に示すように、背景が水槽の底面で動くものがないため大きな問題はない。

次いで、背景差分で求めた二値画像に対し、キャリパー法 (Rotating Calipers) を適用して検出された点の間で最も距離が遠いペアを求める。これを回転 BBox の長辺の長さとする。また領域を囲む 4 点から、回転 BBox の辺の傾き角度を求める。こうして得られた角度と辺の長さの情報を元に回転 BBox を求める (図 4)。

通常の BBox を表現する頂点座標と幅、高さに加えて、傾き角度 θ を加えると回転 BBox を表現できる。そこで、SORT で時間経過による移動を予測するためのカルマンフィルタでは θ を予測対象に加える。

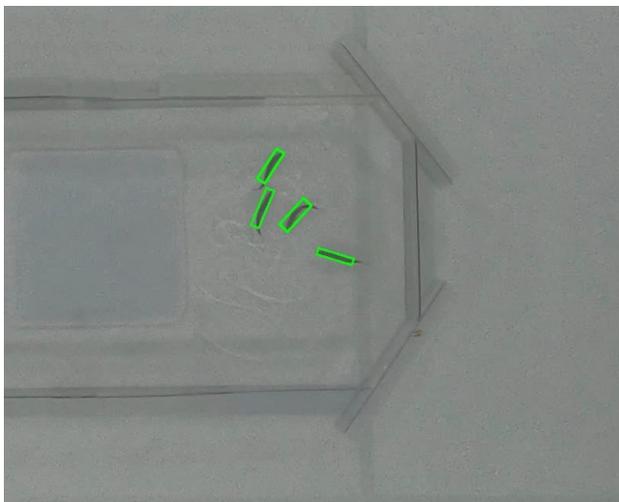


図 4 回転バウンディングボックスによる検出

3. 実験

3-1. 実験条件

先述の通り、今回はアユが 4 匹泳ぐ様子を俯瞰して撮影した映像 (3~20 秒程度) を複数用いる。図 4 はその一例である。これを用いて回転 BBox を用いた SORT での追跡実験を行う。検出には背景差分法を用いる。表 1 に映像の詳細を示す。

表 1. 映像の詳細

使用したカメラ	GoPR011
解像度	5312×3984 画素
アユの数	4
フレームレート	29fps

3-2. 結果

結果を図 5 に示す。図では、検出・追跡されている回転 BBox を緑色の矩形で示し、重畳表示している数字が追跡中の ID を示す。これらを見ると、遊泳する魚が様々な向きを向いても、ID が変化しておらず、俯瞰映像中を泳ぐアユを正しく追跡できていることが分かる。

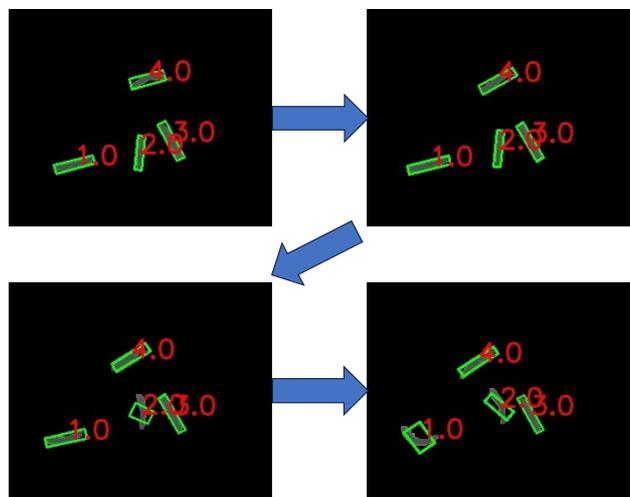


図 5 回転 BBox による追跡結果

4. まとめ

水槽を上から覗いた俯瞰映像での魚の追跡には、魚の体の角度に合わせた回転バウンディングボックスを利用した追跡が有効であることがわかった。現状では、カルマンフィルタによる時系列予想が回転バウンディングボックスに最適化できていないので、より適した予測モデルを採用してさらに精度を向上させることが課題である。

本研究の一部は科研費 JP21H05302, JP23K11158 の補助を受けて行った。

参考文献

[1] A. Bewley et al., "Simple online and realtime tracking", ICIP 2016.
 [2] J. Redmon et al., "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", CVPR 2016, pp. 779-788