

## クロマグロ稚魚のバースト発生時における移動軌跡の獲得

鈴木 励<sup>†</sup> 波部 齊<sup>†</sup> 阿部 孝司<sup>†</sup> 井口 信和<sup>†</sup>近畿大学理工学部情報学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

クロマグロの養殖過程において、孵化して成魚となるまでにその多くが死んでしまう[1]. その原因の一つは稚魚期に水槽の壁面などに衝突してしまうことである. クロマグロの稚魚は遊泳中に、何らかの刺激に反応して急激な遊泳速度の上昇(以降バーストとする)を起こすことがある. これにより多くの稚魚が衝突死してしまうため、バーストの発生原因の解明が必要とされている. そのためには長時間のバースト発生時の状況記録を行い、バースト発生の原因に関わったと考えられる事柄を特定することが必要になるが、長時間の水槽の監視を人の眼で行うには非常に手間がかかるため、その作業を人力で行うことは非現実的である.

それに対して我々はクロマグロ稚魚の遊泳映像から局所特徴量を算出し、SVM を用いてバースト通常遊泳の 2 クラス分類を映像ごとに行う手法を提案している[2]. しかし、より詳細なバーストの発生原因を特定するためには稚魚一匹ごとのバーストの判別が必要である. そこで、本研究では稚魚ごとにバーストの判別を行うための手法として映像から稚魚の移動軌跡を獲得する手法を提案し、その有用性を確かめる実験を行った.

## 2. 提案手法

稚魚ごとにバーストの判別を行うためには稚魚の移動軌跡情報が必要となる. 本研究では、クロマグロ稚魚のバースト時の個体追跡を可能にする手法として、CNN によるヒートマップ推定と最近傍探索およびパーティクルフィルタによる対応づけを用いて、稚魚の遊泳映像からバースト時の稚魚の移動軌跡を自動で獲得する手法を提案する.

## 2.1. CNN を用いたヒートマップ推定

稚魚の遊泳映像から各フレーム中の稚魚の検出を行うための手法として [3]と同様の CNN を

Motion Trajectory Acquisition for Pacific Bluefin Tuna Fry on Burst Swimming

<sup>†</sup>Faculty of Science and Engineering, Department of Informatics, Kindai University

用いたヒートマップ推定を行う. ヒートマップとは入力画像を元に稚魚の存在する確信度をピクセルごとに表したものである. 稚魚が存在する座標が最大の確信度となり、個体から離れるにつれて確信度も低くなっていく. 図1(a)は入力画像、図1(b)は生成するヒートマップを示す.

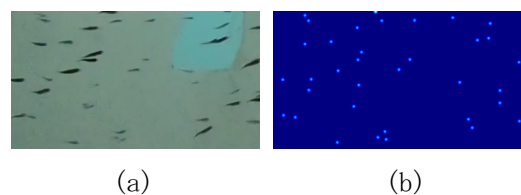


図1: ヒートマップの例

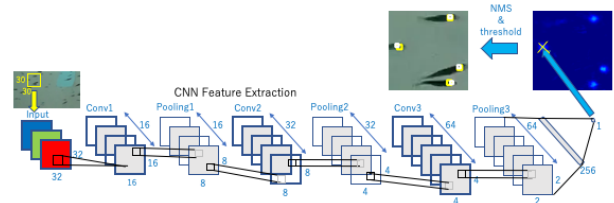


図2: 稚魚の個体検出の流れ

図2に稚魚の個体検出の流れを示す. 入力画像から縦横 30 ピクセルの局所画像を切り出し CNN によって特徴抽出を行う. その後、結合層で得られた確信度に対応する画素値をヒートマップに反映する. その画素値が閾値を超えていた場合、その座標に稚魚が存在すると推定するが、その際決められた領域内に閾値を超えた画素が複数存在した場合、その領域内で最も確信度が高い 1 画素を抽出する. これにより、ある稚魚の存在する座標を一点に絞ることができる.

## 2.2. 最近傍探索による対応づけ

稚魚ごとに追跡を行うための手法として最近傍探索を用いる. 最近傍探索とは、時刻  $t-1$  のフレームのある 1 個体を指定し、その位置と時刻  $t$  のフレームの全個体の位置を比べて一番距離の小さい個体を、指定した個体と同一個体として対応づける手法である. 本手法では処理速度の向上のために全個体の位置との比較は行わず、あらかじめ決めた閾値以下の距離に存在する個体との比較を行う.

### 2.3. パーティクルフィルタによる対応づけ

もう一つの対応づけの手法としてパーティクルフィルタを採用する. パーティクルフィルタとは状態推定アルゴリズムの一つである [4]. 本手法では検出された稚魚の位置を観測値として, 各フレームでの位置推定を行う. また重みを生成する際に参照する尤度は生成したヒートマップの決められた範囲の領域に存在する, 閾値内の画素値を持つピクセルの数から求める.

最近傍探索ではバースト時の速度上昇途中などの大きく移動していない場合に有効であるが, 稚魚が交差する場合には有効でなく, 一方パーティクルフィルタでは稚魚が交差する場合で有効であるが, バースト時に大きく遊泳方向が変わる場合には有効でないと考えられる.

## 3. 実験

### 3.1. データセット

実験には近畿大学水産研究所で撮影した, 水槽でバースト遊泳中のクロマグロ稚魚の映像を用いる. 映像中には波による水面の揺らぎや光の反射が写り込んでいるため, 可能な限り魚影が不鮮明でない部分を縦横が  $360 \times 640$  となるように切り取り, データセットとする. 学習データの映像は全 90 フレーム, テストデータの映像は全 60 フレームである. データセットとした映像のフレーム画像を図3に示す.



図3: 使用するフレーム画像

### 3.2. 実験手順

作成したデータセットを用いて CNN モデルの学習を行い, その学習済みモデルを用いてテスト用映像で稚魚の検出を行った. その後, 最近傍探索とパーティクルフィルタの 2 つの手法で稚魚の追跡を行った. 追跡は稚魚が映っている全フレームにおいて, あらかじめ記録しておいた, その個体の正しい座標の周囲 20 ピクセル以内の稚魚の座標を対応づけられていれば成功とし, 追跡の実験結果は使用した映像中に稚魚の全個体数に対して追跡できた稚魚の個体数で評価し, 2 つの追跡手法の有効性を確かめる.

### 3.3. 実験結果・考察

表 1: 追跡結果

追跡手法	全個体数 (匹)	追跡成功数 (匹)
最近傍探索	92	11
パーティクルフィルタ		5

追跡結果を表 1に示す. 各フレームでの稚魚の検出が十分でなかったため, どちらの追跡手法を用いた場合でも成功数は少ないものとなったと考えられる. また今回の実験では最近傍探索で追跡成功した個体とパーティクルフィルタで追跡成功した個体は全く違ったものであり, 両方の追跡手法が有効であったと考えられる. このことから両方の追跡手法を組み合わせる用いることが有用と考えられる.

## 4. まとめ

本稿ではバースト時の稚魚の個体追跡手法として 2 つを検討した. 実験の結果, どちらとも有効であると示す結果ではなかったが, 新たに検討すべき追跡手法を発見できた. 今後の課題として稚魚の検出手法の精度向上と新たに発見した追跡手法の検討が必要であると考えられる.

## 5. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H04939, JP17K00256の助成を受けて行った.

## 参考文献

- [1] 家戸, “近畿大学における世界初のクロマグロの完全養殖達成とその産業化について,” 21 世紀 Wakayama: 和歌山社会経済研究所報, 74 巻, pp. 9--12, 2013.
- [2] 中辻, “映像中の群れの動き検知によるマグロ稚魚のバースト検出,” 近畿大学理工学部情報学科卒業研究報告書, 2018.
- [3] 村田他, “実用的な大規模魚群中の個体検出手法の検討,” IPSJ 第 81 回全国大会, 2019.
- [4] 矢野, “粒子フィルタの基礎と応用: フィルタ・平滑化・パラメータ推定,” 日本統計学会誌, 44 巻, 1 号, pp. 189--216, 2014.