

水産資源調査の自動化に向けた魚種・魚体長推定 システム開発と有効性検証

鈴木智也*
福井大学*

加藤拓也†

水野大祐†

長谷川達人†

福井大学大学院†

仲野大地‡

梶原大郁‡

福井県水産試験場‡

1 はじめに

水産庁は資源管理のために水産資源調査・評価を行っている。資源調査の一つに漁獲物の体長測定があるが、現在は市場等で手作業により行われているため手間がかかる。魚体長測定にかかる時間を短縮するため、既に長谷川らによって深層学習を用いた魚領域検出、魚種判別、魚体長推定に関する研究 [1-3] がある。魚領域検出 [1] では基盤モデルを用いたインスタンスセグメンテーションを使用することで、追加訓練なしでも魚領域の検出が実現されている。魚種判別 [2] では Swin Transformer を用いて約 30 万枚の魚類画像で訓練を行うことにより、追加データなしでも高精度な判別モデルが実現されている。魚体長推定 [3] では、Keypoint R-CNN を独自のデータセットにより訓練することで魚に特化した魚種に依らないキーポイント検出モデルが実現されている。画像のキーポイントから実際の距離を計算するには、画像の深度情報を用いる方法が有効である。深度が測定可能なデバイスとして、Intel 社の RealSense や Apple 社の一部の iPhone が挙げられる。RealSense D435i ではステレオカメラを用いて視差から深度を計算する。また、iPhone 14 Pro では LiDAR により深度を測定する。

上記より、魚種判別や魚のキーポイントから魚体長を計算することは可能である。しかし魚の撮影から推定、結果の表示までを一体化したシステムは開発されていない。また、既存研究では実運用が考慮されておらず実運用時のスループット、推定精度及びユーザビリティの評価がなされていない。本研究では、一体化した魚種・魚体長推定システムの開発、及び推定精度の評価検証を目的とする。最終的には、本システムにより市場での資源調査を自動化し調査業務の負担軽減、及び即時性の向上を目標とする。

Development and validation of a fish species and length estimation system for automated fisheries resource surveys

* Suzuki Tomoya · University of Fukui

† Kato Takuya, Mizuno Daisuke, Hasegawa Tatsuhito · Graduate School of Engineering, University of Fukui

‡ Nakano Daichi, Kajiwara Masahumi · Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station

2 提案手法

本研究では、カメラで魚を撮影した画像から深層学習モデルによる推論、及び結果を表示するシステムを開発する。実運用においては測定時に本システムを持ち歩くことも想定されるが、推論モデルの実行には移動が困難な高性能コンピュータが必要である。そこで、推論部分をネットワークに配置したサーバ上にて処理することで魚撮影用デバイスの小型・軽量化を提案する。

提案手法の概要を図 1 に示す。まず、撮影用デバイスで魚を撮影し推論サーバに送信する。サーバでは先行研究 [1-3] のモデルを動作させ、魚種・キーポイント情報を撮影用デバイスにレスポンスとして返す。最後に、キーポイント情報とデバイスから得られる深度情報を用いて魚体長を計算し、撮影用デバイスにて魚種と魚体長を表示する。なお、魚体長は尾叉長（口先から尾叉までの長さ）と全長（口先から尾びれの先までの長さ）の 2 種類を求める。

3 評価実験

提案手法による魚種・魚体長推定精度を検証する。撮影用デバイスには、RealSense D435i を接続したノートパソコン（以下、Realsense）と LiDAR を搭載した iPhone 14 Pro（以下、iPhone）の 2 種類を使用し比較を行う。魚体長推定値には、キーポイントに対応するワールド座標を各デバイスで取得し、そのユークリッド距離を用いる。なお、ワールド座標の取得にはそれぞれ既存のライブラリ pyrealsense2 (RealSense), RealityKit (iPhone)

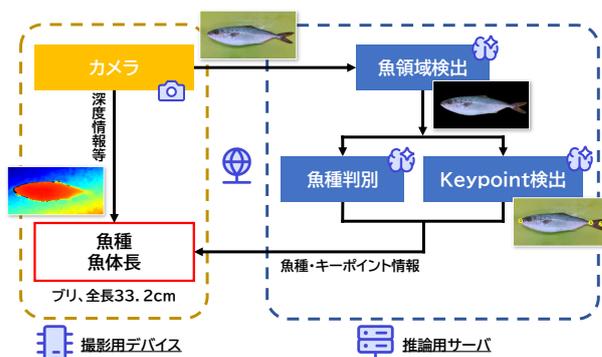


図 1 魚種・魚体長推定システムの概要図

表 1 デバイス・魚種ごとの魚種推定精度 (%)

| デバイス | サワラ | マアジ |
|-----------------|--------|--------|
| RealSense | 94.12 | 95.83 |
| iPhone | 100.00 | 100.00 |
| RealSense(補正済み) | 100.00 | 100.00 |

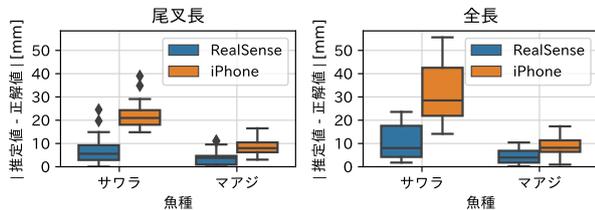


図 2 絶対誤差で比較した魚体長推定値

を利用する。推論用サーバには NVIDIA GeForce RTX 4090 を搭載した PC を使用する。

福井県水産試験場に協力を頂き、精密測定時に RealSense と iPhone の両方で魚種・魚体長の推定を行った。測定対象はサワラ 20 匹とマアジ (小アジ)24 匹で、魚体長の正解値には水産試験場の職員が手動で測定したデータを使用する。但し、木村 [4] によると手動の測定値には尾叉長で 0.99 mm, 全長で 1.40 mm の標準偏差がある。そこで推定誤差の許容範囲として先述した標準偏差を用いる。

4 結果・考察

4.1 魚種推定

各デバイスの魚種推定精度を表 1 に示す。表 1 より、iPhone に比べ RealSense の精度が低いことが確認できる。これは、RealSense で撮影した画像の色調が異なっていることが原因と考えられる。そこで RealSense の画像を現実の色調に近くなるように調整したところ、表 1 の RealSense(補正済み) に示すように正しく魚種を判別するようになった。

4.2 魚体長推定

絶対誤差で比較したデバイス・魚種ごとの魚体長推定値を図 2 に示す。デバイスで比較すると iPhone に比べ RealSense の誤差が小さく、魚種で比較するとサワラに比べマアジの誤差が小さかった。さらに、いずれの中央値も第 3 節で示す許容範囲を超えていた。

今回測定した魚の全長はサワラが平均 469mm, マアジが平均 143mm と差があり、魚体長の違いが誤差に影響していることが考えられる。そこでデバイスごとの正解値と誤差の関係を図 3 に示す。相関係数 r より、RealSense が 0.251 でやや相関関係にあり、iPhone が 0.794 で強い相関関係にあることが分かった。このこと

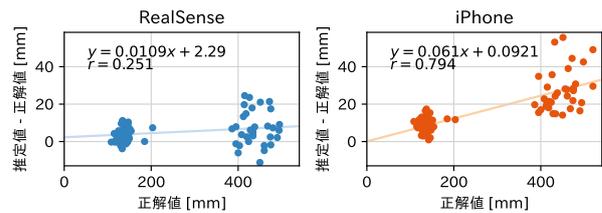


図 3 デバイスごとの正解値と誤差の関係

から推定値の誤差は長さに比例しており、体長の大きいサワラの誤差が大きくなったと考えられる。

また、iPhone と RealSense のキーポイントを目視にて確認したところ口先や尾叉、尾びれの先も正しく推論できており、両デバイス間でも大きな違いは見られなかった。そのため、デバイスによる誤差の原因としてキーポイントからワールド座標への変換部分に問題があることが考えられる。加えて、両デバイスに長さに比例した誤差もあることから、RGB 画像と深度画像にデバイス固有の歪みがあり、実際とは異なったワールド座標を算出してしまうことがデバイス間誤差の一因と考えられる。

5 まとめ・今後の課題

本研究では魚種・魚体長推定システムの開発を行い、推定精度についての評価を行った。今回の実験により、魚種推定精度はカメラによる色調の違いを調整することで高い精度を得られることが確認できた。しかし、魚体長推定は実運用時の許容範囲を超えて、長さに比例する誤差が確認された。また、測定デバイス間での誤差が大きく異なっており、RGB 画像と深度画像にデバイス固有の歪みがあることが一因であると考えられる。

今後の課題として魚体長推定の誤差がある。そのため、キャリブレーションシートを用いた検証などを行い、デバイスや長さによる原因の解明を行っていきたい。

謝辞 本研究は、JST ACT-X(JPMJAX20AJ) の支援を受けたものであり、ここに感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 長谷川 達人, 益本 英明, and 瀬能 宏. 深層学習を用いた魚種の自動判別における背景除去の影響. In 第 22 回情報科学技術フォーラム (FIT2023), 9 2023.
- [2] 長谷川 達人, 近藤 圭, and 瀬能 宏. 様々な産地市場に転用可能な魚種の自動判別モデル. In DICOMO2023 シンポジウム, 7 2023.
- [3] 長谷川 達人. 資源調査の自動化に向けた魚画像の汎用キーポイント検出モデルの開発. In 令和 5 年度公益財団法人日本水産学会秋季大会, 9 2023.
- [4] 木村 喜之助. 標準体長として測るべき魚体の部位に就いて. 東北海区水産研究所研究報告, (7):1-11, 03 1956.