

## 魚探音響画像に基づく魚種推定モデルの検証

## Verification of Fish Species Estimation Model Based on Echo Sounder Image

平間友大 \*1

Yudai Hirama

横山想一郎 \*1

Soichiro Yokoyama

山下倫央 \*1

Tomohisa Yamashita

川村秀憲 \*1

Hidenori Kawamura

鈴木恵二 \*2

Keiji Suzuki

和田雅昭 \*2

Masaaki Wada

\*1北海道大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Science and Technology Hokkaido University

\*2公立はこだて未来大学

Future University Hakodate

The overfishing and depletion of marine resources including tuna have become problems in Japan. Managing to marine resource is necessary to increase catch amount. However, set-net is difficult to separate fish species. Therefore, this research used a sonar image obtained by an echo sounder installed in a set-net. We verify of fish species estimation model based on echo sounder image.

## 1. はじめに

日本の漁獲量は 1989 年以降減少を続けており、水産資源の乱獲や枯渇が問題となっている。乱獲によって個体数が減れば卵を産む母数が減ることに繋がるため、小さい個体に関しては逃がせるよう漁獲網の網目を大きくしたり、獲る魚種を選ぶなど漁業者ごとに対策が行われている。また、魚種ごとに漁獲量を制限する基準を設けた TAC（漁獲可能量制度）による水産資源の管理体制を整えられてきた。しかし、定置網漁法といった受動的漁法に関しては魚種を選ぶことができず、網をあげる（網起こし）までどんな魚がどれくらい入っているのかわからないのが現状である（図 1）。2017 年には北海道の定置網漁法によって産卵前の太平洋クロマグロ（30kg 以下の個体をメジマグロと呼ぶ）の漁獲量が国際規定で定められた基準を越えているなど、水産資源の管理が課題になっている。そこで、定置網漁場に魚群探知機を設置し、定置網に入った魚を可視化する取り組みが行われている [Wada 2015]。魚群探知機から得られる音響画像から魚種を認識するシステムを開発することで、定置網を解放して魚を逃がすなど、水産資源管理に役立てることができると考えられる。さらに、網起こし前に魚種・漁獲量を推定することで船員の調整や運送コストの最適化などのメリットも見込まれる。

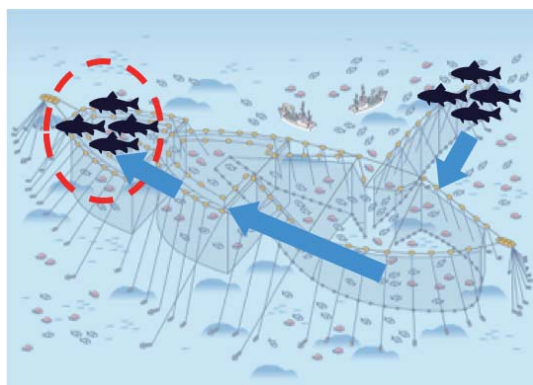


図 1: 定置網漁場のイメージ図

## 2. 実験環境と魚探音響画像

北海道函館市木直漁港の定置網漁場に設置された魚群探知機からデータをサーバーに送信するシステムが開発されている [Wada 2015]。この定置網の外周は約 150m であり、魚群探知機は網上に設置されている。

この魚群探知機は 3 秒ごとに音波を発射し、その時刻と受信した反射の強度を含めたデータを 24 時間サーバーに蓄積している。海中の様子を深さ 0.2343m 間隔で捉え、反応強度を 256 階調で表す。音響データはこの反応強度と音波発射時刻をまとめたものである。音響データを画像化（音響画像）する際、反応強度を画素値と捉え、255 を白色、0 を黒色のグレースケールとした。（図 2）のグレー画像が音響画像であり、魚の泳ぐ速さや習性が魚影に現れていることがわかる。

現状では 2015-16 年の 243 日分の音響画像と、獲れた魚種と漁獲量（漁獲リスト）が記録されている。この期間内に観測された魚種は、36 種類である。漁獲リストを参考にすると 1 日に平均 12 魚種が漁獲されており、各魚種が混ざって定置網内に入ることが予想される。音響画像から魚種を特定する際、複数の魚種が映っていることを踏まえ、システムを構成する必要がある。

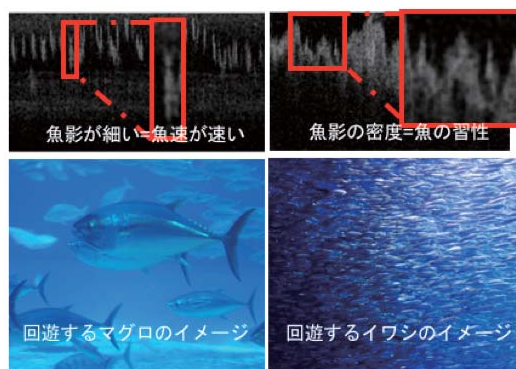


図 2: 魚種ごとの音響画像の特徴

## 3. 提案手法

従来の研究 [Hirama 2017] から、CNN [Krizhevsky 2012] が音響画像から魚種推定を行うことができることを示している。

連絡先: 平間友大 北海道大学情報科学研究科  
Email: yhirama@complex.ist.hokudai.ac.jp

音響画像を入力とし、その画像に映っている魚種を出力とする教師あり学習を行い、テスト画像に対して魚種判別を行う推定モデルを作成している。本研究では、この手法を用いてメジマグロを対象としたテストデータに対するシミュレーションを行う。テストに用いる音響画像は網起こしの4時間前から4時間分の画像であり、これは実際に音響画像に映った魚影が漁獲リストにあることの整合性をとるために決定されている。4時間分の画像に対してメジマグロと判別した画像の割合を判別割合とし、この値を閾値として網を解放するかどうかを決定する手法を用いる。

### 3.1 畳み込みニューラルネットワーク (CNN)

CNN は畳み込み層とプーリング層による画像の特徴抽出、ニューラルネットワークによる各特徴の重み付けを行い出力値を計算する構造を持っており、学習には大量のデータを必要とすることが一般的である。本研究では音響画像から魚種を判別することを目的とするため、音響画像を入力、判別対象の各クラスの存在確率  $X$  を出力し、最も高いものを選択する。本研究では、その他とメジマグロの2クラス分類を行う (図3)。

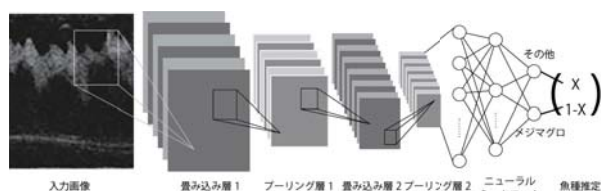


図 3: 畳み込みニューラルネットワーク

## 4. 教師データの作成

学習に必要な入力画像のセグメント化とアノテーションを行い、教師データを作成する。

音響画像からメジマグロと思われる範囲を目視によって抽出する。全漁獲データ 243 日中、メジマグロの漁獲があるのは 25 日間である。その中でも目視可能な 300kg 以上の漁獲のある音響画像 8 日間を学習・検証の対象とし、アノテーションを行う。また、メジマグロではない負例のその他の音響画像は、メジマグロの漁獲がない日からランダムで 8 日間抽出する。

本実験では、横 25 × 縦 165 ピクセルにセグメントした、定置網内の情報に例えると 75 秒間、水深約 39 メートルの範囲の海中の様子を捉えたものとなる。これを 1 枚の画像とし、音響データにエラーがある時間帯は画像化しない。生成した画像枚数は、メジマグロ約 2 万枚、その他約 2 万枚である。このうち約 3 万枚を学習データとし、残り約 1 万枚を検証データとする。

## 5. 実験結果と考察

メジマグロ画像とその他の画像合わせて 12 日間を学習データ、4 日間を検証データとした 4 分割交差検証を行った。最も精度の高いモデルにおいて、2epoch 時に約 86 % の正答率を示した。3. で述べた判別割合を閾値とし、メジマグロの漁獲削減量と誤判別によるその他の魚種の損失量を (図 4) に示す。判別割合 0.3 を閾値とした場合、メジマグロの削減量は過去 2 年間で 4,494/5,395(kg) であり、誤判別によるその他の損失量は 180,439kg/548,720(kg) となった。メジマグロの削減量と誤判別によるその他の魚種の損失量はトレードオフの関係であ

る。しかし、誤判別した画像は検証データに含まれていないパターンでの負例画像が多く、学習で用いる負例画像を十分に検証していく必要があると考えられる。

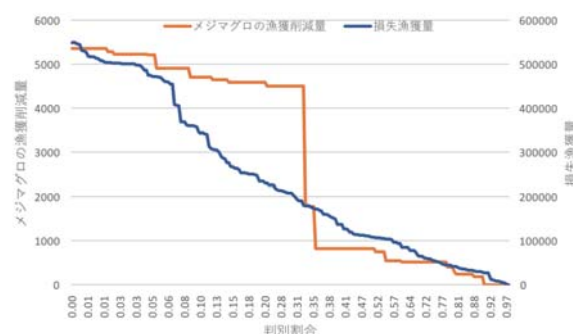


図 4: 判別割合によるメジマグロの削減量と損失量

## 6. まとめ

メジマグロをはじめとした水産資源管理により、定置網漁場などの受動的漁法では魚種推定システムが求められている。そこで、定置網内に魚群探知機を設置し、CNN を用いて魚探音響画像を学習して魚種推定モデルを作成した。検証データにおいて 86 % の判別精度を得たが、テストデータから誤判別の改善には負例データを十分に設計する必要があることが分かった。今後は負例データの検証や、漁業者による教師データのアノテーションを行っていく。

## 謝辞

本研究は、公益財団法人北海道科学技術総合振興センター「地域産学官 AI/IoT 実証モデル委託事業」の支援により実施しています。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- [Wada 2015] Ramadhona Saville, Katsumori Hatanaka, Masaaki Wada: ICT application of real-time monitoring and estimation system for set-net fishery, Proceedings of OCEANS'15 MTS/IEEE Washington(2015).
- [Hirama 2017] Yudai Hirma, Soichiro Yokoyama, Tomohisa Yamashita, Hidenori Kawamura, Keiji Suzuki, Masaaki Wada: Discriminating Fish Species by a Echo Sounder in a Set-Net Using a CNN, The 21st Asia Pacific Symposium on Intelligent and Evolutionary Systems(2017).
- [Krizhevsky 2012] Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton: Imagenet classification with deep convolutional neural networks, Advances in Neural Information Processing Systems(2012).