

## 2. 画像解析技術開発

### (1) 画像解析による生物情報収集技術の開発

[参画機関] 水産研究・教育機構 水産資源研究所 漁業情報解析部 情報企画 G

[対象魚種] 全魚種系群

[対象漁業] 全漁業種類

[実施計画]

小課題 1： 画像解析による漁獲物の状態推定に関する実証実験

#### ① 漁獲物の状態に関する属性付き教師データの収集

画像解析を用いることで、比較的少ない労力で漁獲物の魚種判別や尾数推定を行うことができる。しかし、水揚げ時の画像においては、魚種や尾数だけでなく同時に漁獲物の状態に関する情報を得ることは重要である。例えば、魚体の可視割合や可視部位といった状態の情報を得ることができれば、魚体同士の重なりや作業者による遮蔽により生じる推定尾数の過小評価を補正できる可能性がある。また、魚体の向きといった体勢に関する情報は得ることができれば、より正確な体長推定につながる可能性がある。本課題では、漁獲物の状態推定を行う深層学習モデルを開発するため、漁獲物の状態（可視割合や可視部位等）に関する属性付き教師データの収集を行う。教師データの収集は主に小田原漁港で行うことを予定している。

#### ② 漁獲物の状態推定を行う深層学習モデルの開発

魚種判別と同時に漁獲物の状態の推定を行う深層学習モデルを開発する。モデルの開発後、①で得られた教師データを学習させ、漁獲物の状態が正確に推定できるか検証実験を行う。また、誤った状態推定を行った画像から問題点の洗い出しを行い、教師データの収集と深層学習モデルの開発にフィードバックする。

小課題 2： 画像解析システムの試験的構築

#### ① 教師データの収集

画像解析システムの中核をなす深層学習モデルのパラメータを調整するため、必要な教師データを収集する。現在資源評価および拡大魚種の対象となっている種について、まとまって画像が得られた種から教師データ化を進める。漁獲量には季節的および自然変動があるため、最低 2 魚種、最大 20 魚種程度を対象とする。1 魚種につき、約 1 万尾の教師データを用意することとする。

#### ② 漁港などから取得した画像等を FRESCO へ送信するシステムの構築

漁港に設置したカメラ等の撮影機材を通じて得られた動画もしくは画像を、自動的に FRESCO に送信するシステムを構築する。

#### ③ 深層学習モデルの選定とパラメータの学習

得られた教師データを用いて、深層学習モデルの選定と必要な学習を行う。魚種判別や

体長推定の精度を評価する。教師データとして得られる魚種を増やすごとに、モデルの更新を行う。

#### ④ 深層学習によって得られた推定値を FRESCO に送信するシステムの構築

学習させた深層学習モデルを用いて、魚種判別と体長推定を行う。得られた結果を FRESCO に出力するためのシステムを構築する。

[令和 3 年度の成果]

##### 小課題 1： 画像解析による漁獲物の状態推定に関する実証実験

状態に関する属性付き教師データを収集し、それに対応した深層学習モデルを構築した。得られたモデルの精度評価を行った結果、以下の 3 点のことが分かった。

- 1) 教師データに含まれる個体数が少ないクラスの予測性能は低い。今回の解析では、個体数が 300 個体を下回るようなクラスの多くは検出することに失敗した。
- 2) 特徴的なクラスの予測性能は高い。具体的には、カイワリ、カンパチ、サバフグ属は他に類似したクラスがなく（個体数で期待されるより）高い予測性能であった。逆にメアジは、類似したクラスである「マアジ」と間違えることが多かったため予測性能が低かった。
- 3) 露出箇所が少ない場合、予測性能は大きく減少する。「露出箇所」属性を推定したサバ属において、予測性能は「目も尾も確認できる」>「目のみ確認できる」「尾のみ確認できる」>「目も尾も確認できない」となった。また、露出箇所が少なくなるほど「サバ属」を「ソウダガツオ属」と間違える割合が増えることも確認された。今回行った「露出箇所」属性の状態推定では際立った問題点は発見されなかった。

##### 小課題 2： 画像解析システムの試験的構築

漁港などに設置した撮影機材から教師データを収集し、魚種判別と体長推定を行うための深層学習モデルを構築した。マアジとマサバの 2 種については 1 万尾を超える教師データを作成するとともに、周辺環境からの光をシャットアウトできる装置を漁港に設置し、撮影実験を行った（図 2（1）-1）。深層学習モデルについて SOLO と Mask R-CNN を比較検討すると、Mask R-CNN の方がパフォーマンスが良いことが明らかになった（表 2（1）-1）。試作した深層学習モデルにより魚種判別と体長推定を試行し、順調に結果を得た。また、得られた画像データや推定値を FRESCO に自動送信するためのシステムを試験的に構築し、遠隔地から画像データを FRESCO 内に送受信して通信速度を評価するとともに、今後解決すべき課題を把握した。

[事業期間全体の成果]

- ・約 8 万 5 千尾分の教師データを収集した。この際、重複箇所など漁獲物の状態も記録した。
- ・収集した教師データを用いて、漁獲物の状態を考慮できる深層学習モデルを構築した。

構築したモデルによって、漁獲物の重複箇所が多くなるほど検出性能が低下することが明らかとなった。

- ・周辺の光環境をシャットアウトできる撮像装置を試験的に開発した。撮像装置内部の光条件を自由に変えて、画像に与える影響を評価し、輝度分布を確認した際に最も映りが良い光条件が明らかとなった。
- ・撮像装置から得られた画像を FRESCO に送信する実験を行った。現在のファイル容量もしくは FRESCO の設備では、送信に 40 時間以上かかることが明らかとなり、毎日解析を行うことは非現実的であることが示唆された。
- ・撮像装置から得られた画像を用いて体長推定を行うモデルが構築された。ただし、重複度が高い個体は検出されない問題点が明らかとなった。

#### [実施概要]

##### 小課題 1 ①： 漁獲物の状態に関する属性付き教師データの収集

下記の通り画像データと属性付き教師データを収集した（表 2（1）-2）。属性の種類は下記 1 から 4 までの最大 15 種類とし、それぞれのアノテーション尾数を表 2（1）-3～6 に示す。

- 1) 重複度：魚体全体の見えている割合。完全に見えている場合を 100 として、100、75、50、25、25%以下の 5 種類。
- 2) 露出箇所：魚体で見えている部位。目、尾、両方、他の 4 種類。
- 3) 画角度：画像に対する魚の姿勢。真上、真下、真横、他の 4 種類。
- 4) 撮影場所：水中に魚体がある画像の場合は、水中というラベリングを行った。水中、陸上の 2 種類。

また、船上における教師データ収集のために必要な検討を行った。

##### 小課題 1 ②： 漁獲物の状態推定を行う深層学習モデルの開発

①で作成された教師データのうち、最も頻繁に撮影された小田原漁港の画像を使用した。小田原漁港では合計 12 日分の水揚げが教師データ化されたが、魚種の判別精度が良くないと判断した 3 日分（2020/8/19 GoPro, 2021/5/20 SonyRX02, 2021/9/10 SonyRX02）は解析から除外した。そのため、解析では最終的に 2604 枚の教師データが使用された（訓練用／推論用データとして半数ずつに分割した）。

対象となった教師データには、76 クラス（背景や上位分類を含む）が含まれていた。判別精度および個体数を考慮して、解析で使用するクラスを次の手順で決定した。

- 1) 「アジ科」と判定された魚体のうち、ウルメイワシ、イサキ、ムロアジ属であった場合には手動でクラスを修正した。マアジ、メアジ、マルアジであった場合には解析で使用しない「非対象」クラスとした（修正個体が多く手動による修正が困難であったため）。

- 2) 「イワシ類」と判定された魚体は種レベルのクラスに修正した。
- 3) 「ブリ属」と判定された魚体は確認のうえ「カンパチ」に修正した。
- 4) 「マルアジ」と判定された魚体は、マルアジ以外にもマアジ、メアジ、ムロアジが多く混在しており手動による修正が困難であったため、解析では使用しない「非対象」クラスとした。
- 5) 30 個体以下しか確認されなかったクラスは学習が困難のため「非対象」クラスとした。
- 6) 種レベルの判別精度の悪いクラスは属レベルでのクラスに統合した。

最終的に、イカ類を除くと 10 科 15 属 17 クラスの魚種に分類された（表 2（1）-7）。また、「サバ属」クラスに関しては「露出箇所」属性（目と尾が視認できるか）の状態推定を行うため、更に「目も尾も確認できる」「目のみ確認できる」「尾のみ確認できる」「目も尾も確認できない」の 4 分類に分割した。

深層学習モデルには Faster R-CNN（Resnet50）を使用し、訓練用データを使って 80 エポック学習を行った。モデル予測性能の評価指標としては物体度を 0.8 以上の物体のみを抽出し AP50 と mAP を算出した。結果は表 2（1）-7 の通りである。

#### 小課題 2 ①： 教師データの収集

各魚種別のアノテーション数を表 2（1）-8 に示した。マアジとマサバの 2 種については 1 万尾を超えて作成を行うことが出来た。漁港に周辺環境からの光をシャットアウトできる装置を設置し、撮影実験を行った（図 2（1）-1）。

#### 小課題 2 ②： 漁港などから取得した画像等を FRESCO へ送信するシステムの構築

FRESCO に自動送信するシステムを構築するために、FRESCO 内に、新規に画像を格納するフォルダを用意し、遠隔地から画像データを FRESCO 内に送受信させた。その際の送受信速度を測定した（表 2（1）-9、10）。

#### 小課題 2 ③： 深層学習モデルの選定とパラメータの学習

一部の教師データを用いて深層学習モデルの選定とパラメータの学習を行った。

#### 小課題 2 ④： 深層学習によって得られた推定値を FRESCO に送信するシステムの構築

深層学習によって得られた魚種判別と体長推定を行った結果の例を図 2（1）-2 に示す。