

魚の選別機開発

村山 智之*

松本 泰輔**

地域の漁業現場における魚の選別作業は、現在水揚げされた魚を目視による手作業で体長によって分別されているが、鮮度を保ちながら行う手作業は大変な労力を必要とすることから、自動選別機導入による労力削減が必要とされている。2019年度はLabVIEWとカメラを用いた画像選別機の試作を行ったので報告する。

1 はじめに

丹後地域の漁業現場における作業の一つとして、水揚げされた魚を体長によって分別する作業がある。現在、この作業は目視による手作業で行われており、鮮度を保つために手早く行う必要があるため、大変な労力を必要としている。目視による作業は経験によるところが大きいため、後継者が減少傾向にある漁業現場において、今後深刻な問題になる恐れがある。これら問題を解決するため、自動選別機導入による労力削減が求められている。自動選別機は人による目視選別よりも精度が高いため、地域漁業の品質向上にもつながる。しかし、市販の選別機は高価なため、簡易な選別機構をもった低コストの選別機が求められている。

2018年度は画像選別機試作に向けて、LabVIEWを用いた撮影物の面積算出方法の評価を行った¹⁾。2019年度は撮影物の面積算出方法を利用した画像選別機試作と面積既知の撮影物を用いた選別テストを行ったので報告する。

2 研究開発技術内容及び方法

2.1 面積既知の撮影物の作製

試作した画像選別機を評価するために、面積既知の撮影物をインクジェット方式樹脂積層 3D プリンタ ProJet3510 HD Plus(3D システムズ(株))で造形を行った。造形材料にはアクリル系樹脂である VisJet M3 Navy を使用した。

また、造形は解像度 750 × 750 × 890 DPI(X、Y、Z) 積層ピッチ 0.029 mm の UHD モードで行った。

2.2 使用ハードウェア・ソフトウェア

装置制御や画像解析に関するプログラム作成用ソフトウェアとして、LabVIEW(日本ナショナルインスツルメンツ(株))を使用した。装置制御用の信号入出力・データ収集ハードウェアとして、NI 9401(デジタル入出力)、NI 9205(アナログ入力)、NI 9263(アナログ出力)を接続した NI cDAQ-9174(日本ナショナルインスツルメンツ(株))を用いた。

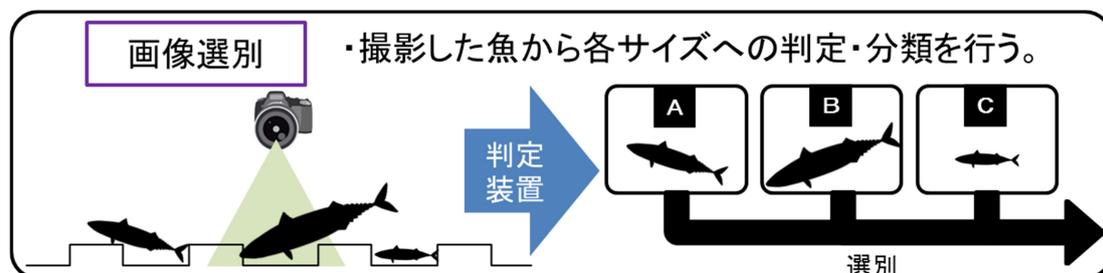


図1 画像選別概要

* 技術支援課 主任研究員 ** 技師

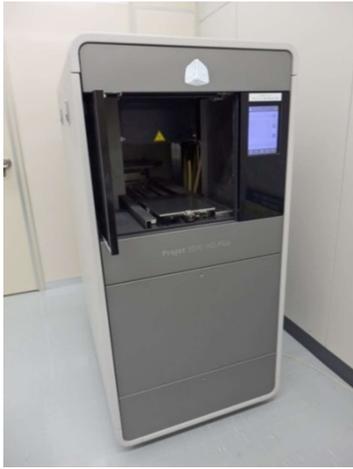


図2 3D プリンタ Project3510 HD Plus

2.3 ベルトコンベア作製

画像選別機作製にあたり、撮影物を移動させるベルトコンベアを市販の L 字フレームや塩ビパイプ、3Dプリンタ造形物などでベルトコンベアの機構を構築した後、駆動部となる部分にステッピングモータを取り付けた。ステッピングモータの制御にはモータドライバ DRV8825(Texas Instruments 社)と NI 9401 を用いた。

2.4 カメラ撮影と撮影物の面積算出

撮影の GigE カメラとして、acA1300-60gc(Basler)に TS C シリーズ 固定焦点レンズ 8.5mm(エドモンド・オプティクス社)を接続したものを使用した。カメラの先端には光源として、LED リングライト(ホーザン(株))を装着した。カメラトリガの信号出力として、カメラと NI 9401 を接続した。トリガタイミングには CdS セルとレーザモジュールを組み合わせた光センサに NI 9205 を接続し、ベルトコンベア上を移動する撮影物がレーザを遮った際に発生する電圧値のエッジを用い、撮影物がカメラ位置のときに撮影されるように調整した。撮影物の面積算出プログラムは LabVIEW と Vision 開発モジュールを使用して、以下のとおり作成した。

- ① PCにカメラを接続し、LabVIEWからカメラに映っている映像を画像として、取り込めるようにした
- ② キャリブレーション機能と等間隔に黒丸が書かれたキャリブレーションシートを用いて、カメラレンズの歪み除去を行い、1ピクセルあたりの実距離を定数として、プログラム内に登録した

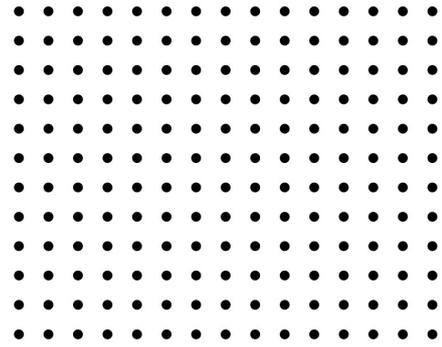


図3 キャリブレーションシート

- ③ 取り込んだ画像をカラープレーン抽出で白黒化
- ④ コンボリューションフィルタで撮影物と背景の境界線をはっきりさせた
- ⑤ 二値化により撮影物の部分を赤に、背景部分を黒にした
- ⑥ 赤色の部分に穴埋め処理を行い、撮影物にピクセル抜けがないようにした
- ⑦ 背景部分の小さいオブジェクトや縁に映り込んだオブジェクトを削除し、撮影物以外に赤色のピクセルがないように処理した
- ⑧ 赤の部分のピクセル数をカウントさせ、キャリブレーション機能で得た定数から面積を算出させた

2.5 選別用アーム

ベルトコンベアの終端部にはステッピングモータに接続したアームを設置し、撮影物の面積算出結果に応じたステッピングモータの制御でアームが稼働することにより、撮影物が選別されるシステムを構築した。

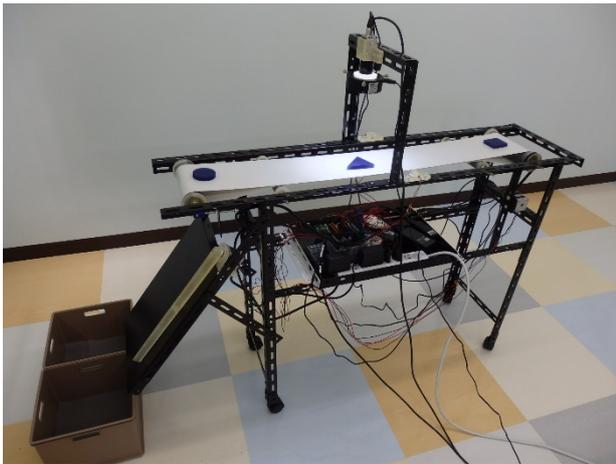
3 研究開発の結果と考察

3.1 画像選別機の試作結果

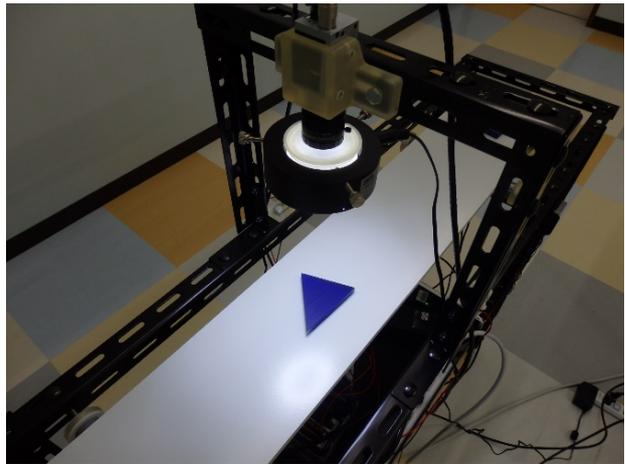
画像選別機の試作結果を図4に示す。

ベルトコンベアは DRV8825 を通して LabVIEW で制御され、制御用パルス信号の周波数を調整することによって、ベルトコンベアの色を調整できるようにした。ベルトコンベア上にカメラと光センサを配置することでベルトコンベアを移動する撮影物を自動的に撮影、面積算出できるようにした。

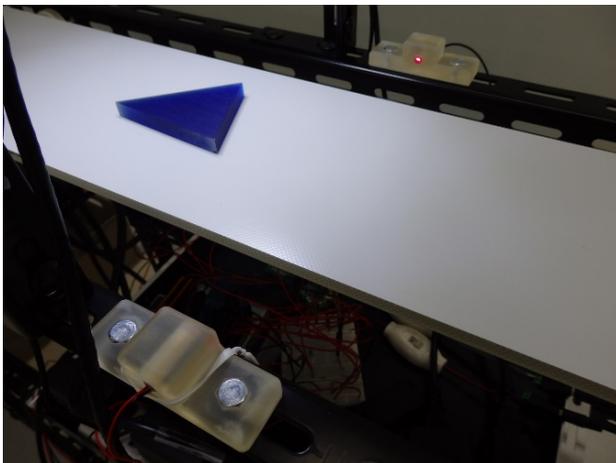
a) 全体



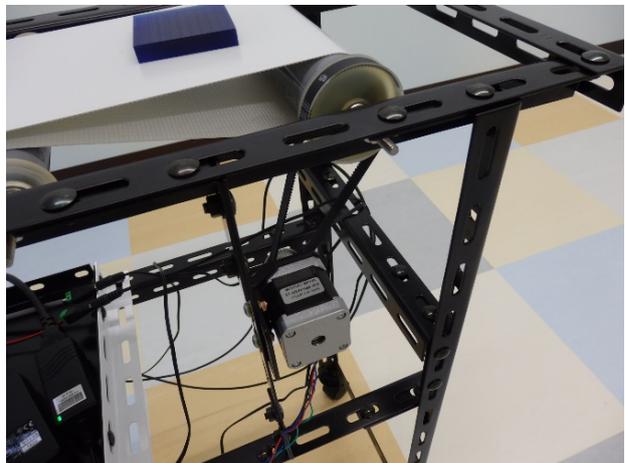
b) カメラ部



c) 光センサ部



d) モータ部



e) アーム部



f) NI cDAQ-9174, DRV8825

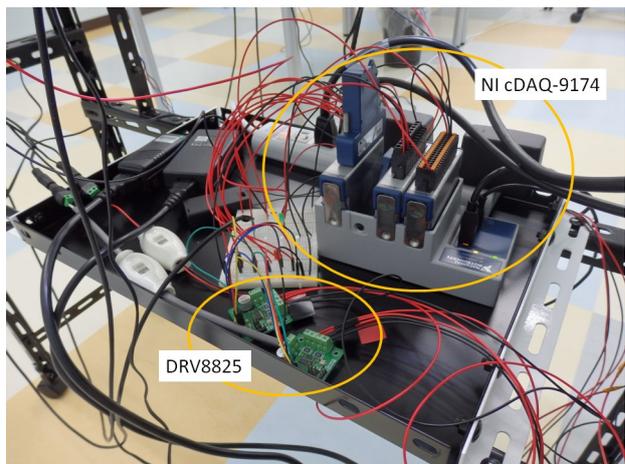


図 4 画像選別機試作結果

画像選別機の選別までの流れは次のとおりである。

- ① 撮影物をベルトコンベアのスタート位置に置いて、ベルトコンベアによる移動を開始させる
- ② ベルトコンベア上に設置された光センサ部を撮影物が横切るとレーザが撮影物で遮断され、CdS セルを流れる電圧が一時的に下がる。

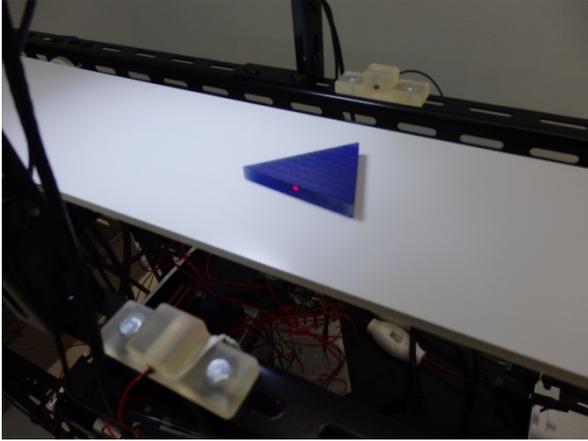


図5 光センサを横切る撮影物

- ③ 一時的に上がり下がりする電圧のエッジを NI cDAQ-9174 で認識させた後、カメラトリガの信号を NI 9401 から送信させる
- ④ カメラトリガ信号を受信したカメラがベルトコンベア上を移動する撮影物を撮影する
- ⑤ 撮影した画像を面積算出プログラムにかけ、撮影物の面積を算出する
- ⑥ 算出された面積に応じて、アームに接続されたステッピングモータへ NI 9401 から信号を送って、アームを稼働させることで撮影物の進行方向を制御して選別する



図6 稼働したアームと選別の様子

3.2 LabVIEW を用いた画像解析と選別結果

今回の研究の撮影物として作製した3D プリント造形物の設計値を表1に、造形結果を図7に示す。

表1 3D プリント造形物の設計値

造形物	設計値		表面積 [mm ²]
	寸法a [mm]	寸法b [mm]	
①	27.647 (半径)		2400
②	60	40	2400
③	80 (底辺)	60 (高さ)	2400
④	30	30	900
⑤	50	50	2500
⑥	60	60	3600

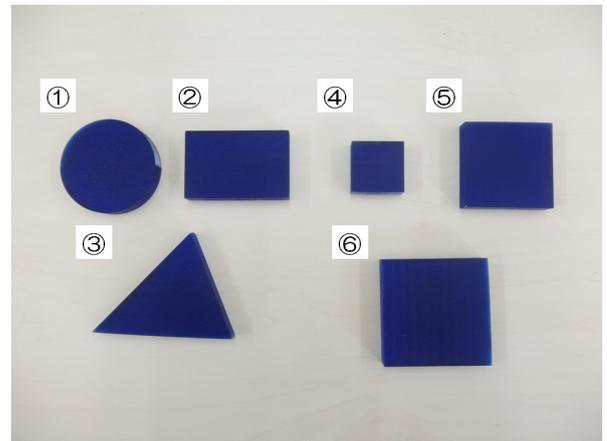
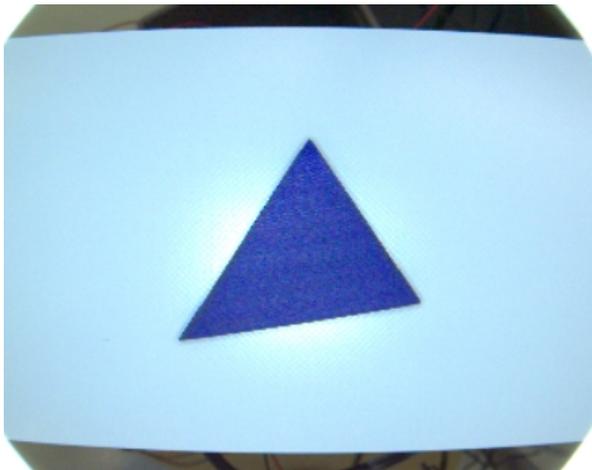


図7 3D プリント造形物

3D プリント造形物を撮影し、PC 内に取り込んだ画像とLabVIEW 内で画像処理した結果の例を図8に示す。

① 撮影画像



② 画像処理後

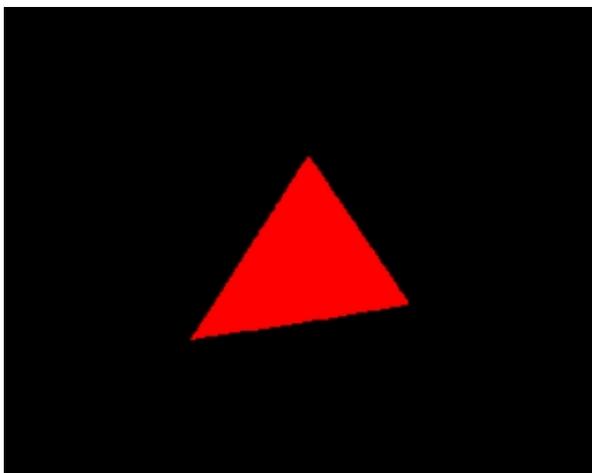


図 8 撮影物の画像処理の例

画像処理後の赤のピクセル数から、面積を算出した結果を表 2 に示す。

表 2 面積算出結果

造形物	設計面積 [mm ²]	面積算出結果[mm ²]
①	2400	2396.35
②	2400	2400.74
③	2400	2395.61
④	900	908.32
⑤	2500	2498.28
⑥	3600	3573.24

アームの稼働条件である面積しきい値を 2450mm² に設定し、面積が 2450mm² 未満の撮影物についてはボックス A、面積が 2450mm² 以上の撮影物についてはボックス B に選別されるように設定した状態で 3D プリント造形物を画像選別機にかけたところ、表 3 のとおり選別す

ることができた。

表 3 選別結果

	造形物	選別対象
ボックスA	①, ②, ③, ④	2450mm ² 未満
ボックスB	⑤, ⑥	2450mm ² 以上

表 2 より、造形物⑥は設計値より小さく、面積を算出される結果となったが、これは撮影物の重量によってベルトが少したわみ、カメラから撮影物までの距離が伸びたためと思われる。ベルトの間にプラスチック板を挟み込む等、撮影物の重量でベルトがたわまないようにする工夫が必要と考えられる。

4 まとめ

本研究により、面積既知の 3D プリント造形物を画像解析による面積算出によって選別することができた。ベルトコンベアやカメラ撮影のためのセンサ等、画像選別機に関する基礎的な部分を完成させることができたため、今後は撮影物の種類や異物判定等でも選別できるようになることが期待される。

参考文献

- 1) 京都府織物・機械金属振興センター研究報告, 村山智之、松本泰輔(2018), pp.32-35