

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作業として、水揚げされた魚を体長によって分別しており、現在、目視による手作業で選別されているが、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。今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い、撮影した面積既知の3Dプリンタ造形物の画像から面積を算出したので報告する。

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。

昨年度は画像選別機選別機開発用のプログラミングソフトウェア(LabVIEW)を用いて、魚の画像を解析する方法についての検討を行った。今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ので報告する。また、面積算出の

検討とあわせて、今後の試作・評価に必要な移動物撮影を可能とするため、PCで制御できるベルトコンベアの試作を行ったので、この結果についても報告する。

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

撮影物の面積算出方法の評価にあたって、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 システムズ社) 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。

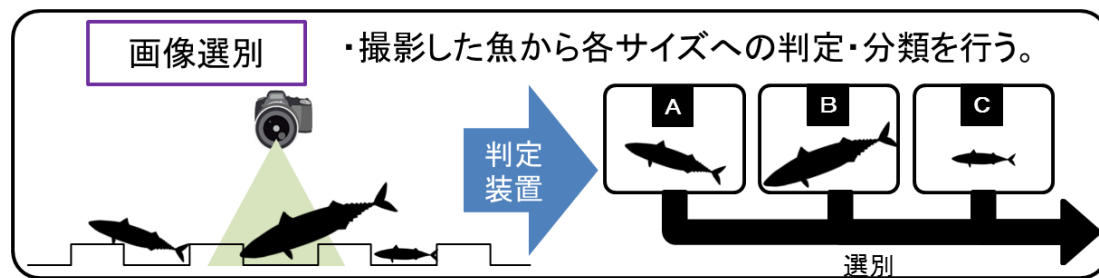


図1 画像選別概要

* 技術支援課 主任研究員 ** 技師

画像解析においては、LabVIEW と連携可能なマシンビジョンアプリケーションの開発ツールである Vision 開発モジュール(日本ナショナルインスルメンツ(株))を使用した。

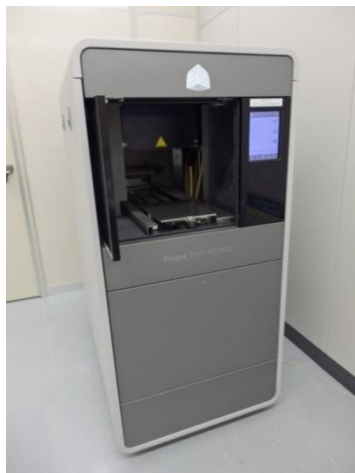


図2 3D プリンタ Project3510 HD Plus

2.3 撮影物の面積算出方法

作製した 3D プリンタ造形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 USB 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を用いて、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
- 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

2.4 ベルトコンベアの試作

市販の L 字フレームや塩ビパイプ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、マイコンボードである Arduino とステッピングモータドライバを使用した。

3 研究開発の結果と考察

3.1 LabVIEW を用いた画像解析

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

表 1 3D プリンタ造形物の設計値

造形物	設計値		
	寸法a [mm]	寸法b [mm]	表面積 [mm ²]
①	縦 60	横 60	3600
②	縦 50	横 50	2500
③	縦 30	横 30	900
④	縦 10	横 10	100
⑤	縦 40	横 60	2400
⑥	底辺 80	高さ 60	2400

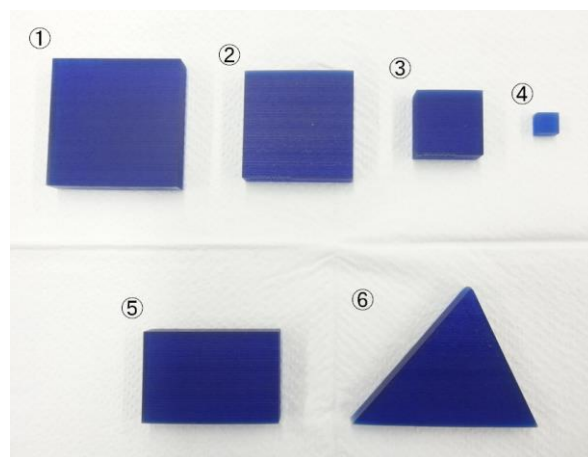
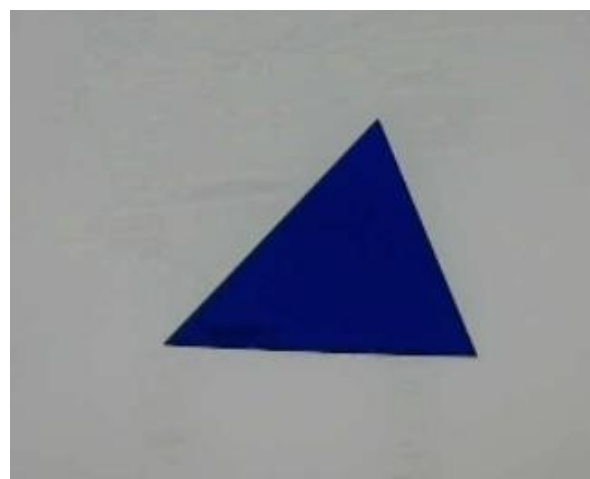


図3 3D プリンタ造形物

3D プリンタ造形物を撮影し、取り込んだ画像と LabVIEW 内で画像処理した結果を図 4 に示す。

① 撮影画像



② 画像処理後

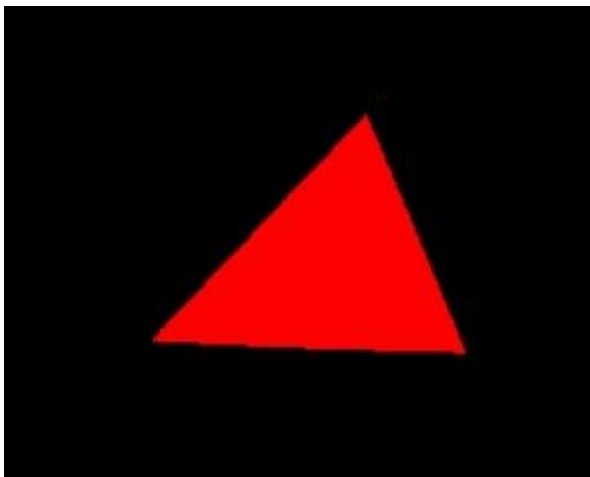


図4 3Dプリンタ造形物の画像処理の例

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	3600	3641.86
②	2500	2509.62
③	900	892.17
④	100	87.68
⑤	2400	2410.38
⑥	2400	2398.63

表2より、面積算出結果と設計値には $\pm 10 \text{ mm}^2$ ほどの誤差があることがわかる。これは二値化などのフィルタ強度の調整が上手くできておらず、撮影物と背景の境界付近のピクセル数に誤差が含まれたことや、カメラレンズの歪みの影響で撮影画像中央から離れるにしたがって、撮影物が歪んで撮影されていることが影響していると考えられる。また、3Dプリンタ造形物自身にも造形誤差(造形精度:25.4 mm 寸法あたり0.025 ~ 0.05 mm)が含まれているため、これも影響していることが示唆される。

3.2 ベルトコンベア試作結果

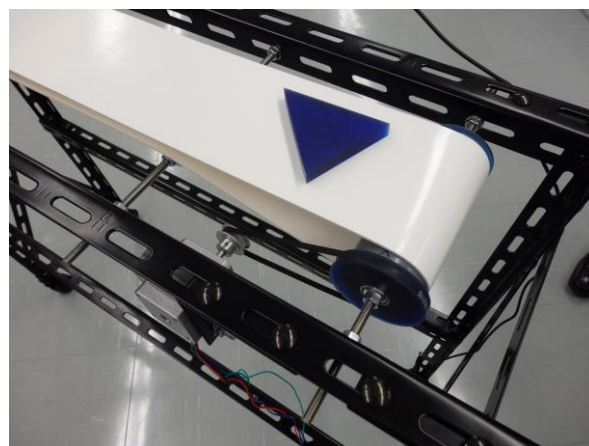
ベルトコンベアの試作結果を図5に示す。

ベルトコンベアは Arduino で制御されたステッピングモーターで駆動するように設計した。Arduino のプログラムであるスケッチにおいて、モーター回転速度の数値を調整することによって、ベルトコンベアの色度を調整できるようにした。

a) 全体



b) モーター一部



c) カメラ部



d) Arduino、ステッピングモータドライバ

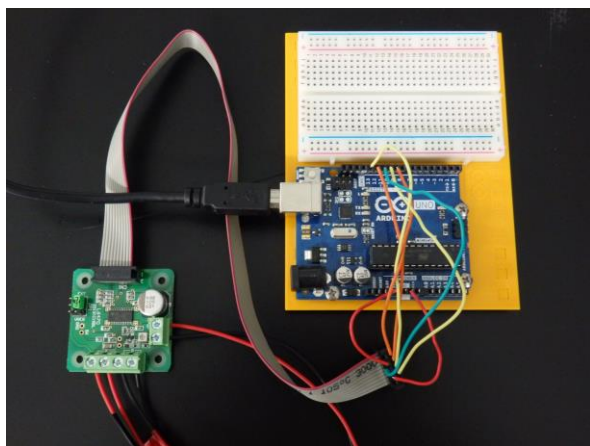


図5 ベルトコンベア試作結果

図5cのようにベルトコンベア中央にカメラをセットすることでベルトコンベアによって運ばれてきた撮影物をカメラで撮影できるようにした。

今後の開発としては、図6のような各箇所にも改良を加える予定である。

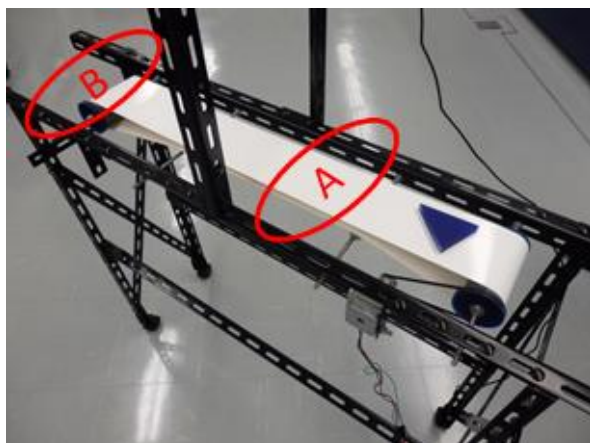


図6 ベルトコンベア改良箇所

図6のAの箇所においては、カメラトリガ用の光センサとレーザモジュールを取り付ける予定である。現状、カメラ撮影は永続的に撮り続けている状態であるため、どの撮影画像を選別用の解析データに利用してよいか分からない状態となっている。Aの箇所に光センサとレーザモジュールを取り付けて、レーザを光センサに照射し続ける状態にしておくと、ベルトコンベアによって運ばれてきた撮影物がレーザを遮断することで、一時的に光センサの検知強度が落ちる。この強度の変化をカメラトリガに利用することで、撮影物がベルトコンベアで一定位置に運ばれた際に撮影することが可能になると考えられる。

図6のBの箇所においては、画像解析によって得られた撮影物の面積の値に応じて、稼働するサーボモータを取り付ける予定である。サーボモータにアームを取り付け、Bの箇所にベルトコンベアで運ばれてきた撮影物の移動経路をアームの稼働によって制御することで、撮影物の面積に応じた選別が可能となると思われる。

4 まとめ

本研究により、撮影した面積既知の3Dプリンタ造形物の画像から面積を算出することができた。また、今後の試作・評価に必要な移動物撮影を可能とするため、PC制御可能なベルトコンベアを試作することができた。

次年度はカメラトリガ部と選別機構について、試作予定である。最終製品として運用可能となるプログラムと機構の構成については今後、多くのトライ&エラーが必要となることが予想される。