

ニューラルネットワークを用いた 独立駆動搬送によるいりこ選別システムの開発

竹田史章 猿渡 勇 香川真也 東 幸靖

高知工科大学工学部
〒 782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮ノ口 185

E-mail : takeda.fumiaki@kochi-tech.ac.jp

要約 : 現在、いりこの選別は手作業によって行われている。本研究では、人間が選別している部分を自動化し、その選別システムにニューラルネットワークを用いた自動いりこ選別システムを実現する。ここでは、いりこを対象とした選別システムのプロトタイプの開発を行う。提案するシステムは搬送、抽出、選別の各工程から構成される。いりこを取り出すための搬送機構については、抽出部に達するまでに絡み合った対象物を分離させる必要があるため独立駆動系を採用している。本論文では、まず、いりこ選別システムの構成について説明し、独立駆動系に対しての実証実験を実施する。

Abstract : Up to now, dry fish selection has been done by hand. In this research, we have proposed the dry fish discernment system using a neural network in order to automate dry fish selection and developed it. The proposed system consists of three parts. They are conveying system, extraction, and discernment, respectively. We have applied the independent driving system to the conveying system, because dry fish should be separated until they reached the part of extraction. In this paper, we explain the construction of the dry fish discernment system, and show the experimental results that the independent driving system works as we designed.

1. はじめに

現在、いりこの選別は人手によって行われているが、選別が不十分な場合、複数種類のいりこや雑魚が混在し、その商品価値は著しく低下してしまう。そこで、人間が選別している部分を自動化し、この選別作業の省力化及び高精度化を達成する事を本研究の目的とする。この目的達成の為に、からみあった状態（ビン状態）

の対象物（いりこ）群から個々の対象物を傷つける事なく取り出す為の搬送機構及び、取り出された個々の対象物を正しく識別する知的処理技術の開発を行う。これらを組み合わせた実証機を製作すると共にこれを用いて実証実験を実施する。

本研究では、選別部に非線形識別処理能力を有し、紙幣識別、掌紋、指紋、顔画像、米選別

による個々の認証でその有用性が示されているニューラルネットワーク (NN) (1) (2) (3) (4) (5) を用いて自動いりこ選別システムを実現することを提案している。

とくに、提案システムにおいて、いりこの選別は、搬送、抽出、選別の一連の工程により実施される。いりこがビン状に絡まった状態で抽出処理を行うことは一般に困難である。上記課題を解決するために、我々は搬送系に独立駆動系を採用した、いりこ選別システムを開発する。本論文では、提案システムの構成を述べると共に、独立駆動系の性能評価実験について述べる。

2. 提案システム

2.1 システム構成

本章では、いりこ選別システムの基本構成と実験筐体の構成を述べる。

いりこ選別システムは、搬送系、抽出部、および選別部からなる。提案システムの動作フローを以下に示す(図1)。

- 1) 最初に、いりこをビン状態のまま搬送系へ流す。
- 2) 次に、搬送系で分離する。
- 3) 米抽出用アルゴリズムを使用し抽出を実施する。
- 4) NN によって選別する。

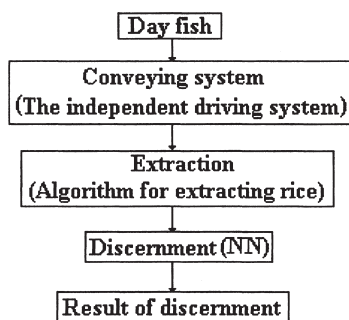
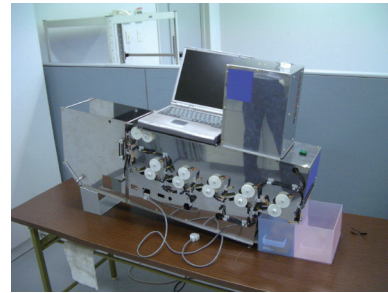


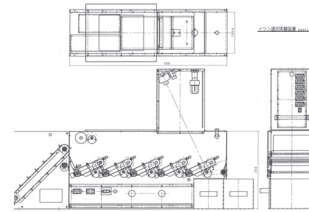
図1 いりこ選別システム動作フローチャート

実験筐体は、独立駆動系、デザイナー制御部、コンピュータ基板格納部、撮像部、撮影制御部により構成される。いりこの撮像時にはUSBカメラを使用する。本システムでは、多種

多様のいりこ選別を行う必要性から NN を採用する。いりこ選別システムの概観を図2に示す。



(a)



(b)

図2 いりこ選別システム実験筐体

2.2 搬送系

NNでパターン認識を実施するには、ビン状態にからまったいりこを、抽出部までに1匹に分離する必要がある。その課題を解決するために、いりこ選別システムの実験筐体では、6台のベルトコンベアが独立して駆動する独立駆動系を採用する(図2(b))。

図3に示すように、各ベルトコンベアには2個の近赤外線センサが取り付けられている。ベルトコンベアは、Sensor1がいりこを感知すると回転し、Sensor2がいりこを感知すると停止する。このベルトコンベアを独立で駆動させることにより、いりこを確率的に高い精度で1匹に分離することを可能とする。

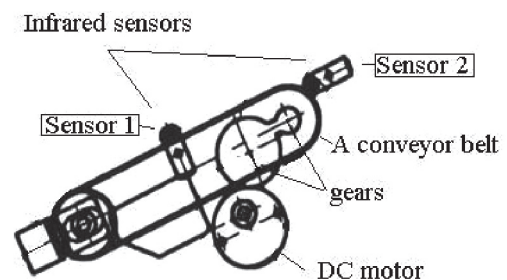


図3 独立駆動系詳細図

2.3 抽出部

本論文では、米選別システムの抽出アルゴリズム（1）を使用する。手順としては、まず、閾値を用いて画像を2値化し、いりこを1匹ずつに切り離すため8-近傍収縮処理を行う。次にラベリング処理を用い、いりこ部分にラベル番号を付与する。最後に求めたラベル領域内の中心位置を求める。この中心位置情報を用いてフレーム画像からいりこ1匹の画像を抽出する。

2.4 選別部

選別部の基本構成は、選別パターンごとのテンプレートをNNで構成し、非線形テンプレートを用いたマッチング処理を行うものである。そのNNの構造は非線形識別が可能な最小構成の3層構造の階層型である。なお、各テンプレートに対応するNNは目的とする選別パターン（目的のいりこ）と目的としない選別パターン（目的としないいりこ或はいりこ以外の対象物）に分離する機能を有する。

選別パターンに対しNNの出力層に目的ユニットと目的外ユニットの2つを設定し、反応値の大小関係で最終判定を実施する手法を採用する。

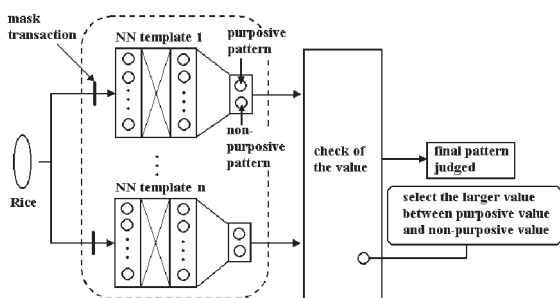


図4 選別システムの基本構成

3. 実験

3.1 搬送系実験1

3.1.1 実験方法

ビン状態の木材チップを、搬送系（独立駆動系）へと流し込み、抽出部までに1本に分離する実験を実施する。抽出部では、木材チップを目視し、木材チップが1本以上流れてきた場合を1回とカウントし、40回繰り返し実験を実施する。このとき、1本であれば分離成功、2本以上であれば分離不成功とする。上記の実験を2セット実施した。今回の実験では、過度の実験に耐えられること、重さがいりこに近いことを理由に、木材チップを採用した。

3.1.2 実験結果

実験結果を表1に示す。

表1 独立駆動系実験結果

Trials	1 times	2 times
The rate of a success	80%	85%

2セットの搬送系実験を実施した結果、分離成功率80%以上と高い数値を示したが、実用化レベルとみなされている分離成功率90%以上には及ばなかった。

3.2 抽出部実験

3.2.1 実験方法

実験では、前節で述べた米用の抽出アルゴリズムを用い、2種類のいりこについて抽出実験を実施した。

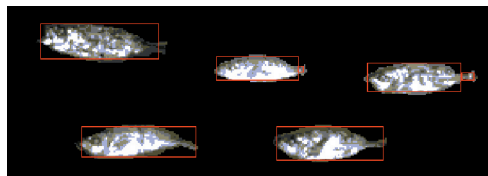
3.2.2 実験結果

画像抽出例を図5(a)に示す。いりこが交差してない場合90%程度の精度で画像フレームから1匹ずつ切り出すことができた。また、図5(b)に示すように、丸い形状のいりこ及び細長い形状のいりこ共に抽出することができた。一方、ビン状態に絡まった状態では4回の収縮処理を実施しても切り出すことができなかった。

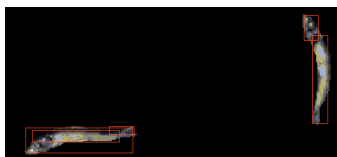
3.3 考察

搬送系実験では、分離成功率 80% 台と、実用化レベルの結果を得ることができなかつた。しかし、分離に失敗したいりこ群を再度搬送系（独立駆動系）へ流し込むことにより、実用化レベルまで分離成功率を上げることができると期待できる。

抽出部実験では、図 5 に示すように、いりこが交差していなければ抽出可能であった。また、今回使用した抽出アルゴリズムを、米用からいりこ用に改良することで、さらなる抽出成功率の向上が期待できる。



(a)



(b)

図 5 画像抽出例

3.4 搬送系実験 2

本章では、搬送系の分離性能をさらに様々の媒体で検証する実験について示す。

3.4.1 実験条件および手順

実験では、図 6 に示す 4 種類のルアー 1（平型、黄色）、ルアー 2（丸型、黒色）、木材チップ、ゴム製の擬態を、ピン状態のまま独立駆動系へと流し込み、抽出部までに 1 個に分離する実験を実施する。また、各対象物に対し、独立駆動系の角度による分離成功率の変化を検証するため、実験筐体にパンタグラフ型ジャッキを取り付け、角度を変更する（図 7）。実験筐体の角度条件は 0 度、5 度、10 度、15 度の 4 角度で実験を実施する。

対象が 1 個以上流れてきた場合を 1 回とカウントし、20 回繰り返し実験を実施する。このとき、1 個であれば分離成功、2 個以上であれば分離不成功とする。



(a) ルアー 1



(b) ルアー 2



(c) 木材チップ



(d) ゴム製の擬態

図 6 実験対象

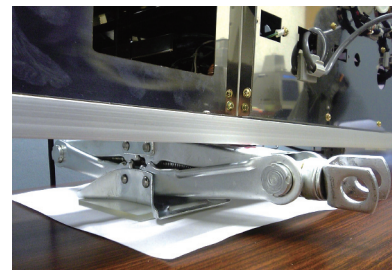


図 7 パンタグラフ型ジャッキを取り付けた実験筐体

3.4.2 実験結果

実験結果を表 2 に示す。表 2 に示すようにルアー 1、木材チップについては、実験筐体が 0 度の場合、90% 以上の分離成功率を示した。

表 2 実験結果

ルアー1(平型、黄色)		ルアー2(丸型、黒色)	
角度	分離成功率	角度	分離成功率
0°	90%	0°	実験不可
5°	60%	5°	実験不可
10°	45%	10°	実験不可
15°	55%	15°	85%
木材チップ		ゴム製の擬態	
角度	分離成功率	角度	分離成功率
0°	100%	0°	実験不可
5°	85%	5°	実験不可
10°	60%	10°	実験不可
15°	70%	15°	実験不可

※実験不可：対象物が滑る、回転するなど実験不可能

ルアー 2 は円柱形状のため自身が回転し、次のベルトまで搬送不可能であった。また、ゴム製擬態は軽量すぎるためベルトコンベア上で滑り、実験が不可能であった。

3.5 考察

この結果よりルアー 1 および木材チップの分離成功率は実用化レベルである 90% 以上を示した。今後はいりこを使用して実験を行い、対象の回転および滑りの発生を確認する。それに伴い、いりこを分離するのに適した実験筐体の角度、いりこに適した摩擦係数を有するベルトの種類を検討する。さらに課題として、識別されたいりこが同種類であった場合、そのまま選別ボックスに振り分けることができる。しかし、種類の異なる 2 匹以上のいりこが流れてきた場合、識別は可能であるが、同一のベルト上にある複数のいりこを各種類別の選別ボックスに振り分けることは現在の振り分け機構では不可能である。

その問題の解決策として、種類の異なる複数のいりこが選別部で認識された場合、再度搬送系へ流し込むことを提案する(還流)。これにより、分離および認識の成功率をさらに向上させることができると考えられる。

4. まとめ

本研究は、非線形識別処理能力を有し、紙幣識別、掌紋、指紋、顔画像、米選別による個々の認証でその有用性が示されている NN に着目し、いりこ選別への適用を提案したものであった。とくに、搬送系に独立駆動系を採用したいりこ選別システムの構築を行い、実証実験を実

施した。その結果、ルアー 1、木材チップに関しては実用化レベルであった。さらに、独立駆動系の分離成功率を向上させるために還流を提案した。今後の課題として、選別部の作成、抽出アルゴリズムの改良、および独立駆動系のさらなる性能向上が挙げられる。

文献

- (1) 中屋任喜, 竹田史章, 内田久也, 長友克介 “ニューラルネットワークを用いた米選別機の開発,” システム制御学会研究発表会講演論文集, pp505-506, 2002
- (2) 長友克介, 竹田史章, “ニューラルネットワークを用いた落下米監査システムの開発,” 電気学会研究会資料産業計測制御学会研究発表講演会講演論文集, pp53-58, 2002
- (3) 一柳賀子, 竹田史章, 内田久也, 中原昌樹, “米用色彩選別機へのニューロテンプレート識別手法の適用,” 第 45 回システム制御情報学会研究発表講演会論文集, pp105-106, 2001
- (4) 竹田史章, 一柳賀子, “ニューロテンプレートマッチング識別手法を用いた米用色彩選別機の開発,” 高速信号処理応用技術学会 2001 年秋季研究会論文集, pp81-86, 2001
- (5) 竹田史章, 一柳賀子, “流下米の監査システムの開発と DSP ボードへの実装の検討,” 計測自動制御学会 SI 部門学術講演会, pp487-488, 2001
- (6) 猿渡勇, 竹田史章, “ニューラルネットワークを用いたいりこ選別システムの開発,” 日本ファジイ学会第 14 回インテリジェント・システム・シンポジウム, pp77-79, 2004