

長楕円体状青果物を対象とした6面同時撮像による全面検査選別システムの開発

人工知能研究室

黄瀬 哲弥

1. はじめに

現在、青果物を対象とした選別機は重量を選別基準としたものがほとんどである。そのため、形状不良やキズ等の選別作業は、長時間に渡り複数人で目視により行われており、作業員の負担と選別基準の個人差による商品価値の低下が問題となっている。そこで、本研究では、長楕円体状青果物を対象として、選別作業の自動化および選別基準の均一化を目的とした全面検査選別システムの開発を行う。本システムは、全面検査を行うため、魚類選別システム⁽¹⁾の搬送系を応用した、センサ駆動の独立駆動系を用いて選別対象を1個に分離し、6面同時撮像を行った後、画像処理により大きさ、形状、およびキズの有無を識別する。本論文では、長楕円体状青果物の一つである赤ピーマンを用いて搬送性能および識別性能の評価を行う。

2. 長楕円体状青果物全面検査選別システム

今回開発した長楕円体状青果物全面検査選別システムの外観を図1に示す。また、筐体各部の詳細を図2に示す。本システムは、搬送部、撮像部、および識別部により構成されている。搬送部では、投入位置に投入された選別対象を複数台のV字型ベルトコンベアおよびテグスからなるセンサ駆動の独立駆動系を用いることにより、選別対象を長手方向にそろえて1個に分離し、撮像位置まで搬送を行う。撮像部では、3台のPCに接続された6台のWebカメラを用いて、6面同時撮像により選別対象の全面的撮像を行う。その際、選別対象の鏡面反射を抑制するため、拡散フィルターを取り付けた拡散板付きLED光源を用いる。識別部では、まず色情報を用いて対象物の特定を行う。その際、色空間として、人間の視覚を近似する様に設定された $L^*a^*b^*$ 空間を採用する。次に、特定された対象物の面積により対象物の大きさを判定する。さらに、特定された対象物に対して長方形近似を行い、縦横比が一定値以下の場合を形状不良と判定する。また、特定された対象物に対し、輝度が一定値以下の領域の面積が一定値以上であればキズと判定する。



図1 実験筐体の外観

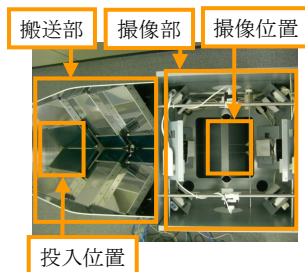


図2 筐体各部の詳細

3. 搬送性能評価実験

本実験では、まず11個の赤ピーマンを図2に示す投入位置に投入する。次に、すべての赤ピーマンに対して搬送を22回繰り返すことにより、合計242回の搬送性能の評価を行う。その際、撮像部へ搬送された時点で1個に分離された場合を「分離成功」とし、1個に分離されかつ撮像位置まで搬送された場合を「分離搬送成功」とする。実験の結果、表

1に示す通り、分離成功率は75%、分離搬送成功率は55%であることが確認できた。また、赤ピーマンのベルトコンベアへの巻き込みおよび複数個の赤ピーマンが撮像部入り口に同時に搬送されることによるつまりによる臨時停止が2%、その場で回転し続けるロールが1%発生した。ただし、ロールは別の赤ピーマンに押されることで解消されることを確認している。したがって、今後は巻き込みおよびつまりを改善するとともに、分離およびテグスへの搬送を改善し、搬送性能の向上を目指す。

表1 搬送実験結果 単位 (%)

| | 発生率(発生数/評価母数) |
|------------|---------------|
| 分離搬送成功 | 55.0(133/242) |
| 分離のみ成功 | 20.2(49/242) |
| 分離失敗 | 21.5(52/242) |
| ロール | 1.2(3/242) |
| 巻き込みおよびつまり | 2.1(5/242) |

4. 識別性能評価実験

本実験では、高知県園芸連の等階級規格表に示されている写真と目視により比較し、大きさL以上を「大」、M以下を「小」、湾曲しているものを「形状不良」、キズの中でも3mm×3mmの黒いキズを「キズ有り」とする。評価は、大および小の赤ピーマン各2個に対してそれぞれ10回、形状不良およびキズ有りの赤ピーマン各4個に対してそれぞれ5回実施する。その際、1回の評価毎に赤ピーマンの向きを進行方向に対して反転しかつ長手方向を軸として回転する。実験の結果、表2に示す通り、大および小の識別率は100%であることが確認できた。一方、形状不良は65%、キズ有りは75%の識別率であった。その際、形状不良およびキズ有りにおいては、各赤ピーマンにより識別率にばらつきがあることが確認できた。今後は、形状不良およびキズ有りに対し、識別が失敗した原因をより明確にし、識別性能の向上を目指す。

表2 各赤ピーマンの識別結果 単位 (%)

| | 1個目 | 2個目 | 3個目 | 4個目 | 平均 |
|------|------------|------------|---------|---------|------------|
| 大 | 100(10/10) | 100(10/10) | | | 100(20/20) |
| 小 | 100(10/10) | 100(10/10) | | | 100(20/20) |
| 形状不良 | 80(4/5) | 80(4/5) | 60(3/5) | 40(2/5) | 65(13/20) |
| キズ有り | 100(5/5) | 40(2/5) | 80(4/5) | 80(4/5) | 75(15/20) |

5. まとめ

本研究では、長楕円体状青果物を対象として、選別作業の自動化および選別基準の均一化を目的とした6面同時撮像による全面検査選別システムの開発を行った。また、長楕円体状青果物の一つである赤ピーマンを用いて搬送性能の評価実験を行った。結果、分離成功率は75%、分離搬送成功率は55%であることが確認できた。次に、大きさ、形状、およびキズに対する識別性能の評価実験を行った。その結果、大および小の識別率は100%、形状不良は65%、キズ有りは75%であることが確認できた。

参考文献

- (1) 黄瀬哲弥, 竹田史章, “回転普遍性を考慮した魚類選別システムの選別能力の検証”, 電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp.649-650, 2009