

ワイヤー移動機構による畝全体の果実サイズ推定法の検討

1250341 田中 諒 【画像情報工学研究室】

1 はじめに

高知県では施設園芸農業が発展しており、市場流通量を考慮した生産管理をすることにも注目が集まっている。それらを行うため果実サイズのモニタリングやそれに基づく収穫時期の予測が必要である。先行研究の Kinect を定点に配置した作物管理では、施設全体の 3 次元情報を得られず、全体をカバーしようとする設置台数分導入コストがかかる問題がある [1]。そこで本研究では、ワイヤー移動機構に取り付けた全天球カメラから得られる多数の画像を利用して、カメラ両側にある畝全体の果実サイズを推定する手法を提案する。

2 提案手法

2.1 撮影条件・環境

高知工科大学の施設園芸ハウスにて生育されているキュウリを撮影するため、ワイヤー移動機構として Wiral LITE, 全天球カメラとして RICOH THETA Z1 を使用して解像度 $7296 \times 3648\text{pix}$ で撮影する。ワイヤーの高さは 210cm に設置し、 1250cm の畝の範囲を 0.38cm/s で移動する。撮影日時は 3 月から 6 月、9 月から 12 月の 2 期間で、13 時から 16 時の間に撮影を行った。

2.2 奥行距離算出

果実サイズ推定に必要な撮影カメラと果実との奥行距離を算出するためにまず点群作成を行う。撮影範囲の点群作成には、DNG 画像を正距円筒図法の JPG 画像に変換したものと PIX4Dmapper を用いて行い、同時に撮影時のカメラ推定位置も出力する。作成された点群はスケールが不明であるが、既報の点群位置合わせ方法 [2] によって実寸スケールに合わせる。奥行距離は CloudCompare を使用し、手動で点群上のカメラ撮影位置と果実の代表点を選択することで算出する。その際、果実の代表点は果実中央を主観で選択している。

2.3 YOLOv8 モデル作成・検出

学習に使用する画像は、撮影した DNG 画像を JPG 画像に変更し、各レンズ正面にあたる領域を解像度 $1120 \times 1504\text{pix}$ で 4 分割して切り出した。事前学習済みモデルは yolov8l-seg.pt を選択し、学習データは 3 月から 6 月の期間のデータから切り出した 308 枚を上下反転や平行移動、回転のデータ拡張を適応して使用した。

2.4 主成分分析による端点の決定

果実の端点を算出するため初めに、YOLOv8 によるセグメンテーションからインスタンスごとのマスクバイナリデータを取得する。次にマスクバイナリデータを果実領域の座標群に変換し、座標群に対して主成分分析を行う。最後に第一主成分上に全ての座標を投影して最大最小にあたる元座標を端点として決定する。

2.5 果実サイズ推定

正距円筒図法の全天球画像は一定間隔に一定角度ごとが保存される形式であるため、算出した端点間と画像サイズとの比率によって果実が写る画角が求められる。これを利用して果実が写る画角を算出し、算出された縦横の画角 θ と奥行 Z を $2Z \tan \frac{\theta}{2}$ に代入することで果実の縦横のサイズを算出する。最後に三平方の定理により縦横サイズから果実端点間の直線距離を算出して果実サイズを算出する。

3 実験結果・考察

学習データとは異なる 12 月 1 日、13 日の撮影前に計測したキュウリのサイズと本手法による推測値の比較結果を図 1 に示す。

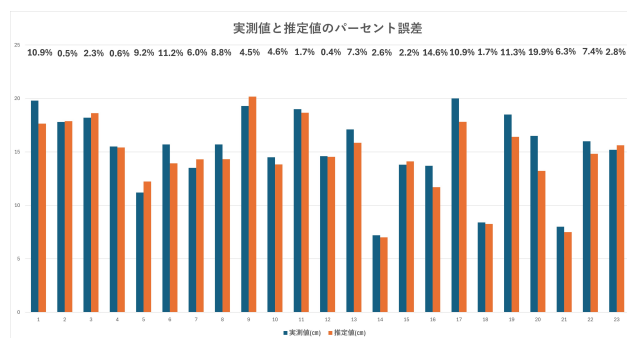


図 1 実測値と推定値のパーセント誤差

比較結果より平均絶対誤差率は 6.43% であり、平均誤差率は -4.04% であった。果実 16 番が誤差率が大きくなった原因として、キュウリの半分以上の点が無く、下部を代表点として選択したため奥行距離が小さくなったことが挙げられる。また、最も外れた誤差率の 20 番はカメラ撮影方向にキュウリが成長していたことから、サイズに対して写る画角が小さくなったことが原因と考えられる。

4 まとめ

本研究では、ワイヤー移動機構に取り付けた全天球カメラから得た画像を利用して果実サイズを推定する手法を提案した。今後の改善点としてワイヤー移動機構を使用時の撮影を複数の高さで行うことによる点群化の改善や、キュウリの成長方向に対応することで誤差率の改善が見られるのか検証していきたい。

参考文献

- [1] 梅田 大樹: “施設園芸における深度情報を用いた作物生育診断”, 農業食糧工学会誌 80(3), pp.155-159, 2018.
- [2] 田中諒, 前田一真, 栗原徹, “ワイヤーカメラで得られる施設園芸点群位置合わせ方法の検討”, 第 41 回センシングフォーラム p203 2024