

ワイヤーカメラを用いた一畝果実位置検出

1240382 渡 邊 陽 太 【画像情報工学研究室】

1 はじめに

農業従事者の高齢化は問題になっており、農業の省力化が求められている。N.Wang らによる研究 [1] では、iPhone13 pro のカメラで撮影された画像からキュウリの果実検出を行っているが、検出結果から畝全体における果実数のカウントや果実位置の把握が難しい。そこで、本研究ではワイヤーカメラから得られた全方位動画をを用いて果実数のカウントおよび一畝におけるキュウリ果実位置の明確化を行う手法を検討する。

2 使用データ

今回使用するデータは、高知工科大学に隣接されている施設園芸ハウスにて 2023 年 7 月から 2023 年 11 月に撮影を行った。ワイヤーカメラは、Wiral Lite と Insta360X3(180 度 HDR 動画, WB:5000K, Arashi Vision 社製) をボールジョイントを用いて接合し、秒速 1cm の定速モードでワイヤー上を走行させた。

3 果実位置検出手法

3.1 点群作成

点群作成は PIX4Dmapper を用いて行った。画像データとして、歪み補正後画像を 1280×1280 にリサイズし、1 秒ごとに保存した画像を合計 783 枚使用した。

3.2 キュウリ検出モデルの作成

キュウリ検出モデルは、キュウリの果実を対象として YOLOv8 を用いて学習を行った。画像データとして歪み補正後画像を 1280×1280 にリサイズしたものを使用し、事前学習済みモデルとして yolov8m.pt を使用した。

3.3 トラッキングと ReID

トラッキングには ByteTrack を使用し、認識モデルとしてキュウリ検出モデルを使用した。動画は歪み補正後画像を 1280×1280 にリサイズし 29.97fps として作成した。ByteTrack はオクルージョンにも対応した手法であるが、すべての果実で ID の移り変わりが起きたため、一つの果実に対して一つの ID を割り当てるために、トラッキング結果に対して下記の方法で ReID を行った。

1. 誤った検出によるトラッキング ID を除くために、検出されたフレームの間隔が 30 フレームを超えた ID のみ、最初と最後の画像座標と ID を保存
2. 保存された ID に対して、対象の ID の 1 フレーム間の平均移動量を算出し、対象以外の ID とのフレーム差分に平均移動量に乗じた値が中心になるように Bounding Box(以下, BB) 判定条件を作成し、対象以外の ID の最初の座標が BB 判定条件を満たした場合に候補ペアとして、候補ペアの最初の ID と既にあるペアの最初の ID が同一であり

既にあるペアの最後の ID よりも候補ペアの最後の ID が大きい場合、もしくは候補ペアの最初の ID が既にあるペアの最後の ID と同一だった場合は、その既にあるペアの最後の ID に候補ペアの最後の ID を代入し、該当しない場合は新しいペアを生成

3. 求まった全てのペアにおけるトラッキングの最初と最後のフレームに対して、フレーム番号から最も近いカメラパラメタがある画像番号に変換したものとそのフレームの画像座標を保存

3.4 位置検出

求まった ReID の結果から、正確な位置を検出および誤った ReID によって ID の画像番号の差分が端から端までトラッキングした際の最大フレーム数(目視で 120 枚と判断) を超過しているものを取り除く目的で ID の最初と最後の画像番号の差が $14 \leq Image_{diff} \leq 120$ であり、対応したカメラパラメタが存在する全ての ID に対して、下記の方法で位置検出を行った。ID の最初と最後の画像番号に対応したカメラ内部パラメタと画像座標を用いて 2 点のスクリーン座標を算出し、その 2 つの点が最も近づく点(果実位置) までの未知距離パラメタを用いてカメラ座標内での果実位置の式を導出する。また、各々の点に対応した回転行列を転置したものと並進行列を用いて、PIX4Dmapper の座標変換式に基づき、世界座標の位置を表す式に変換した 2 点の位置が最も近づく点を最小二乗法の式で表し、疑似逆行列を用いて未知距離パラメタを算出した。この未知距離パラメタを用いて世界座標での位置を算出し、2 つの値の平均を取ったものをその ID の位置検出結果とした。

4 結果

キュウリ検出モデルのテスト結果は Precision が 0.805, Recall が 0.698 であった。ReID によって 3049 個の ID を 239 個に減少させたが、動画で確認されたキュウリ果実の個数は 111 個であったため重複したカウントが行われていた。位置検出による結果は、果実付近に求まっている位置もあったが、果実がない位置での検出や果実がある位置で検出されなかったものが確認された。

5 まとめ

本研究では、全方位動画から一畝におけるキュウリの果実位置検出を行った。今後は、トラッキング精度を向上し、果実数カウントおよび正確な果実位置検出のために適切なフレーム間隔のトラッキングを実現したい。

参考文献

- [1] N.Wang et al., "An Enhanced YOLOv5 Model for Greenhouse Cucumber Fruit Recognition Based on Color Space Features", Agriculture. 2022; 12(10):1556.