

色補正画像を用いた深層学習によるトマト熟度推定

1250316 九鬼 優太

【画像情報工学研究室】

1 はじめに

トマトは果実により熟すスピードが異なるため、収穫には個々の熟度確認が必要である。現在、目視による熟度確認が行われており、多くの時間と労力が必要になっている。トマトの食味は果皮の色から定量的に推定できることが明らかにされており [1], 機械による自動化のためにカメラによる撮影が必要となる。しかし、撮影時刻や光源の種類によってトマトの色が変わり、高精度な熟度推定ができないと考えられる。そのため、撮影した各画像をすべて同等な色となるように色補正を行う必要がある。

本研究では、デジタルカメラ及び Web カメラから得られた画像に対し、CASMATCH を基準とした色補正を 2 通りの方法で行い、深層学習を用いてトマト果実の熟度推定を行った。

2 実験手法

2.1 使用データ

本研究で使用する画像は、KOA 敷地内のビニールハウス内で 2023 年 12 月 6 日から 2024 年 4 月 5 日にかけて撮影した物である。撮影にはデジタルカメラ (iPhone 15, SONY DSC-W830) と Web カメラを使用し、対象果実と CASMATCH が画角内に収まるように撮影を行った。

2.2 CASMATCH 検出モデルの作成

画像内の CASMATCH を検出するために、各カメラ画像を 1600×1200 にリサイズしたものをもとに、事前学習モデル yolov8n_seg.pt を使用し学習を行った。

2.3 画像色補正

2.3.1 CASMATCH を基準とした色補正

図 1 に示す処理フローにより色補正を行った。CASMATCH の検出により得られるマスク画像から CASMATCH の頂点座標を求め、指定座標へ射影変換することでパッチ座標を固定した。さらに、代表色の Lab 値と CASMATCH の色度参考値との絶対値の差の合計の最小値を基準に再度射影変換を行い、向きを固定した。最後に、各パッチの絶対座標から画素値を抽出し、最小二乗法により画像色補正を行った。

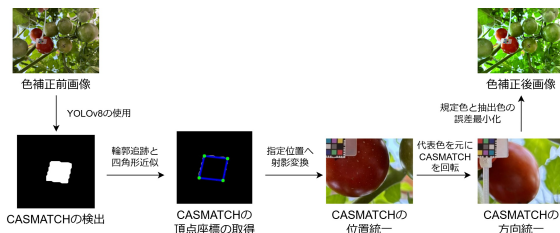


図 1 CASMATCH 基準の色補正処理の流れ

2.3.2 Image-to-Image 変換を用いた色補正

2.3.1 節で得られた色補正画像と元画像のペアを用いて、Image-to-Image 変換による色補正画像の生成を行った。明らかに色補正ができていないものを除いた、CASMATCH を含む 1000×1000 のトリミング画像をもとに、2 種類のモデルで学習を行った。

2.4 トマト果実の熟度推定

画像内のトマト果実の検出及び分類を行うために、YOLOv8 モデルを使用し学習を行った。2.3.1 節及び 2.3.2 節で得た色補正画像に対しアノテーションを行いデータセットを作成した。

3 結果と考察

手法ごとの色補正結果と色度参考値のユークリッド距離を図 2 に示す。黒において最小二乗法に比べ Image-to-Image 変換による補正精度が高いように、手法ごとに色補正精度の高い色が変わることから、明度に対してのみ Image-to-Image 変換を用い、色彩のみ最小二乗法による色補正を行うことでさらに精度が上がると考えられる。

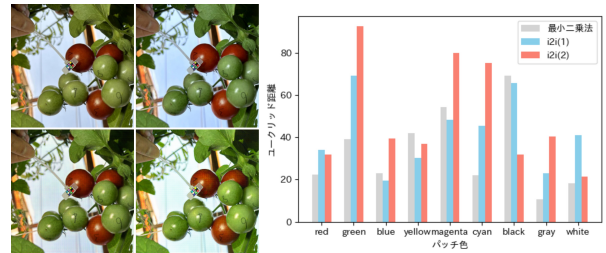


図 2 左: 各色補正画像 (左上: 元画像, 右上: 最小二乗法, 左下: i2i(1), 右下: i2i(2))。右: パッチ色別各手法のユークリッド距離

トマト果実検出は Precision が 0.942, Recall が 0.926 であった。一方、熟度別にラベル分けしたモデルでの平均検出精度は Precision が 0.448, Recall が 0.454 となった。

4 まとめ

本研究では、最小二乗法及び Image-to-Image 変換による色補正を行い、色補正画像をもとに深層学習を用いてトマトの熟度推定を行った。今後は、色補正精度を向上させ、どのカメラでも一様な判別を行うための高精度なトマト果実熟度推定を実現したい。

参考文献

- [1] 繆冶煉, 堀部和雄, 加藤元保, 青木勝平, 岩井静子: “トマト果実の色と食味の関係”, 植物工場学会誌, 12 巻, 2000.