

# ユズ果実検出における品質劣化画像の影響と超解像による性能回復

小野 晴陽 【 知能情報学研究室 】

## 1 はじめに

近年、農業分野では人手不足や高齢化を背景として、画像解析技術を用いた果実検出や収量推定に関する研究が進められている。特にIoP (Internet of Plants) の枠組みにおいては、圃場やドローンから取得される画像を用いた果実検出が重要な役割を担っており、国内においても次世代施設園芸を対象としたIoPの実証研究が報告されている [1]。しかし、実環境で取得される画像は通信量や保存容量の制約、撮影条件のばらつきなどにより解像度や圧縮品質が一定でない場合が多く、これらの画質変化が物体検出性能に与える影響は十分に整理されていない。本研究では、YOLOを用いたユズ果実検出を対象とし、入力画像の解像度およびJPEG品質が検出性能に与える影響をF1値を指標として体系的に評価する。また、低品質画像に対する補助手法として超解像処理を適用し、その有効性と限界についても検討する。

## 2 実験

本研究では、ユズ果実が写った画像に対してアノテーションを施したデータセットを用いた。画像は解像度およびJPEG品質を段階的に変更し、複数条件の入力画像を作成した。物体検出モデルとしてYOLOv5, YOLOv8, YOLOv11の3種類を用い、各入力条件に対して学習および評価を行った。評価指標には検出精度と再現率のバランスを考慮したF1値を用いた。また、一部の条件に対しては、実画像の劣化を想定したブラインド超解像手法であるReal-ESRGAN [2]を用いた超解像処理を適用し、超解像を行わない場合との性能比較を行った。すべての条件において学習および評価手法は統一し、入力条件間およびモデル間の比較が可能となるようにした。

## 3 結果・考察

実験の結果、入力画像の解像度およびJPEG品質はユズ果実検出におけるF1値に対して大きな影響を与えることが確認された。図1にYOLOv8を用いた場合の入力画像条件とF1値の関係を超解像処理の有無による比較として示す。低解像度かつ低JPEG品質条件ではF1値の低下が顕著であり、果実の輪郭や形状、果実同士の境界といった空間的特徴が十分に保持されないことが検出性能低下の主な要因であると考えられる。

一方で、解像度およびJPEG品質の向上に伴いF1値は全体として改善する傾向を示したが、高解像度かつ高品質条件ではその向上は次第に緩やかとなり、一定以上の画質では性能改善が頭打ちとなる傾向が確認された。この結果は、入力画像の画質がある水準を超えるとYOLOの特徴抽出能力や学習データの分布が検出性能

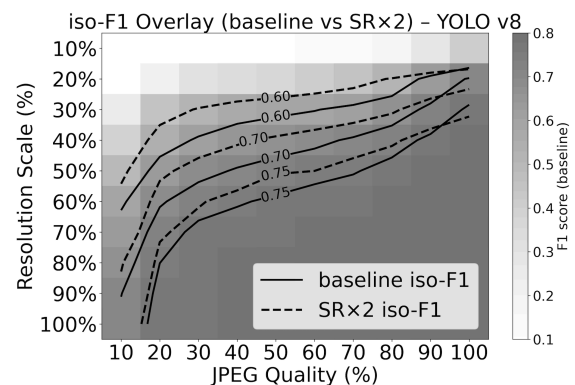


図1 入力画像の解像度およびJPEG品質とF1値の関係 (YOLOv8, baseline: 超解像なし, SR × 2: 2倍超解像)

を支配する割合が高くなり、画質向上による効果が相対的に小さくなることを示していると考えられる。

また、超解像処理を適用した場合、低解像度・低品質条件においてF1値が改善する傾向が確認され、特に画質劣化が大きい条件では検出性能の回復に一定の寄与が見られた。一方で、その改善量は条件に依存しており、画像ファイルサイズの増加を伴う点も確認された。さらに、4倍以上の超解像処理実験を行ったところ、高周波情報が十分に活用されない場合があることが示唆された。これらの結果から、超解像処理は画質が制約される条件下において検出性能低下を緩和する補助手法として有効である可能性を有する一方で、本研究条件下では入力画像の解像度およびJPEG品質を適切に設定することが、実用上より重要であると考えられる。

## 4 まとめ

本研究では、YOLOを用いたユズ果実検出において、入力画像の解像度およびJPEG品質が検出性能に与える影響をF1値に基づいて評価した。その結果、入力画像品質が検出性能に大きく関与することを明らかにするとともに、超解像処理の有効性と限界を示した。本研究の成果は、IoPをはじめとする実環境における果実検出システム設計において、画像取得条件を検討する際の基礎的知見を提供するものである。

## 参考文献

- [1] 栗原 徹, Next 次世代施設園芸農業 IoP における果菜類検出の取り組み, 計測と制御 61 (10), 738-741, 2022-10-10.
- [2] X.Wang, L.Xie, C.Dong, Y.Shan, Real-ESRGAN, arXiv:2107.10833, 2021.