

## 境界領域を考慮した画像分割を用いるユズ果実検出モデル

糸永 享誠 【 知能情報学研究室 】

## 1 はじめに

近年、深層学習を用いた画像認識技術は農業分野において広く利用され、YOLO に代表される物体検出モデルが転移学習により活用されている。高解像度の農業画像を縮小すると果実情報の欠損による精度低下が生じるため、画像を複数の領域に分割して学習・推論を行う手法が用いられる [2]。しかし、単純な画像分割では境界線上の果実が不完全な情報として学習され、検出精度が低下する可能性がある。そこで本研究では、空撮ユズ果実画像を対象に、境界線上の果実を中心とした画像を生成して学習データに追加し、果実検出モデルの性能向上を図る。

## 2 提案手法

本研究では、 $4000 \times 2250$  px の UAV 空撮画像を、YOLO の標準画像入力サイズである  $640 \times 640$  px に分割して学習を行う。具体的には、まず画像を格子状に分割する際、果実が分割境界線上に存在するか判定する。境界線上に存在する果実「境界果実」に対しては、各果実が画像の中心となるように新たな  $640 \times 640$  px の画像を生成し、学習データに追加する。提案手法における境界線果実処理の概要を図1に示す。本手法により、画像分割に伴って生じる境界線付近の果実に関するラベル不整合の問題を軽減し、検出精度の向上を目指す。

## 3 実験

本研究では、着果状態のユズ樹体を対象とした UAV 空撮画像 174 枚に対し、視認可能な果実のみにアノテーションを施した。これらを学習データ 139 枚、検証データ 17 枚、テストデータ 18 枚に分割し、性能評価はテストデータに対する推論結果を用いて行った。

比較手法として、一部の切り取られた境界果実に対して画像内に存在する範囲でラベルを付与する手法 (Simple Split)、境界果実のラベルを削除する手法 (Label Deletion)、および分割領域に 10% のオーバーラップを設ける手法 (Overlap Split) の 3 手法を用いた。提案手法を含むすべての手法において、分割後の画像サイズが  $640 \times 640$  px に満たない領域は黒塗りとし、ラベル



図1 提案手法における境界線果実処理の概要

表1 F1 値の比較 (信頼度別)

手法	信頼度		
	0.4	0.6	0.8
Simple Split	0.8549	0.8488	0.5221
Label Deletion [2]	<b>0.8679</b>	0.8366	0.4577
Overlap Split [1]	0.8476	0.8518	0.5367
Proposed Method	0.8557	<b>0.8589</b>	<b>0.5474</b>

が存在しない画像は学習データから除外した。

学習には YOLOv11n を用い、学習エポック数は 200 とした。推論では、 $4000 \times 2250$  px のテストデータに対して、SAHI (Slicing Aided Hyper Inference) [1] を用いた  $640 \times 640$  px の分割推論を行った。なお、SAHI は推論時のみに適用される手法であり、学習時には用いていない。評価指標としては、適合率と再現率の調和平均である F1 値を用い、信頼度スコアを変化させた性能比較を行った。

## 4 結果・考察

表1に示すように、信頼度 0.4 の領域では Label Deletion が F1 値 0.8679 を示し、提案手法 (0.8557) が僅かに下回った。しかし、信頼度を高く設定するにつれて提案手法の性能が相対的に向上し、信頼度 0.6 において提案手法は F1 値 0.8589 を達成して比較手法を上回った。信頼度 0.8 の場合でも、他手法が精度を落とす中で提案手法は最も高い値を維持した。これは、境界果実全体を学習データに加えたことで、モデル果実特徴をより正確に捉えることが可能になったためと考えられる。

一方、信頼度閾値が低い条件では、Label Deletion が最も高い性能を示した。これは、低信頼度の検出を許容する場合、境界線付近の果実情報を学習していないモデルであっても、SAHI のスライス推論により検出が可能であり、境界線処理を行わない方が広範囲の物体検出に有利となる可能性を示唆している。

## 5 まとめ

本研究で提案した境界線果実画像の生成手法は、信頼度閾値を高く設定した条件下において F1 値が向上しており、高い確信度を持つ果実検出が求められる実運用環境において有効な手法であると考えられる。

## 参考文献

- [1] F. C. Akyon, et al., 2022.
- [2] 上杉, 高知工科大学卒業論文, 2025.