

クリ樹の空撮画像を用いた物体検出アルゴリズムによる収量の推定

【要約】 無人航空機 (UAV) により得られたクリ樹の空撮画像内のきゅう果をアノテーションし、物体検出アルゴリズムを用いた深層学習を行うことで、高精度にきゅう果を検出することができ、きゅう果数の合計値から樹ごとの収量を推定することが可能である。

中山間農業研究所 中津川支所

【連絡先】 0573-72-2711

【背景・ねらい】

クリにおいて収穫期前の樹上のきゅう果の計数は、作柄の予測や着果負担の把握に重要であるものの、目視による計測や熟練者の勘に頼っており、高精度かつ効率的な手法は知られていない。一方で、深層学習や UAV を用いたリモートセンシングは、果樹を含めた作物の精密管理における有効性が示されつつある。そこで、精度が高く効率的に作柄等を把握する手法を開発するため、物体検出アルゴリズムを用いた画像解析により空撮画像内のきゅう果を計測し、得られた計測数と収量や着果負担の関係を明らかにする。

【成果の内容・特徴】

- 1 7月下旬(収穫1~2か月前の曇天日)にUAVを用いて撮影したクリ若木の画像500枚に対し、7,866個のきゅう果をアノテーション(画像に情報付けする作業)し、YOLOv4(You Only Look at Once version 4)を用いて学習を行うと高精度にきゅう果を検出できる(図1、2)。なお、樹全体を含む写真(n=53)を用いて評価したところ、R2乗(決定係数)が0.976、RMSE(二乗平均平方根誤差)が6.3であった。
- 2 きゅう果数の検出数は実際の着生数よりも過小評価されるが、その原因の一つとして、きゅう果の密集化や葉や枝による重なりが考えられる。このような事例は「えな宝来」のようなきゅう果が密に着生する品種に起こる傾向にある(図2)。
- 3 樹ごとにきゅう果数の検出数と収量との線形回帰を行ったところ、R2乗は0.75(果実数)、0.76(総収量) および0.73(健全果収量)で、総収量および健全果収量は実際のきゅう果着生数と収量とのR2乗と同等以上である(表1)。
- 4 これらのことから、本手法により検出したきゅう果数により収量を一定精度で推定可能である。

【成果の活用・留意点】

- 1 これらは研究所内の主要7品種の若木~成木前期樹(5~20樹/品種; 岐阜県方式低樹高仕立て、ナギナタガヤ草生栽培)から得られたデータであるため、今後、現場の生産ほ場や成木後期樹での実証および収量推定の精度検証が必要である。
- 2 きゅう果検出の精度は、撮影日時や天候、撮影場所等により変動し得るので、精度向上にはより多様な条件の学習データが必要である。
- 3 撮影に使用したUAVはMavic mini(DJI製)で、本体価格は4.5万円程度(令和3年調達時)、取得画像の画素数は2,250 × 4,000ピクセル)で、撮影高度は12~15mに設定した。
- 4 深層学習モデル構築の開発環境はGoogle Colaboratory(オープンソース)、アノテーションソフトはLabeling(無料)、プログラミング言語はPythonを使用した。

【具体的データ】

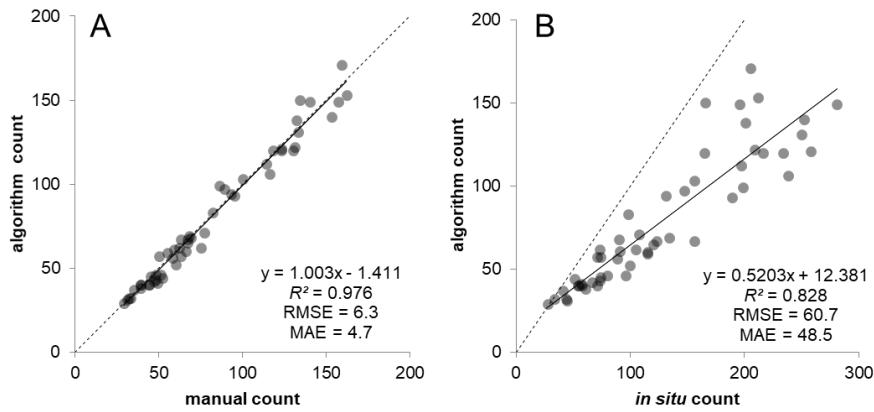


図1 YOLOv4により計測されたきゅう果数（algorithm count）と、同じ画像を目視で計測した数（A, manual count）および実際のきゅう果着生値（B, in situ count）実線は近似曲線を示し、点線は1:1プロットを示す。

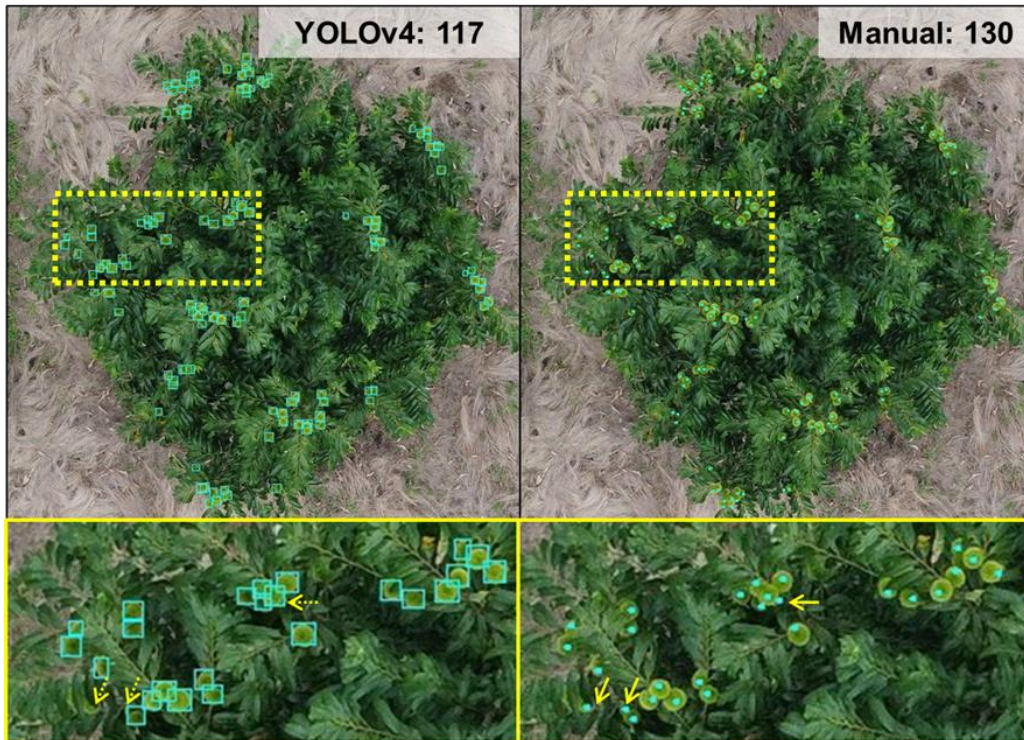


図2 YOLOv4によりきゅう果数が過小評価された例
写真はえな宝来の7年生樹を示す。上部写真で点線で囲われた箇所を拡大し、下部の写真に示した。きゅう果数はそれぞれの画像の右上部に示し、矢印は目視のみでカウントされたきゅう果の位置を示す。

表1 きゅう果数および収量を用いた線形回帰の結果

	総果数		総収量(kg)		健全果収量(kg)	
	検出数	着生数	検出数	着生数	検出数	着生数
Multiple R	0.87	0.91	0.87	0.88	0.86	0.84
R ²	0.76	0.83	0.76	0.78	0.74	0.70
Adjusted R ²	0.75	0.83	0.76	0.77	0.73	0.69
Std error	65.03	54.85	1.08	1.03	0.93	1.00

研究課題名：クリ産地維持・拡大に向けた新品種育成および安定生産技術の開発（令和4～8年度）
研究担当者：荒河匠・神尾真司・佐藤里奈