

高解像度画像入力と分割推論を用いた 広角画像からのブドウ葉検出手法

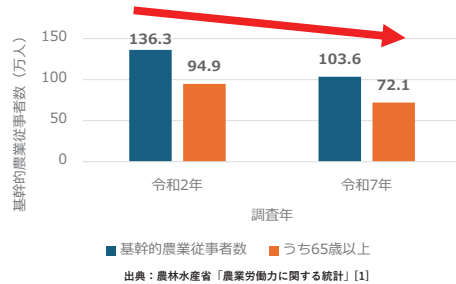
小嶋研究室
2312025024
三浦 怜

1

研究背景

農業分野における省力化の必要性

農業従事者の減少を背景に、農作業の省力化・効率化が求められている

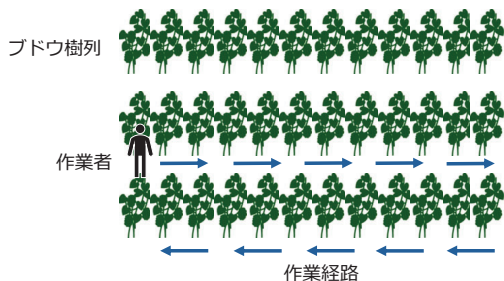


2

研究背景

圃場内の目視確認の負担

傾斜地にあるブドウ園では、圃場内の移動や継続的な観察が従事者の負担となる



3

研究背景

ドローンを用いた圃場観察

ドローンとAIを活用した圃場観察の省力化が期待される



4

研究の最終目標

ドローンとAIを用いたブドウ樹の病害箇所の自動検出の実現

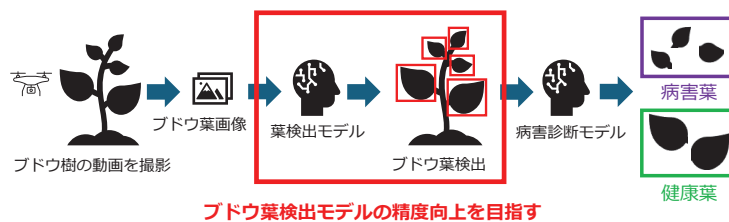


圃場観察に伴う農業従事者の負担軽減

5

システムの概要

ドローン画像からブドウ葉を検出し、葉ごとの健康状態を識別する

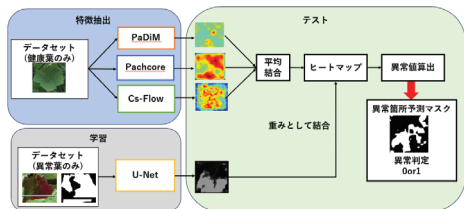


6

先行研究

複数の異常検知手法と U-Net を組み合わせたブドウ葉の健康状態識別手法 [2]

手動で切り出したブドウ葉画像に対して、複数の異常検知手法とヒートマップを組み合わせて健康状態を識別する

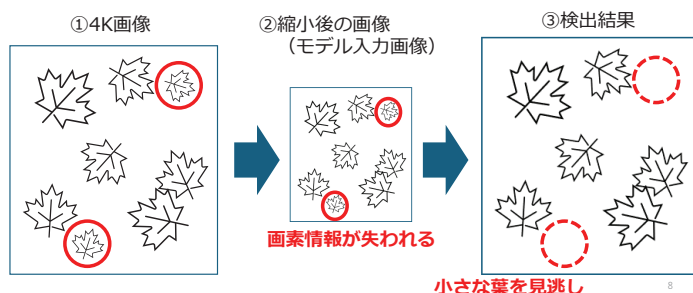


葉画像を手動で切り出しており、広角画像中からのブドウ葉の自動検出は未検討

7

システム実現上の課題

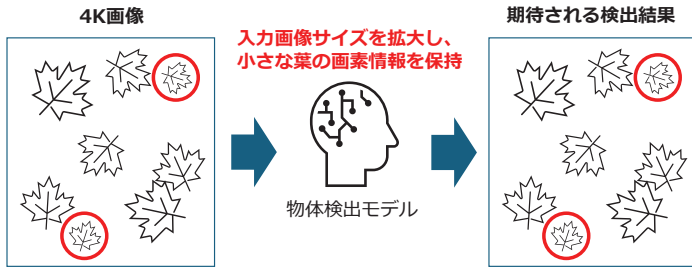
4K画像の縮小により、小さな葉は見逃されやすい



8

システム実現上の課題

入力画像サイズの拡大により、小さな葉の見逃しを抑制できるか？



予備調査

ブドウ葉のサイズ区分決定

全13,107個の葉を5区分し、病斑判別が困難なx_smallを評価対象から除外した

サイズ区分	バウンディングボックス面積[p×]	個数	個数(割合) [%]	評価対象
x_small	100 ² 未満	653	5.0	対象外
small	100 ² 以上200 ² 未満	3427	26.1	対象
medium	200 ² 以上300 ² 未満	4395	33.5	対象
large	300 ² 以上400 ² 未満	2922	22.3	対象
x_large	400 ² 以上	1710	13.0	対象

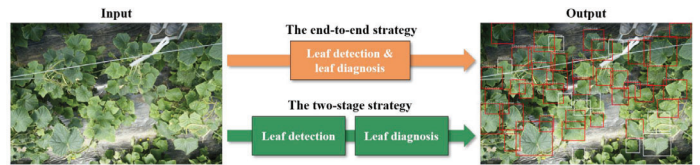
※x_smallは病斑の目視判別が困難なため、以降の評価対象から除外

11

関連研究

広角画像を用いた植物病害自動診断システムとその固有の問題 [3]

広角キュウリ画像から葉を検出し、葉ごとに健康状態を識別する二段階システムを提案



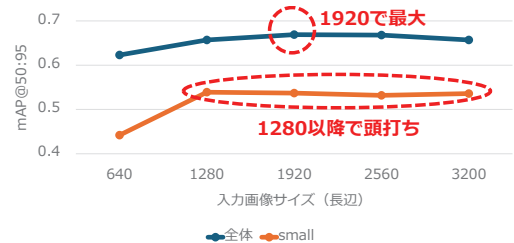
広角画像から葉を検出しているが、本研究では葉サイズ別の検出性能は未評価

10

予備調査

入力画像サイズによる精度変化

入力画像サイズの拡大だけでは、検出精度向上に限界がある



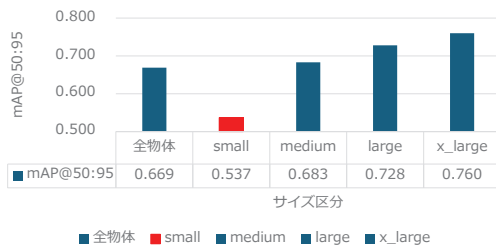
※mAP@50:95 : bboxの位置精度を含む検出性能の評価指標

12

予備調査

入力画像サイズによる精度変化

サイズ別精度を比較するとsmall区分の検出精度が低い



入力画像サイズ 1920 におけるサイズ別精度

13

本研究の目的

予備調査で得られた知見

入力画像サイズの拡大のみでは、検出精度向上に限界



本研究の目的

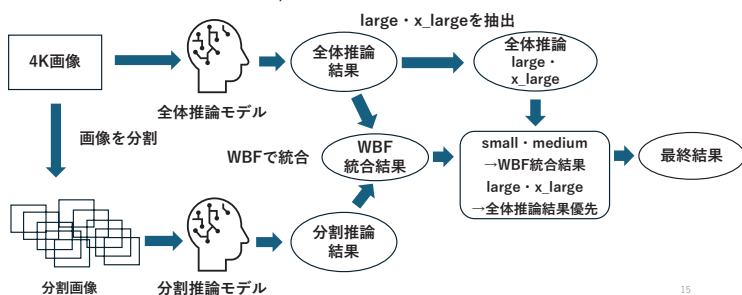
4K広角画像中におけるsmall区分のブドウ葉検出精度向上

14

提案手法

提案手法の概要

小さな葉は分割推論で補完し、大きな葉は全体推論を優先する

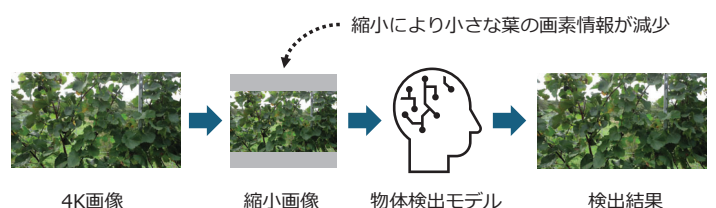


15

提案手法

全体画像に対する推論

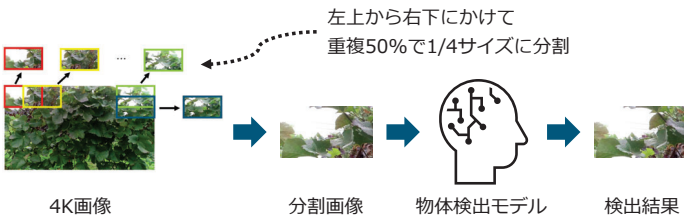
4K画像全体を縮小して推論し、画像全体の検出結果を取得する



16

分割画像に対する推論

4K画像を重複させながら分割し、小さな葉の画素情報を保持して入力する



17

分割画像における有効領域の設定

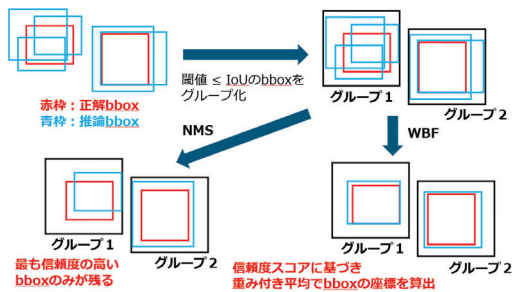
分割境界で見切れた葉の検出を除外するため、
中央領域内にボックス中心がある候補のみを採用する



18

WBF (Weighted Boxes Fusion) による検出結果の統合

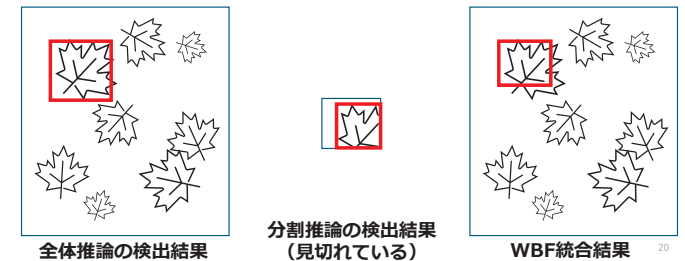
重複するバウンディングボックスの座標を、信頼度で重み付けして統合する [4]



19

大きな葉に対するWBF統合の課題

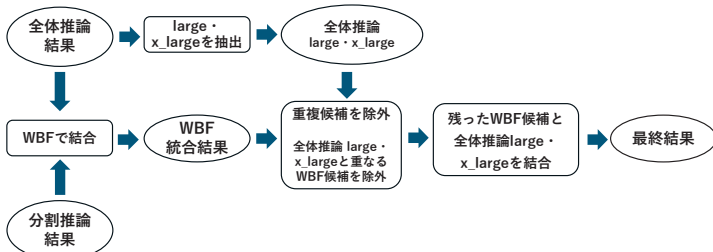
分割画像で見切れた大きな葉をWBFで統合すると、
バウンディングボックスの位置や大きさがずれる場合がある



20

サイズを考慮した統合処理

small・mediumはWBF統合結果を用い、large・x_largeは全体推論結果を優先



21

実験設定

同一のモデルとデータを用いて、推論・統合方法の違いを比較する

項目	設定
入力画像	4K画像 (3840×2160px)
学習・検証・評価	149枚・19枚・19枚
物体検出モデル	YOLO11n [5]
全体推論	入力画像の長辺1920px
分割推論	1/4サイズに分割、重複率50%
分割画像サイズ	960×540px
実験環境	NVIDIA GeForce RTX 4080

22

評価方法

mAP@50:95

IoU閾値を0.50~0.95まで変化させて算出したAPの平均
見逃し・誤検出に加え、bboxの位置や大きさの正確さを総合的に評価

サイズ別評価

all・small・medium・large・x_largeごとに算出

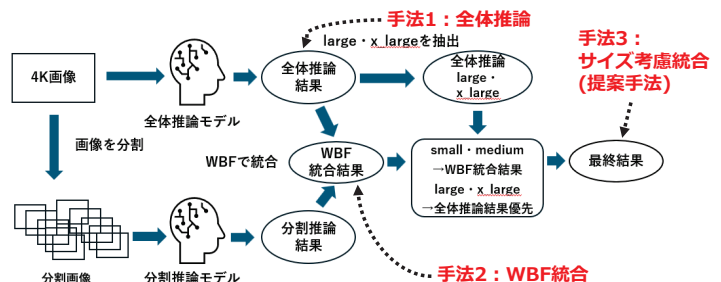
検出数の評価

small区分ではTrue Positive(TP)・False Positive(FP)・False Negative(FN)も比較

23

比較条件

同一のモデルと評価データを用いて、3種類の推論・統合方法を比較

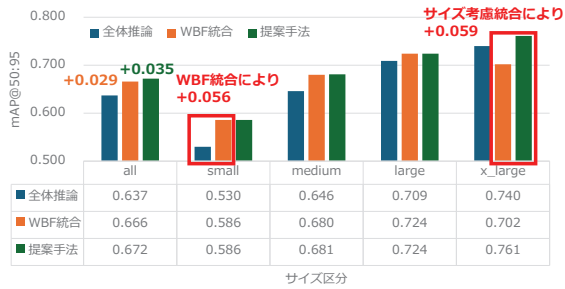


24

実験結果

mAP@50:95による検出精度の比較

WBFによりsmallの精度が向上、サイズ考慮統合によりx_largeの精度低下を解消



25

実験結果

small区分における検出数の比較

提案手法により、small区分の見逃しを10件、誤検出を30件削減した

比較手法	TP	FP	FN
全体推論	336	112	140
提案手法	346	82	130
増減	+10	-30	-10

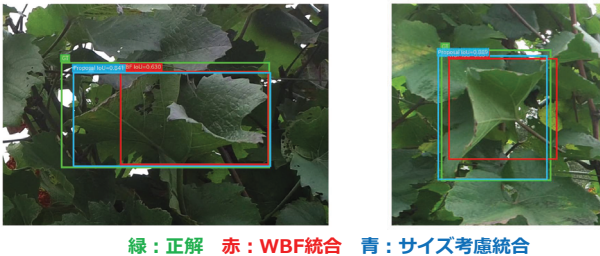
※TP：正しく検出、FP：誤検出、FN：見逃し

26

実験結果

WBFとサイズ考慮統合の比較

サイズ考慮統合により、WBFで生じた大サイズ葉のボックスのずれを抑制した



27

実験結果

実行時間の比較

提案手法の実行時間は、全体推論の約5.4倍となった

条件	19枚の処理時間[s]	1枚の処理時間[s]	全体推論比
全体推論	1.009±0.021	0.053	1.0倍
提案手法	5.494±0.131	0.289	約5.4倍

28

考察

small

分割推論では葉が相対的に大きく入力される
→ 全体推論で見逃された葉を補完

x_large

全体推論結果を優先
→ 見切れ候補とのWBFによるボックスのずれを抑制

課題

small区分では、検出精度改善の余地がある

29

まとめと今後の課題

まとめ

目的 4K広角画像におけるsmall区分の精度向上
↓
手法 全体推論と分割推論をサイズ別に統合
↓
結果 small区分の精度向上

今後の課題

・残存するsmallの見逃しや誤検出の低減

30

参考文献

- [1] 農林水産省：農業労働力に関する統計（オンライン），入手先＜<https://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>>（参照2026-07-24）．
- [2] 下總有芽，小嶋和徳，伊藤慶明：複数の異常検知手法とU-Netを組み合わせたブドウ葉の健康状態識別手法，情報処理学会第87回全国大会，2Y-01，pp.2-1031--1032，2025-3．
- [3] Suwa, K., Cap, H. Q., Kotani, R., et al.:A comparable study: Intrinsic difficulties of practical plant diagnosis from wide-angle images, *Proc. 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 5195-5201 (2019).
- [4] Solovyev, R., Wang, W. and Gabruseva, T.:Weighted boxes fusion: Ensembling boxes from different object detection models, *Image Vis. Comput.*, Vol. 107 (2021).
- [5] Jocher, G. and Qiu, J.:Ultralytics YOLO11, version 11.0.0, available from <<https://github.com/ultralytics/ultralytics>>, AGPL-3.0 (2024).

31