

## 茎部に発生する植物病害自動診断装置の提案

塩田 大河<sup>†</sup>鍵和田 聡<sup>‡</sup>宇賀 博之<sup>§</sup>彌富 仁<sup>†</sup><sup>†</sup>法政大学 理工学部 応用情報工学科<sup>‡</sup>法政大学 生命科学部 応用植物科学科<sup>§</sup>埼玉県農業技術研究センター

### 概要

本報告では、これまで報告例のない植物の茎部（果柄、葉柄）に発生する病害を対象とした、頑健性の高い病害診断システムを提案する。茎部の病変は、面積が特に小さく過学習が予見されるため、敵対的生成ネットワークを活用し茎部分のみを抽出したマスクを生成し、学習を工夫することで撮影環境に左右されない頑健なシステムを構築した。イチゴの茎部画像を ResNet50 で学習させる 3 クラス診断実験において、提案手法の導入により平均識別精度が 18.7 % 向上した。

### 1 はじめに

植物病害の診断は、人的及び金銭的成本がかかることから、深層学習技術を用いた農作物を対象とした病害自動診断装置が多数開発され、主に葉を対象としたシステムで高い精度が報告されている。しかし植物病の自動診断の問題は、本質的に識別すべき病害間の画像上の特徴が小さい一方でばらつきが大きく、また学習データ内の潜在的な類似性により、より大きい面積を占める画像背景に過学習する問題が発生する。これにより、別環境で撮影された画像に対して実用上の性能が確保できないという本質的かつ重大な問題が発生する [1]。

この問題は実や葉といった比較的面積の大きい部位の解析で指摘されており、より小さい茎部などに対する病気に対してはより深刻になることが予想される。茎部の病害診断は早期発見につながる重要な対象であ



(a) 炭疽病茎 (b) うどんこ病茎 (c) 健全茎

図 1: 元画像 (上部) と背景除去技術 (AOP) による生成画像 (下部) の例

り、農業現場から求められているにも関わらず、著者らの知る限り茎部を対象とした自動診断研究は見当たらない。これは、こうした技術的な困難も一因と考えられる。

そこで本研究では、葉画像から背景を取り除き、明度および色彩調整した画像を生成する背景除去技術 AOP (an anti-overfitting pretreatment for practical image-based plant diagnosis) [2] を応用し、イチゴの茎部分のみを抽出するネットワークを構築する。これにより作成されたイチゴの茎部分のみの画像を学習に用いて識別器を構築し、別環境で撮影されたイチゴの茎画像の自動診断問題における汎化性能を検証する。

### 2 手法

#### 2.1 AOP による背景なし茎画像の生成

本研究では、大部分に背景が写り込んだ茎画像と手で茎部分を切り抜いた画像の組を、病害感染茎及び健全茎の画像合計 966 組用意し、AOP を用いて相互間の特徴を学習させた。AOP は、敵対的生成ネットワークを活用してペア画像の関係性を学習し、1 枚の画像からペア画像を生成する pix2pix [3] をベースとしてい

#### A novel method for automated plant stem diagnosis system

Taiga SHIODA<sup>†</sup>, Satoshi KAGIWADA<sup>‡</sup>, Hiroyuki UGA<sup>§</sup> and Hitoshi IYATOMI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Applied Informatics, Science and Engineering, Hosei University, Tokyo, Japan

<sup>‡</sup>Clinical Plant Science, Faculty of Bioscience and Applied Chemistry, Hosei University, Tokyo, Japan

<sup>§</sup>Saitama Agricultural Technology Research Center, Saitama, Japan

{taiga.shioda.3d@stu., kagiwada@, iyatomi@}hosei.ac.jp, uga.hiroyuki@pref.saitama.lg.jp

表 1: イチゴ茎画像に対する識別精度の比較

AOP による背景除去	感度 [%]		特異度 [%]	F1 score			精度 [%]
	炭疽病	うどんこ病		炭疽病	うどんこ病	健全	
未適用	80.0	61.5	11.8	20.6	19.8	11.8	57.3
適用	<b>90.5</b>	60.7	<b>86.3</b>	<b>88.4</b>	<b>71.3</b>	<b>86.3</b>	<b>76.0</b>

る。元画像と AOP による生成画像の例を図 1 に示す。

## 2.2 データセットと前処理

モデルの学習と評価をするにあたり、以下の学習データとテストデータに対して前処理を行った。

**学習データ** 識別器学習用に、農水省委託プロジェクト「人工知能未来農業創造プロジェクト」から提供されたイチゴの 2 種の病害感染茎 (炭疽病 561 枚, うどんこ病 724 枚) および健全茎 603 枚の計 3 種, 合計 1,888 枚の画像を使用した。各学習画像は, 224×224 pix. にリサイズ後, オンラインでの前処理としてランダム水平, 垂直反転および 90 度刻みのランダム回転を行った。

**テストデータ** 識別能検証用に学習データとは別の圃場で撮影されたイチゴの 2 種の病害感染茎 (炭疽病 95 枚, うどんこ病 135 枚) および健全茎 51 枚の計 3 種, 合計 281 枚の画像を使用した。

## 2.3 実験環境

学習データ, テストデータ共に AOP による背景除去を適用し, 未適用の場合との識別性能差を検証した。識別器は一般物体認識で用いられる ImageNet (1,000 クラス, 合計 120 万枚のデータセット) に対して事前学習済みの合計 50 層の畳み込みネットワーク (CNN) である ResNet50[4] を用いた。

## 3 結果および考察

元画像で学習, 評価した結果と, AOP を活用して学習, 評価した結果を表 1 に示す。評価には感度, 特異度, 精度, また感度と特異度から算出される F1 score を用いた。また, CNN の勾配情報を利用して判断根拠を可視化する Grad-CAM[5] によるヒートマップの比較を図 2 に示す。

AOP による背景除去を適用した結果, 未適用時に比べて診断能が大幅に改善したことがわかる。これは図 2 から分かるように, CNN の着目領域が茎部分に向けたことにより, データセットの潜在的類似性に対する過学習が抑制されたためと考えられる。

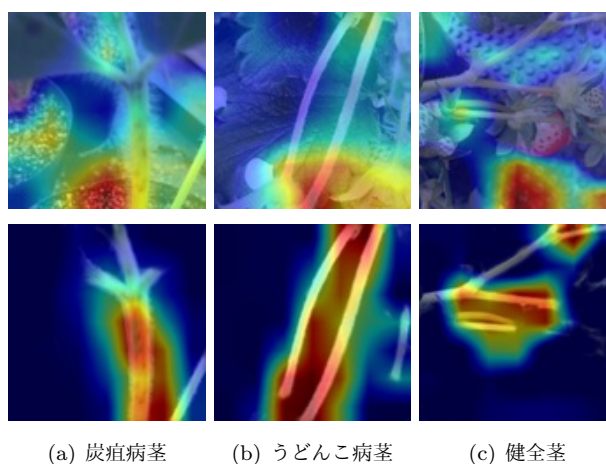


図 2: 元画像 (上部) と AOP による生成画像 (下部) のヒートマップの例

## 4 おわりに

AOP による背景除去を行うことで, 識別対象領域の小さい茎部に対しても, 病害自動診断装置の汎化性能向上を確認できた。この手法は葉や茎だけではなく花や実にも有効であると考えられるため, 今後対応部位の拡大を検討していく。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 基盤研究 (C) 17K08033, (2017-2020) の助成を受けた。

## 参考文献

- [1] T. Hiroki, R. Kotani, S. Kagiwada, U. Hiroyuki, and H. Iyatomi, "Diagnosis of multiple cucumber infections with convolutional neural networks," *IEEE Proc. AIPR*, pp. 1–4, 2018.
- [2] T. Saikawa, Q. H. Cap, S. Kagiwada, H. Uga, and H. Iyatomi, "Aop: An anti-overfitting pretreatment for practical image-based plant diagnosis," *CoRR arXiv:1911.10727*, 2019.
- [3] P. Isola, J.-Y. Zhu, T. Zhou, and A. A. Efros, "Image-to-image translation with conditional adversarial networks," *IEEE Proc. CVPR*, pp. 1125–1134, 2017.
- [4] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," *IEEE Proc. CVPR*, pp. 770–778, 2016.
- [5] R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh, and D. Batra, "Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization," *IEEE Proc. ICCV*, pp. 618–626, 2017.