

Data Augmentation を用いた農作物画像病害診断における 正答率低下の要因分析

Analysis of Factors Decreasing Accuracy in Image-Based Plant Disease Detection Using Data Augmentation

小林 賢一[†]
Kenichi Kobayashi

辻 順平[†]
Junpei Tsuji

能登 正人[†]
Masato Noto

1. はじめに

近年, Deep Learning を用いた農作物病害の画像診断が提案されている [1][2]. 特に文献 [1] の Mohanty らの研究では, 明度・彩度が整った好条件な病害画像を用いた診断を行った結果, 最大 99.34% を超える高い正答率を示している. また一方で, 条件が整っていないインターネット上の病害葉画像を用いた診断においては, 正答率が 36.5% と低下してしまう問題点も報告されている. このような背景のもと, 著者らはこれまでインターネット上に存在するりんごの病害葉画像に対し, Data Augmentation (以下, DA) の 6 手法を適用し正答率向上を検討してきた. その結果, 多くの DA 手法で正答率の向上が確認できている. しかしながらシアー変換においては正答率の低下が確認できているが, 正答率が低下した原因は自明ではない.

本研究では, DA 手法であるシアー変換を適用した学習データを用いて, 畳み込みニューラルネットワーク (以下, CNN) で学習・検証を行い, 正答率が低下した原因を明らかにする.

2. シアー変換の正答率低下の要因分析

シアー変換の正答率低下の原因は, 画像全体へシアー変換を適用した際に, 画像中の病害部位の形状が変形したことが考えられる. そこで, 病害部位のみへシアー変換を適用した場合と, 病害画像全体へのシアー変換を適用した場合の 2 つの DA の適用方法を試みる. この 2 つの正答率が, DA を適用していない場合と比較して同程度の正答率低下が確認できた場合, シアー変換による病害部位の形状変化が正答率を低下させているといえる.

また一方で, 他の DA 手法では, 画像全体への DA を適用した際に正答率が向上するが, 病害部位のみへ DA を適用した場合にも同様に正答率が向上することを確認する.

2.1 データセット

先行研究 [1] と同様にインターネット上のりんごの葉画像を用いる. 取得した画像は, 黒点病・赤星病・黒腐病の 3 種の病害と健康状態の合計 4 クラスに分類されている. これらを本研究のデータセットとした. データセット内の学習用データは 100 枚, 検証用データは 100 枚とする.

2.2 DA とデータの前処理

Deep Learning を用いた画像処理の研究では, 多量のデータが必要である. そのため, 既存の学習データを加工してデータ数を増加させる手法である DA が多用されている. 一般的には学習データに対して切り出し・左右反転・変形などが行われる [3].

本研究では, シアー変換による病害部位の形状変化が正答率を低下させていることを明らかにする. そこで, 画像全体へシアー変換をしたもの (DA-1) と病害部分のみへシアー変換をかけたもの (DA-2) の 2 つの DA 適用を試みる. DA-1 では, データセット内の 3 クラスの病害画像一枚一枚に対し, シアー変換・回転をそれぞれ角度を変化させる. DA-2 では, データセット内の 3 種の病害画像に対し, 病害部位と健康部位の分割を行う. 分割後, 病害部位は一枚一枚に対し, シアー変換・回転をそれぞれ角度を変化させる. 健康部位は, 病害部位だった部分へ類似した葉の色を補色した. その後, 病害部位と健康部位の合成を行う (図 1 参照). DA-1・DA-2 手法のシアー変換手法の適用範囲は 6 度ずつ 72 度まで変化させ, 回転手法の適用範囲は 5 度ずつ 60 度まで変化させる. また, 各 DA 手法においてデータセット内の病害画像一枚一枚につき 11 倍へ増加させる.

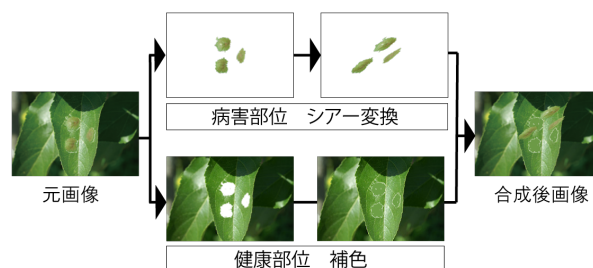


図 1: DA-2 手法の画像処理の概要

2.3 CNN モデルと評価方法

本研究は, 先行研究 [1] と同様に農作物の病害診断で高い分類精度を示している GoogLeNet モデルを用いる.

評価方法は, DA-1・DA-2 手法においてシアー変換および回転を適用した場合と DA を適用していない場合の各正答率を元に比較し評価を行う.

[†]神奈川大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻, Graduate School of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

3. 結果および考察

DA-1 および DA-2 手法においてシアー変換・回転を適用したものと、DA 手法を適用していないものをそれぞれ 5 回学習・検証した際の正答率の平均値を表 1 に示す。結果より、DA-1 および DA-2 のシアー変換の 2 つの正答率は、DA 適用なしと比較すると正答率が同程度低下していることが確認できる。

したがって、シアー変換により正答率が低下した原因は、シアー変換により病害部位を形状変化させたことが影響していると明らかになった。

DA-2 の回転手法は、DA を適用していない場合と比較して約 2% の正答率の低下が見られたが、同程度の正答率であった。これは DA-2 手法における健康部位の病害部位だった部分へ類似した葉の色を補色したことが妨げとなったと考えられる。しかし、シアー変換と比較すると正答率低下の度合いは低い結果であるため、シアー変換の正答率低下は形状変化によるものと考えられる。

表 1: DA-1・DA-2 を適用した場合と DA を適用していない場合の各正答率と標準偏差

| DA の方式 | | 正答率 [%] (標準偏差) |
|---------|-------|----------------|
| DA-1 | 回転 | 60.00 (±3.31) |
| | シアー変換 | 48.43 (±3.91) |
| DA-2 | 回転 | 52.16 (±3.13) |
| | シアー変換 | 45.07 (±3.67) |
| DA 適用なし | | 54.12 (±2.51) |

4. 特徴マップによる解析

DA-2 手法の病害部位へのシアー変換を適用した画像により、CNN においては病害部位をどのような特徴量を得たか確認する。DA-2 手法のシアー変換を適用した画像と DA を適用していない場合の画像を、同一 CNN の学習済モデルへ入力しそれぞれ特徴マップを出力する。結果より、DA-2 のシアー変換を適用した場合 (図 3) は、DA を適用していない場合 (図 2) と比較して病害部位を特徴として得ているニューロンもあるが、発火度合いが弱い傾向がある。したがって、病害部位がシアー変換により形状変化してしまうと、CNN が病害部位を特徴として十分に得ることが難しいと考えられる。

5. おわりに

本研究では、農作物病害画像へシアー変換 DA 適用を試みた際に正答率が低下する。この原因を明らかにするため、病害部位のみと画像全体の 2 つのシアー変換による形状変化を用いた場合の正答率を比較した。DA を適用していない場合と比較すると、2 つのシアー変換において同程度の正答率低下がみられることを確認した。したがってシアー変換による病害部位の形状変化が正答率低下の要因であることが分かった。今後は、より CNN へ学習させるためのデータの生成法について検討する。

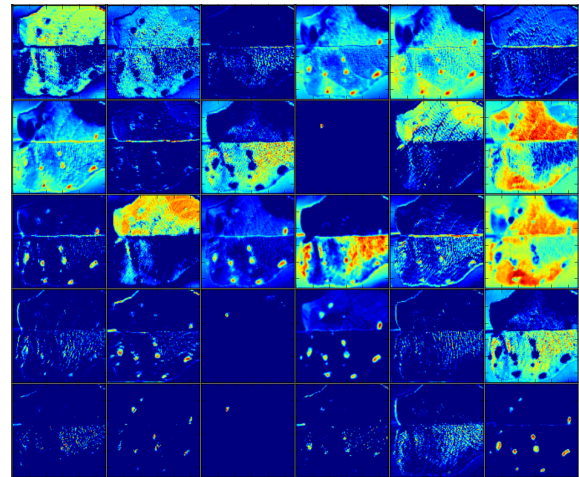


図 2: 病害葉画像を入力した際の特徴マップ (DA を適用していない場合)

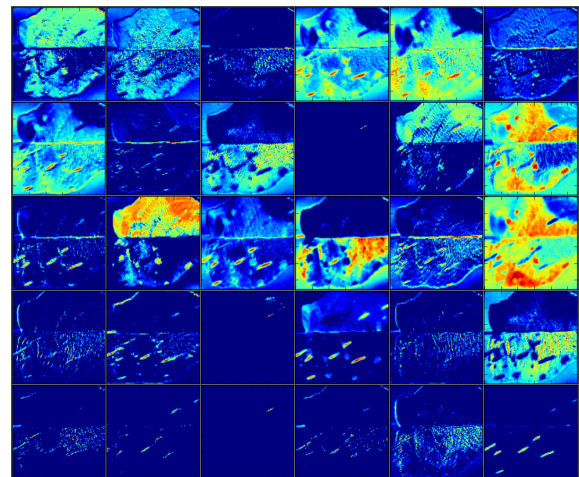


図 3: 病害葉画像を入力した際の特徴マップ (DA-2 のシアー変換を適用した場合)

参考文献

- [1] Mohanty, S.-P., Hughes, D.-P. and Salathe, M.: Using Deep Learning for Image-Based Plant Disease Detection, *Frontiers in Plant Science*, Vol. 7, DOI: 10.3389/fpls.2016.01419 (2016).
- [2] Fujita, E., Kawasaki, Y., Uga, H., Kagiwada, S. and Iyatomi, H.: Basic Investigation on a Robust and Practical Plant Diagnostic System, *Proc. of 2016 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications*, pp. 989–992 (2016).
- [3] Krizhevsky, A., Sutskever, I. and Hinton, G.-E.: ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, *Advances Neural Information Processing Systems*, Vol. 25, pp. 1097–1105 (2012).