

葉の病気検出と類似症状探索のための学習レス型データセットモデル

永田研究室 EMM2501 PENG YUJI

背景と目的

近年、製造業においては、不良品の原因となる欠陥を検出するためには深層学習モデルを応用した事例が数多く報告されており、新たな手法も継続的に提案されている。特に、過去に蓄積された不良品画像データの中から類似した欠陥を迅速に探索できるシステムに対する需要が高まっている。これは、熟練した品質検査担当者の退職などにより、経験の浅い担当者が新たに発生した欠陥の種類を判断することが困難となるためである。また、農業分野においても、葉に現れる視覚的な異常から病害を早期に発見したいというニーズが存在する。本研究では、これらのニーズに対応するために、カルバッカ・ライブラリ情報量 (KLD)、コサイン距離、およびL2ノルムに基づく学習レス型データセットモデルを用いた欠陥検出法を提案し、その有効性を検証することを目的とする。さらに、提案手法を既存の教師あり学習モデルと比較し、特徴類似度に基づく検出精度の違いを明らかにする。最終的には、提案法を葉の病害検出タスクに応用し、産業および農業分野における汎用的な欠陥検出支援システムの実現可能性を示す。

実験方法

図1には提案する学習レス型データセットモデルを示す。特徴ベクトル抽出にはAlexNetを用い、比較のためVGG19も試したがAlexNetの方が優れた性能を示したため、以降の実験ではAlexNetを採用した。また、AlexNetの全結合層を3クラス分類用に再設計し、軽微な追加学習を施したモデルをsssNetとして構築した。追加学習では畳み込み層の学習率を全結合層の1/10に設定し、元の特徴抽出能力を保ちながら新しいドメインへの汎化性能の向上を図った。

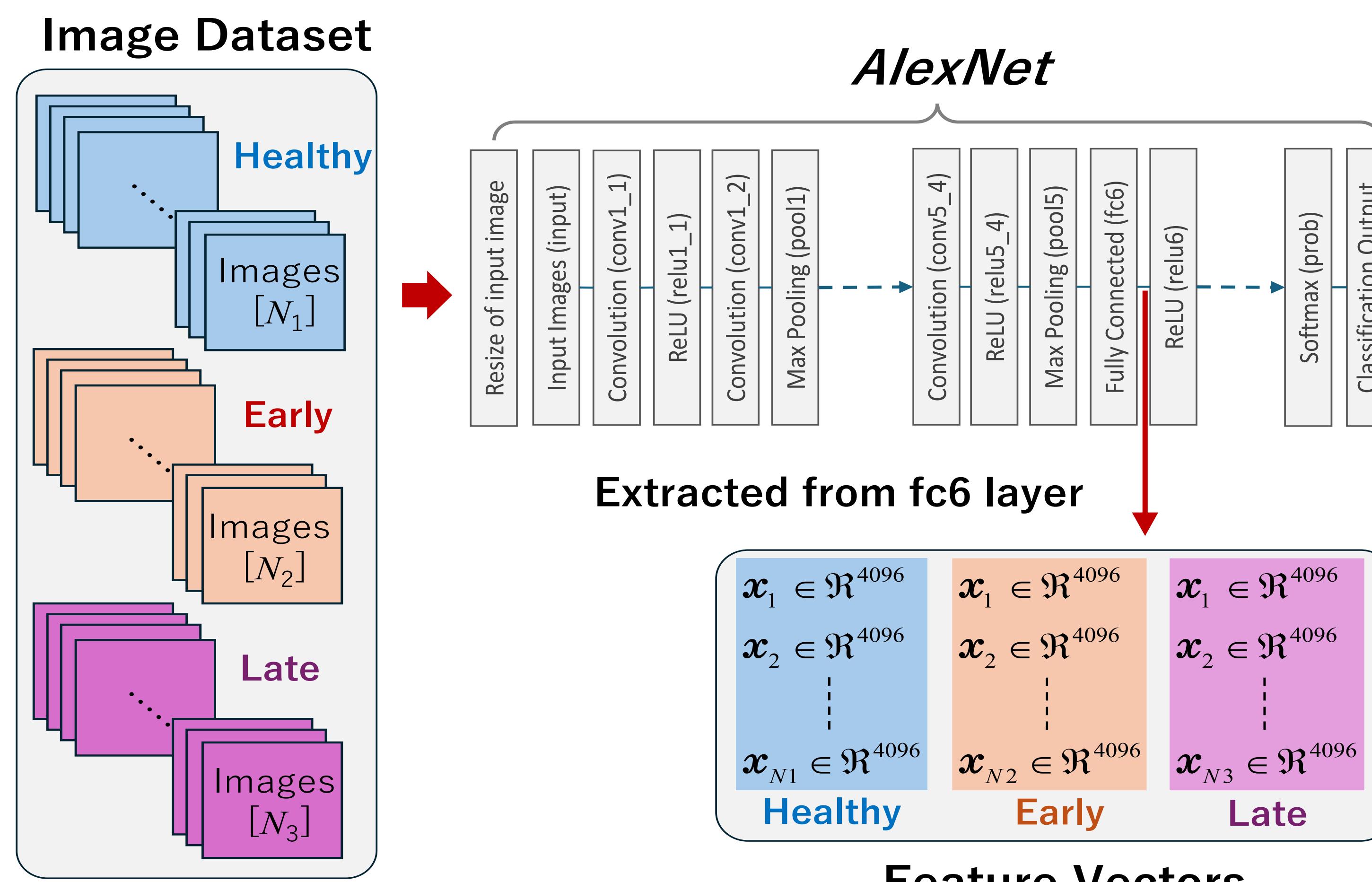


Fig. 1 Proposed training-less dataset model based on AlexNet for a feature vector extractor.

評価用データセット

本研究で使用したデータセットは、Kaggleで公開されているPotato Plant Diseases Dataであり、Healthy leaves (健康) × 152枚、Early blight leaves (早期疫病) × 1000枚、Late blight leaves (疫病) × 1000枚の3クラスのジャガイモの葉の画像から構成されている。今回は、Healthy leavesを左右反転の画像拡張により304枚とした後、特徴抽出用データとテストデータに分けて評価に使用した。

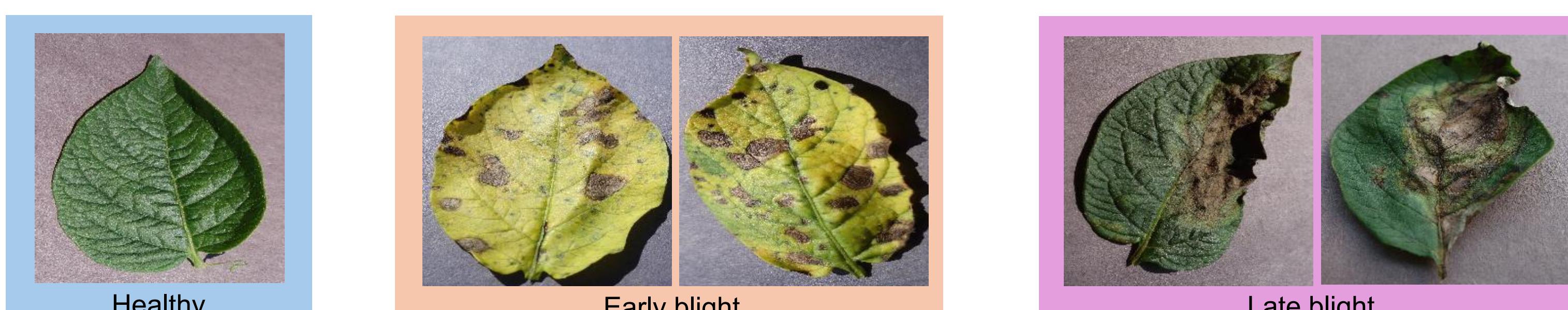


Fig. 2 Examples of typical potato plant diseases.

得られた結果

オリジナルのAlexNetを用いた場合の分類精度は、KLDで93.3%、コサイン距離で92.3%、L2ノルムで93.3%であった。一方、sssNetを用いた場合にはそれぞれ、99.2%、99.3%、99.3%と高い分類精度を達成した。これにより、軽微な追加学習を行うことで特徴抽出性能が大幅に向上去ることが確認された。また、KLDに基づく類似画像探索の結果、葉の構図や病斑の分布が類似した画像が良好に検索され、提案手法の有効性が確認された。

これらの結果は、微細な葉の構造や病斑の分布パターンに関する視覚的な特徴をより正確に抽出できることを示しており、従来モデルでは分

KLDに基づく検出精度の評価

AlexNetによる検出結果 (93.3%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	150	0	2
Early blight	8	483	9
Late blight	73	38	389

sssNetによる検出結果 (99.2%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	151	0	1
Early blight	0	500	0
Late blight	0	0	500

Fig. 3 Detection accuracy comparison based on KLD.

コサイン距離に基づく検出精度の評価

AlexNetによる検出結果 (92.3%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	134	1	17
Early blight	3	493	4
Late blight	35	28	437

sssNetによる検出結果 (99.3%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	152	0	0
Early blight	0	500	0
Late blight	7	1	492

Fig. 4 Detection accuracy comparison based on cosine distance.

L2ノルムに基づく検出精度の評価

AlexNetによる検出結果 (93.3%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	129	1	22
Early blight	3	482	15
Late blight	18	18	464

sssNetによる検出結果 (99.3%)

True Predicted	Healthy	Early blight	Late blight
Healthy	150	0	2
Early blight	0	500	0
Late blight	0	0	494

Fig. 5 Detection accuracy comparison based on L2 norm.

類が困難であった類似病害の判別精度向上にも寄与することが期待される。加えて、提案手法は分類だけでなく、病害画像の類似性解析や特徴の可視化にも有用で、研究者が病害の発生パターンや進行状況を理解するためのツールとしても活用できる。

今後は異なる作物種や多様な照明条件下での性能検証を行い、モデルの汎用性と頑健性をさらに高めるとともに、農業生産現場での迅速な病害診断や精密管理に貢献できるシステムの実現を目指す予定である。

まとめ

提案した学習レス型のデータセットモデルにおいて、3種類の類似度評価法を用いた場合の分類精度には大きな有意差は見受けられないものの、ターゲットドメインの画像でバックボーンネットワーク(AlexNet)を軽く追加学習することで全体的な汎化性能を高めることができた。また、類似した特徴を持つ画像の高い探索能力も確認することができた。以上の結果から、提案手法はPotato Plant Diseases Dataの画像分類タスクと、類似画像探索タスクに対して有効であることが確認された。