

ニューラルネットワークを用いた画像解析による 植物生育状況の予測

新鞍 知史[†] 波部 斉[‡] 井口 信和[‡]

近畿大学大学院総合理工学研究科[†] 近畿大学工学部情報学科[‡]

1. 序論

季節や天候に左右されずに野菜を計画的かつ安定的に生産・供給できる植物工場が注目されている [1]. 植物工場では規定の重量ごとに作物を袋詰めして出荷する. 栽培中の作物は, 一度収穫すると, 生育に悪影響が出ることから栽培中の作物を計量することができない. そのため, 収穫前に重量を知ることができない. そこで, 作業員が栽培トレイ上の作物の成長度合いを目視で確認することで収穫時期を判断している. 収穫後に測定した重量が規定の重量を上回ってれば超過分は無駄になる. また, 規定の重量を下回ってれば不足分を補う必要がある. このような無駄を無くするためには作物の収穫時期を適切に判断することが重要であると言える. しかし, 現状では作業員の感覚に頼る部分が多いため, 出荷時の重量を安定化させることは難しい. 筆者がヒアリングを行なった植物工場の例では, 栽培中の作物に, 一株 50 グラムから 120 グラム程度の範囲で重量に個体差が見られた. 植物の成長状態にばらつきがある中で栽培面全体の生育状況を感覚的に判断することは難しく, 作業員の技量にも個人差があると考えられる. そこで本研究では, 栽培面上の作物を撮影した画像から生育状況の予測を行い, 収穫時期の判断に寄与する情報の提供を目指す. 提案手法では, 画像解析にニューラルネットワークを用いて精度の高い予測を行う.

2. 研究内容

筆者らはこれまでに, Web カメラを用いて撮影した植物画像から生育状況を確認するモニタリングシステム[2] (以下, モニタリングシステム)を開発してきた. 本研究では, モニタリングシステムに実装した画像収集のための機構を用いて稼働中の植物工場で栽培されている作物を撮影し, 776 枚の植物画像を収集した. これをデータセットとして, 画像の分類において効果

Growth Condition Prediction by Neural Network for Image-Based Plant Monitoring

[†]Tomofumi NIKURA, Graduate School of Science and Engineering Research, Kindai University

[‡]Hitoshi HABE, Nobukazu IGUCHI, Department of Informatics, Faculty of Science and Engineering, Kindai University

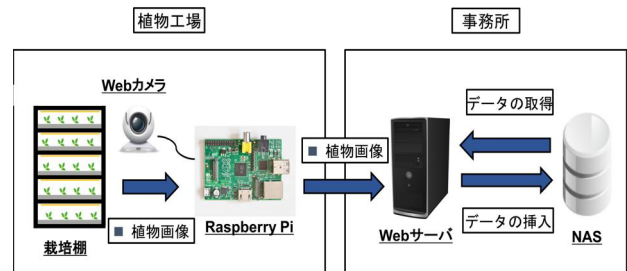


図1: モニタリングシステムの構成

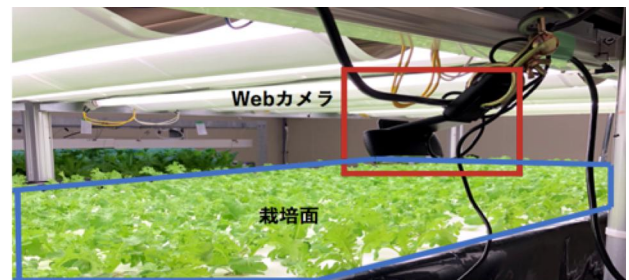


図2: 設置方法



栽培1日目

栽培10日目

図3: 本システムによる撮影画像

が高いことが知られている CNN を用いて栽培日数をラベルとした植物画像の分類を行う判別器を作成する. 栽培中の植物画像を入力すると, 分類結果として栽培日数を得ることができる. 分類結果と実際の栽培日数が一致する場合は順調に生育が進んでいると推定できる. また, 分類結果が実際の栽培日数を上回る場合には特に生育が進んでいると推定でき, 少ない場合には生育が遅れていると推定できる. これにより, 収穫時期の判断における作業員の感覚に拠らない指標を提供できる. 以下で, モニタリングシステムを用いた植物画像の収集方法と本研究で行なった CNN を用いた学習方法について述べる.

表 1：分類精度

栽培日数	0日目	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
判別精度	100%	60%	100%	72%	100%	100%	100%	75%

8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	13日目	14日目	15日目	全体
100%	100%	54%	100%	85%	100%	100%	100%	91%

2.1 植物画像の収集方法

モニタリングシステムの構成を図1に示す。モニタリングシステムは Web カメラを接続した Raspberry Pi と Web サーバ、NAS から構成される。植物工場内の各栽培面に Web カメラを接続した Raspberry Pi を設置する。本研究では植物工場での作業に干渉しないよう配慮するため、図2のように栽培面を斜め上から見下ろす形で設置した。Raspberry Pi は栽培面の作物の画像を1時間ごとに撮影して Web サーバを介して NAS へ保存する。モニタリングシステムを用いて撮影した画像の例として、栽培開始から1日目と10日目の例を図3に示す。

2.2 CNN による学習方法

モニタリングシステムを用いて、播種から収穫までの16日間を4周期分撮影したカラー画像の中から、消灯時の画像を除いた779枚の植物画像を64×64ピクセルにサイズ変換して栽培日数でラベル付けすることでデータセットを作成した。このうち80%にあたる623枚をランダムに選択して学習データとして、残りの20%にあたる156枚をテストデータとした。提案手法で用いる CNN ネットワークの構成について説明する。64×64×3の入力層が1層、中間層は畳み込み層とプーリング層がそれぞれ2層ずつ、全結合層が1層、出力層が1層からなる。フィルタのサイズは5とし、プーリング層の領域サイズを2とする。また、中間層の領域サイズは2として、全結合層のノード数を16とする。中間層では活性化関数に ReLU 関数を使用する。学習を実行した際の学習曲線を図4に示す。

3. 分類精度評価

作成した判別器に対して、156枚のテストデータを用いて精度を比較した。計測結果を表1に示す。全体の精度は91%であった。植物画像を提案手法を用いて解析することで、画像中の植物の栽培日数を高い確率で分類することができることが分かった。このことから、提案手法により得られた分類結果を用いて植物の生育状態を評価することが可能であると考えられる。栽培日数ごとの精度を比較すると、誤判別した画像について確認したところ、誤判別はすべて前後1日

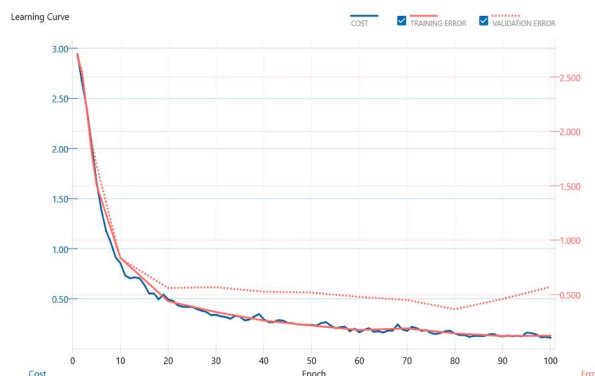


図 4：学習曲線

の誤判別であることが分かった。また、1日目の画像は植物が発芽した直後の画像であり、0日目の画像と誤判別されていたことが分かった。発芽した直後は植物の領域が小さいため、元画像のサイズを64×64ピクセルに縮小した際に、0日目と1日目の画像の差異が失われた画像がデータセットに含まれていたことが原因の一つであると考えられる。

4. 結論・今後の課題

提案手法により、植物画像から栽培日数の分類が可能であることを確認した。提案手法を用いることで、収穫時期の判断する際に、作業者の感覚に拠らない指標を提供できると考えられる。今後の課題として、植物工場で収穫された植物から、重量などの成長度合いを定量的に表したデータを収集し、提案手法により得られた有効性を検証する必要がある。

謝辞

本研究の遂行にあたり、植物画像の提供と貴重なご助言を頂きました関西鉄工株式会社様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 三輪泰史, “収益性の伴う植物工場のビジネスモデル” 農業電化, vol.67, No.3, pp.2-7(2014).
- 2) 大小田淳史, 波部齊, 井口信和, 小池敏和, 鍛冶研一, 植田頼親 “画像処理を用いた植物工場野菜の生育状態確認システムの開発” 情報処理学会関西支部大会講演論文集 pp.3(2016).