

農作業記録のDX化のための画像認識システムに関する研究

菅原 敏夫† 千葉 慎二†

仙台高等専門学校†

1. 研究背景

現代の日本農業において、農業従事者数の減少、高齢化が大きな課題になっている。平成27年から令和3年にかけて45.5万人の農業従事者が減少しており、その中の65歳以上の割合も年々増加している[1]。そのため、近年ではロボット、AI、IoT等の先端技術を活用する「スマート農業」が注目されている。スマート農業はこれまででも多くの場所で行われているが、高性能なカメラなどを必要とするものや大規模な機構を有しているものが多い。それらのシステムは多額の資金を必要とするため[2]、中小企業への普及は難しい現状である。そこで、本研究では農法従事者への負担軽減と今後のスマート農業への活用のために、安価で導入のしやすい農作業記録のDX化に焦点をあてた研究を行う。

1.1 先行研究の成果

本研究室の先行研究として、農業用スマートフォンアプリケーションの開発を行っている(図1)[3]。本アプリケーションでは、各農園に設置しているセンサから得た気象・土壌データをグラフにして確認する機能やビニールハウス用カーテンやスプリンクラーの遠隔制御機能、農作業・生育記録機能などを有している。現在も実際に農家の方々に利用していただきヒアリングを通じて改良を進めている。



図1 先行研究のアプリケーション[3]

2. 研究概要

本研究では宮城県内の農家様と協力し、農作業記録のDX化を目的とした研究を行う。各農家様へのヒアリングを行っていく中で、先行研究で開発している農業用アプ

A Study on Image Recognition System for Digitization of Farm Recordings

†Toshio Sugawara, National College of Technology Sendai

†Shinji Chiba, National College of Technology Sendai

リ[3]において農家の方々にうまく活用していただけないという課題がある。この課題の一つに農作業記録の機能がほとんど利用されていないことが挙げられる。現在の農作業記録の機能は、農家の方々が手でアプリに農作業記録を入力する形になっており、スマートフォンに慣れていない方々にとっては、アプリ利用前まで行っていた紙のノートによるよりも手間がかかってしまっていた。しかし、紙媒体の記録では、記録情報をデータ解析に利用することが困難であり、農業ICTによる効率化に支障がある。実際にヒアリングの結果の一つに、毎日の作業日報を紙に記入し、そのデータをExcelに手作業で記録しているという状況があり、毎日1時間弱ほどの時間がかかってしまっているとのことだった。これらの状況をもとに、スマートフォンで記録すること自体が手間であると考えた。そこで、農作業記録を自動で行うことにより、農家の方々の作業記録の手間を軽減させつつ、データ活用により更なる農作業の負担軽減を目的として研究を行う。

3. 提案手法

本手法では、農家ごとの作業内容が記載されたA4サイズほどの紙を貼り付けたホワイトボードと印を記載したマグネットを用いる。利用者は、作業内容が記載されたホワイトボードにマグネットを該当する作業の位置に貼り付ける。また、マグネットは印ごとに作業者が分けられるようになっている。実際の流れを図2を示しながら解説する。①ホワイトボードをネットワークに接続したカメラデバイスを用いて一定間隔で撮影し、物体検出で得たマグネットの位置と範囲識別ロゴの相対距離を計測する。②計測した座標と時間のデータをLPWA通信を介してクラウドサーバーのデータベース(以下DB)上に保存する。③保存したデータをあらかじめDBに登録してある作業テーブルと作業者テーブルをもとに誰がどのような作業をしたのかを算出する。④算出したデータを撮影時の時間と共に作業記録用DBに保存する。

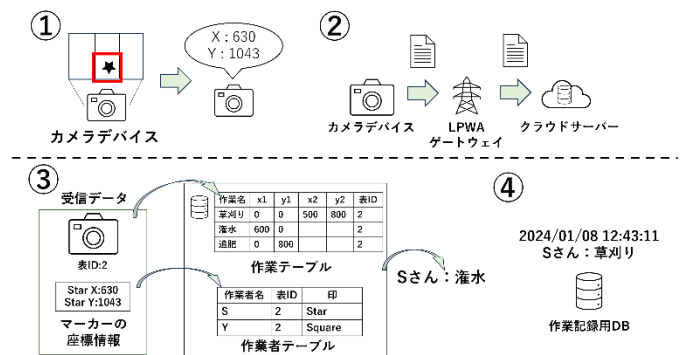


図2 農作業記録自動化の流れ

また、各農園が準備したそれぞれの表にIDを割り振り、カメラで読み取ることによって、農場の特定や作業内容

の結びつけを行う。これにより、農家の方々が一つ一つ作業内容を記録することなく、作業ごとに磁石を動かすだけで、複数人の作業を定期的に記録することができる。

3.1 使用デバイス

使用するカメラモジュールは安価ながら AI カメラを用いることができる SONY Spresense を用いる。[4]

Spresense は 156MHz6 コアの CPU と 1.5MB の SRAM を搭載しており、本体を約 6000 円程度で利用することができる。また、専用のカメラモジュール(約 3000 円)を利用することによってデバイス単体で撮影・識別を行うことができる。

3.2 物体認識について

使用する Spresense のスペックの都合上、利用するモデルは数 KB 程度に収める必要があり、容量が数 MB 以上になってしまう YoLo 等の大きな物体検出モデルは利用できないという課題がある。そこで本研究では、軽量の物体認識モデルを代用することによる物体検出を行う。検出の流れを図 3 を示しながら解説する。①撮影した画像の一部を切り取り、切り取った画像を軽量の印の物体識別モデルで識別を行う。②認識後、画像を切り取る位置をずらして再度検出を行う。これを画像全体を識別するまで繰り返す。③画像全体の検出結果から出た印の位置をもとに座標の抽出を行う。

このようにして物体検出よりも小さな物体識別モデルを利用することによって、デバイス内のメモリをモデルで圧迫することなく物体検出を行うことができる。

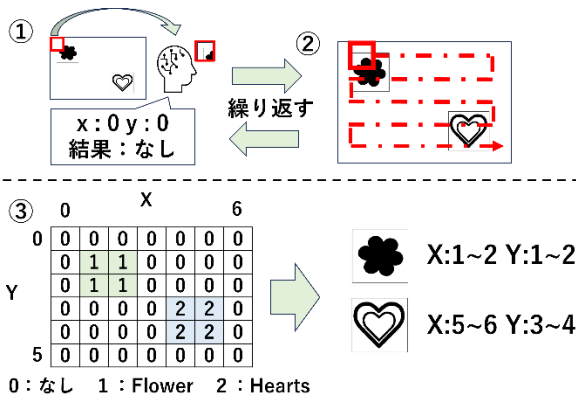


図 3 物体検出のプロセス

4.画像認識システムの開発

物体識別モデルを作成するにあたり、10種類の印と”一致無し”の計 11 クラスの学習を行った。学習を行った印の一覧を図 4 に示す。学習環境は SONY が提供している Nural Network Console(以下 NNC)を利用して学習を行う。

学習で用いたデータセットは、各印 1000 枚程度を利用して作成した。利用した画像は実際にカメラで撮影した印の画像に対して、ランダムな明度の変化や回転を加え、入力サイズである 28x28px にリサイズを行ったものを水増ししたものである。

今回作成したモデルは、太田[5]が提供している数字識別用モデルを参考に印識別用として改良を行い作成した。

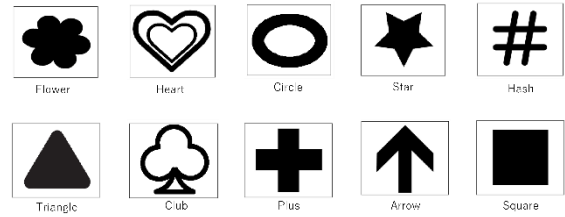


図 4 学習した識別用印

上記のモデルを使用し、実際に物体識別を行った。10種類の印を5つ貼り付けたホワイトボードを20回撮影した。この際、すべての印がそれぞれ10回ずつ撮影されるように選出を行う。撮影した画像の識別を行い、印を認識する閾値を95%以上とし、印ごとの精度結果を表1に示す。高い精度が出ている Arrow や Plus などは、角や縁がシンプルなものと他の画像と比べてユニークな形状をしている傾向が高い。精度が低くなっている Hearts や Club などの印は丸みなどの情報量が多い傾向がある。この中で、Hearts は Circle と Club は Triangle と誤認識されるケースが多く、似たような形状(丸みや空白、サイズ)によって誤認識されるものだと考えられる。

表 1 印ごとの精度結果

	Arrow	Circle	Club	Flower	Hash	
Accuracy	1.00	1.00	0.65	0.75	0.90	
Precision	1.00	1.00	0.80	1.00	0.90	
Recall	1.00	1.00	0.62	0.67	0.90	
F1 Score	1.00	1.00	0.70	0.80	0.90	
	Hearts	Plus	Square	Star	Triangle	Average
Accuracy	0.45	1.00	1.00	0.70	0.85	0.83
Precision	0.63	1.00	1.00	0.70	0.91	0.89
Recall	0.38	1.00	1.00	0.70	0.83	0.81
F1 Score	0.48	1.00	1.00	0.70	0.87	0.84

5.まとめ

今回は農作業記録 DX 化のための自動記録システムの提案と物体識別システムの検証を行った。平均的には高い精度の検出を行うことができている。しかし、一部の印の精度が低くなっている。これらの原因は類似画像との誤認識だと考えられる。これを対策するため、類似している印を除外し再度モデルの作成を行いながら調整を行う必要があると考えられる。

謝辞

本稿の研究開発にあたり、ご協力いただいているブルーベリー秋保様、了美ワイナリー様をはじめとする関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 農林水産省, “農業労働力に関する統計,” Available: <https://www.maff.go.jp/tokei/sihyo/data/08.html>.
- [2] 農林水産省, “スマート農業の情勢について,” 12 2023. Available: <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/>
- [3] 松本 侑真, 千葉 慎二, “市民農園向けスマート農業アプリケーションの開発,” 電子情報通信学会, 2019.
- [4] SONY, “Spresense の概要” Available: <https://developer.sony.com/ja/develop/spresense/specifications>
- [5] ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社, 太田 義則, “SPRESENSE ではじめるローパワーエッジ AI”, オライリー・ジャパン 2022