

画像情報を用いたあまおうの収穫量予測に関する予備的実験

Preliminary Experiment for Yield Predicting of Amaou Using Image Information

古賀 矢響[†]
Shion Koga田中 悠登[†]
Haruto Tanaka前原 秀明[†]
Hideaki Maehara神辺 圭一[†]
Keiichi Shinbe前村 健太[†]
Kenta Maemura

1. はじめに

我が国における農業の危機的状況[1]の改善を志し、2023年度から開始した本学における農業DXの取り組みは3年目を迎え、24年度からのあまおう農場との共同研究を転機として、10名を超える研究メンバーの拡充とともに、生育モニタリング・収穫支援など複数の課題を複合的に扱う研究テーマとして成長した。これらの課題のうち、本稿では共研先農場におけるいちごの収量予測を取り上げ、予備的な検証実験の成果について報告する。具体的な取り組みとしては、研究室のメインテーマである画像解析技術を駆使し、農場を周回して作物の映像を自動収集する車両を製作するとともに、その映像情報から作物の個数・大きさ等の生育状況を抽出・分析するプロセスを実装する。最終的には、これらの情報を統合的に扱う収量予測モデルの確立を目指す。今回の報告では、気温や日照などの気象データのみからなる予測モデルを収量の実績値に基づいて構成し、予測性能を評価した結果を示す。この結果は、撮影車両によって収集する映像情報を用いる我々の予測手法(After)に対するBeforeデータに位置付けるものとなる。

2. 自動周回撮影車両の概要

我々が目指すいちごの収穫量予測において特徴的なことは、作物の映像情報を利用することである。農場負荷(ICTの導入のために機材の設置等インフラ整備によって農場側に与える負担のことを示す)を最小としつつ、最終的に作物の全数検査を可能とすることを想定し、我々はカメラを定位置に固定せず移動式とすることを選択した。本章では、この具体的手段として試作した自動周回撮影車両について説明する。

(1)ハードウェア構成

車両本体はオフロードタイヤを備えた前輪転舵・後輪駆動型の4輪車である。ハウス内の運用を想定し防水機能は備えていないが水たまり程度は走行可能な不整地対応としている。前輪の転舵にはサーボモーター、後輪の駆動にはギア減速されたDCモーターを用いている。バッテリー・WEB接続機能付きマイコン・USBカメラ2台・LED照明が主な搭載物である。45cm×35cm×70cmサイズの充電用ドックを農場内に設置しこれに接続することにより、メンテナンスフリーで毎日2時間程度の自律移動を可能としている。2台のカメラのうちの撮影用は伸長するモーター駆動付きのロッド先端部に設置されており、この機構により高設栽培作物の撮影を可能としている。また、農場内に天井には複数の2個1組のLED、充電ドックには3個のLEDを配置し、これにより車両は自己位置を特定している。加

えて、撮影と車両移動制御を遠隔で行うPCが研究室に設置されている。



図1 外観

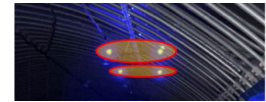


図2 天井のLED



図3 充電ドックのLED

(2)ソフトウェア

車両側は電源の状態と航法用のUSBカメラからの映像をインターネット経由で研究室PCにリアルタイム伝送している。研究室PCは映像からLEDを検出しその画像座標に基づいて車両位置を計算し、定期的な巡回撮影操作、前進・後進・旋回等の車両制御と撮影用USBカメラの操作を行う。不測の事態として、①通信異常、②障害物による車両動作不良、③遮蔽等によるLEDの観測不良を想定しており、それぞれ再起動による通信の回復、動作履歴に基づく車両状態の復元、LEDの探索動作が自動で行われる。これらによって正常復帰できない場合は、管理者にその旨のメール発信が行われる(手動の遠隔制御による復帰がなされる)。

3. 農研機構気象データの概要

いちごの収穫量を予測するモデルに入力するために全国農業気象観測システム(NARO)が提供する「メッシュ農業気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data)」[3]を用いた。このデータは、日本全国を約1km四方の格子(メッシュ)で区切り、各メッシュ単位で日別の気象情報を提供する高解像度な時系列気象データである。

提供される項目には、気温、降水量、日射量、風速、湿度などの14種の気象要素が含まれており、1980年から現在、さらに1年先までの予測値も利用可能なパラメータもある。これにより、地域単位での気象環境の把握が可能となり、農業における環境解析や収量予測に幅広く活用されている。本データは研究目的に限り利用が認められており、所定の利用申請および承認を経た上で正規に取得・使用している。

4. 収量予測に関する予備実験

本章では、気象データをもとにした、いちごの収穫量予測に向けた予備的な実験について述べる。時系列的な気象変動が収量に与える影響を評価するために、時系列予測モデルを用いた予測手法を試行した。

実験は、農研機構が提供する週単位に集約した日次気象データと対象期間の収穫量を特徴量として当該週の収穫量

[†] 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology

[‡] マエムラファーム MAEMURA FARM

を予測するモデルの構築と検証を行うものである。得られた結果を踏まえて、今後のモデルの改良点やデータ拡張の方向性についても考察する。

(1)入力データ

3章で述べた NARO の「メッシュ農業気象データ(The Agro-Meteorological Grid Square Data)」のうち、日平均気温、日照時間、相対湿度の3項目を収穫量予測の説明変数として用いた。対象地域は福岡県志賀島周辺の1kmメッシュで、期間は収穫実績のある2021～2025年の5年間とし、日別の気象データは週単位に平均化し、時系列データとして整形した。

目的変数となる収穫量は、農場が保管していた紙の出荷伝票を電子化し、週単位に整理したものである。出荷記録はパック単位で、1段パックと2段パックの2種類があり、それぞれ3段階・10段階の等級に区別されているが、今回は初期検討として等級による区別をせず、全パックの合計数を収穫量として使用した。あまおうの収穫期間は通常10月末～5月中旬であるが、観光農園ではいちご狩りが行われるため、収穫量は3月末までの記録である。

(2)予測モデル(LSTM)

収穫量の時系列予測には、長期的な依存関係の学習に優れる LSTM (Long Short-Term Memory) [4]を用いた。LSTM は作物の成長のような累積的な過程のモデリングに適しており、従来の RNN[5]よりも長期の関係性を保持できる。

入力には、過去4週分の気象データ(平均気温、相対湿度、日照時間、降水量)を用い、翌週の収穫量を予測する形式とした。全ての変数は、学習の安定性と精度向上のため、Min-Max スケーリングにより0から1の範囲に正規化した。

モデルは、LSTM 層(ユニット数6)と出力層(ユニット数1)から構成され、活性化関数は linear、損失関数は MSE、最適化には Adam を使用した。学習には2021～2024年のデータを、予測には2025年1月～5月のデータを用いた。エポック数は300、バッチサイズは1とした。学習後、予測値は逆正規化して実測値と比較し、評価と可視化に使用した。週ごとの予測結果には「2025/1m/1w」のようなラベルを付与し、視覚的に傾向を確認できるようにした。

(3)予測結果および考察

図4に、LSTMモデルによる収穫量の予測値と実測値の比較を示す。増減傾向は部分的に捉えられたが、全体としては精度が低く、第1,3,8,11週では特に乖離が大きかった。2025年の予測では、 R^2 (決定係数)=0.55、RMSE=143(パック数)であり、性能が決して高くないことがわかる。気象が安定した週では一定の性能を示したものの、収穫量が急変する週や収穫がなくなる初期の期間では誤差が大きく、過大予測が見られた。これは、ハウス内環境の管理状況やいちごの生育状況に応じた農場の作業が考慮されていないことに起因すると考えられる。

先行研究[6]では、露地栽培のいちごに対して気象・画像データを用いたモデルで $R^2=0.74$ を達成している例もあるが、今回の検証では外部気象データのみに基づくハウス栽培を対象としており、環境の違いが予測精度に影響を与えたと考えられる。

今後は、ハウス内の温湿度・換気・灌水などの管理情報や、農作業のタイミング・頻度といった情報をモデルに反映させることで、生育状態をより正確に把握し、予測精度

の向上が期待される。人的・環境的要素を総合的に取り込むモデル構築が課題である。

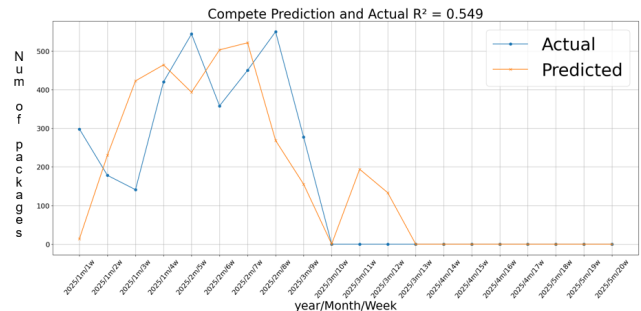


図4 予測結果

5. おわりに

本稿では、画像情報を用いたあまおうの収穫量予測のための予備的実験として、気象データを入力とする LSTM に基づく予測モデルによる実験とその結果について述べた。週単位での変動傾向を一定程度捉えることができたが、決定係数や誤差の観点から改善の余地は大きい。今後は、ハウス内の環境情報や農場の作業記録など、より実態に即したデータを取り入れについて検討する必要がある。また、次のステップ以降では、自動周回撮影車両によって収集する画像情報を導入し、我々が目指す予測モデルの確立に取り組む。

謝辞

本研究では、農業研究機構メッシュ農業気象データシステムを利用しました。ご提供いただいた関係者各位に感謝します。

参考文献

- [1] 「日本の農業人口はどう推移している？ 農業現場へ与える影響とは」、BASF ジャパン株式会社, <https://minorasu.basf.co.jp/80076> (Accessed 2024/2/27)
- [2] 田中悠登, 古賀矢響, 前原秀明, 前村健太, “自動周回車両を用いた高設栽培の生育モニタリングの試み”, 農場情報学会 2025 年度年次大会, P-06(2025)
- [3] 「メッシュ農業気象データについて」, 農研機構メッシュ農業気象データ, https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=about (Accessed 2025/4/17)
- [4] Zehui Jiang, Chao Liu, Nathan P. Hendricks, Baskar Ganapathysubramanian, Dermot J. Hayes, Soumik Sarkar, “Predicting County Level Corn Yields Using Deep Long Short Term Memory Models”, arXiv(2018)
- [5] 「Google Colaboratory を使った RNN の動作確認その 2 (2022 年 3 月 30 日)」, Qiita, <https://qiita.com/bugmaker/items/551781a950158ccea0a7> (Accessed 2025/4/10)
- [6] Amr Abd-Elrahman, Shinsuke Agehara, Feng Wu, Katie Britt, “Statistical Modeling of Strawberry Fruit Yield Using Weather and Image Information (Year 1)”, FSREF Research Report (2017–2018). Available: <https://member.floridastrawberry.org/wp-content/uploads/2018/07/FSREF-2017-18-AbdElrahman-Yield-Prediction-Research-Report.pdf>