

農作物生育状況検出のための画像解析法の確立をめざして - アグリ IoT+システム開発 -

酒井日菜実[†] 上土井茜[†] 森下匡[†] 小山善文[†]
熊本高専[†]

1 はじめに

園芸作物の生育では、灌水と施肥そして収穫時期のタイミングを予測することが重要で、経験の乏しい営農者は、ベテランが持つノウハウに乏しいために美味しい作物を育てるのに苦労する。一方、ノウハウを持ったベテランが減少し、技術の伝承も難しくなっている。さらに、常時生育状態を確認する作業は、労働時間や雇用の問題において制約が多い。この問題の解決策としてスマート農業が盛んになってきている。IoTを使って生育のノウハウ化システムを営農者に提供できれば、場所等の違いによる個別のノウハウが蓄積でき、DX化が可能と考える。

本研究では、灌水・施肥のタイミングと量の予測および収穫時期を予測するツールを営農者に提供することを目標としている。本発表では、生育状態を画像センシング手段で取り込んだデータを解析する基礎的なシステムの構築を行った。

2 画像センシング法

作物の生育状況を葉の成長度合いや果実の熟度などから判断する。そのために、葉や果実の状況を検出する。色付き具合（色度）、後述する正規化植生指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)、そして、しおれ具合を含む形状度合い、の3要素がセンシングできることが好ましい。この3要素を一度にセンシングする手段として、REALSENSE435(Intel 社製)を用いた。REALSENSE435はRGB画像センサ1個とIR画像センサ2個を搭載する。図1にREALSENSE435とタブレットPCをUSBで接続したセンシング手段を示す。



図1 REALSENSEとタブレット

3 生育状況検出のための特徴量

3.1 色度

RGB画像データからL*a*b*表色系に変換しa*値とb*値を色度とする[1]。また同じくRGB画像データからHSV表色系に変換しH値とV値を色度とする[2]。

3.2 正規化植生指数 NDVI

RGB画像センサデータとIR画像センサデータからNDVI値を算出する。NDVI値は、植物による光反射の特徴を生かして近赤外域の反射率と赤色域の反射率を用いて、式(1)で求められる[3]。

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \dots \dots \dots (1)$$

NIR: 近赤外域の反射率

Red: 赤色の反射率

NDVI値は-1~+1の値で表され、枯れている葉はマイナスの値、枯れていない葉はプラスの値になり1に近づくほど生育が良いとされる。

3.3 しおれ具合を含む形状度合

形状度合いの中で、大きさは画像データから画像解析することで検出する。しおれ具合は葉の傾き具合で判断する。REALSENSE435の2個のIR画像センサでDepth画像が得られるので、Depth値からしおれ度を判断する。REALSENSE435の奥行き限界値は4m、その分解能は1.6cm/1pixelである。これより葉の傾き具合が約2cm以上あればしおれ具合を式(2)により検出可能となる。

$$\text{葉の傾き具合} = \frac{\text{max} - \text{min}}{\text{max}} \dots \dots \dots (2)$$

max: 注目する葉根本の距離

min: 注目する葉先端の距離

Establishment of image analysis method using RealSense for detection of crop growth status-Analysis System in Agri-IoT+ System Development-
[†]Hinami Sakai, [†]Akane Jodoi, [†]Tasuku Morishita, [†]Yoshifumi Oyama
[†]National Institute of Technology, Kumamoto College

4 実験と検討

実験のために、校内に簡易ビニルハウスを設営し(図2)、サンプル作物としてトマト苗を植栽してトマト葉の成長具合を観察することとした。図3、図4、図5はその一例を示す。



図2 簡易ビニルハウス



図3 画像データ1



図4 画像データ2



図5 画像データ3

図6、図7、図8は、図3、図4、図5中の注目葉の拡大図を示す。その色度、NDVI値、傾き具合の各値を表1に示す。色度H、Sの値は図6に比べ図7、図8が大きい値となった。a*、b*には大きな変化はない。NDVI値は、図6はプラス、図7はマイナス、図8はプラスになっている。傾き具合は図7、図8に比べ図6が大きい。図6の葉は図7、図8より傾いているのがわかる。人目では図6より図7、図8が枯れた葉として見えるため、色度H、SおよびNDVI値でその変化が検出可能と考えられる。a*、b*の値に変化が見られなかったのは、生育不良により変色している部分が葉の一部であるため、健康な部分も含めて平均することで変化が小さくなったといえる。図8は人目では生育不良の葉として見えるがNDVI値はプラスになっている。見た目や色度データだけでは生育状況の判断はできない。

これらのことから、各データ値は葉の健康状態や成長具合に応じて変化が見られるため、生育予測に使用できるといえる。しかし、生育予測には注目すべき葉の経時データから観測する必要があると考えるが、今回の実験ではそこまでのデータ取得はできなかった。



図6 図3の注目領域



図7 図4の注目領域



図8 図5の注目領域

表1 図1・図2における特徴量

	図6	図7	図8
色度H	22.6	82.7	29.3
色度S	5.9	50.0	76.9
色度a*	128.0	129.3	126.4
色度b*	127.9	125.9	133.2
傾き具合	0.03	0.00	0.00
NDVI	0.36	-0.16	0.07

5 おわりに

作物生育予測システムの構築を目指して、センシング手段とその解析法について基本的な実験を行った。REALSENSED435を用いることで1台のセンシング手段で解析データの取得ができることがわかった。また、色度、NDVI値、しおれ度の特徴量を取得できた。

今後の課題として、経時データからの実験を重ねる必要がある。また、自動的に注目領域を抽出する手法を構築することも必要である。これらの実験を重ねた上でデータベース化し、機械学習を用いた生育予測システムと結合することで、アグリIoT+システムの完成を目指す予定である。

6 参考文献

- [1]大地修司, 福村誠, 西島恵介, 藤田米春: RGB-L*a*b*表色系間のシームレスな変換, 電気関係学会九州支部連合大会, p217(2007)
- [2]西住工房(2021年)「【Python/OpenCV】RGBからHSVに変換(cv2.cvtColor)」
<https://algorithm.joho.info/programming/python/opencv-rgb-to-hsv-color-space/> (参照 2021-8-20)
- [3]株式会社サイバネテック(2018年)「ドローンリモートセンシング技術による農作物の育成状況監視」
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/needs/attach/pdf/mm3_presentation_20cybernetech_full.pdf (参照 2021-9-21)