

配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

2025 年 11 月 5 日

大阪公立大学

ロボットがトマトの収穫しやすさを見極める？ 収穫成功確率を“見える化”する新技術を構築

<ポイント>

- ◇ロボットによるトマトの収穫成功に影響を与える要因を、果実の配置や構造的特徴に基づいて分析。
- ◇植物工場での収穫実験の結果を用いて、収穫成功確率を予測する統計モデルを構築。
- ◇画像認識によって果実周辺の環境情報を抽出し、収穫成功確率を推定。

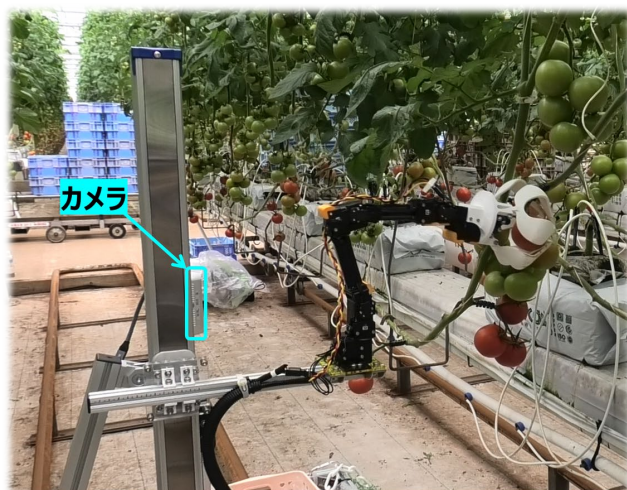
<概要>

人手不足が深刻な農業現場において、ロボットによる自動収穫が注目されています。中でも、房状に果実が実るトマトの収穫は、熟し具合や周囲の環境などを見極めながら慎重に行う必要があります。ロボットには高度な判断力と制御が求められます。

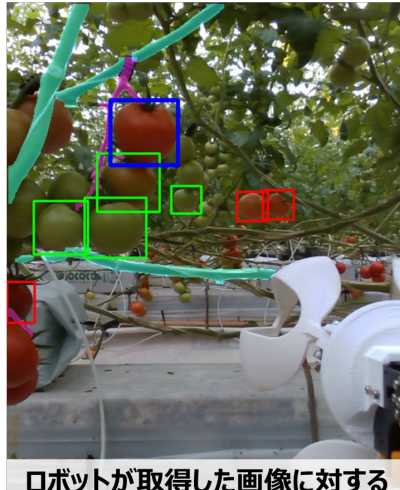
大阪公立大学大学院工学研究科の藤永 拓矢助教は、トマト収穫ロボットがどの方向から果実に近づけば収穫成功確率が高まるかを、画像認識と統計解析により定量的に評価しました。そして、抽出したデータをもとに、収穫のしやすさを予測するモデルを構築しました。本成果により、ロボットの無駄な動きを減らして収穫の成功率を高めることで、農業現場での課題解決に繋がることが期待できます。

本研究成果は、2025 年 10 月 14 日に国際学術誌「Smart Agricultural Technology」のオンライン速報版に掲載されました。

「収穫しやすさ」に関する要因を画像認識により抽出し収穫成功確率を推定



太陽光型植物工場における収穫実験の様子



ロボットが取得した画像に対する
物体検出・セグメンテーション結果

収穫ロボットの研究開発は 40 年近く続いています、十分に普及しているとは言えません。実用化にはさまざまな障壁があり、本研究では収穫成功率の再現性に着目しました。ロボットが成功または失敗する原因を自ら分析できるようになることで、より確実に効率的な収穫が実現できます。農業ロボットの知能化に向けた研究を進め、農業の発展に貢献していきたいと考えています。



藤永 拓矢助教

<研究の背景>

農業現場では人手不足が深刻な課題となっており、その解決策としてロボットによる自動収穫が注目されています。特に、果実が房状に実り、成熟時期がばらつくトマトのような作物では、ロボットによる選択的な収穫において工夫が求められます。これまでの研究では、「どこから収穫するか」や「どうやって果実を掴むか」が、収穫成功に影響を与える要因であることが定性的に示されてきました。しかし、それらを定量的に分析した例は少なく、明確な指標がありませんでした。また、ロボットが収穫に失敗する原因が、果実のまわりの構造（茎や他の果実など）とどう関係しているのかも十分に解明されていませんでした。

<研究の内容>

本研究では、トマトを自動で収穫するロボットが、どの方向から近づけばトマトをうまく収穫できるかを分析しました。本研究で開発したトマト収穫ロボットは、太陽光型植物工場^{*1}に敷設されたレール上を移動可能な仕組みを備え、ロボットの腕にあたる部分には、直線的に動く 2 本のアームと柔軟に動ける 4 つの関節を持つアームがあります。さらに、アームの先端には、3 本指でトマトをやさしくつかむ装置が取り付けられています。カメラも搭載しており、トマトやその周囲の画像を撮影することができます。これらの画像に対して、物体検出^{*2}とセマンティックセグメンテーション^{*3}という画像認識手法によって、熟したトマトや障害物となる部分を見分けることができます。

収穫実験では、ロボットが実際にトマトに近づいて収穫を試み、その成功または失敗の結果と、画像から得られる周囲の情報を統計的に分析しました。その中で、「トマトの前に障害物がある場合は失敗しやすい」、「トマトの上についている柄がある場合は成功しやすい」などの傾向を定量的に解析しました。さらに、ロジスティック回帰^{*4}という統計手法を用いて、画像から抽出した情報をもとに収穫の成功確率を予測できるモデルを構築しました。これにより、ロボットは選択的な収穫が可能になり、より確実にトマトを収穫できるようになります。

<期待される効果・今後の展開>

本研究では、「収穫しやすさ」を定量的に評価可能な指標として確立し、事前に判断して賢く行動できる農業ロボットの実現に一步近づきました。ロボットが収穫可否を自ら判断できるようになることで、収穫しやすいトマトはロボットが自動で収穫し、難しいものは人間が対応するという、ロボットと人間が協力する新しい農業の形が期待されます。今後の課題として、仮想環境で収穫動作をシミュレーションし、確実なアプローチを実環境にフィードバックするデジタルツイン^{*5}を構築することです。これにより、100%の確率で収穫に成功できるロボットの開発を目指します。

<資金情報>

本研究は、JSPS 科研費（23K11060, 25K18330）の支援を受けて実施しました。

<用語解説>

- ※1 太陽光型植物工場：太陽光を主な光源として利用しながら、ビニールハウス内で作物を栽培する施設である。環境制御技術により、温度・湿度・CO₂濃度などを調整し、安定した生産が可能である。

- ※2 物体検出：画像内の目標物の位置と種類を特定する技術であり、物体の存在場所を把握するのに適している。画像中の成熟・未成熟のトマトを識別することができる。

- ※3 セマンティックセグメンテーション：画像内の各ピクセルに意味を割り当てる技術である。物体の形状や境界を詳細に抽出でき、茎やヘタなどの輪郭を正確に認識することができる。

- ※4 ロジスティック回帰：ある事象が起こる確率（例：成功か失敗）を 0～1 の範囲で予測する統計手法である。要因となる条件と結果の関係を数式で表し、分類問題に広く活用されている。

- ※5 デジタルツイン：実際の環境やロボットを仮想環境に再現し、仮想環境上でシミュレーションやデータ解析を行い、その結果を実環境にフィードバックする技術である。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Smart Agricultural Technology

【論文名】 Realizing an Intelligent Agricultural Robot: An Analysis of the Ease of Tomato Harvesting

【著者】 Takuya Fujinaga

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101538>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院工学研究科
助教 藤永 拓矢（ふじなが たくや）
TEL : 072-254-9211
E-mail : tfujinaga@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：久保
TEL : 06-6967-1834
E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp