

## 米国 収穫に留まらないリンゴ用ロボットの開発

[Good Fruit Grower](#) 2024年7月29日

ワシントン州とオレゴン州の大学の研究者達は多くの作業が行なえる果樹用ロボットで協力している。



ワシントン州プロッサ近郊で6月に行われたワシントン州立大学の農業工学専攻の学生達によるデモンストレーションで、リンゴ摘果ロボットに装着されたエンドエフェクタ(3Dプリンターで作製)が枝から緑色の幼果を引き抜く様子。同大学の精密自動化農業システムセンター(CPAAS)は、ロボットアームの先端に装着するツールを切り替えることで、リンゴ関連の多くの作業を行うロボットの設計を目指している。(写真: ロス・コートニー/本誌)

毎年、リンゴの摘果とサクランボの収穫が重なり、労務管理の厳しい判断が迫られる。そのため、北西部の工学研究者達は、それに対応するロボットの開発に取り組んでいる。

オレゴン州立大学及びワシントン州立大学の学生と研究者達は、コンピューター画像解析で幼果を識別し、かぎ爪のようなエンドエフェクタで摘果して地面に落とすロボットアームを備えた摘果機を開発中である。

実際のところ、複数のエンジニアリングチームは、剪定、授粉(花叢ごと)、摘花、摘果等、リンゴ栽培のいくつかの作業に対応するロボットの開発に取り組んでいる。すべての作業が、コンピューター画像解析と機械学習によって誘導される6つの関節を備えた同様のアームを使用している。

これらのプロジェクトは、資金源が異なる個別のプロジェクトとして始まったが、近年では多目的果樹園ロボットシステムの開発に統合されていると、ワシントン州プロッサ市にあるワシントン州立大学の精密自動化農業システムセンター(CPAAS)の所長であるマノジ・カーキー氏は説明する。

これらの管理ツールは、エンドエフェクタを交換することで収穫ロボットに組み込むこともできる。カーキー氏は、多目的ロボットとすることにより、最終的に高価な機械のコストが生産者の理解を得やすいものになると述べている。

授粉ロボットには、花を識別して花粉を散布するエンドエフェクタを使用する。摘花ロボットも花を識別するが、逆に小さなブランチで花を落とす。剪定ロボットは果樹の枝を感知し、剪定を行う。

まだ初期段階にあるが、研究者達は最終的にはこの技術を商用の農機に組み込むことができる民間企業と提携したいと考えている。カーキー氏のチームは、商業的に開発中の収穫機の1つにエンドエフェクタを搭載する実験を行った。

カーキー氏は、ワシントン州果樹研究委員会と米国農務省国立食品・農業研究所(NIFA)からの助成金により、同氏の研究室が過去10年間で約300万ドルを支出したと推定している。

### 摘果機

ロボット摘果機は、関節式のアームが回転したり曲がったりして、識別された幼果に近づき、3Dプリンターで作成したプラスチック製の2本の爪でそれを果樹から引き離す。ビデオカメラセンサーは機械学習により高い確率でリンゴを識別し、腕の方向を誘導する。この機械は、商業化できるまでにあと数年かかる。

6月初旬に行われた本誌(Good Fruit Grower)向けのデモ(動画)では、摘果の度に大学院生が細心の注意を払って位置を合わせ、ソフトウェアを修正した。爪は時々目標のリンゴを逃し、一度は短果枝ごと落とした。

カーキー氏は、ロボット摘果機の技術の成熟度を1~10で言えば概ね3だとしている。ロボット授粉機、摘花機、剪定機はもう少し進んでいて、3~4である。



摘果のデモ用にロボットの位置決めを行う、右からワシントン州立大学博士課程の大学院生ランジャン・サブコタ、マーティン・シュラバジャの両氏と客員研究員のジチャオ・メン氏(写真: ロス・コートニー/本誌)



ロボットアームのカメラは、確率を用いてリンゴを識別する。画面の数値は、「1」がコンピューターがリンゴを識別したと100%確信していることを意味する。ここではリンゴにソフトウェアの標準設定である「person(人物)」のラベルが付けられているが、研究者達はこのデモの後、ラベルを「apple(リンゴ)」と付けるようにプログラムを修正した。(ロス・コートニー/本誌)

しかし、完璧さは実際のゴールではない。最終的な機械は、投資に対して妥当な利益を得るのに十分な性能を備えていればよい。ロボットが作業の例えば90%をうまく処理すれば、それでよいとする生産者もいるかも知れない。機械に機能が追加されるにつれて、この判断基準は低くなる。

### オレゴン州立大学の関り

オレゴン州立大学(OSU)の研究者達は、デジタル及び物理的な「プロキシ(代理)」環境の開発に関する専門知識を活かして、年間を通じてロボットを訓練している。

ロボット工学の助教授でコーバリス市にある智能機械・材料研究室の責任者であるジョー・デビッドソン氏は、実際の実験だけに頼ると、データの収集とロボットの訓練は年に数週間から数カ月しかできないと話す。

デビッドソン氏とロボット工学のシンディ・グリム教授は、バネと磁石で作った偽の果樹を使って、本物のリンゴを人間の手で摘む動きをロボットのエンドエフェクタが模倣するように教えている。また、同氏らのチームは、仮想果樹園を構築し、ロボットがセンサー画像から果樹の構造を認識し理解するための「認識パイプライン」(認識するための一連の手順)に関するコンピューターアルゴリズムの訓練を行っている。

デビッドソン氏は、今年中に果樹園でこれらのアルゴリズムの試験を行う予定だと述べている。

同氏は、関連する取り組みに対し、研究委員会とNIFAから(カーキー氏の研究室とは)別の資金を得て、過去6年間に約150万ドル支出したと言う。



動画: ワシントン州立大学で進行中の研究の一環として、ロボットアームがリンゴの摘果の練習をしている様子(本文中のリンク先と同じ)

執筆者: ロス・コートニー