

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2月17日

大阪公立大学

1枚の画像からブドウの房の3次元形状推定に成功 ～間引く実を自動選定するシステムの開発へ一歩前進～

<概要>

シャインマスカットや巨峰などブドウの中でも粒の大きな品種では、糖度を保つために1房あたりの実の数が制限されることがあります。また、房の形を円錐形に整えて見栄えを良くするためにも、実の間引きが必要です。ブドウの房はそれぞれ形も実の数も異なるため、間引く実を臨機応変に見極めることが必要です。しかし、ブドウの生育サイクルは1年で、技術の習得が難しいという課題がありました。

大阪公立大学大学院情報学研究科の内海 ゆづ子講師らと、大阪府立環境農林水産総合研究所の共同研究グループは、ブドウの実のように表面に模様がない球体の3次元形状を推定するため、デジタルカメラで撮影した1枚の画像から3次元形状を推定する単眼深度推定法に着目。3次元形状推定にはブドウの房を360度撮影する必要がありますが、ブドウ棚には多くの房があり、画角の狭いデジタルカメラで房全体を撮影することは困難です。そこで本研究では、画角が180度ある魚眼レンズを用いることで、房との距離を一定に保ったまま房全体を撮影し、1枚の画像からブドウの房の3次元形状推定に成功しました(図1)。今後は、ブドウの房の周囲画像から推定した3次元形状を統合し1つの房の3次元形状を再現することで、間引くブドウの実を自動選定するシステムの実現を目指します。

本研究成果は、2025年2月3日に国際学術誌「PLOS One」のオンライン速報版に掲載されました。

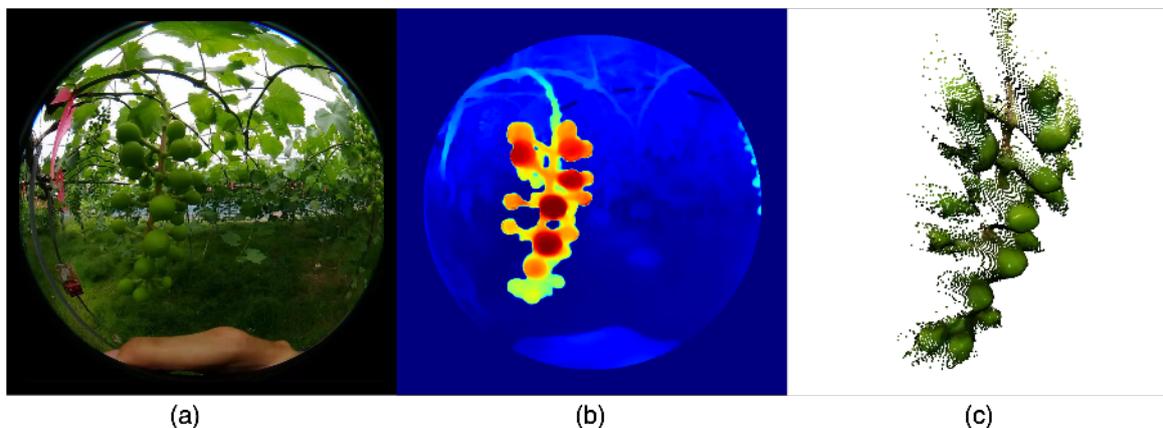


図1 ブドウの房画像の3次元推定結果
(a) 入力画像 (b) 入力画像の奥行き推定結果 赤が手前を表し、青が奥にあることを示す
(c) (b)を3次元空間で描画した結果

<研究の背景>

日本のブドウ栽培では、シャインマスカットや巨峰などの大粒の品種に対して、房あたりの実の数を揃え房の形を円錐状に整えるために、実を間引く摘粒作業を実施しています。摘粒作業は、ブドウの成育サイクルが1年であることから、年に1度しか作業機会がありません。また、房一つ一つの形状が異なるため、作業者が臨機応変に間引く実を決める必要があります。これらの理由から、摘粒作業は習熟が困難なため、情報技術による作業習得支援が望まれています。

<研究の内容>

本研究グループは、間引くブドウの実を自動選定する摘粒システムの実現を目指しています。摘粒作業では、房につく実の配置を考慮して間引く実を決めるため、間引く実の自動選定には、房につく実の3次元位置情報の推定が必要です。3次元位置情報の取得には深度センサを用いることが多いですが、太陽光や実の光の反射特性により計測が困難です。また他にも複数の方向から撮影した画像を利用し、三角測量を応用して3次元形状の推定を行うStructure from Motion (SfM) 法もありますが、模様のない球状のものが複数ある物体は復元対象ではなく、復元に失敗してしまいます。

そこで本研究では、1枚の画像から奥行き情報（カメラを原点とした3次元位置）を推定する単眼深度推定法に着目しました。一つの固定されていないカメラで撮影した動画をフレームごとに画像として切り取った場合、それぞれのフレームが撮影された時のカメラの位置や向きが異なっているため、カメラの位置と向きの変化に応じてずれが生じています。このずれの大きさを手がかりに、ずれが小さくなるように奥行きやカメラの位置・向きを調節し、与えられた画像に対する奥行きとカメラ位置を推定します。この調節をDeep Neural Networkを用いて学習することで、1枚の画像から3次元情報である奥行きを推定できます。

ブドウの房の3次元形状推定には房の周り1周の撮影が必要です。一般的なカメラは画角が45度程度しかなく、房が画像からはみ出ないように1周を撮影するためには、画角を考慮してカメラと房の距離を一定に保ちながらの撮影が必要です。しかし、ブドウ棚には多くの房があり、カメラと房の距離を一定に保つことは困難です。また、棚の高さは160cmほどのため、かがみながら房を撮影する必要があります。そこで、カメラと房の距離を一定にしなくても、房を画像からはみ出さずに撮影できる魚眼レンズを用いました。魚眼レンズは画角が180度あるため、一般的なカメラとは画像撮影時の投影方法が異なり、撮影された画像は大きく歪んでいます。そこで、魚眼レンズの投影方法を単眼深度推定手法に導入することで、1枚の画像からブドウの房の3次元形状を推定することに成功しました。

<期待される効果・今後の展開>

今後は、ブドウの房の周囲を撮影した全ての画像から推定した一つの房の3次元形状を用いて、摘粒で間引く実を自動的に選定するアルゴリズムを開発し、間引くべき実の情報を提示する摘粒支援システムの実現を目指します。

日本の農業人口が減少している現在、農業の担い手を増やすことは重要な課題です。特にブドウ栽培は管理栽培作業が多いだけでなく、摘粒のように習得が難しい技術も存在し、新規参入への障壁になっています。本研究に基づく摘粒支援システムにより摘粒の習得作業が容易となれば、ブドウ栽培への新規参入の障壁を少しでも減らせると考えられます。また、摘粒作業を行ったことがない人でも作業が可能になることで、作業に従事できる人の幅が広がり、新たな雇用の創出や人手不足の解消にも繋がることが期待されます。

<資金情報>

本研究は、電気普及財団研究調査助成、大阪府信用農業協同組合連合会 産学連携研究支援事業、立石科学技術進行財団研究助成 (A)、日本生命財団 児童・少年の健全育成実践的研究助成からの支援を受けて実施しました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 PLOS One

【論文名】 Unsupervised monocular depth estimation with omnidirectional camera for 3D reconstruction of grape berries in the wild

【著者】 Yasuto Tamura, Yuzuko Utsumi, Yuka Miwa, Masakazu Iwamura, and Koichi Kise

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317359>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院情報学研究科
講師 内海 ゆづ子 (うつみ ゆづこ)

TEL : 072-254-7830

E-mail : yuzuko@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 : 竹内

TEL : 06-6967-1834

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp