

農業用農作物自動収穫ロボット開発のための基礎検討

[研究代表者] 塚田敏彦 (情報科学部情報科学科)
[共同研究者] 後藤照博 (ソリトンシステムズ)

研究成果の概要

農業分野では、就労者人口の減少や高齢化により、IT/機械化による農作業の高効率化が強く望まれている。本研究では、愛知県が国内生産量 No. 1 を誇るキャベツの収穫作業の自動化を目的に課題検討および基礎的実験を実施した。キャベツは収穫時の結球が重く収穫作業が重労働であることから収穫作業の自動化が強く望まれている作物である。

研究の第1ステップとして、露地栽培で収穫前のキャベツ結球をロボットにより収穫のために必要とされる情報を推定した。その結果、結球の中心からその下面にある茎の位置を推定することが必要であることが判明した。茎位置を推定するためには結球の大きさと形状を計測することが必要であり、そのための形状計測技術の開発が不可欠であると判断した。凡そ球状のキャベツの形状を計測するために、光切断法を用いた3次元計測方法を考案した。考案した方法は、1台のカメラと2つのスリット光源を用い、カメラから離れた位置にスリット光源を固定して計測対象のキャベツに十字状でスリット光が投射されるように光学系を配置したものである。考案した方法の有効性を確認するために、カメラと2つのスリット光源を用いてセンサを試作した。試作したセンサを用いた基礎実験として、路地植え状態ではない青果店で購入したキャベツを用いて形状計測実験を行い、計測実現の可能性を確認した。

今回の基礎実験の結果を踏まえ、今後は、センサのキャリブレーションを行い形状計測精度の向上を図るとともに、路地植え状態のキャベツを対象としたより実用性の高い計測の実現と、計測された形状から下面の茎位置の推定方法を確立させてその位置精度の検証を行う予定である。

研究分野：画像センシング

キーワード：キャベツ、自動収穫ロボット、3次元計測、光切断法

1. 研究開始当初の背景

近年、日本の農業は、基幹的農業従事者の減少と高齢化の課題に直面している。この課題への対策として、栽培条件を最適化することで生産性を向上させる、高い生産性を誇る優秀な農家の技術・ノウハウをデータ化・可視化して共有活用することにより生産性を向上させる、生産から消費までの情報連携を密に行い農産物の流通に付加価値・ブランド力を持たせて競争力を高めることなどが提案され、そのための研究開発や実証実験が活発に行われている。

我々は、IT・ロボット技術を活用した農作物自動収穫ロボットを開発することで、現在は手作業や半自動機械で行われている作業を省力化して作業効率の向上を図るため

の検討を実施した。農作物の自動収穫ロボットを開発するために、農作物をハンドリングするためのアクチュエーション（ロボット）技術と、収穫可否を判定するための農作物の成熟度合いや収穫のための位置姿勢を認識するためのセンシング・認識技術が必要と考え、今回は、光切断法を用いた3次元計測による収穫する対象の大きさと位置の認識について検討を実施した。対象の作物として結球野菜のキャベツを選定した。キャベツは、愛知県が生産量全国一位（261700 t、シェア 17.8%、2015年）を占め、重さのある作物であることから収穫作業の自動化が強く望まれている作物である。

2. 研究の目的

キャベツ収穫作業の自動化を目的に、ロボットでキャベツをハンドリングするための形状と位置情報の獲得を目標とした。3次元情報を獲得するために、カメラとスリット光源による光切断法を採用した。光切断法では、2本のスリット光を対象のキャベツに対して十字に投射するようにカメラとスリット光源の光学系を配置して、凡そ球状をしたキャベツの計測に取り組んだ。

3. 研究の方法

図1に、実際の畑での収穫前のキャベツの様子を示す。キャベツは露地栽培で、収穫時には周辺の葉の部分を残して中心の結球部分を収穫する。収穫を自動化するためには、結球の中心位置と大きさを把握して裁断すべき下面に隠れている茎の位置を推定することが必要となる。このために、キャベツの3次元形状を計測するための光切断法を用いたセンシング方法の検討を行った。



図1. 収穫前の路地植えキャベツ



図2. 試作センサによる計測の様子

図2に、検討のために試作した光切断法センサによる計測の様子を示す。センサは、カメラと2つのスリット光源により構成され、カメラは対象のキャベツ真上方向に配置される。カメラから離れた位置に固定されたスリット光源から、スリット状の計測光が対象物上で十字状となるように投射される。

図3に、計測光を撮像したセンサのカメラ画像を示す。対象に投射されたスリット光は、カメラとスリット光源間の距離（基線長）とカメラからの奥行方向の距離に応じて画面の上下と左右方向にそれぞれずれた位置に撮像されていることが分かる。これが3次元形状に対応し、予め実行と上下左右方向の画素位置の対応をキャリブレーションしておくことで、正確な3次元形状を計測することが可能となる。

今回の検討では、路地植え状態のキャベツの3次元計測を行うことはできなかったが、今後、光切断法センサを屋外で計測できるように改良し、結球の位置計測精度の検証を行う予定である。

4. 研究成果

キャベツの自動収穫ロボットの開発を目的に、第1ステップとして路地植えキャベツの3次元位置計測の検討を行った。計測スリット光をキャベツに十字状に投射する光切断法センサを試作して、市販キャベツでの3次元形状と位置計測の可能性を確認した。

5. 本研究に関する発表

なし。



図3. 光切断法センサによる計測画像