

ピーマンの自動収穫のためのマニピュレータロボットの軌道計画

Trajectory Planning of a Manipulator Robot for Automatic Harvesting of Green Pepper

知能機械工学コース

機械・航空システム制御研究室 1245015 長崎 哲郎

1. 緒言

農業用ハウスは狭く足場の悪い作業空間で、重量物の運搬やかがんだ状態での除草作業など作業者が高い肉体的な負担を被ることが多い。また、農業就業人口は年々減少傾向にあり、併せて高齢化が進んでいる⁽¹⁾。このような農業の諸課題への対策としてスマート農業といった農業への機械導入や自動化が進められている。そのひとつに自動収穫ロボットの開発があり、様々な果実の収穫ロボットの研究が行われている。

ピーマンを対象とした自動収穫ロボットが AGURIST 株式会社⁽²⁾により開発されている。果実の判別に人工知能が用いられている。人工知能は正確な判別が可能だが、多くの教師データを集めることが必要である。本研究では深度カメラを用いた観測でアルゴリズムによる果実の判別を行えるかを検証する。今回の報告では深度画像から物体を検知し、果実の判別と果実の状況に応じたマニピュレータの動作を決定する。

2. 開発環境

2.1 深度カメラ

深度カメラは intel の realsense d435i を用いる。果実を撮影したときの RGB 画像と深度画像を図 1 に示す。3 節の果実判別のアルゴリズムでは深度画像に対して処理を行った結果を示す。

RGB 画像では画像処理のためにグレースケール化を行うと別の色が同じ濃度で表示され輪郭がつぶれ、物体、背景の判別ができない。深度画像を用いることにより背景を距離により認識し、RGB 画像では判別できない物体の重なり、輪郭、前後の距離の関係を濃淡で表示することが可能である。

2.2 プログラム

本研究では開発環境に Visual Studio2017 を使用する。プログラミング言語は C++ を用いて開発を行っていく。

2.3 撮影場所

果実の撮影は高知工科大学が所有する KUT ハウスのピーマン栽培施設で行う。図 2 は栽培施設を示す。



Fig.1(Left) RGB image (Right) Depth image



Fig.2 vinyl house

3. 果実判別のアルゴリズム

3.1 物体の検知

深度画像では物体の境界が明瞭ではなくエッジが正確に検知できない。物体検知のため深度画像に Watershed アルゴリズムを用いて領域分割を行った。画像処理の手順を図 3 に示す。

画像は果実が中心となるような位置で対象からおおよそ 0.5m 離れた位置から撮影を行った。今回の画像処理でカメラと距離の近い物体の判断を行いたいため背景は不要とする。距離が 1m を超える点を背景とみなし、画像からのぞいた。ほかの 2 値化やラプラシアンフィルタの閾値は標準的なものを用いた。領域分割後の画像と元画像を併せた画像を図 3 に示す。

元画像では左上の幹や横向きの葉などが小さく検知されていたが図 3 では除かれている。中央の果実の奥の葉などは深度画像にはあまり映らずに検出されなかった。元画像の右側の密集した葉は背景として除去されたため検知されていない。物体として中央や左の果実、葉が検知された。図 3 の右側の黄色でマークされた物体は葉が接していたため輪郭を作るラプラシアンフィルタでは分離されなかった。黄色以外の葉は元の形を保ちながら検出された。深度画像をもととした画像処理のため果実はゆがんだ形状で検出された。

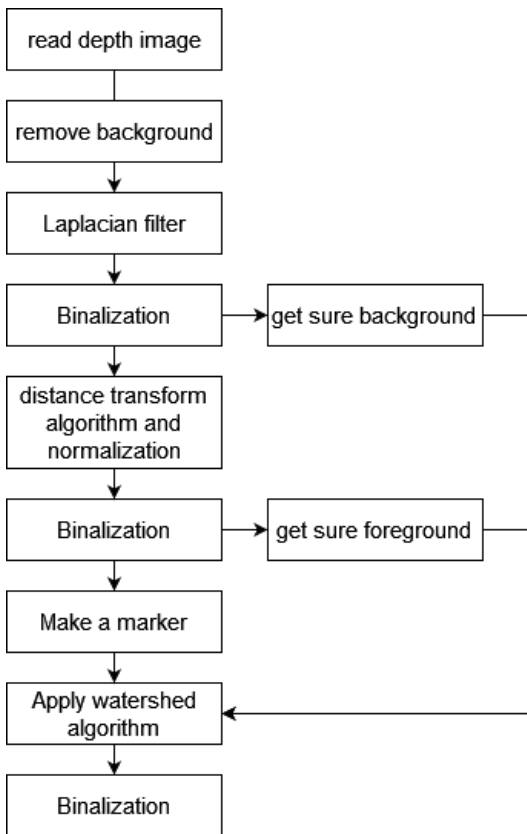


Fig.3 Image processing procedure



Fig.4 Divided image by basin algorithm

3.2 前後関係の判別

3.1 節で検出した果実を選択し, 果実自体と果実周囲の距離と比較して前後関係を決定する. 果実のみを抽出した画像と果実周辺との前後関係を色で表した画像を図5に示す.

果実を赤, 果実より前を青, 果実より後ろを緑で描画した. 左側の前面のピクセルについては RGB 画像では果実の領域であり, 深度画像とした際に距離データと画像データの差などで図5の状態となることも考えられる. しかし, 右側に関しては画像から明らかに果実が前であるのに前面の点が点在している. 画像と実データの差異があることも検討する必要がある.

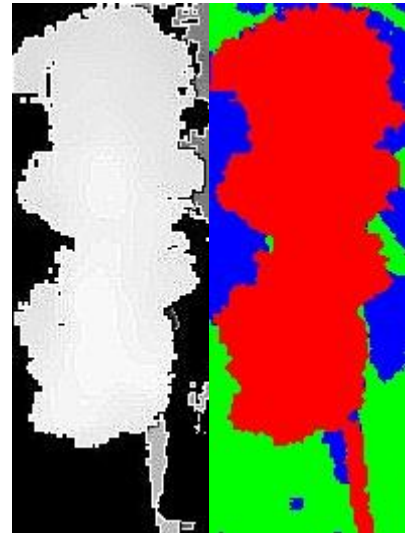


Fig.5 (Left) Depth image (Right) Front-back relationship image

4. 結言

今回, ピーマンの自動収穫のため深度カメラを用いて対象の検知と検知したものの前後関係の判別を行った.

深度画像により前面の葉や果実は形状およそ保った検出されたが物体の後ろ側はあまり検知されなかった.

今後は果実とほかの物体の関係から収穫方向の選択を行うアルゴリズムを検討する.

謝辞

本研究では高知県プロジェクト[「”IoP(Internet of Plants)”が導く「NEXT 次世代型施設園芸農業」への進化」]の助成により行っています.

文献

- (1) 農林水産省ホームページ: 農業労働に関する統計
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
- (2) AGRIST 株式会社
<https://agrist.com/>