



ピーマン収穫ロボットの収穫率向上

Method of recognizing green pepper using infrared camera

大崎貴士（高知工科大学） 岡宏一（高知工科大学）

Takashi Osaki, Kochi University of Technology

1. 緒言

高知県では、ハウス栽培が昔から盛んで、ナスやトマト、ピーマンといった夏野菜をハウス栽培している。しかし、近年、少子高齢化や農村地区から都市部への人口流出などにより、農業を営む人口が減ってきており、自動収穫ロボットの開発が望まれている。本研究は、ピーマンを収穫するロボットの開発を目的として、視覚部の検討を行うものである。今回は、新しいピーマンの認識方法の提案およびその実験結果を報告する。

2. 認識方法の提案

ナスやトマト、キューリなどといったものは、色や形といった判別方法を利用することで、果実の部分だけを見つけ出すことが比較的容易である。しかし、ピーマンは、葉と実の色および形状がよく似ているため、色や形では上手く認識できない。そこで、それらの温度変化の差を利用するなどを考慮し、赤外線カメラによる熱画像解析を試みた。熱画像を利用するにあたり、周辺の温度環境がほぼ一定である夜間のハウス内で行うこととした。しかしながら、ハウス内の果実と葉の温度差はほとんどない。そこで、外部から熱を加えることにより、果実と葉の表面の温度を上昇させ、加熱を止めた後の果実と葉の表面の温度変化の違いによって果実と葉を区別する方法を提案する。なお、熱を加えることによる苗への影響も考慮し、夏場のハウス内の温度が約40度程度ということから、最大温度がこれを超えないように設定する。その実験装置の概略をFig1に示す。加熱する熱源として、比較的短時間で温まり、かつ安全なカーボンヒーターを用いる。葉と実の温度変化の差を赤外線カメラで測定する。得られた画像にパソコンで画像処理を行い、その画像の中から果実の画像だけを抽出する。画像処理ではFig2に示すアルゴリズムに従い行う。

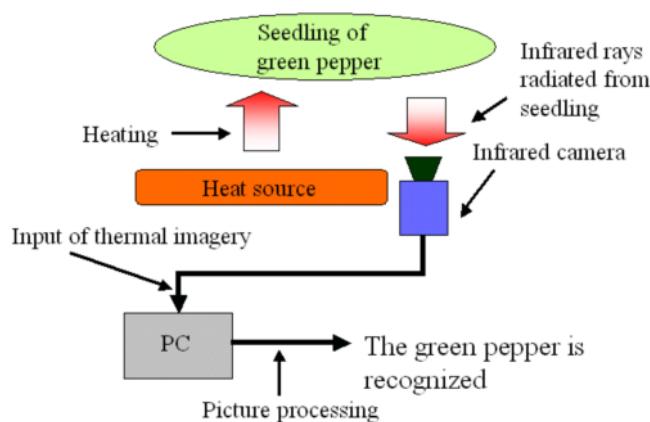


Fig.1 Image of the experimental equipment

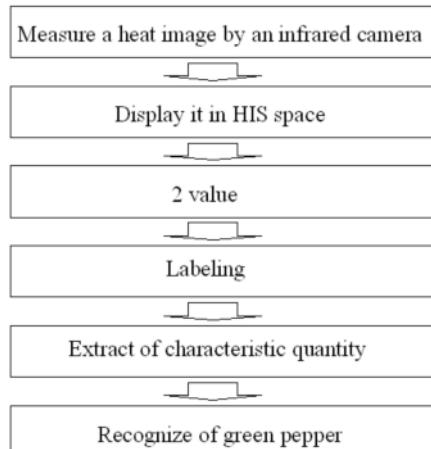


Fig.2 Algorithm of the recognition

3. 実験結果と考察

実際に夜間のハウス内で実験を行った。その実験風景をFig.3に示す。なお、赤外線カメラでは、場所ごとの温度が色で表示されるように構成されている。実験を行う上で、果実の画像を抽出しやすいように、赤外線カメラの測定範囲を20~30に任意に指定し、低いところの温度は黒く表示され、温度が高くなるにつれて白く表示されるように設定した。実験ではFig.4に表示されている場所を赤外線カメラで撮影し、その実験結果をFig.5に示す。Fig.5の加熱を開始する前の画像(a)は、画面全体が黒く表示されていることから、苗全体の温度はまだ低いことを表している。(b)~(e)は、(a)の状態から熱を加えはじめて30秒経過するごとの苗の様子を撮影した結果である。熱が加えられると、苗の温度が上昇するため、カメラ上では徐々に苗全体が白く表示されているのがわかる。加熱を開始して2分が経過した(e)の後、加熱を停止した。その後、30秒経過するごとの画像を(f)~(i)に示す。加熱を停止したことで、苗は周囲の大気によって冷却されるため表面温度が下がる。しかしながら、果実と葉では温度変化のスピードが違うため、(i)の時間まで達すると、はっきりとそれらの温度差が見て分かる。そして、(i)以降も数分間はこの温度差が継続されていた。最後に、温度差がはっきりとしている(i)の画像をFig.2のアルゴリズムを使い、画像処理を行って、実の部分の画像だけを抽出した。その抽出した結果をFig.6に示す。その図の白く表示されている場所が、画像処理によって抽出された実の画像である。今回の実験から、ピーマンの果実と葉では、表面の温度の下降スピードに差があるとわかっただけでなく、数分経過したのも、果実は加えた熱を保持し続けることが観察された。

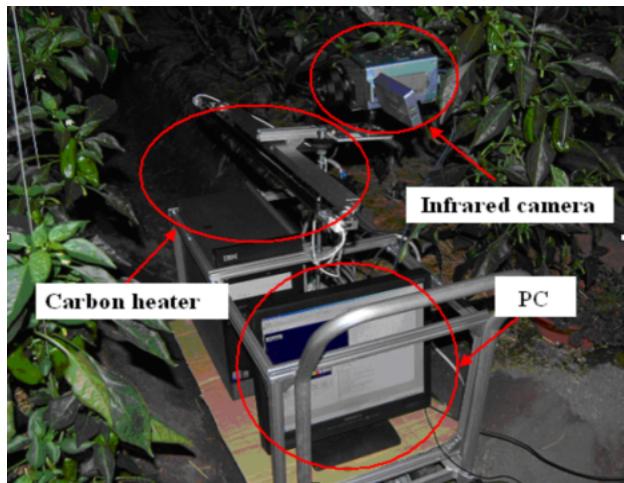


Fig.3 Experiment scenery



Fig.4 Image of the seeding

5 . 結言

今回の実験により、赤外線ヒーターで加熱し赤外線カメラで測定することで、ピーマンの実を見つけることが可能であるとわかった。問題点としては、葉よりも比較的肉厚である部分が実と一緒に認識されてしまう点である。細い枝の部分だと無視できるが、節や茎といった部分は無視できず、どうしても実の画像と一緒に抽出されてしまう。この問題を解消するためには、ハンドで実を掴むときの測定を改良するなどして対処することを考えている。今後はより多くの実験を行い、果実の画像抽出の確実性を証明するのと同時に、さらに認識精度を向上させることで、実際にピーマンロボットに導入するところまで検討していきたい。

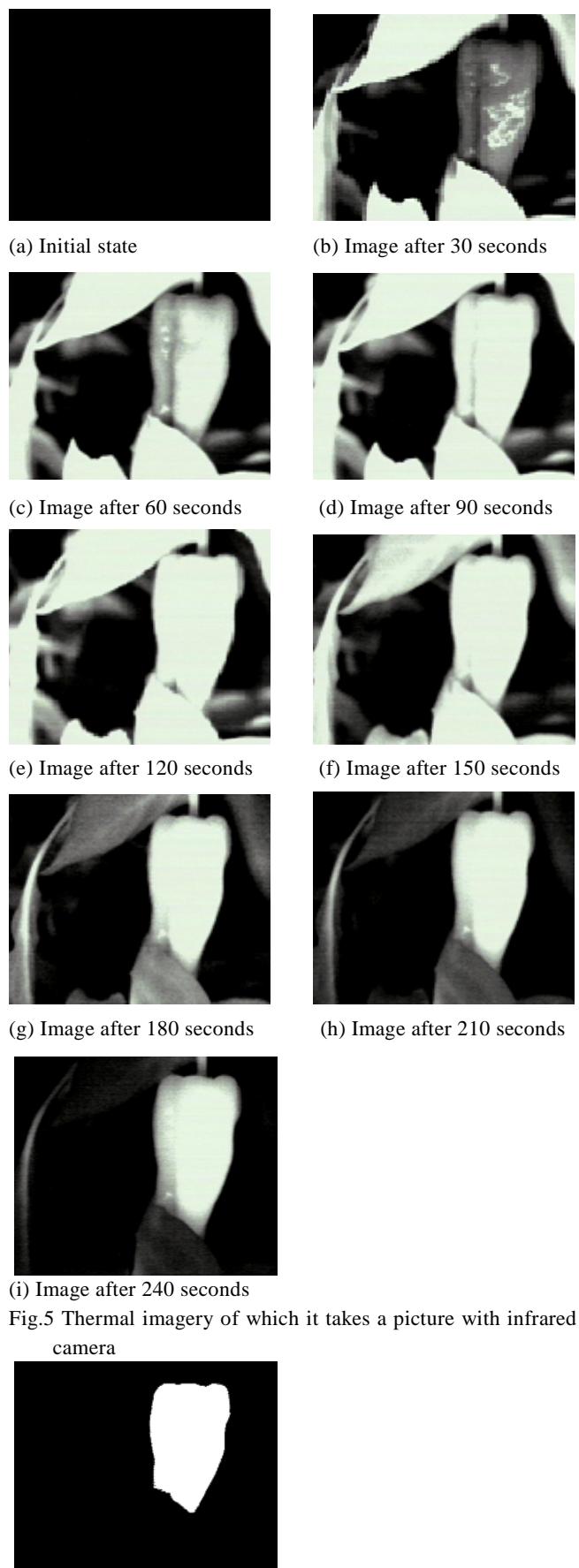


Fig.5 Thermal imagery of which it takes a picture with infrared camera

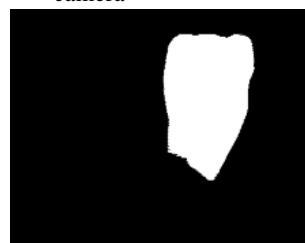


Fig.6 Result of doing picture processing