

氏名	こん とう なおし 近 藤 直
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	論 農 博 第 1447 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	マニピュレータ装着用果実認識視覚センサの研究

論文調査委員 (主査)
教授 並河 清 教授 田中 孝 教授 山下律也

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は果実収穫ロボットに必要とされる、果実と茎葉等との識別及び果実の位置検出のためのマニピュレータに装着する視覚センサに関する研究の成果を取りまとめたものである。内容的には果実と茎葉等との識別及び果実の位置検出に分けられる。その主たる内容は次のとおりである。

1. マニピュレータに装着するための3板式視覚センサを試作し、3色分解を利用した識別実験を行い、3色成分相互の比率によって、果実と葉の識別が可能であることを示した。
2. 2色の成分比による果実及び茎葉の識別実験より、赤系統の果実に対してはR(赤)及びG(緑)フィルタを、黄系統の果実に対してはR及びB(青)フィルタを、黒紫色の果実に対してはR及びGフィルタ、あるいはG及びBフィルタを使用するのが有効であることを指摘した。また、この方法は既製の信号またはフィルタを使用できるという利点をもつが、葉と同系統の色を呈する果実を識別するのに適さないことを明らかにした。
3. 果実と葉の分光反射特性を可視領域から近赤外領域にかけて測定し、果菜類の葉の反射率はいくつかの作物について大きな差がないことを指摘した。この分光反射特性から、2つの波長で果実を識別するためのフィルタの最適波長帯域を数値計算によって求め、トマトでは850 nmと970 nm、ナスとキュウリでは550 nmと850 nm付近、温州ミカンとカキでは550 nmと670 nm付近であることを明らかにし、また赤及び黄系統の色を呈する果実はクロロフィル吸収帯が、近赤外領域で葉より果実の反射率が高くなる果実は850 nm前後の波長域が識別に適することを示した。
4. この最適波長帯域を利用して立毛中の作物を対象に識別実験を行い、熟した果実はもちろんのこと、3色分解用フィルタでは識別困難であった未熟なトマト及びキュウリ等の果実の識別が容易であることを明らかにした。これより葉と異なる色を呈する果実には3色分解用フィルタを、葉と同系統の色を呈する果実には最適波長帯域を透過する干渉フィルタを用いるのが有効な使用方法であると指摘している。
5. ビジュアルフィードバックによる位置検出を行い、果実径が一様な場合及びセンサと対象物間の距離が短い場合は、その誤差は小さいが、果実の径のむらが大きい作物に対してはなんらかの対策が必要で

あることを示した。ついで、視覚センサの果樹方向移動による位置検出法を提案し、対象物の径による計算精度の違いの小さいことを明らかにした。

6. 以上の結果から、ビジュアルフィードバック法並びに視覚センサの果実方向移動による方法の特徴を生かし、両方法を組み合わせた方法を検討し、対象物までの距離が大きいところではビジュアルフィードバック法で、続いて視覚センサの果実方向移動による方法で、距離が小さいところではビジュアルフィードバック法のみで位置検出を行うのが適当であることを示した。

論文審査の結果の要旨

労働生産性の高い国では、労働集約性の高い農作業に対して、農業用ロボットを使用することが、農作業の一つの方向であるとされている。しかし一般に農作業では、機械にとっての作業環境は芳しくなく、また対象物も一様でないためインテリジェント化が必要とされ、特に対象物を認識することが重要となる。果実の認識については、カラーテレビカメラを使用する方法もあるが、波長帯域の制約から、対象とされる果実に限られてくる。そのため本論文の著者は、モノクロームタイプのイメージセンサと光学フィルタを用い、多くの果実に使用できる視覚センサを開発する目的で研究を行った。評価できる点は次のとおりである。

1. 3色分解を利用した葉の識別実験では、ある値をしきい値として果実と葉の識別を行えば、その色の組み合わせと形で多種類の果実を認識できることを明らかにした。

2. カラーテレビで用いられる、赤、緑及び青の波長帯域を持つ光学フィルタの内、2色のフィルタを用いて、その成分比から果実を識別することを試み、検出できる果実と不可能な果実とを明らかにした。次に、果実と葉の分光反射特性を、モノクロームイメージセンサの感知波長帯域である可視領域から近赤外領域にかけて測定している。この結果から2色のフィルタで果実を識別するのに適当な波長帯域を数値計算により明らかにしている。

3. この最適波長帯域を利用して識別実験を行った結果、熟した果実に加え、3色分解フィルタでは識別困難であった未熟なトマト及びキュウリ等の果実の識別ができることを明らかにした。カラーテレビで不可能とされた検出を可能とし、今後種々の果実の認識が必要になった場合、この手法によって視覚センサの設計が可能になることを示唆している。

4. ビジュアルフィードバックによる位置検出は、果実の径にむらがある場合に芳しくない結果がでていたが、その限界を数量的に求める示唆を与えている。またこれに対して、視覚センサの果樹方向移動による位置検出法を考案し、対象物の径による計算精度の違いが小さいことを明らかにした。その結果、ビジュアルフィードバック法並びに視覚センサの果実方向移動による方法の特徴を生かし、両方法を組み合わせた方法を検討し、この両者の併用法を明らかにした。

以上のように本論文は果実収穫用ロボットの視覚センサについて研究し、果実の識別と位置検出について知見を与え、新しい方法を提起しているもので、農用作業機械学及び計測学に寄与するところが大きい。よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、昭和63年10月27日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、農学博士の学位を授

与される学力が十分あるものと認めた。