

令和 4 年 9 月 8 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K04182

研究課題名(和文)3次元形状情報獲得のための基礎的研究

研究課題名(英文)Basic research for acquiring 3D shape information

研究代表者

塚田 敏彦 (TSUKADA, TOSHIHIKO)

愛知工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：30394638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：光切断法を用いた3次元計測技術に関する基礎検討を実施した。3次元計測精度を確保するために、観測されるスリット光の幅をモニタする方法を考案した。対象の反射率に応じて、投射するスリット光量をパワーと時間で制御して、観測されるスリット光幅が規定範囲に収まった画像で3次元計測を実施した。スリット光量の制御は、スリット光源レーザーの投射強度と投射時間を組み合わせて行った。さらに、撮像素子側の露光時間(シャッタースピード)の制御も組み合わせて、受光量の幅を広くさせている。しかし、レンズの絞り(F値)の変更による露光量の制御は、光学系が変わってしまうので採用していない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3次元形状計測は、生産現場では計測検査のためのニーズが強く、また3次元プリンターへのデータ入力デバイスとしての需要も大きい。提案した方式を採用することで、従来は表面反射率が異なる領域を持つ対象部品の計測では計測精度が確保できないといった課題があったが、反射率に対応した光量、投射時間、露光時間を最適に選定することで、対象部品全体の形状を精度良く計測することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：Basic examinations on three-dimensional measurement technology using the optical cutting method were conducted. In order to ensure three-dimensional measurement accuracy, we devised a method to monitor the width of the observed slit light. Depending on the target reflective rate, the projection slit light amount was controlled by power and time, and a three-dimensional measurement was performed in an image with the observed slit light width within the specified range. The control of the slit light was combined with the projection strength of the slit light source laser and the projection time. In addition, the control of the exposure time (shutter speed) on the image sensor side is also widened to widen the range of light receiving. However, the control of the exposure amount due to the change in the aperture (F value) of the lens is not adopted because the optical system changes.

研究分野：画像センシング

キーワード：3次元 光切断法 投射光強度 投射時間 露光時間 画像計測 スリット光

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

対象物の計測やリバーシエンジニアリングにおける対象物の3次元形状情報の獲得を目的として、3次元形状計測技術の研究を行う。現在、主に行われている3次元形状情報の獲得方法は、光切断法を用いた3次元の断面形状を計測するセンサを、精密な位置決め可能なアクチュエータに取り付けて計測する方法である。これは、アクチュエータを移動させながら、アクチュエータ先端の既知の位置に取り付けられたセンサの出力値を足し合わせて対象の3次元形状情報を構築する方法であり、アクチュエータの位置決めとセンサによる計測に同程度の精度が必要となる。また、計測時間を短縮するためにアクチュエータの移動速度を上げることが必要で、これは位置決め精度を上げることに背反する課題となる。本申請では、これらの課題に対して、センサで得られる情報だけから対象全体の3次元形状を再構成する方法を研究する。この方法ではアクチュエータにはセンサの移動手段としての役割のみが求められるので、高速での移動と高い位置決め精度の両立といった課題が解消される。

2. 研究の目的

3次元形状情報を獲得したい対象物の表面は、金属、樹脂、ゴムなど様々な素材で構成されていることが考えられる。さらに、対象物がこれらの素材を組み合わせられて構成されている場合もある。素材の違いによって、その表面性状は光の反射特性に大きな違いを生じさせる要因となる。反射特製により反射率が大きく異なることで、カメラで撮像された画像が異常に明るくなったり暗くなったりすることは、計測の可否や精度に大きな影響を与えるものである。これらの反射率の異なる対象物に対して、安定した計測を行うことが可能な方法を研究するが目的である。

3. 研究の方法

光切断法を用いた3次元計測技術に関する基礎検討を実施した。光切断法は、スリット状の光を測定対象物表面へ投射して、その反射光位置を2次元イメージセンサで撮像してその撮像素子上での位置情報から、3角測量の原理により対象物の3次元形状を計測する技術である。対象物からの反射光を観察するために、対象物の表面反射率の影響を大きく受けやすい計測方法である。表面反射率が大きく異なる対象物では、反射光の撮像された方が異なり、スリット光の幅が変化することで3次元位置計測精度が低下し、これが計測の大きな課題となっている。本研究では、3次元計測精度を確保するために、観測されるスリット光の幅をモニタする方法を考案した。反射率が高い対象物に対しては、投射するスリット光のパワーを減じて撮像されるスリット光幅が規定範囲に収まった時に3次元計測を実施することとした。対象物の反射率の範囲が広い場合にも、本手法を適用できるように、スリット光のパワーを制御する方法として、スリット光源に用いたレーザー光源の投射強度と投射時間を組み合わせて制御を行った。さらに、撮像素子側の露光時間(シャッタースピード)の制御も組み合わせて、受光量の幅を広くさせている。しかし、レンズの絞り(F値)の変更による露光量の制御は、光学系が変わってしまうので採用していない。

研究ではスリット光源とカメラによるセンサを試作して実験を行った。図1に試作したセンサの外観と野菜を対象とした計測状況を示す。対象物の3次元形状を効率良く獲得するために、スリット光を十字に投射して1台のカメラで撮像して、コンピュータにより画像を解析して3次元計測を実現している。画像からスリット光の幅を計測して規定値に収まるようにスリット光量、投射時間、露光時間を組み合わせた制御を行っている。既定の幅に収まった領域の画像のみを合成して計測を行う検討も実施した。

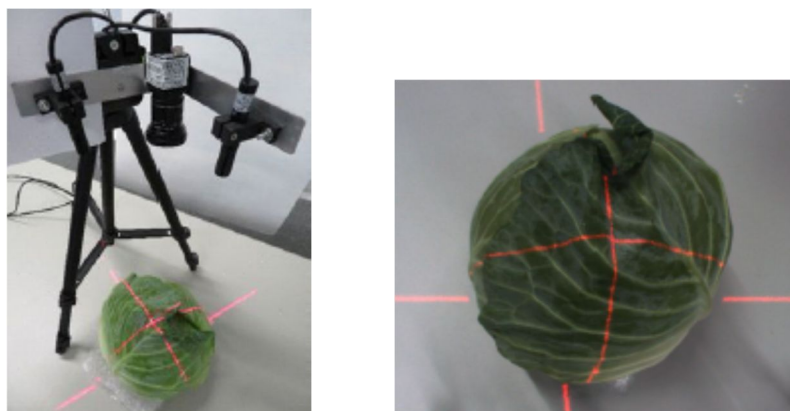


図1. 試作したセンサの外観と野菜を対象とした計測状況

4 . 研究成果

考案した方式を採用することで、従来は表面反射率が異なる領域を持つ対象部品や形状により部分的に撮像方向からの表面反射率が異なる対象物を計測することが困難であったが、反射率に対応して、投射光量と受光時間を適切に設定して反射光量を制御することで、対象部品全体の形状を計測することが可能となった。

投射光量の設定範囲には光量を増す方向は発光デバイスの性能により制限がかかるが、対象物が静止物であれば露光時間を長くすることで等価的に露光量を増すことが可能となる。

露光量を変化させるための手段として、光源の発光強度・時間、受光時間、絞りの手段があるが、絞りは得られる画像の焦点深度が変わってしまうために露光量を変更するための手段として適さないことも確認された。さらに、光源や露光時間の制御は電子的に拘束が実施することが可能であるが、露光量の変更には絞りの駆動が必要なためメカニカルな機構も必要となる不便もある。NDフィルタ等による露光量の制御も考えられ、今後の検討課題である。

今回は 3 次元形状の獲得を目的にスリット光画像に関する研究を実施したが、スリット光画像とカメラにより得られる 2 次元画像と融合した新たな認識方法の検討も今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中條 直也 (CHUJO NAOYA) (30394498)	愛知工業大学・情報科学部・教授 (33903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関