

カラー偏光カメラによる瞬間三次元計測

Snap shot 3D profilometry by color polarization camera

宇都宮大学¹, °前田 勇樹¹, 柴田 秀平¹, ネーザン ヘーガン¹ 大谷 幸利¹

Utsunomiya Univ.¹, °Yuuki Maeda¹, Shuhei Shibata¹, Nathan Hagen¹, Yukitoshi Otani¹

E-mail: dt187180@cc.utsunomiya-u.ac.jp

背景：

光による三次元計測法は、非接触、非破壊であるため、工業検査や医療検査など幅広い分野で利用されている。投影系軸と撮影系軸が異なるステレオ法は、オクリュージョンの問題により急な段差や深穴といったものは計測が困難であるため、投影系と撮影系の同軸の計測法が有効である。我々は、偏光カメラと偏光パターンを使うことで、投影系と撮影系の同軸のシステムでスナップショット計測¹を実現したが、粗面と鏡面など散乱面の異なる面形状のサンプルの測定に課題があった。この課題を解決するために、カラー偏光カメラと軸上色収差を使って三次元計測する手法を考案したので、その測定手法について報告する。

測定手法：

三次元計測システムの光学配置図を Fig. 1 に示す。白色光源 (White light source) の光を Multi-band Pass Filter で狭帯域の青光 (B)、緑光 (G)、赤光 (R) を取り出す。これらの光は、LP (linear polarizer) で直線偏光になり、光線の偏光方向に対して 45° 方向に軸を有する QWP (quarter-wave plate) によって円偏光に偏光変換される。SLM (spatial light modulator) に入射した円偏光光は、SLM の位相差を空間的に変えることによって、空間的に変化する楕円偏光光に偏光変換される。そして、反射光が再び QWP を通過したとき、空間的に角度が変化した直線偏光に偏光変換される。この直線偏光パターンはレンズ L2 と L3 を介してサンプルに投影される。サンプルから反射した偏光パターンは、レンズ L3 と L4 を介してカラー偏光カメラ (Color polarization camera) に入射する。この計測システムでは、レンズ L2 と L3 で構成される光学系で mm オーダーの軸上色収差が発生するのに設計されている。従って、3 ポイントの異なる高さでコントラストを同時にかつスナップショットで得ることができ、Fig. 2 に示すようにガウス関数でフィッティングすることでピーク値を予想することが可能である。コントラスト分布のピーク位置は表面形状や物質に依存しないことが報告されており、このシステムを使うことで粗面と鏡面など散乱面の異なる面形状のサンプルの測定が可能である。

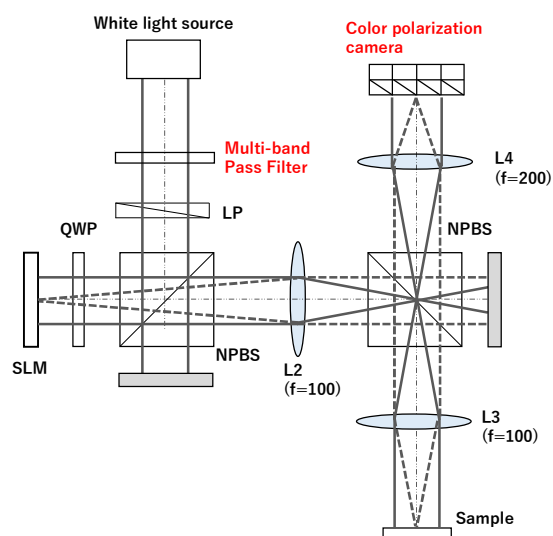


Fig. 1 Setup

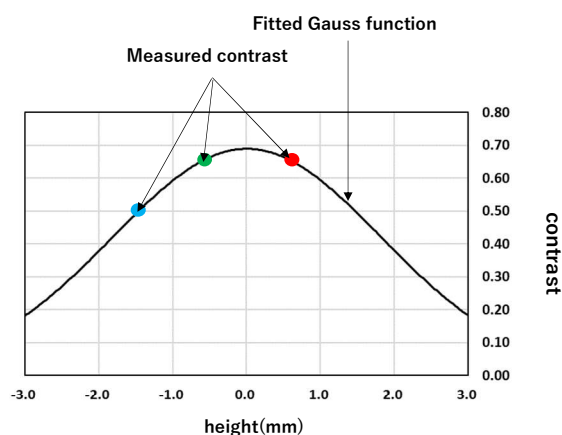


Fig. 2 The measured contrast and Fitted Gauss function

- 1) Yuuki Maeda, Shuhei Shibata, Nathan Hagen, Yukitoshi Otani: Single shot 3D profilometry polarization pattern projection, Applied Optics, 59 (6), 1654-1659 (2020)