

多波長位相シフトデジタルホログラフィのための波長分離法

Wavelength separation method for multiwavelength phase-shifting digital holography

埼玉大院理工 〇葛西敬介, 吉川宣一

Saitama Univ., 〇Keisuke Kasai and Nobukazu Yoshikawa

E-mail: k.kasai.324@ms.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

カラーディジタルホログラフィ (DH) は波長の異なる複数のレーザーでホログラム記録を行うことで物体の色情報や三次元情報を取得する技術である。カラーDH では記録したカラーホログラムを波長ごとの単色ホログラムに分離する必要がある。一般のカラーディジタルカメラではベイヤー配列の単板イメージセンサーが使われており、そこで使用される色フィルタの帯域は比較的広いものとなっている。それゆえに隣り合う色成分のクロストークが生じ、正確な波長分離を行うことは難しい。縮投影三次元計測分野において、クロストークを考慮したカラー分離法が提案されている[1]。本研究ではこの手法をカラーDH のための波長分離に応用し、カラーホログラムに対して正確な波長分離が行えることを示す。

2. 原理

クロストークを考慮した波長分離を行うためには色フィルタの分光透過率を要素とする結合行列を決定する必要がある。本研究では単波長のレーザー光をカラーディジタルカメラに照射して得られた画像の RGB 画素値の比から分光透過率を求める。記録画像として、一様光波および平面波の干渉で作られた干渉縞 $I = a + b\cos(2\pi fx)$ を用いる手法がある。

一様光波を用いる方法では、単波長レーザー光の一様ビームをカメラで記録し、RGB 画素値の比を求める。これを全ての光源に対して行うことにより結合行列の全要素を決定する。この方法は暗電流ノイズの影響を直接受けるため、記録条件により結果が大きく変わる可能性がある。

正弦干渉縞を用いる方法では単波長レーザー光でつくった干渉縞に対してコントラスト項の比を求めることで分光透過率を決定する。この方法は暗電流ノイズの影響をほとんど無視できるので正確な係数推定が期待できる。本研究では干渉縞の一次フーリエスペクトルの振幅を用いている。

3. 実験

3 波長位相シフト DH システムにおいて、2 つの平面波の干渉で作られるカラー干渉縞を用いて波長分離法を検証した。光源は赤:He-Ne レーザー (633nm), 緑:Nd-YAG レーザー (532nm), 青:LD (405nm) を用いた。カラー CCD カメラ (2048×2048 画素, 画素間隔 3.45×3.45 μm) を用いてベイヤーフォーマットでカラー干渉縞を記録した。結合行列の推定ではベイヤー配列画像から線形補間した RGB の単色画像を用いた。

一様光波方式とコントラスト方式を用いて結合行列を推定した。コントラスト方式はほぼ同じ値が安定して得られた。次にカラー干渉縞に対して波長分離を行った。緑チャンネルの単色干渉縞とそのクロストーク成分の正弦波の振幅比を図 1 に示す。一般的なカラー分離法として MATLAB の demosaic 関数を用いた。提案法ではクロストーク成分を十分に除去できることが確認できた。

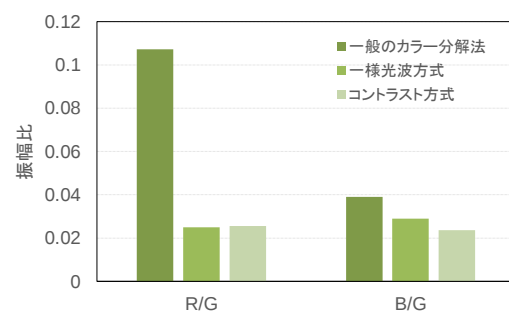


Fig.1. クロストークの評価

4. まとめ

本研究では、単波長のレーザー光を記録して得られる画像の RGB 画素値の比から推定した結合行列を用いてカラーホログラムを正確に波長分離することができることを示した。クロストークの抑制にはコントラスト方式が有効であることを実験で確認した。

参考文献

- [1] P. S. Huang, Q. Hu, F. Jin, and F.-P. Chiang, Opt. Eng. 38, 1065–1071 (1999).