

RGB 照明を用いたカラーシングルピクセルデジタルホログラフィ

Color Single-pixel Digital Holography using RGB Illumination

金沢大理工¹, NICT², JST さきがけ³, 京都大工⁴ °遠藤 優¹, 田原 樹^{2,3}, 岡本 亮⁴

Kanazawa Univ.¹, NICT², JST PRESTO³, Kyoto Univ.⁴

°Yutaka Endo¹, Tatsuki Tahara^{2,3}, Ryo Okamoto⁴

E-mail: endo@se.kanazawa-u.ac.jp

単一受光素子を用いたイメージング¹はアレイ構造の検出器を用いることが困難な波長帯や微弱光の検出などへの応用が期待されている。これをデジタルホログラフィ (DH) に適用した手法は、シングルピクセルデジタルホログラフィ (SPDH)²⁻⁴ と呼ばれている。SPDH に関する従来の研究では、単一波長のみの計測にとどまっていた。

本研究では、RGB の照明を用いることでカラーの SPDH を実現した。Fig. 1 に提案するカラーSPDH の模式図を示す。提案手法では、参照光側に空間光変調器 (SLM) を配置し⁴, RGB のレーザー光源を切り替えて計測を行う。波長 λ の光源を用いたときのセンサ面での物体光を $O(x, y; \lambda)$, 参照光を $h_k(x, y; \lambda)e^{j\phi}$ とする。センサ面で検出される光強度は、センサ領域 S にわたり干渉縞を空間的に積分したものとなる。その結果、位相シフト法に基づき ϕ を変えて計測したデータから物体光と参照光の内積

$$u_{\lambda,k} = \iint_S h_k^*(x, y; \lambda) O(x, y; \lambda) dx dy$$

が得られる。その後、 h_k を変えて計測した複数のデータから物体光を再構成する。

Fig. 2 に実験結果を示す。SLM には LCOS-SLM (浜松ホトニクス, X10468-01) を用い、光源には R, G, B ($\lambda = 633, 532, 437$ nm) の3つのレーザーを用いた。またモノクロ CMOS カメラ (Lucid Vision Labs, PHX200S-MC) を単一

受光素子とみなし、イメージセンサ全体で得られる輝度値の総和を計測した。計測対象には RGB のカラーフィルムを用いた。参照光の位相変調には、4 ステップ位相シフト ($\phi = 0, \pi/2, \pi, -\pi/2$) とアダマール基底 (16×16 画素, 256 パターン) を組み合わせたものを用いた。位相シフト法による DH での再生像 (Fig. 2 (a), (c)) とカラーSPDHでの再生像 (Fig. 2 (b), (d)) を比較したところ良い一致が見られた。

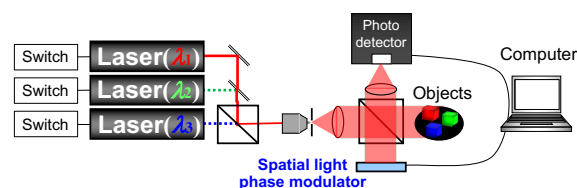


Fig. 1. Schematic diagram of color SPDH.

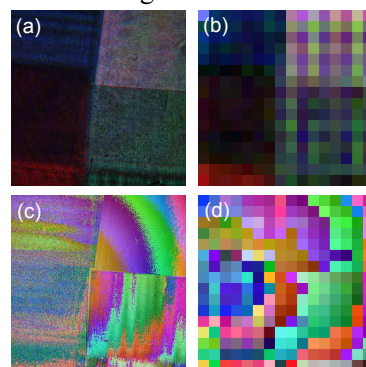


Fig. 2. Reconstructed amplitudes using phase-shifting DH (a) and SPDH (b). Reconstructed phases using phase-shifting DH (c) and SPDH (d).

本研究の一部は JSPS KAKENHI Grant Number JP 19K20293, 科学技術振興機構(JST) さきがけ(JPMJPR16P8)の助成を受けた。

参考文献

- 1) M. P. Edgar et al., Nat. Photonics, **13**, 13 (2019).
- 2) P. Clemente et al., Phys. Rev. A, **86**, 041803 (2012)
- 3) P. Clemente et al., Opt. Lett., **38**, 2524 (2013).
- 4) L. Martínez-León et al., Opt. Exp., **25**, 4975 (2017).