

立体撮像とパンフォーカス撮像の両機能を有する 一般化インコヒーレントホログラフィの撮像特性の評価

Evaluation of imaging property of generalized incoherent holography with 3D imaging and infinite depth-of-field imaging capabilities

NHK 技研 ○信川 輝吉, 片野 祐太郎, 室井 哲彦, 木下 延博, 石井 紀彦

NHK Sci. & Tech. Res. Labs., °Teruyoshi Nobukawa, Yutaro Katano, Tetsuhiko Muroi,

Nobuhiro Kinoshita, and Norihiko Ishii

E-mail: nobukawa.t-eq@nhk.or.jp

インコヒーレントホログラフィ (Incoherent Holography: IH) は、レーザーのようなコヒーレント光源を必要とせず、空間的コヒーレンスが低い光源を用いてホログラムを記録できるため、ホログラフィの応用範囲を飛躍的に拡大する可能性を秘めている。IH は立体的な撮像機能[1]をもち、また自己干渉の方式を変更することでパンフォーカスの撮像[2]も可能なことが知られている。

我々はこれまで、多様な撮像機能を実現するため、それぞれ独立に発展してきた立体撮像機能[1]とパンフォーカス撮像機能[2]に原理上の共通点を見出し、一般化が可能であることを理論的に明らかにした[3]。本研究では、ホログラムの記録・再生実験により、一般化した IH の撮像特性を検証することを目的とした。

一般化した IH の光学系を Fig. 1 に示す。本光学系はマッハツェンダー干渉計に基づいて自己干渉を実現しており、ダブリズムによりパンフォーカス撮像に必要な光波の回転をおこない、空間光変調器(Spatial Light Modulator: SLM)により立体撮像に必要な球面位相の付与をおこなう。この球面位相の曲率半径を無限大とした場合にパンフォーカス撮像モードとなり、曲率半径が有限の場合に立体撮像モードとなる[3]。

Fig. 1 の光学系により、光軸方向の異なる面に配置した 2 枚の金属板を発光ダイオード(Light Emitting Diode: LED)で照明し、そのホログラムを記録・再生した。また、直流光と共役像を除去するために、12 ステップの時分割の位相シフト法を適用した。立体撮像時、ホログラムにフレネル伝搬を適用して得られた再生像を Fig. 2(a), (b) に示す。それぞれの金属板に合焦した像が得られていることがわかる。また、パンフォーカス撮像時、ホログラムにフーリエ変換を適用して得られた再生像を Fig. 2(c)に示す。2 枚の金属板は光軸方向の異なる面に配置されているが、両方の金属板

に合焦した像が得られている。

以上の実験結果から、一般化した IH の原理に基づく光学系を用いることにより、立体撮像とパンフォーカス撮像の両機能を実現可能であることを確認した。講演では、さらに、被写界深度の制御可能性を明らかにするために、立体撮像モードとパンフォーカス撮像モードの中間領域の撮像特性を検証した結果を示す。

参考文献

- 1) J. Rosen, *et al.*, Adv. Opt. Photon. **11**, 1 (2019).
- 2) D. L. Marks, *et al.*, Science. **284**, 2164 (1999).
- 3) T. Nobukawa, *et al.*, Sci. Rep. **9**, 3363 (2019).

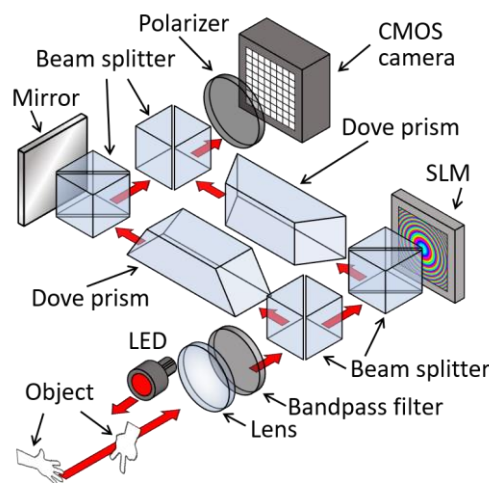


Fig. 1 Optical setup for generalized incoherent holography.

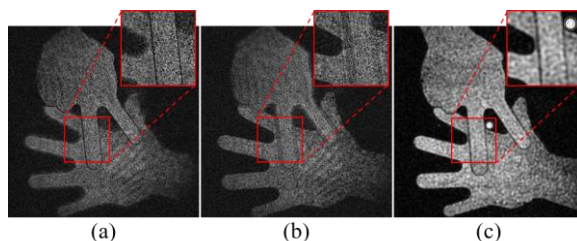


Fig. 2 Reconstructed images by 3D imaging with focus at (a) scissors and (b) paper. (c) A reconstructed image by infinite depth-of-field imaging