ディープラーニングを用いた散乱イメージングにおける被写界深度拡大

Depth of Field Extension in Imaging through a Diffuser by Deep Learning

立命館大理工，○(M1)塚田 拓海，渡邉 歴

Ritsumeikan Univ., °Takumi Tsukada, Wataru Watanabe

E-mail: re0126pf@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

霧やすりガラスのような散乱媒体は光をランダムに散乱させるため，散乱媒体の奥にある物体のイメージングは困難となる．近年では，散乱媒体を介したイメージングが盛んに報告されているが，それらの手法では，物体やカメラの変位に対する適用性が低いという問題がある [1]．そこで，散乱イメージングにおいて，さまざまな手法により被写界深度を拡張するための研究が報告されている [2,3]．本研究では，拡散板の奥にある物体を光軸上で前後に移動させ，異なる深さに位置する物体のスペックル画像を取得し，それらをディープラーニングによってまとめて学習することで，散乱イメージングにおける被写界深度の拡大を実現する．

2. ディープラーニングによる散乱イメージングの被写界深度拡大

本実験で使用した光学系を Fig. 1 に示す．He-Ne レーザー（波長 : 632.8 nm）より射出した光は，物体として用いた空間光変調器 (SLM) によって入力画像に応じて強度変調され，拡散角 20°の拡散板 D を透過し，4f 光学系を通じてカメラで撮像される．入力画像には MNIST 手書き数字のデータセットを使用した．レンズ L1 の前側焦点の位置を $\Delta z = 0$ cm として SLM を前後に移動させ，異なる深さに位置する物体のスペックル画像を取得した．

実験で使用した元画像，拡散板を設置せずにカメラで取得した物体画像，拡散板を介した物体のスペックル画像と再構成結果を Fig. 2 に示す．フォーカス位置 ($\Delta z = 0$ cm) で取得したスペックル画像のみを訓練データとした場合と比較すると，異なる深さ (Δz = -3 cm, 0 cm, 3 cm) に位置する物体のスペックル画像をまとめて学習することにより，デフォーカス位置 (Δz = -5 cm ~ 5 cm) にある物体の再構成が可能であることがわかる．

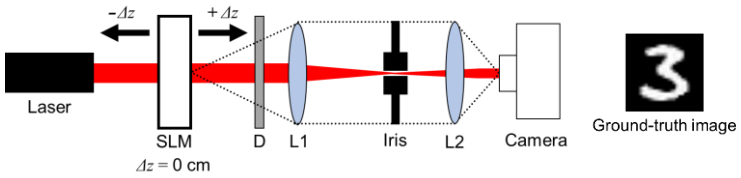

Figure 1. Schematic for capturing speckle images at different depths. SLM: Spatial light modulator, D: Diffuser, L1, L2: Lens.

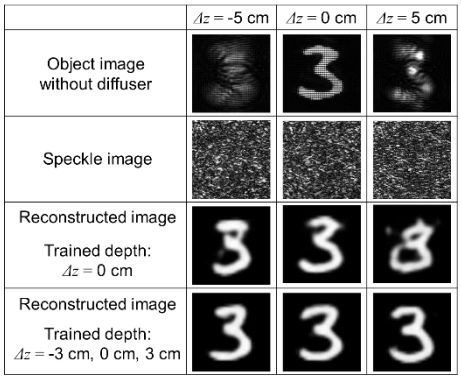

Figure 2. Reconstruction results from speckle images acquired at different depths.

参 考 文 献

1) I. Freund et al.: Phys. Rev. Lett. **61**, 2328 (1988).

2) M. Liao et al.: Sci. Rep. **9**, 7165 (2019).

3) Y. Li et al.: Opt. Express **29**, 2244-2257 (2021).

© 2021年 応用物理学会