

## ライトフィールドイメージングに基づく位相変調の仮想化

## Virtualization of phase modulation based on light field imaging

阪大院情 ○ 中村 友哉, 堀崎 遼一, 谷田 純

Osaka Univ. ○Tomoya Nakamura, Ryoichi Horisaki, Jun Tanida

E-mail: t-nakamur@ist.osaka-u.ac.jp

近年、光学系と信号処理を融合させた計算イメージングと呼ばれる撮像技術が注目されている。計算イメージングでは系の設計自由度を信号処理を含めた形に拡張できるため、既存のイメージングにおける種々の性能限界を打破できるポテンシャルを有している。

計算イメージングにおいて、系の結像特性を制御するために位相変調がしばしば用いられる。例えば、結像特性の距離不変化による被写界深度拡大技術、結像特性の距離変化の強調による距離計測技術、サブ画素構造をもつ点像分布関数によるデジタル超解像技術等がこれまで報告されている [1, 2, 3]。

一般的に、位相変調は図 1 のように位相変調素子により実装される。我々は、アレイ光学系を用いて位相変調を演算により実現する (仮想化する) 手法を考案し、報告してきた [4, 5]。概念図を図 2 に示す。提案手法では、アレイ光学系により対象の光線信号 (ライトフィールド) を取得し、画像再構成のための光線信号投影処理に位相変調を組み合わせることで、位相変調を仮想的に実現する。

提案手法により、被写界深度の拡大とデジタル超解像を行った結果を図 3 に示す。対象物体が距離分布を持つ際、単一取得画像は解像度や光量が不足し、特定の対象距離を仮定した再構成画像では被写界深度が制限される。一方、三次位相板による位相変調を取得した光線信号に適用することで、結像特性が距離不変性された画像を再構成できる。さらに、後処理により、被写界深度の深い超解像画像を生成できる。この手法により、対象距離を測定することなく全焦点超解像画像を得ることができる。

提案手法は、演算により任意の位相変調を実現する。その結果、種々の計算イメージングを

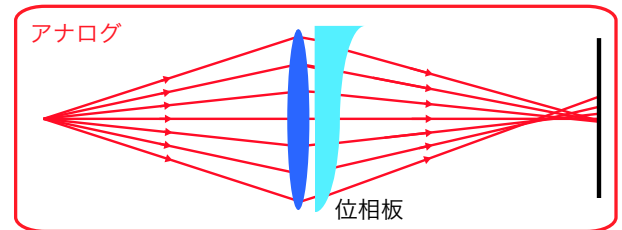


図 1: 光学素子による位相変調。

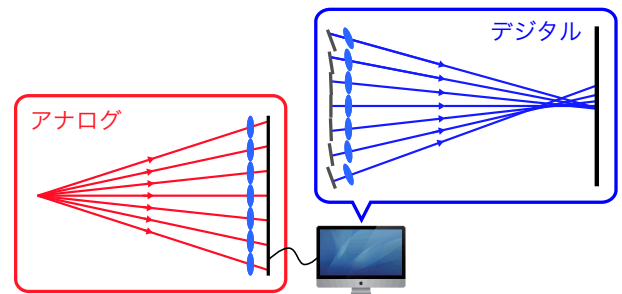


図 2: 位相変調の仮想化。

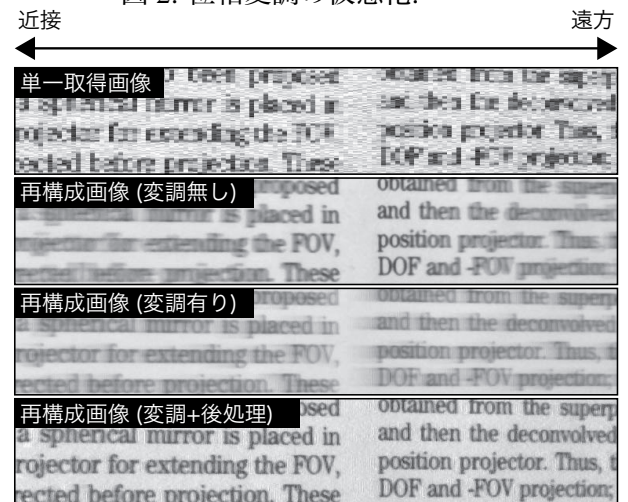


図 3: 実証実験結果。

単一の光学系で実現できる特徴をもつ。

本研究は (独) 日本学術振興会科学研究費 (特別研究員奨励費) の助成を受けて行われた。

- [1] E. R. Dowski *et al.*, Appl. Opt. **34**, 1859 (1995).
- [2] S. R. P. Pavani *et al.*, PNAS **106**, 2995 (2009).
- [3] A. Ashok and M. Neifeld, Appl. Opt. **46**, 2256 (2007).
- [4] T. Nakamura *et al.*, Opt. Express **21**, 29523 (2013).
- [5] 中村 他, 応物春季 18p-F10-15 (2014).