

ホールアレイマスクのシフトによる単一画素カメラの高解像度化

High resolution of single pixel camera based on a shift of hole-array mask

宇都宮大学, ^{○(M1)}伊藤 祐二郎, 黒澤 知之, 早崎 芳夫

Utsunomiya Univ, ^{○(M1)}Yujiro Ito, Tomoyuki Kurosawa, Yoshio Hayasaki

E-mail: ito_y@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

単一画素カメラは、空間符号化マスク、単一光検出器、計算機内複合化から構成される撮像システムである。物体像は、空間光変調素子に表示された符号化マスクにより変調され、変調された画像の光強度の積分が光検出器により検出される。この物体像と符号化マスクの光内積計算は、符号化マスクを切り替えて繰り返される。最後に、物体像が、検出値と符号化マスクの逆行列計算により復号される。

我々は、これまで、単純構造、高耐エネルギー性、低波長依存性、作製容易性であるホールアレイ型符号化マスクを用いた単一画素カメラが実現された。しかし、撮像時間と解像度に課題があった。

本研究では、ホールアレイ型単一画素カメラの解像度を向上する。

2. 撮像原理

物体像の空間コード化を、ホールアレイ型符号化マスクを微小にシフトさせながら実行する。微小にシフトされたマスクは、異なるマスクとして機能し、ホールアレイの最小間隔で決められて解像度が、そのシフト量となる。

ここで課題となるのが、マスクのシフトであり、精密な移動ステージが必要となる。さらに、本研究では、高フレームレートを想定して回転マスクを用いたため、マスク構造を精密に決定する課題も出てきた。そこで、精密なマスク移動の不要やマスク構造も未知で良い、マスクのカメラ撮影に基づく方法を考案した。

3. 実験光学系

Fig. 3は実験システムを示す。本システムは、ハロゲンランプを光源としてマスクを撮影する光学系（黄色表示）と、中心波長 940nm の近赤外 LED を光源とする単一画素カメラの光学系（ピンク表示）から構成される。ホールアレイ符号化マスクは、円盤上の半径 60mm から 90mm の間にランダムに配置された直径 2mm 円形開口を有する。符号化マスクはカメラ画像の 320 × 320 画素で取得し、5 × 5 画素の範囲の

局所平均を算出し 64 × 64 画素に縮小することで得られた。そして、得られた符号化マスクとそれに対応する検出値から復号を行った。復号の際、高解像度な再生像を得るために計測回数を増やしてしまうが、圧縮センシングを適用することで減少させた。

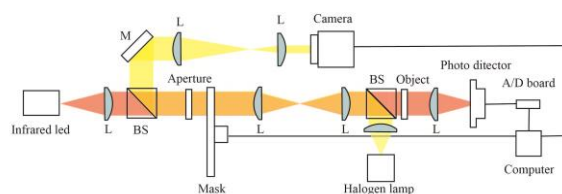


Fig. 1 Optical system

3. 実験結果

Fig. 2 は、320 × 320 画素のマスク撮影像と複合に使用した 64 × 64 画素のマスクの一例である。

Fig. 3 は、撮影したサンプルとその 64 × 64 画素の再構成像である。撮像範囲は、18 × 18mm²。光検出回数を 1024 回とし、圧縮センシングを用いて画像を再構成した。Fig. 3 から、上下左右非対称で曲線部分をもつ平仮名の「う」が再構成できた。

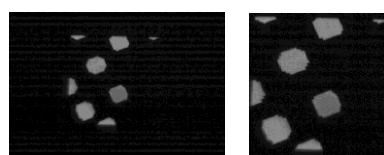


Fig. 2 (a) Mask image captured by a camera and (b) its corresponding coding mask.

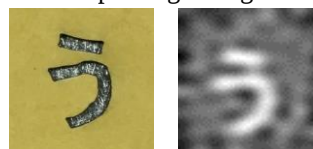


Fig. 3 (a) Sample and (b) its reconstruction.

4. まとめ

ホールアレイ型符号化マスクの再生像の解像度をあげるため、マスクをカメラで撮影し、撮影画像を符号化マスクとして用いる手法を提案した。提案手法の計算機シミュレーションと光学実験を行い、撮像できることを明らかにした。