

波動性を利用した局所光照射システムのマイクロシステムへの応用

岐阜工業高等専門学校 *先端融合開発専攻,**電子制御工学科 野田陽太*, 野田健太**, 河野託也***
豊橋技術科学大学 機械工学系 永井萌土

1. 研究目的

ドラッグデリバリーや並列計算には、自律動作するマイクロロボットが求められ、走光性藻類のミドリムシが使用可能である。従来よりも繊細なミドリムシの運動制御の実現には、光照射パターンの緻密な制御が必要となる。そのためには光を光線として扱わず、波動性を考慮した制御が必要不可欠である。本研究では、マイクロミラーデバイス(DMD)および空間光変調器(SLM)を制御し、波動性を考慮した緻密な 2 次元光像を照射できるシステムの開発評価を行う。応用先の一つはミドリムシ群の走光性を用いた効率的な多点運動制御技術の確立である。ミドリムシ群を工学システム内に組み込み、小型・並列システムの実現を目指す。

2. 研究成果

2.1 DMD を用いた実験装置

DMD に表示する画像データや 2D 計算機ホログラムの画像データは、Python を利用し生成する。生成されたデータは DMD 制御用マイコンに転送され PC からコントロールユニットを制御することで DMD 上に画像が表示される。その表示面に対して、光ファイバに導入し平行光に調整された波長 650 nm のレーザが照射される。DMD 上の画像パターンにより回折した光はレンズによってスクリーン上に結像(再生像)される。表示された再生像は固定したカメラで撮影され、そのデータを用いて DMD の波動光学素子の動作評価を行う¹⁾。

2.2 DMD による 2 次元ホログラム切替えの動作評価

DMD は像の切替えが容易であることを活かし、ホログラムを連続的に切替え時の再生像を確認した。DMD 上に A から D までのアルファベットに対応する CGH と、それらを統合したパターンをそれぞれ 3 枚ずつ用意し、1 fps の速度で順次切替えて再生を行った。図 1 に連続的に切替えたホログラムの元画像と対応する再生像を示す。切り替わりのタイミングでも再生像が途切れることなく再生され、画質の劣化やノイズの増加は確認されなかった。これにより DMD を用いることでホログラムによる疑似動画の提供も可能であることを確認した¹⁾。

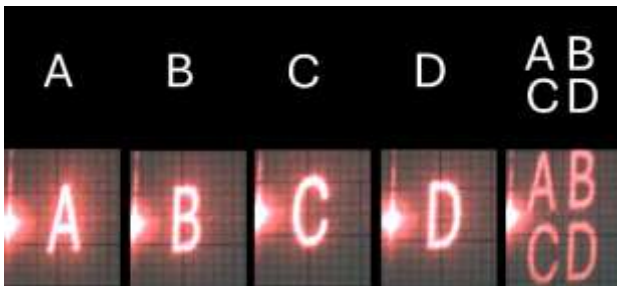


図 1 DMD の CGH 切替で得られた再生像の結果

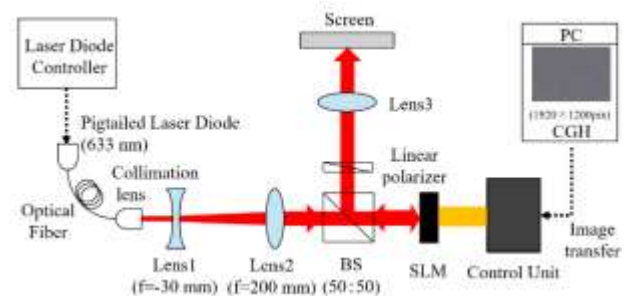


図 2 SLM 動作確認の実験装置の構成



図 3 SLM の CGH で得られた再生像の結果

2.3 SLM を用いた実験装置の構築と動作確認

図 2 は、空間光変調器 (SLM: Santec 社製, SLM-200) を用いた実験装置の構成である。光ファイバで結合された波長 633 nm の半導体レーザの光は、コリメーションレンズより平行光が出射される。凹レンズ(Lens1, 焦点距離-30 mm)と凸レンズ(Lens2, 200 mm)によりビーム径が拡大され、無偏光ビームスプリッタ(BS)を通過した後、SLM に照射される。SLM 素子上には、同社 SLM Pattern Generator を用いて生成された CGH 画像が表示される。その画像は SLM のコントロールユニットと同社 SLM GUI を用いて制御されている。SLM で変調され反射した光は、再び BS に戻り、直線偏光子と凸レンズを通過し、スクリーン上に結像される。

図 3 は、左に CGH 元画像、右にスクリーン上に結像された再生像である。中央の 0 次光を基準として、右側に高コントラストな約 2 mm 角サイズの「A」の形状の実像が再生され(薄っすらと 2 次回折像も確認できる)、その像の点対称位置には虚像も確認できる。SLM による CGH の表示と変調が適切に動作することを確認した。

3. 今後の課題と展望

波動光学素子としての DMD および SLM の自動制御システムを構築し、走光性藻類の運動制御に応用する。これにより、幾何光学的な素子の利用では得られない繊細な運動制御の実現を目指す。

参考文献

- 1) 野田陽太, 河野託也, デジタルマイクロミラーデバイスを用いた 2 次元ホログラムによる再生像操作, SICE 中部支部研究発表&企業交流会 2024, 2024.11.29 (ポスター発表)