

微小鏡アレイによる回折光強度の制御を用いた偏波多重画像投影

1250153 眞鍋 侑大 (光制御・ネットワーク研究室)
(指導教員 小林 弘和 教授)

1. 研究背景・目的

近年, DMD (Digital Micromirror Device) という微小なミラーアレイを使った DLP (Digital Light Processing) 映像方式は, 小型・軽量化しやすく, モバイルプロジェクタとして多く採用されている. この方式では, 投影したい画像の色と明度を, 内蔵された RGB 色それぞれの LED 照明の ON 時間の調整と 1 フレームあたりの DMD の ON/OFF 制御で再現する. しかし DLP 方式の単体プロジェクタは, 単一の画像しか投影できない技術となっており, 直交する二つの偏光で異なる画像を投影するパッシブ方式の 3D 映像技術などには適用できない. そこで本研究では, DMD 単体で, 入射する直交した偏光に異なる画像を付与できる偏波多重画像投影の実現を目的とする. また, 本稿では特に写真画像への適用を目指すために各偏光に付与する画像の輝度調整に関する実験結果を報告する.

2. 偏波多重画像投影の原理

偏波多重を実現するために, 光源を 45 度直線偏光にし, 直交する垂直偏光 (V), 水平偏光 (H) を異なる角度で DMD ミラーに入射させる. 但し, 図 1 では DMD を透過するように表記している. その際, 垂直偏光と水平偏光を 45 度傾けて入射させる. DMD には, 各偏光に付与する画像 1 と 2 に対してそれぞれ 0 度と 90 度の回折格子を掛けて足し合わせた分布を表示する. 図 1 に示すように, V が 0 度回折し, H が 90 度回折した時に同じ伝搬方向となるように入射角を調整し, レンズ (f_1) とピンホールを用いて回折光のみを抽出する. 抽出した光はレンズ (f_2) の距離 l_1, l_2 を調整してカメラ上に結像させる. 偏光板の調整により, 垂直偏光のみ, 水平偏光のみ, 両方の偏光の 3 種類に切り替えてカメラに映すことができる. 以上の手法で 1 つの光源から偏光毎に異なる画像投影が可能になる.

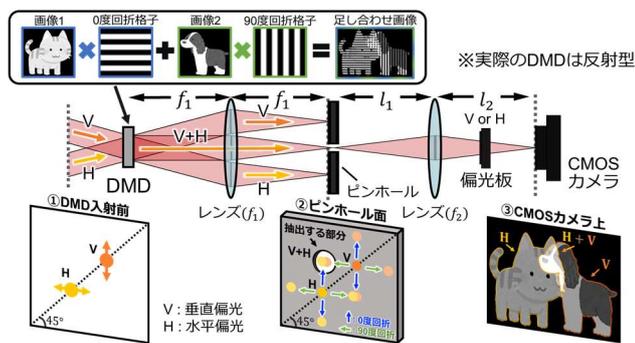


図 1 偏波多重画像投影の原理

3. 実験構成

実験構成を図 2 に示す. 波長 635nm の赤色レーザーを 45 度直線偏光でウォラストンプリズムに入射し, 垂直偏光と水平偏光を異なる伝搬方向に分ける. その際, 図 2 のようにピンホールの位置で 0 度回折光, 90 度回折光が重なるようにウォラストンプリズムを 45 度回転させて設置する. 分けた 2 偏光を焦点距離 f_1, f_2 のレンズを用いて平行光にして異なる角度で DMD に照射する. DMD では, 2 つの回折格子付き画像を図 2 のように計算した合成画像を投影し, 投影画像に対応した DMD ミラーの作用により, 2 偏光を反射する. 合成する画像のうち KT 画像を 6 階調で相対的に明度変化させることで, 投影画像の輝度制御について確認していく. その後, 反射光を焦点距離 f_3 のレンズで集光してピンホールで回折光の

み抽出し, 焦点距離 f_4 のレンズで CMOS カメラ上に結像する. その際, 偏光板で特定偏光状態の偏光のみ抽出して, CMOS カメラ上に結像させ撮影することで, 偏波多重画像投影についても確認していく.

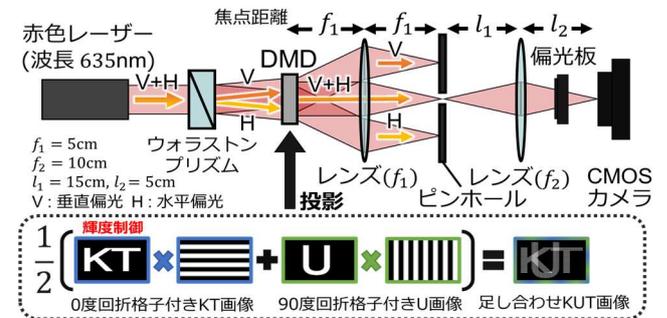


図 2 実験構成

4. 実験結果

観測結果を図 3 に示す. 水平偏光板を置いたときは, KT 画像のみが映り, 垂直偏光板を置いたときは, U 画像のみが映り, 偏光板なしのときは, 足し合わせ画像の KUT が確認でき, DMD による偏波多重画像投影が実現できた. また設定した輝度値に対する KT 文字の光強度変化も視覚的には実現できていることが見受けられる. しかし, 図 4 のように数値的にみていくと, 設定輝度値が低いときの測定値と理論値に対する相対誤差が大きく現れた.

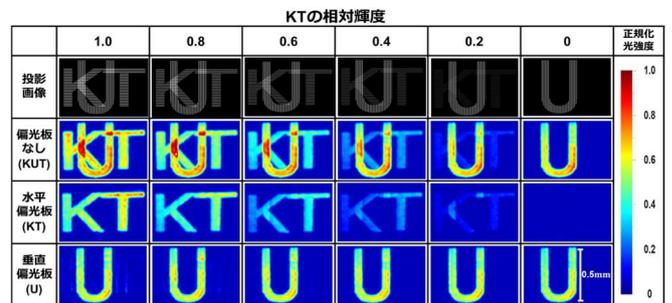


図 3 実験結果

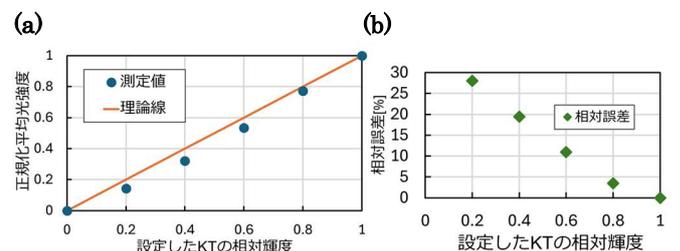


図 4 (a)設定した KT の相対輝度と正規化平均光強度の関係
(b)設定した KT の相対輝度と相対誤差の関係

5. まとめ

本研究の目的であった偏波多重画像投影と投影画像の輝度制御については, 図 3 のとおり視覚的には実現することができた. しかし図 4 の相対誤差についてみると数値的には輝度制御を実現できていないことが分かった. 今後の展望として, 本研究では 2 種類の DMD を用いて実験を行ったため, DMD 側の動作に問題があったわけではないと考え, 図 2 の実験構成の合成画像の計算式の改善から相対誤差の縮小を目指す.