

Development of multidirectional simultaneous detection system using streak camera with image compression method

永井 信一郎, 北島 天貴, 高橋 佑介, 高橋 一匡, 佐々木 徹, 菊池 崇志, 岩橋 政宏
Shinichiro Nagai, Hiroki Kitajima, Yusuke Takahashi, Kazumasa Takahashi, Toru Sasaki, Takashi Kikuchi, Masahiro Iwahashi

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

近年、プラズマなどの極短時間現象の高速度撮像を行うための技術が必要とされている。しかし、従来の高速度撮像方法では観測対象に照射する光源が必要であるため、発光現象の撮像に不向きであるなどの問題があり、この問題を解決するため超高速圧縮画像撮影法 (Compressed Ultrafast Photography : CUP)^[1]が提案されている。この手法はストリークカメラと画像処理技術を組み合わせたものであり、デジタルマイクロミラーデバイス (DMD) のミラーの角度を制御して観測対象の像を符号化し、ストリークカメラで現象の時間的変化に関する情報を取得して、符号化情報を基に撮像画像を再構成するといったプロセスを行う。CUPは受光専用であり、1000億フレーム/秒での撮像が可能であるため、高速度発光現象の撮像に適している。また、CUPを改良し、現象を2方向から撮像することで多次元の情報を持った画像を取得する多方向同時検出システム^[2]が新たな高速度撮像手法として提案されている。本研究の目的はこのシステムの構築であり、その前段階としてCUP1方向分の光学系を構築し、DMDによる符号化とストリークカメラによる掃引を確認した。また、掃引画像から元画像への再構成も試みた。

本実験では発光現象を模擬した光源を観測対象とした。符号化させる前の像を元画像として撮像し、符号化後ストリークカメラにより掃引画像を取得、再構成を試みた。符号化パターンは疑似乱数により生成した2値のパターンであり、マスクの比率を50:50とした。この生成したパターンをDMDに読み込ませることでマスクの制御している。

元画像を図1、DMDによる符号化結果を図2、ストリークカメラによる掃引結果を図3、再構成結果を図4にそれぞれ示す。図2は元画像に対してDMDの制御により符号化が反映されてい

ることが確認できた。また、図3では図2の結果に対して時間軸(縦軸)方向に掃引されていることから、概ね意図した結果が得られていることが確認できた。図4は符号化パターン、元画像、ストリークカメラによる処理のパラメータを事前情報とし、それらの情報を基に画像を再構成した結果である。この再構成には、スパースモデリングと画像処理を併用したものを利用した^[2]。この結果より、おおよその外形を再構成することはできたが、発光強度分布の再現が十分であるとは言えないため、より性能を高めるための検討が必要である。

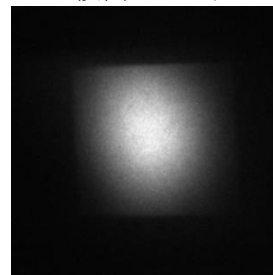


図1 元画像

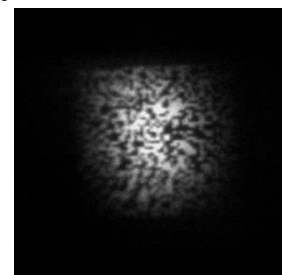


図2 符号化結果

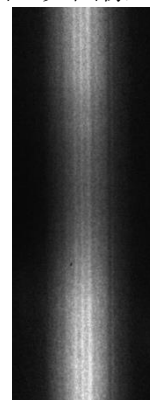


図3 掃引画像

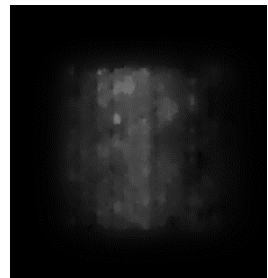


図4 再構成結果

[1] Liang Gao, Jinyang Liang, Chiye Li, and Lihong V. Wang, Nature 516, 74 (2014)

[2] Toru Sasaki, et al., The 10th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications (IFSA 2017) P.Th.39 (2017)