

1画素だけのセンサーを使用したホログラフィックビデオカメラの実現

Holographic videography using single-pixel image sensor

研究代表者: 神戸大学 米田 成

研究内容

イメージセンサーの技術の発達により、4K や 8K といった高解像度なデジタル撮像が可能となり、非常に鮮明で美しい画像や動画の記録が可能となった。しかし、これらの技術は人間が目に見える可視光の領域でのことであり、紫外線や赤外線イメージセンサーは解像度が低く、需要の関係から高価である。可視領域以外における高解像度なイメージセンサーの実現は、検査技術などで必要とされている。また、暗闇のような光子の数が非常に少ない環境下での撮像技術や、霧のような光の直進性を乱す散乱体背後のイメージング技術（散乱透視技術）というのは、最新のイメージング技術をもってしても達成できていない領域である。これらの非可視光・微弱光下・散乱透視技術が可能な技術として、1画素だけのセンサーを使用したカメラ（1画素カメラ）が提案されている。これまで研究代表者は、三次元情報が取得できる1画素ホログラフィックカメラを実現し[Optics Letters (2020)]、散乱体背後に潜む3D物体の可視化[Applied Physics Letters (2021)]や偏光情報の取得[Optical Review (2023)]を実現してきた。しかし、この提案手法では、イメージング速度が照明パターンを投影するために必要な空間光変調器のリフレッシュレートによって制限されてしまうため、単一のホログラムを取得するために、5分ほど必要であるという問題があり、動的物体のイメージングには応用できないという課題があった。

本研究では、二階調変調に制限されるものの、20kHzを超えるリフレッシュレートで高速に動作可能な空間光変調器（DMD）を使用して、この課題を解決し、世界で初である1画素ホログラフィックビデオカメラの実現を行う。図1に提案手法の光学系を示す。研究代表者は既に、スペインの Universitat Jaume I の Enrique Tajahuerce 教授と共同で、二階調変調時に生じる影響が小さいことを数値シミュレーションにより示している。そのため、DMDを使用した光学系を作製し、原理検証実験を行う。

その後、顕微鏡システムに本技術を搭載し、蛍光標識された細胞の可視化を行う。次に、散乱体背後において細胞分裂する蛍光三次元像を本技術を用いて動画像記録し、得られた成果を国際会議や国内学会、国際学術誌にて発表する予定である。

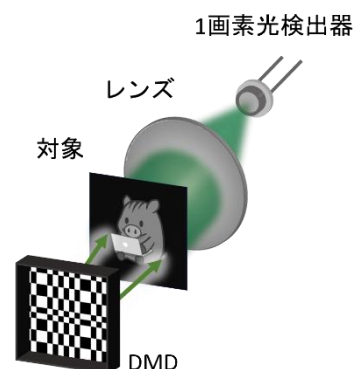


図1 提案手法の概念図. 構造化パターンの生成にDMDを用いることで高速化を実現。