

可変形鏡による補償光学を用いた量子認証

Quantum Secure Authentication based on Adaptive Optics using Deformable Mirrors

日大量科研¹, 国立天文台², 総研大³, アストロバイオロジーセンター⁴

○大矢正人¹, 行方直人¹, 西川淳^{2,3,4}, 井上修一郎¹

Nihon Univ.¹, NAOJ², SOKENDAI³, ABC⁴

○Masahito Oya¹, Naoto Namekata¹, Jun Nishikawa^{2,3,4}, Shuichiro Inoue¹

E-mail: masahito.ooya@phys.cst.nihon-u.ac.jp

空間位相変調器(SLM)を用いることによって、多次元量子状態の生成やその制御が可能であり、それは量子情報技術へ広く応用されることが期待されている。Goordonらによって提案された量子認証^[1]はその一つである。量子認証は、物理的に複製が不可能な鍵(PUF)と空間位相変調器(SLM)を用いた多次元量子状態生成による認証を実現する。文献[1]の手法では、SLMを用いて光量子状態の次元を 1100 ± 200 まで高めることによって、平均光子数を 230 ± 40 (/パルス)と非常に高くした状態においても認証を達成している。

本研究では、より簡便な系による量子認証を実現するため、量子状態の多次元化に100素子（縦横10素子）の可変形鏡（DM）を用いた。そのような量子状態の次元がやや低い状態で安全認証を実現するためには、平均光子数を数個(/パルス)まで下げなければならない。そのため、繰り返し速度の向上、多次元量子状態生成および識別の精度向上が重要となる。今回、補償光学手法^[2]を導入することで、そのような高効率化を図った。今回構築した実験系では、多次元量子状態生成と認証に2台のDMを用いた。1台目のDMによって多次元量子状態を準備すると、最終像面上にはDMの空間位相変調によるスペックルパターンが発生する（Fig.1(a)）。そして、2台目のDMによって補償光学に基づいた波面補償を行った場合は最終像面を点像分布関数(PSF)パターン（Fig1.(b)）とすることができる。これは2台目のDMで多次元量子状態の識別を効率よく実現し、量子認証プロトコル[1]が実装できることを示している。

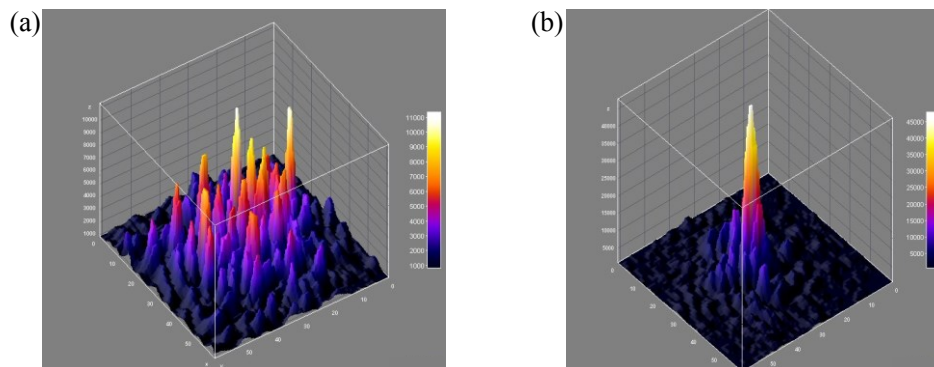


Fig.1. Focal plane images of (a) an encoded state and (b) a decoded state.

謝辞 本研究は日本大学理工学部プロジェクト研究助成を受けて実施されたものである。

[1]S. A. Goordon, M. Horstmann, A. P. Mosk, B. Skoric and P. W. H. Pinsk, Optica, vol.1, 6, 421-424, (2014)

[2]M. Oya, Optical review, Vol.22, Issue 5, 736-740, (2015)