

時間的に変化する状態の適応量子状態推定の実現

Realization of adaptive quantum state estimation for dynamic quantum states

京大院工¹, 阪大理² ○(D)野原 紗季¹, 岡本 亮¹, 藤原 彰夫², 竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, Osaka Univ.², °Saki Nohara¹, Ryo Okamoto¹, Akio Fujiwara², Shigeki Takeuchi¹

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

与えられたサンプルに対して、できるだけ高い精度でその量子状態を推定することは重要な問題である。しかし、推定精度の理論限界を達成する最適な測定基底は、その測定対象の状態に依存してしまう（ので、決定できない）という問題がある。この問題に対して、個々の量子の測定結果に応じて、毎回測定基底を最適化する適応量子状態推定という方法が提案され[1]、その最適性（強一致性、漸近有効性）が数学的に証明されている[2]。我々は、この適応量子状態推定を、直線偏光の光子の偏光状態に対し実現[3]、最近任意の光子の偏光状態（3 パラメータ）の推定も行った[4]。しかし、これまでの方法は同一のサンプルすなわち時間的に変化しない量子状態のみを対象としたものであった。

今回我々は、状態が時間的に変化する場合に対する連続適応量子状態推定を提案し、実験を行ったので報告する。図1は、構築した連続適応量子状態推定の実験系である。半波長板 HWP2 の回転角度 θ を時間的に変化させることで、状態準備系から射出される光子を、測定系で測定基底を変えながら観測する。測定系では偏光回転素子として液晶偏光素子(LCR)を使用[5]、測定系に入力された光子は検出器 D0、D1 のいずれかで検出され、その個々の光子の検出結果を元に、推定値と最適な測定基底を決定する尤度関数を更新する。提案する連続適応量子状態推定では、直近の決められた個数(S)の結果のみを尤度関数に反映させることで、連続変化に対応した推定を行うことが可能となる。発表では、実験結果をシミュレーションと比較しつつ議論する予定である。

有益な議論をして頂いた電気通信大学の山形浩一博士に感謝する。本研究の一部は特別研究員奨励費(18J22804)、科研費(26220712)、JST-CREST(JPMJCR1674)、文部科学省 Q-LEAP の支援を受けて行われた。

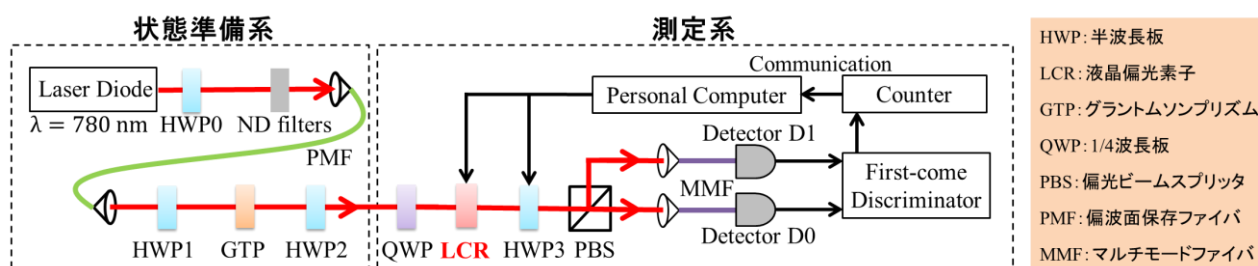


図1: 連続適応量子状態推定の実験系

References

- [1] H. Nagaoka, Proc. Intern. Symp. on Inform. Theory, (Kobe, Japan, 1998) 198.
- [2] A. Fujiwara, J. Phys. A: Math. Gen., **39** (2006) 12489.
- [3] R. Okamoto, *et al.*, Phys. Rev. Lett., **109** (2012) 130404.
- [4] R. Okamoto, *et al.*, Phys. Rev. A, **96** (2017) 022124.
- [5] S. Nohara, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58** (2019) 072001.