

迎新报告

姓名：陈柯安
导师：应明生

2021年9月2日

研究方向

- ① 量子算法：量子态的保真度估计
- ② 量子电路设计自动化：错误检测

保真度估计

- ① 对于两个量子态 ρ, σ ，计算他们的保真度 $F(\rho, \sigma)$ 是一个非常基本的问题。
- ② 它很多重要应用，比如量子计算机的验证，量子算法的设计与分析。
- ③ 我们提出了一种量子算法，它能以 $\text{poly}(\log(N), r, 1/\epsilon)$ 的复杂度求出保真度。其中， N 是 ρ, σ 的维度， r 是 ρ, σ 的秩， ϵ 是解的精度。

保真度估计

- ① $F(\rho, \sigma) = \text{tr}(\sqrt{\sqrt{\sigma}\rho\sqrt{\sigma}})$
- ② 将正定矩阵 A 编码到量子态 ρ 的左上角, $\langle 0_a | \rho | 0_a \rangle = A$
- ③ 采用HHL算法的思想, 实现如下操作:

$$A \rightarrow f(B)Af(B)$$

- ④ 其中取 $A = \rho, B = \sigma, f(x) = x^{\frac{1}{2}}$, 即可实现 $\sqrt{\sigma}\rho\sqrt{\sigma}$,
取 $B = A, f(x) = x^{-\frac{1}{4}}$ 即可实现矩阵的平方根操作

保真度估计

| | |
|---|--------------------------------------|
| Quantum State Tomography | $poly(N)$ |
| Low-rank Quantum State Tomography | $poly(\log(N), r, 1/\epsilon)$ |
| SWAP Test | $poly(\log(N))$, require $r = 1$ |
| Entanglement Witnesses | $poly(\log(N))$, require $r = 1$ |
| Direct Fidelity Estimation | $poly(N)$ |
| Variational Quantum Fidelity Estimation | N/A |
| Our Algorithm | $poly(\log(N), r)$ |

研究成果

Wang, Qisheng, Zhicheng Zhang, Kean Chen, Ji Guan, Wang Fang, and Mingsheng Ying. "Quantum algorithm for fidelity estimation." arXiv preprint arXiv:2103.09076 (2021). (三作, PRL在投)

量子电路的错误检测

- ① 量子操作的分辨
- ② 快速的电路模拟
- ③ 可靠的量子态制备和测量

给同学们的建议

大方向上：

- ① 定好目标，做好长远的规划
- ② 规划好时间，平衡科研与学习
- ③ 保持兴奋，迎接挑战，不要太在意挫折与失败

小方向上：

- ① 多选感兴趣的课程，看感兴趣的书和资料，拓展眼界
- ② 珍惜在校园上课的时光
- ③ 劳逸结合，多锻炼，保持身体健康

谢谢!