

Algoritmos de optimización estocástica en aplicaciones cuánticas

J. Gidi^{1*}, B. Candia^{1,2}, A. Muñoz-Möller^{1,2}, A. Rojas^{1,2}, L. Pereira³,
M. Muñoz^{4,5}, L. Zambrano^{1,2}, A. Delgado^{1,2}

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

²Instituto Milenio de Investigación en Óptica, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

³Instituto de Física Fundamental IFF-CSIC, Calle Serrano 113b, Madrid 28006, España

⁴Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

⁵Centro de Investigación en Ingeniería Matemática (CI²MA),
Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

*jorgegidi@udec.cl

Resumen

Un computador cuántico tolerante a errores podría resolver eficientemente problemas que actualmente resultan intratables mediante la computación clásica, lo cual es llamado “supremacía cuántica”. Sin embargo, no es claro que un dispositivo de estas características pueda ser desarrollado de corto a mediano plazo, y la generación actual de dispositivos cuánticos, que ha sido descrita como ruidosa y de escala intermedia (NISQ, en inglés) [1], se caracteriza por tener recursos muy ruidosos y limitados.

Un enfoque prometedor para alcanzar la supremacía cuántica en dispositivos NISQ son los algoritmos de optimización híbridos cuántico-clásico [2], los cuales utilizan un circuito cuántico parametrizado, en un dispositivo cuántico, para evaluar una función objetivo, cuyos valores son luego introducidos en un algoritmo clásico de optimización. Estos métodos resultan útiles cuando la función objetivo pueda ser evaluada más eficientemente en un computador cuántico que en uno clásico, como ocurre en aplicaciones de química cuántica [3], control cuántico [4], estimación de estados [5], entre otras. Así, es claro que la correcta elección del algoritmo de optimización clásico resulta esencial para lograr un buen rendimiento.

En este trabajo consideramos algoritmos de optimización estocástica de primer orden, segundo orden, y gradiente natural, los cuales se encuentran definidos para operar en variable real, y presentamos extensiones naturales de estos para operar sobre parámetros de variable compleja. Adicionalmente, comparamos el rendimiento de estos métodos en un conjunto de aplicaciones cuánticas, como lo son *Variational Quantum Eigensolver* (VQE), control cuántico de estados cuánticos, y estimación de estados cuánticos.

Agradecimientos

J. G. agradece el apoyo otorgado por ANID mediante la beca de Doctorado Nacional No.21202616.

Referencias

- [1] Preskill, J. *Quantum*, 2, 79. (2018)
- [2] Bharti, K. *et al. Rev. Mod. Phys.*, 94, 015004 (2022)
- [3] Lanyon, B. *et al. Nature Chem* 2, 106–111 (2010)
- [4] Ferrie, C. *et al. Phys. Rev. A*, 91, 052306 (2015)
- [5] Ferrie, C. *Phys. Rev. Lett.*, 113, 190404 (2014)