

Búsqueda de interesadas/interesados en realizar la Tesis de Licenciatura o Tesis Doctoral.

Tema de investigación: Métodos de Inferencia Estadística y Técnicas de Machine Learning en Información Cuántica.

Requisitos: Poseer título de grado (o estar cursando el último año) en alguna de las siguientes áreas: Física, Matemática o Ciencias de la Computación. Buena predisposición para el trabajo en equipo e interdisciplinariamente.

Lugar de trabajo: Instituto de Física La Plata (IFLP), CONICET-UNLP, La Plata.

Contacto: Lorena Rebón (rebon@fisica.unlp.edu.ar), Federico Holik (holik@fisica.unlp.edu.ar), Diego Tielas (tielas@fisica.unlp.edu.ar)

Descripción:

El desarrollo de la teoría de la información cuántica y sus aplicaciones tecnológicas, requieren de técnicas eficientes de detección, estimación, y clasificación de estados y procesos cuánticos. Estas tareas son centrales, por ejemplo, en computación cuántica, comunicación cuántica y metrología cuántica, y representan en la actualidad un desafío, tanto para la física, como para la ciencia del procesamiento de datos. Dado que la cantidad de mediciones necesarias para determinar el estado desconocido de un sistema cuántico, crece exponencialmente con el número de partículas del sistema, las técnicas de inferencia estadística se vuelven fundamentales a la hora de estimar y clasificar estados y procesos cuánticos.

El principio de máxima entropía, conocido como MaxEnt, fue originalmente introducido en estadística y posteriormente aplicado, de forma exitosa, al problema de estimación de estados cuánticos en situaciones en las que la información disponible es incompleta o difícil de procesar. Muy recientemente, las técnicas de machine learning, que permiten extraer información a partir de grandes bases de datos, se han utilizado para la estimación y clasificación de estados cuánticos, generándose así una nueva área de investigación interdisciplinaria. Por otro lado, se ha propuesto hacer uso de las propiedades excepcionales de los sistemas cuánticos para realizar tareas de machine learning con una performance superior a la que se puede alcanzar clásicamente.

En este contexto, se propone estudiar la performance de los métodos mencionados para la estimación de estados cuánticos de múltiples qubits, así como de operaciones cuánticas y procesos cuánticos en general, asumiendo distintos tipos de información a priori sobre el estado o proceso a determinar. Se realizará un estudio comparativo de MaxEnt con otros métodos de inferencia estadística, así como de la posibilidad de usarlos en forma combinada. Nos basaremos en estos desarrollos y en distintas técnicas de machine learning, y del análisis de componentes principales cuánticos, con el fin de estudiar propiedades de sistemas cuánticos de muchas partículas, buscando aplicaciones al análisis de datos y a la discriminación de estados cuánticos. Se estudiará la posibilidad de aprendizaje de distintas redes a partir de información parcial de los estados o procesos cuánticos. Para estos fines, será necesario desarrollar los códigos de programación, así como las herramientas teóricas pertinentes, de forma tal de optimizar

las técnicas de detección/estimación de acuerdo al tipo de información disponible sobre el sistema.

Lecturas relacionadas:

1. *"Determination of any pure spatial qudits from a minimum number of measurements by phase-stepping interferometry"*. QP Stefano, L Rebón, S Ledesma, C Iemmi, Physical Review A 96 (6), 062328 (2017).
2. *"Characterizing d-dimensional quantum channels by means of quantum process tomography"*. JJM Varga, L Rebón, QP Stefano, C Iemmi, Optics letters 43 (18), 4398-4401 (2018).
3. *"Solutions for the MaxEnt problem with symmetry constraints"*. Marcelo Losada, Federico Holik, Cesar Massri, Angelo Plastino et al, Quantum Information Processing 18:293 (2019).
4. *"Experimental Machine Learning of Quantum States"*. Jun Gao et al, Physical Review Letters 120, 240501 (2018).
5. *"Quantum Machine Learning"*. Jacob Biamonte et al, Nature 549, 195-202(2017).