UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-025-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Clasificación de imágenes con Computación Cuántica

Descripción general (resumen y metodología):

La Computación Cuántica tiene numerosas aplicaciones en ámbitos tan dispares como el descubrimiento de nuevos medicamentos y de nuevos materiales, la gestión eficiente de los recursos energéticos o la optimización de rutas. A pesar de que ya se han identificado una gran cantidad de aplicaciones que podrían ser de gran interés para el conjunto de la sociedad, gran parte de los expertos coinciden en que probablemente muchas de las aplicaciones más interesantes de la Computación Cuántica están todavía por descubrir.

Uno de los ámbitos en los que más ha crecido el interés de forma reciente es el del Quantum Machine Learning o Aprendizaje Automático Cuántico. Los límites en las capacidades de las soluciones de inteligencia artificial están definidos en gran medida por el hardware de la máquina en el que se ejecutan los algoritmos; por ejemplo, el éxito del Deep Learning con redes neuronales es posible gracias a la potencia de cálculo proporcionadas por las GPUs. El Quantum Machine Learning consiste en la utilización de las capacidades de cálculo que nos proporcionan los ordenadores cuánticos para mejorar la eficiencia y el rendimiento de los algoritmos de inteligencia artificial.

A pesar de que el estado del arte de los ordenadores cuánticos es todavía prematuro, ha surgido recientemente una generación de algoritmos cuánticos de aprendizaje automático con menos requerimientos a nivel de hardware que permiten trabajar con los ordenadores cuánticos actuales. En esta segunda generación los algoritmos no tienen ventaja teórica demostrada frente a su contrapartida clásica, pero se apoyan en métodos heurísticos y en la mayor capacidad computacional del hardware cuántico para tratar de buscar una ventaja en algunos de las dimensiones que nos permiten medir el rendimiento de un algoritmo de inteligencia artificial. Esta evolución recuerda en gran medida al proceso seguido por el aprendizaje automático clásico, evolucionado hacia el Deep Learning con la llegada de nuevas capacidades computacionales. Esta segunda generación de algoritmos se basa principalmente en circuitos cuánticos parametrizados (PQC) o redes neuronales cuánticas (QNN). El funcionamiento de los PQC o QNN tiene múltiples analogías con el Deep learning clásicos, ya que los parámetros también se ajustan con respecto a una función de coste a través de métodos basados en gradientes y un conjunto de heurísticas de optimización.

En este trabajo se pondrá el foco especialmente en redes neuronales convolucionales cuánticas y en aproximaciones que combinen redes cuánticas con redes clásicas.

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

El objetivo de este TFG es analizar el estado del arte en Computación Cuántica para la clasificación de imágenes centrándonos en algoritmos basados en circuitos parametrizados y aplicar alguna de las aproximaciones analizadas al dataset de MNIST en un caso práctico usando un emulador cuántico.

Bibliografía básica:

- Referencia 1
- Referencia 2

- Referencia 3

Ver los enlaces de las referencias

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: RAFAEL HUERTAS ROA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: rhuertas@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos: Antón Rodriguez Otero

Correo electrónico: anton.rodriguezotero@fujitsu.com

Nombre de la empresa o institución: Fujitsu Technology Solutions SA

Dirección postal: Cam. del Cerro de los Gamos, 1, 28224 Pozuelo de Alarcón, Madrid

Puesto del tutor en la empresa o institución: Quantum Computing Scientist

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: PEDRO JESUS SOLER MORENO

Correo electrónico: pedrosm26@correo.ugr.es