Aprendizaje automático cuántico

Curso Académico: (2023 / 2024) **Fecha de revisión: 24/04/2023 14:06:39**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Física

Coordinador/a: TORRONTEGUI MUÑOZ, ERIK

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 3.0

Curso : 2 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Cálculo
Física cuántica
Física cuántica avanzada
Conocimientos básicos de programación en Python

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Parte 1.- Introducción a la computación cuántica
- Idea general. Tipos de computación cuántica.
- Circuitos y puertas cuánticas
- Lenguajes de programación cuántica

Parte 2.- Algoritmos cuánticos variacionales
- Introducción a los algoritmos cuánticos variacionales
- Algoritmo de optimización cuántica aproximada y resolución propia cuántica variacional
- Problemas con los VQA: mesetas estériles, expresividad y medidas
- Ejemplo de posibles aplicaciones

Parte 3.- Quantum Support Vector Machines y métodos de kernel
- Introducción a los métodos clásicos del kernel
- Métodos cuánticos de kernel
- Clasificadores y máquinas vectoriales de soporte cuántico

Parte 4.- Aprendizaje automático cuántico no supervisado
- Aprendizaje automático clásico no supervisado y modelos generativos
- Modelos generativos cuánticos y máquinas cuánticas de Born
- Redes antagónicas generativas cuánticas

Parte 5.- Redes Neuronales Cuánticas
- Clasificador de redes neuronales cuánticas
- Recarga de datos
- Redes neuronales cuánticas convolucionales
- Redes neuronales ópticas cuánticas

Parte 6.- Avances recientes en el campo y perspectivas

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

ACTIVIDADES FORMATIVAS:
- Clase teórica
- Tutorías
- Prácticas de laboratorio
- Trabajo individual del estudiante

METODOLOGÍAS DOCENTES :
- Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporciona la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos.
- Resolución de problemas en clase y de manera individual por cada alumno

- Realización de ejercicios prácticos en programación con lenguajes cuánticos

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen/Prueba Final:	60
Peso porcentual del resto de la evaluación:	40

SE1. Participación en clase
SE2. EVALUACIÓN CONTINUA. En ella se valorarán los trabajos, presentaciones, actuación en debates, exposiciones en clase, ejercicios, prácticas y trabajo en los talleres a lo largo del curso.
SE3. EXAMEN FINAL. En el que se valorarán de forma global los conocimientos, destrezas y capacidades adquiridas a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Elena Peña Tapia, Giannicola Scarpa, Alejandro Pozas-Kerstjens, A didactic approach to quantum machine learning with a single qubit, https://arxiv.org/abs/2211.13191, 2022

- J. Biamonte et al Quantum machine learning, Nature 549, 195 , 2017

- M. Cerezo et al Variational quantum algorithms, Nature Reviews Physics 3, 625 , 2021

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- M. Cerezo et al., Challenges and opportunities in quantum machine learning, Nature Computational Science 2, 567, 2022

- M. Schuld, Supervised quantum machine learning models are kernel methods, https://arxiv.org/abs/2101.11020, 2021

- Schölkopf, Bernhard, and Alexander J. Smola Learning with kernels: support vector machines, regularization, optimization, and beyond, Smola MIT Press, 2002

RECURSOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS

- . pennylane: https://pennylane.ai/qml/quantum-machine-learning.html

- . qiskit: https://qiskit.org/learn/