
Nombre de la unidad curricular: Redes Neuronales Diferenciales

Forma parte de la Oferta Estable: No

Licenciaturas: Matemática

Créditos asignados: 3 - Área B, Subárea Ciencias de la Computación, Nivel Avanzado

Nombre del/la docente responsable: Prof. Argimiro Arratia (Universidad Politécnica de Cataluña)

E-mail: ernesto@cmat.edu.uy

Requisitos previos: 90 créditos de la licenciatura

Ejemplos de unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos:
90 créditos de la licenciatura

Conocimientos adicionales sugeridos:

Objetivos de la unidad curricular:

a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar

El objetivo principal de este curso es presentar dos formas de un modelo híbrido de gran interés actual que combina redes neuronales y ecuaciones diferenciales. Por un lado, se encuentran las redes neuronales diferenciales (Neural ODE) de Chen et al (2019), que utilizan una dinámica continua regida por ecuaciones diferenciales ordinarias para modelar datos. Por otro lado, están las Ecuaciones Diferenciales Universales (UDEs de Rackaukas et al. 2020) que son sistemas de ecuaciones diferenciales donde el campo vectorial es parcialmente estimado por redes neuronales.

b) En el marco del plan de estudios

Temario sintético de la unidad curricular:

En este curso, se comenzará presentando la definición formal de la arquitectura de una red neuronal de múltiples capas, el proceso iterativo de evaluación y calibración de parámetros mediante el método de descenso de gradiente estocástico, y la propiedad de aproximadores universales de las redes neuronales. Después, se explicará la extensión a Redes Neuronales Residuales y el paso a Redes Neuronales Diferenciales (Neural ODE). Se darán aplicaciones prácticas a problemas en finanzas, pronóstico del clima y otras aplicaciones que puedan ser modeladas por sistemas dinámicos aumentados por redes neuronales. También se expondrá trabajo reciente donde se han desarrollado nuevos métodos para la evaluación de una Red Neuronal Diferencial basado en familias "universales" de sistemas de ecuaciones diferenciales. Finalmente, se presentarán ejemplos de simulaciones de estas redes neuronales en Python para ayudar a los participantes a comprender mejor su funcionamiento y su aplicación práctica.

Temario desarrollado:

En este curso, se comenzará presentando la definición formal de la arquitectura de una red neuronal de múltiples capas, el proceso iterativo de evaluación y calibración de parámetros mediante el método de descenso de gradiente estocástico, y la propiedad de aproximadores universales de las redes neuronales. Después, se explicará la extensión a Redes Neuronales Residuales y el paso a Redes Neuronales Diferenciales (Neural ODE). Se darán aplicaciones prácticas a problemas en finanzas, pronóstico del clima y otras aplicaciones que puedan ser modeladas por sistemas dinámicos aumentados por redes neuronales. También se expondrá trabajo reciente donde se han desarrollado nuevos métodos para la evaluación de una Red Neuronal Diferencial basado en familias "universales" de sistemas de ecuaciones diferenciales. Finalmente, se presentarán ejemplos de simulaciones de estas redes neuronales en Python para ayudar a los participantes a comprender mejor su funcionamiento y su aplicación práctica.

Bibliografía

a) Básica:

A. Arratia, C. Ortiz, M. Romani (2022). On Flows of Neural Ordinary Differential Equations that are solutions of Universal Dynamical Systems. (submitted to Neural Processing Letters).

R. Chen et al (2019). Neural Ordinary Differential Equations. 32nd Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2018).

C. Higham, D. Higham (2019) Deep Learning: An Introduction for Applied Mathematicians. SIAM Review 61 (4) 860-891.

Christopher Rackauckas, Yingbo Ma, Julius Martensend, Collin Warnera, Kirill Zubove, Rohit Supekara, Dominic Skinnera, Ali Ramadhana and Alan Edelmana. (2020) Universal Differential Equations for Scientific Machine Learning. Arxiv: <https://arxiv.org/abs/2001.04385v4>

b) Complementaria:

Modalidad cursada: Presencial

Metodología de enseñanza:

Duración en semanas: 3

Carga horaria total: 10

Carga horaria detallada:

a) Horas aula de clases teóricas: 10

b) Horas aulas de clases prácticas:

c) Horas de seminarios:

d) Horas de talleres:

e) Horas de salida de campo:

f) Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase: 25

Horarios propuestos para actividades sincrónicas (teóricos, prácticos, seminarios, etc.): 17 de agosto al 4 de setiembre de 2023.

Sistema de APROBACIÓN final

Tiene examen final: No

Se exonera el examen final: Sí

Nota de exoneración (del 3 al 12): 3

Sistema de GANANCIA

a) Características de las evaluaciones: Entrega de un trabajo, que serán ejercicios prácticos o teóricos.

b) Porcentaje de asistencia requerido para ganar la unidad curricular: 0

c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total: 0

d) Modo de devolución o corrección de pruebas: 0

COMENTARIOS o ACLARACIONES:

Redes Neuronales Diferenciales Curso corto de la Licenciatura en Matemática Prof. Argimiro Arratia

(Universidad Politécnica de Cataluña) Fecha: 17 de agosto al 4 de setiembre de 2023 Duración: 10 horas en 5 sesiones de 2 horas cada una – 3 créditos.
