

Investigador: Rafael Orive

Título: Machine Learning y Ecuaciones Diferenciales

Resumen: El Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML) está abriendo nuevos caminos para las Matemáticas Aplicadas que aportan de fundamentos teóricos que permitan el desarrollo de métodos fiables que aseguren un buen rendimiento y proporcionen propiedades de generalización de una forma comprensible. El potencial que posee la combinación de las técnicas de la Teoría de Control de Ecuaciones Diferenciales y el Aprendizaje Automático se ha identificado hasta la fecha en un cierto número de libros y artículos científicos [BK, E, K, RZ1]). Algunos resultados recientes y pioneros han confirmado además que un desarrollo sistemático de los métodos e ideas fundamentales de la Teoría de Control pueden llevar al descubrimiento de resultados significativos con un fuerte impacto en la metodología del Aprendizaje Automático, pero también que esto supone abordar retos en el control matemático y computacional. Los problemas de clasificación, regresión y predicción del Aprendizaje Supervisado y el Teorema de Aproximación Universal se pueden reformular como sistemas dinámicos discretos en el tiempo conocidos como Redes Residuales Neuronales Residuales (ResNets) y sus contrapartes continuas, las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Neuronales (NODEs), véase en [AOZ, K, O, RZ1, RZ2].

El trabajo va a consistir en un conocimiento amplio de la bibliografía de la temática, identificación de herramientas y estrategias para atacar problemas abiertos, compartir y discutir con los miembros del equipo los problemas y soluciones que se presentan en la temática. Haremos un especial hincapié en simular mediante programación en Python de distintas situaciones en la problemática estudiada.

Referencias:

[AOZ] A Álvarez-López, R Orive-Illera, E Zuazua. arXiv:2312.13807, 2023.

[BK] S. L. Brunton, J. N. Kutz, Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems and Control, Cambridge Univ. Press, 2019.

[E] Weinan E, A Proposal on Machine Learning via Dynamical Systems, Comm. Math. Stat., 5 (1), 1 - 11, 2017.

[K] Patrick Kidger. arXiv:2202.02435, 2022.

[O] YK Oh, S Kam, et all. arXiv:2502.09885, 2025

[RZ1] D. Ruiz-Balet, E. Zuazua. SIAM Review 65 (3), 735-773, 2023.

[RZ2] D. Ruiz-Balet, E. Zuazua. Journal de Mathématiques Pures et Appliquées 181, 58-90, 2024