

Study and comparison of different Machine Learning-based approaches to solve the inverse problem in Electrical Impedance Tomographies

Martín Aller¹, David Mera¹[0000–0002–0639–6574], José Manuel Cotos¹[0000–0002–9030–4221], and Sebastián Villarroya¹[0000–0003–0555–8735]

Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CiTIUS), Department of Electrónica e Computación, Universidade de Santiago de Compostela, Jenaro de la Fuente Domínguez, Santiago de Compostela, 15782, Spain

martin.aller.dominguez@gmail.com

david.mera@usc.es

manel.cotos@usc.es

s.villarroya@usc.es

Keywords: Machine Learning, Artificial Neural Networks, Gradient Boosting, Electrical Impedance Tomography

Published in: *Neural Computing and Applications*, 35, pp. 5465–5477, 2022 (online)

Impact Factor: JCR 5.102 - Q2 - Position: 45/145 - Area: COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Impact Factor: SJR 1.07 - Q1 - Position: 104/404 - Area: COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07988-7>

Abstract. La Tomografía de Impedancia Eléctrica (EIT) es una técnica no invasiva que permite analizar cuerpos y obtener la distribución interna de su conductividad eléctrica. Se trata de un método muy prometedor desde el punto de vista de la industria, ya que puede ser empleado para estimar diferentes propiedades físicas de los productos creados en las líneas de manufactura y con ello detectar anomalías o evaluar la calidad de los mismos pero, sin embargo, esta técnica requiere enfrentarse a un problema inverso muy costoso computacionalmente, lo que dificulta su uso en tiempo real y con ello su despliegue en factorías. Recientemente, se ha propuesto el uso de técnicas de aprendizaje automático para resolver este problema con mayor rapidez pero la mayoría de los estudios se centran solo en resultados cualitativos y, además, suelen carecer de una metodología sistemática que permita configurar adecuadamente los hiperparámetros de los algoritmos empleados.

En este trabajo presentamos una comparación sistemática de seis populares algoritmos de aprendizaje automático basada en la aplicación de estos a la resolución del problema inverso asociado a la EIT: Redes Neuronales Artificiales, Random Forest, K-Nearest Neighbors, Elastic Net, Ada Boost y Gradient Boosting. Además, estudiamos la relación entre el rendimiento del modelo y distintas configuraciones de los sistemas de EIT. En concreto, analizamos si la selección del patrón de estimu-

lación/medición y el número de electrodos utilizados puede aumentar el rendimiento de los algoritmos.

Los experimentos revelaron un alto rendimiento de los modelos basados en árboles de decisión superando incluso a las redes neuronales, que son los modelos más habituales en este ámbito. Los experimentos también mostraron un incremento del rendimiento del modelo asociado a diferentes optimizaciones de la configuración del sistema tomográfico. Las métricas más favorables se obtuvieron utilizando un Gradient Boosting basado en árboles de decisión y empleando 32 electrodos junto con una combinación de patrones de estimulación/medición adyacente y mono. Con esta configuración concreta se logró una precisión del 99,14% en la detección de artefactos dentro de los cuerpos estudiados (resultados cualitativos) y un error cuadrático medio de 4,75 asociado a la predicción de las distribuciones internas de las conductividades eléctricas de los cuerpos (resultados cuantitativos).