

”Estimación de Energía de Rayos Cósmicos para el Observatorio HAWC aplicando algoritmos de Inteligencia Artificial”

Jorge Jaimes, Universidad Industrial de Santander
Christián Sarmiento, Universidad Industrial de Santander
Tomás Capistrán,
Ibrahim Torres, Instituto nacional de astrofísica, óptica y electrónica
Luis Nuñez, Universidad Industrial de Santander

Los rayos cósmicos son partículas subatómicas de alta energía que provienen del espacio y bombardean constantemente la Tierra. Al colisionar con la atmósfera terrestre, producen lluvias de partículas secundarias que son detectadas por instrumentos en la superficie. El Observatorio HAWC (High-Altitude Water Cherenkov) está ubicado en la cima del volcán Sierra Negra en México, a una altitud de 4.100 metros, y utiliza detectores Cherenkov de agua para observar estas lluvias atmosféricas extendidas. Aunque HAWC fue diseñado inicialmente para detectar rayos gamma, también es eficaz en la observación de rayos cósmicos. Sin embargo, la estimación precisa de la energía de los rayos cósmicos primarios sigue siendo un desafío clave debido a la naturaleza indirecta de su detección.

En este trabajo proponemos utilizar algoritmos de aprendizaje profundo para mejorar la estimación de la energía de los rayos cósmicos primarios en el rango de los PeV (Petaelectronvoltio). Las técnicas actuales, basadas en métodos clásicos de máxima verosimilitud, presentan limitaciones en términos de precisión y eficiencia, con un error cuadrático medio (MSE) de 0.15. En contraste, los modelos de redes neuronales permiten identificar patrones complejos en los datos y ofrecer estimaciones más precisas y robustas, logrando un MSE de 0.05. En la figura 1 se observa la diferencia en la estimación de la energía entre el método clásico y el de redes neuronales, mostrando este último una menor dispersión y una mayor precisión. El enfoque propuesto permitirá una mejor caracterización de las fuentes y mecanismos de aceleración de los rayos cósmicos, lo que podría tener un impacto significativo en la comprensión de los fenómenos astrofísicos.

Las redes neuronales proporcionan una reducción significativa en la dispersión de las estimaciones energéticas en comparación con los métodos tradicionales, se realizó la implementación en el framework computacional de HAWC, obteniendo mejoras en la detección de rayos cósmicos a partir de los datos recolectados por HAWC [2]. Se usó este modelo para calcular el espectro de rayos cósmicos de un día detectado por HAWC y comparamos con espectro validado por la literatura actual.

Indico rendering error

Could not include image: [403] Error fetching image

[1] Ruben Jose Alfaro y Daniel Alexander Alvarado. Cosmic-ray energy reconstruction using machine learning techniques. Proceedings of 38th International Cosmic Ray Conference —PoS(ICRC2023), ICRC2023, 2023 .

[2] A. U. Abeysekera et al. The high-altitude water cherenkov (HAWC) observatory in México: The primary detector. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1052:168253, 2023(Propuesta_Tesis_Física...).

Nivel de formación

Pregrado

Autor primario: JAIMES, Jorge (Uis)

Coautores: SARMIENTO CANO, Christian (Universidad Industrial de Santander); NUNEZ, Luis (Universidad Industrial de Santander)

Presentador: JAIMES, Jorge (Uis)

Clasificación de la sesión: Posters