

Identificación de partículas por medio de una red neuronal aplicable a los datos provenientes de un Detector de Radiación Cherenkov de agua

Mayra Silva¹, Ing. Luis Mijangos², Dr. Juan Mansilla³

Universidad del Valle de Guatemala, Departamento de Física

¹sil117276@uvg.edu.gt, ²lgmijangos@uvg.edu.gt ³juanfernandomansilla@gmail.com

Descripción de la investigación

Se realizó este trabajo con el fin de obtener un método que permitiera la clasificación de partículas captadas por detector de radiación Cherenkov de agua. Con el fin de que dicho algoritmo pueda ser utilizado para estudios posteriores, por ejemplo: determinar la proporción entre muones y partículas electromagnéticas, estudiar fluctuaciones en el flujo de muones u otro tipo de partículas detectables.

Para su realización, se utilizaron simulaciones creadas en Geant 4 [1] cuyos parámetros provenían de una simulación de fluencia de partículas creada en CORSIKA. A partir de los datos se entrenó una red neuronal utilizando las librerías de *Keras* y *TensorFlow* de Python.

Resultados

A partir del entrenamiento y evaluación de la red neuronal, se presentan los resultados para la matriz de confusión de la red neuronal, así como también las métricas de la red. Se puede observar que el valor correspondiente al elemento diagonal de la matriz, corresponde con ser el valor máximo de cada fila.

Positrón (e^+)	Muón positivo (μ^+)	Muón negativo (μ^-)	Electrón (e^-)	Piñon positivo (π^+)	Piñon negativo (π^-)	Protón (p)	
5632	114	36	0	5	5	453	Positrón (e^+)
147	19432	3846	8	96	116	137	Muón positivo (μ^+)
12	455	10517	0	110	150	374	Muón negativo (μ^-)
58	84	30	6852	0	8	0	Electrón (e^-)
0	0	0	0	17	0	0	Piñon positivo (π^+)
0	0	0	0	1	9	0	Piñon negativo (π^-)
100	565	0	0	43	31	4917	Protón (p)

Figura 1: Matriz de confusión de la red neuronal

Clase	Precision	Recall	F-1
Positrón (e^+)	0.9018414731785428	0.9467137334005715	0.9237329834344759
Muón positivo (μ^+)	0.8170885543688504	0.9410169491525424	0.8746849117752972
Muón negativo (μ^-)	0.9052332587364434	0.7288793402176172	0.8075402157638116
Electrón (e^-)	0.9744027303754266	0.9988338192419826	0.9864670313849698
Piñon positivo (π^+)	1.0	0.0625	0.11764705882352941
Piñon negativo (π^-)	0.9	0.02821316614420063	0.0547112462006079
Protón (p)	0.8693422913719944	0.8360822989287536	0.852387969142758

Figura 2: Métricas de la Red Neuronal

Conclusiones

- Se logró afinar el procedimiento utilizado en años anteriores para la clasificación de partículas, comparado con los resultados obtenidos en [1].
- La red neuronal presenta mejores resultados luego del proceso de entrenamiento y evaluación comparado con algoritmos de aprendizaje supervisado, como: *NaiveBayes*, *RandomForest* y *LogisticRegression*.
- Se entrenó una red neuronal que puede clasificar entre 7 tipos de partículas: piones, anti-piones, muones, anti-muones, electrones, positrones y protones.



UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

Agradecimientos

Un gran agradecimiento al Ing. Luis Mijangos, Dr. Juan Mansilla, Zaidy Urrutia y Héctor Pérez por su asesoría, tiempo y recursos para el desarrollo de este proyecto. Y un agradecimiento muy especial a la comunidad LAGO.

Referencias

- [1] Karen Guarcaz et al Daniel Conde, Pablo Duque. *Diseño, construcción y caracterización de Detector de Radiación Vavilov-Cherenkov de Agua*. Universidad del Valle de Guatemala, 2016.
- [2] Rodrigo de León Ardón. *Informe final: Simulación de un detector Cherenkov de Agua*. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.
- [3] Daniel Graupe. *Principles of Artificial Neural Networks: Basic Designs to Deep Learning*. World Scientific, 2019.