



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor: Antonio Bueno Villar

Departamento y Área de Conocimiento: Departamento de Física Teórica y del Cosmos (Área de Física Teórica)

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Calibración de las señales registradas en el detector de superficie del Observatorio Pierre Auger.

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

El Observatorio Pierre Auger estudia las características fundamentales de la radiación cósmica de ultra alta energía, usando una técnica híbrida: detectores de superficie y detectores de fluorescencia. Estos últimos solo trabajan en noches de luna nueva. Luego a pesar de que producen un conjunto de datos de mejor calidad, es claramente inferior en estadística al obtenido gracias al detector de superficie, que funciona casi el 100% del tiempo. El parámetro crucial a determinar para cada suceso registrado es su energía. En detectores de fluorescencia se obtiene integrando la luz producida a medida que la cascada atmosférica creada por la partícula primaria se desarrolla a lo largo de la atmósfera. Esta medida es bastante precisa. Para detectores de superficie, la energía se ha de determinar usando simulaciones pues sólo registramos una fracción de la señal que llega al suelo. Sabemos que las simulaciones no describen con precisión las interacciones en la atmósfera a energías tan altas (por encima de 10^{18} eV), por ello la medida de la energía adolece de errores sistemáticos graves. Gracias a la técnica híbrida, hay sucesos detectados simultáneamente por ambos detectores y son éstos lo que van a constituir el núcleo de este trabajo. Vamos a intentar obtener una correlación entre la medida de la energía del detector de fluorescencia y la señal registrada en el detector de superficie. A este proceso lo conocemos como calibración. Gracias a él vamos a poder estimar la energía de todos los sucesos registrados sin necesidad de acudir a las simulaciones, con lo cual nuestras medidas tendrán un error sistemático asociado menor que el que usualmente se obtenía en detectores anteriores al Observatorio Pierre Auger. Además de que podremos trabajar con un conjunto de datos de calidad superior, estadísticamente hablando, al ofrecido por los detectores de fluorescencia.

Nuestro segundo objetivo es mostrar si técnicas que están a la orden del día en el campo de aprendizaje máquina (boosted decision trees, deep neural networks) dan mejores resultados en el proceso de calibración que un análisis convencional donde se intenta buscar una función de correlación simple entre las señales registradas simultáneamente en el suelo y en los detectores de fluorescencia.

Objetivos planteados:

- Calibrar la energía de los datos recogidos por el detector de superficie del Observatorio Auger sin utilizar simulaciones
- Verificar si técnicas de aprendizaje máquina ofrecen mejores resultados que análisis basados en técnicas clásicas.
- Aprender cómo se analizan datos experimentales en física de altas energías.
- Adquirir experiencia en el manejo de software de alto nivel usado en física de altas energías.

Metodología:



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Utilizamos los sucesos híbridos del detector Pierre Auger. El primer paso será hacer un estudio sistemático de los mejores observables que ofrece el detector de superficie (DS) y ver qué grado de correlación poseen con la energía medida por los detectores de fluorescencia. Una vez seleccionando el mejor observable, el segundo paso es encontrar la función que mejor expresa la correlación entre energía y el mencionado observable. En este paso utilizaremos técnicas clásicas de búsqueda de correlaciones entre variables (ajustes por mínimos cuadrados, minimizaciones de funciones de máxima verosimilitud). Finalmente, aplicaremos a nuestros datos técnicas de aprendizaje máquina para extraer el mejor conjunto de observables que correlacionan con la energía medida con la técnica de fluorescencia. Concluiremos comparando el rendimiento de los métodos clásicos y actuales utilizados durante todo el proceso de calibración.

Bibliografía:

- A. Letessier-Selvon, T. Stanev, Rev. Mod. Phys. 83, (2011) 907.
- T. Stanev, High Energy Cosmic Rays; Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-85148-6
- C. Grupen, Astroparticle Physics; Springer. DOI: 10.1007/3-540-27670-X
- K-H. Kampert, A.A. Watson; The European Physical Journal H 37 (2012) 359.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumna propuesta:

Marina Bravo Moreno

Granada, 13 de mayo de 2020

Sello del Departamento

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fiscas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

*Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es*

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias