

Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos

XIV Semana Integrada do Instituto de
Física de São Carlos

Livro de Resumos da Pós-Graduação

São Carlos
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos
(13: 21-25 ago.: 2023: São Carlos, SP.)

Livro de resumos da XIII Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo / Organizado por Adonai Hilário da Silva [et al.]. São Carlos: IFSC, 2023.
358p.

Texto em português.

1.Física. I. Silva, Adonai Hilário da, org. II. Título.

ISSN: 2965-7679

99

Classificação da partícula primária de raios cósmicos de alta energia utilizando de telescópios de Cherenkov e Machine Learning

PEIXOTO, Carlos José Todero¹; RABELO, Eduardo Fonseca²

eduardofonseca@usp.br

¹Escola de Engenharia de Lorena - USP; ²Instituto de Física de São Carlos - USP

No contexto da detecção de raios cósmicos de alta energia por meio de telescópios de Cherenkov, a identificação da partícula primária é uma das questões mais problemáticas devido a uma série de variáveis dependentes do desenvolvimento da cascata em chuviros atmosféricos extensos. Para primários iniciados por gamas e elétrons, as imagens geradas nos detectores são extremamente similares e, por isso, sua identificação torna-se uma tarefa difícil. Paralelamente, os chuviros iniciados por partículas primárias de maior massa, como prótons, hélio e até mesmo ferro, geram imagens bastante distintas em comparação com gamas e elétrons; por isso, os parâmetros de Hillas (1) acabam não sendo suficientes para inferir a massa das partículas primárias para toda a faixa de energia de detecção de radiação cósmica e acabam se tornando insuficientes devido à flutuação da forma da imagem na câmera, uma vez que as partículas primárias geram cascatas heterogêneas na atmosfera e apresentam uma maior complexidade nos fatores de simetria. O objetivo do trabalho é, portanto, desenvolver um modelo de aprendizado de máquina com ênfase em aprendizado profundo em redes neurais convolucionais para classificar a massa das partículas primárias. A ideia é simular chuviros atmosféricos, simulando a imagem gerada nos telescópios Cherenkov (2), e utilizar essas imagens como parâmetro de entrada no aprendizado para a classificação da partícula primária detectada no Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO). A configuração usada conta com 55 telescópios de três tamanhos diferentes, dos quais foram utilizados quatro dos de maior tamanho, chamados Large Size Telescope (LST), que têm mais de 20 metros de diâmetro. Foram geradas imagens de eventos primários na faixa de energia entre 20 GeV e 5 TeV. Resultados preliminares mostram uma boa capacidade de classificação, com 98% de acurácia para gamas e 94% para elétrons. Ao adicionar hádrons, houve uma razoável distinção, entretanto, insuficiente, totalizando 97% para gamas, 89% para elétrons e 74% para hádrons. Mesmo com a utilização de recursos computacionais limitados, foi possível encontrar resultados úteis, o que viabiliza a possibilidade de ampliar ainda mais a capacidade de previsão dessa rede neural, visando expandir os recursos computacionais do treinamento nessa mesma arquitetura.

Palavras-chave: Astrofísica de partículas; Raios cósmicos; Machine learning.

Agência de fomento: Sem auxílio

Referências:

1 HILLAS, A. M. Cerenkov light images of EAS produced by primary gamma rays and by nuclei. *In*: INTERNATIONAL COSMIC RAY CONFERENCE (ICRC19), 19., 1985, San Diego. **Proceedings** [...]

San Diego: ICRC, 1985. v. 3. p. 445

2 WEEKES, T. C. *et al.* Observation of TeV Gamma Rays from the Crab Nebula using the atmospheric Cerenkov imaging technique. **Astrophysical Journal**, v. 342, p. 379, July 1989.