

Physics Beyond the Imaginable

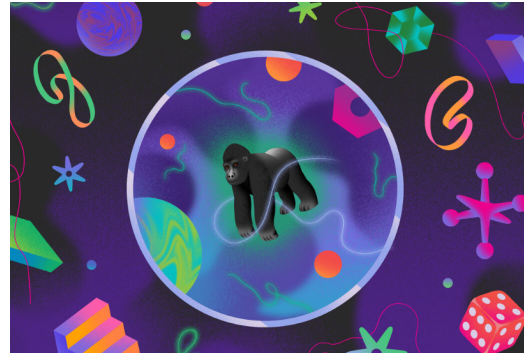
Informe sobre el desarrollo de un nuevo trigger basado en detección de anomalías

Juan Montoya

09/03/2024

1. Introducción

En CMS se está desarrollando una nueva estrategia de disparo (trigger) que permite identificar fenómenos raros. Se ha implementado un sistema de detección de anomalías basado en técnicas de machine learning que no solo facilita la labor teórica, sino que también promueve la experimentación directa ya que cambia el enfoque de como tratamos normalmente al ruido experimentalmente.



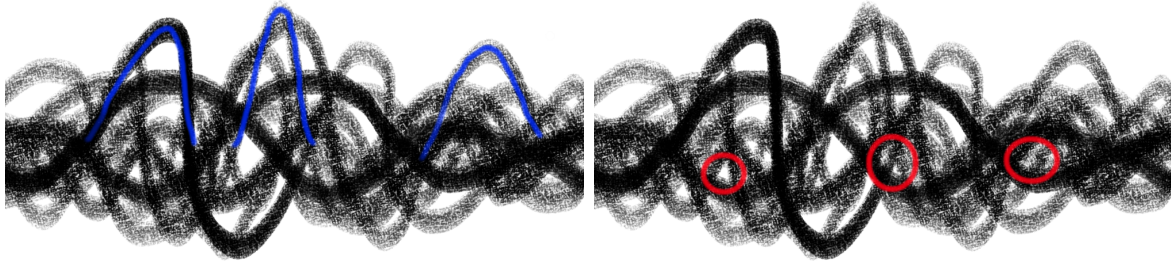
2. El equipo de trabajo

El proyecto cuenta con:

- **Abhijith Gandrakota:** Físico postdoctoral en Fermilab. Inicialmente atraído por la teoría, optó por la física experimental para comprobar hipótesis.
- **Jennifer Ngadiuba:** Investigadora de Fermilab y experta en física de partículas. Junto con Gandrakota, lidera el proyecto, enfrentando retos técnicos como la programación en FPGAs.
- **Javier Duarte:** Profesor en la Universidad de California. Enfatiza la importancia de registrar incluso los eventos menos evidentes para no perder evidencia potencialmente valiosa.
- **Noah Zipper:** Estudiante de posgrado en la Universidad de Colorado. Se ha unido al desarrollo del algoritmo de detección de anomalías.

3. Motivación y Contexto

La iniciativa surge para complementar el enfoque tradicional, permitiendo que el CMS muestre eventos que podrían pasar desapercibidos. En este sentido, Gandrakota y Ngadiuba han trabajado para idear una estrategia “bottom-up” que permite identificar patrones inusuales en millones de colisiones. En resumen y representado en la figura, normalmente detectamos la señal y el ruido se aísla, ejemplificado en la figura izquierda. Sin embargo, con la nueva estrategia, se caracteriza el ruido para posteriormente detectar potenciales anomalías, que normalmente se confundirían con ruido, como se muestra en la figura derecha.



4. Desarrollo del Trigger basado en Detección de Anomalías

La metodología implementa algoritmos de machine learning con grandes volúmenes de datos. Se han implementado procedimientos de compresión y la implementación de algoritmos en FPGAs (que son chips tales como vemos a la derecha), que operan en paralelo para lograr decisiones dentro de los 50 nanosegundos.



Figura 1: Fuente

5. Resultados y Conclusiones

Las pruebas controladas en CMS han mostrado que el trigger basado en detección de anomalías es capaz de identificar eventos singulares sin interrumpir el flujo normal de datos. Según Duarte, esta nueva aproximación podría resultar siete veces más efectiva que los métodos tradicionales.

6. Perspectivas Futuras

El avance en la detección de anomalías plantea un cambio en la interacción entre experimentadores y teóricos. Al ampliar los límites de lo que puede dispararse y registrarse, se exploran nuevas posibilidades en física de partículas. No solo da pie a investigar señales ocultas por el ruido sino que también invitan a los teóricos a formular modelos que su principal enfoque sea adaptarse a lo experimental y no al revés.

7. Referencia

Escrito a partir de **Physics beyond the imaginable** escrito por Sarah Charley y publicado en Symmetry Magazine.