

Algoritmos de clusterización para partículas de muy baja energía simuladas y reconstruidas con el software de ATLAS

C. Iglesias¹

¹ Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear, Universidad de Valencia, IFIC-CSIC, Paterna, 46071, Valencia; iglesias@ific.uv.es.

IV. INTRODUCCIÓN

El LHC es un acelerador y colisionador de protones construido en el CERN. Dicha máquina funcionará con una alta luminosidad (10^{34} cm²s⁻¹) y abarcará rangos de energías desde los GeV, para cubrir la física del quark b, hasta el orden de los TeV, para tratar de estudiar nueva física, más allá del Modelo Estándar.

LHC consta de cuatro detectores, de entre ellos, ATLAS¹ tiene un propósito general de estudio de la física que ofrece LHC. ATLAS ha sido diseñado para tener una buena calorimetría electromagnética en la medida de la energía e identificación de fotones y electrones, completada por una calorimetría hadrónica para realizar medidas precisas de la energía transversa faltante $E_{T_{\text{miss}}}$ y *jets* gracias a su completa cobertura. Además ATLAS será capaz de medir con alta precisión el momento de los muones, así como las trayectorias de las partículas cargadas curvadas por efecto del campo magnético solenoidal de 2 T en la región central y el campo toroidal en el detector de muones alrededor de la calorimetría.

V. ALGORITMOS DE CLUSTERIZACIÓN

Dentro del marco actual del software offline de ATLAS (Athena²), dos tipos diferentes de algoritmos de clusterización son utilizados. La reconstrucción de la deposición electromagnética que proporciona una medida óptima de electrones y fotones se realiza mediante un algoritmo que busca el centro de dicha deposición. Este algoritmo es un cono alrededor del centro de gravedad de una celda y forma en una ventana de 3x5 celdas (para fotones no convertidos) o 3x7 celdas (para electrones y fotones convertidos). En el caso de la reconstrucción de las cascadas hadrónicas, las celdas cercanas al centro con deposiciones de energía por encima de un cierto umbral son añadidas al cluster. Este algoritmo es conocido como algoritmo topológico.

a) *Sliding Window Clustering (SW)* y *EGamma clusters*

SW es muy preliminar porque no hay correcciones aplicadas. EGamma son las variables útiles para la identificación de fotones y electrones. En ambos, el valor prefijado es 5x5 celdas dentro de cada cluster, centrado en la celda con el valor más grande de ET.

b) *TopoCluster*³

Es un algoritmo topológico simple. En este caso el cluster no tiene un tamaño fijo y se construye alrededor de una celda origen con energía por encima de un cierto umbral. Se agregan las celdas vecinas si sus energías están por encima de otro umbral dado. Los cortes, que se hacen para la celda origen y sus vecinas, dependen del ruido electrónico en cada celda. En este análisis han sido estudiados distintos niveles de ruido y diversos cortes:

- *Ruido Electronico:*

- ruido EM = 10 MeV. Demasiado bajo, no es realista. Solo se usa para testar.
- ruido EM = 70 MeV. Valor por defecto para el ruido EM en el SW de Athena

- CaloNoiseTool = True. Activación del paquete que modeliza el ruido electrónico

- *Umbrales de energía*

- Celda origen: $E/\sigma_{\text{noise}} = 30, 6, 5, 4$

- Celdas vecinas: $|E/\sigma_{\text{noise}}| = 3, 2.5, 2$

- c) *Cone cluster*

El clusters es reconstruido a partir de las celdas en un cono de radio $\Delta R = \sqrt{\Delta\eta^2 + \Delta\phi^2}$. En este análisis se estudiaron diversos modos de centrar el cono y distintos valores del radio, dependiendo del tipo de partícula.

VI. MUESTRAS UTILIZADAS

Se han utilizado muestras DC1 simuladas con Geant3 con solo un tipo de partículas para generar piones y neutrones (los componentes principales del *jet*) a muy baja energía (porque a pT muy bajo la resolución del momento es mejor que la resolución de la energía de los calorímetros y se podrá aplicar el algoritmo Energy Flow⁴). Se busca entender la forma de la cascada, la energía depositada en las celdas y la resolución en energía.

Primero, aplicando las versiones 7.8.0 y 8.2.0 de Athena se han generado 1000 eventos a $\eta=0.3$ (barril del calorímetro) y $\phi=1.6$ de:

- π^0 's: para entender del comportamiento de fotones en el calorímetro EM

- π^+ 's y neutrones: para conocer mejor la cascada hadrónica

con pT de 1 a 30 GeV y sin incluir ruido electrónico.

Después se generan 1000 eventos de π^0 's, π^+ 's y neutrones con ruido electrónico (versión 8.2.0), para estudiar su efecto en el tamaño de la cascada y la resolución en energía. Nos llevará a aplicar nuevos umbrales de energía en las celdas del TopoCluster.

VII. IDEA PRINCIPAL DEL ANÁLISIS⁵

Comparar los diversos algoritmos de clusterización de Athena y la resolución de la energía obtenida, con el fin de conocer el aumento en resolución que se tendría al aplicar el algoritmo *Energy Flow*. Para ello calculo la E_T en todas las celdas del calorímetro y la considero como la "*Energy Flow de referencia*", es decir, la mejor resolución que podría ser alcanzada por el algoritmo más sofisticado que considerara la E_T en todo el calorímetro. La resolución obtenida por los distintos algoritmos será comparada con ella.

Referencias

¹ATLAS Collaboration, ATLAS Detector and Physics Performance Technical Design Report CERN/LHCC/99-14, ATLAS TDR 14 (1999)

²Athena User and Developer Guide v.2.0 & Releases

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/SOFTWARE/OO/architecture/General/>

³S.Menke talks: Status of Topological Clustering, SW & Performance Meeting, LAr Week

⁴C. Iglesias, M. Bosman, Study of jet composition at particle level and its implications for Energy Flow algorithms. ATL-SOFT-INT-2005-003, Dec 2004.

⁵C. Iglesias, Clustering of very low ET particles, sent as ATLAS communication.