

Track to jet association

Martino Centonze

Unisalento, INFN Lecce

July 17, 2020

- ① gli algoritmi di b-tagging si servono abbondantemente delle tracce ricostruite nell'inner detector (ID), in particolare quelli che ricostruiscono i vertici secondari (SV0, SV1) o l'intera catena di decadimenti (JetFitter),
- ② le tracce ricostruite nell'inner detector vengono "clusterizzate" in jets appositi, i *track-jets*,
- ③ i track-jets possono essere utilizzati come input di molti algoritmi di b-tagging (SV0, SV1, JF) con ottime performance (ATL-PHYS-PUB-2014-013)
- ④ i jet ricostruiti a partire dai depositi nei calorimetri (*calo-jets*) sono usati invece prevalentemente per lo studio dello stato finale

I track-jets possono quindi essere usati per il b-tagging, mentre i calo-jets vengono calibrati per altri scopi (e.g. studio dello stato finale adronico).

Di conseguenza, gli algoritmi di clusterizzazione dei track-jets (gli stessi impiegati per i calo-jets, *i.e.* C/A, AntiKt etc ..) vengono ottimizzati per massimizzare le performance del b-tagging, ad esempio:

- ① selezionando tracce provenienti dal vertice primario (PV) (ATL-PHYS-PUB-2014-013), consentendo di ridurre la dipendenza da pile up, evitando "costosi" tagli su p_T delle tracce che potrebbero tagliare adroni b (ed loro figli) da basso p_T ,
- ② applicando tagli ottimizzati per il b-tagging

Ci si aspetta che gli stati intermedi (i track-jets) siano "ragionevolmente" collimati rispetto agli stati finali $\longrightarrow$

$\longrightarrow$ c'è una elevata correlazione angolare tra track-jets e calo-jets (CERN-PH-EP-2011-014).

L'idea è quindi di associare i track-jets (o le tracce costituenti) ai calo-jets per trarre vantaggio dalle elevate performance dei primi e dalle caratteristiche dei secondi.

- ❶ Associazione a cono: Shrinking Cone Association,
- ❷ Ghost Association.

Shrinking Cone Association

Associazione a cono fisso: si traccia un cono attorno all'asse del (calo-)jet e si procede associando al jet le tracce interne a tale cono.

L'apertura del cono è variabile in funzione del p_T del jet:

$$\Delta R_{cone}(p_T) = P_1 + \exp(P_2 + P_3 * p_T) \quad (1)$$

con $P_1 = 0.239$, $P_2 = -1.220$, $P_3 = -1.64 \times 10^{-5}$ (i valori di P_1, P_2, P_3 sono relativi al p_T del jet espresso in [MeV]).

Problema: non è chiaro come gestire il caso in cui due coni si sovrappongono reciprocamente.

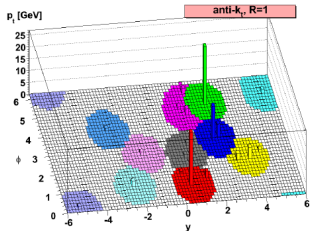
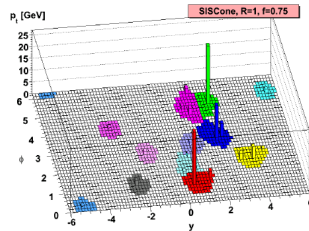
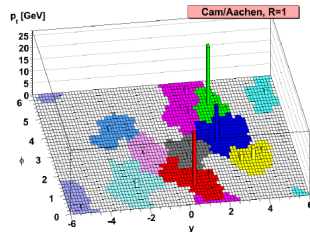
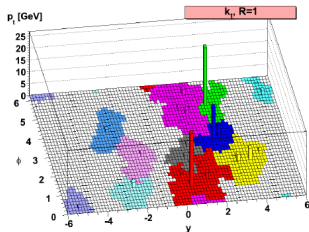
In tal caso, nello Shrinking Cone si associa la traccia al jet più vicino.

Ghost Association

Idea: usare un dato algoritmo di clusterizzazione (k_T , C/A, AntiKt, SIScone) per associare i track-jets ai calo-jets.

Si sfrutta la proprietà di questi algoritmi di essere infrared safe (le particelle soft non costituiscono seeds attorno ai quali le altre paricelle clusterizzano $\rightarrow$ il set finale di jets non viene alterato dalle particelle soft): si setta a un valore infinitesimo il momento trasverso dei track-jets (lasciando invariata la loro direzione) prima di procedere con l'associazione (da cui il termine *ghost*).

Si definisce così il concetto di **catchment area** di un jet, ovvero l'area all'interno della quale una particella soft viene associata al jet (parametrizzato come una particella hard, intorno alla quale le particelle più soffici tendono a clusterizzare).



Nonostante siano tutti algoritmi IR safe, solo l'AntiKt mostra un'area regolare (conica).

L'algoritmo AntiKt offre quindi migliore proprietà rispetto ad altri algoritmi IR safe:

- ➊ regolarità geometrica dell'area di associazione (catchment area) del jet,
- ➋ invarianza dell'area rispetto al set di ghosts da associare,
- ➌ risolve autonomamente il problema dell'overlap tra jets, scegliendo di volta in volta a quale jet associare una determinata traccia (notare che il risultato finale è diverso dal quello derivante dal criterio usato dallo Shrinking Cone: le tracce **non sono sempre associate** al jet più vicino).