

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

# New Particle Search at CERN

Stage 1 - Displaced Vertex Identification

Αλέξανδρος Τσαγκαρόπουλος

Επιβλέποντες: Δημήτριος Φασουλιώτης, Στυλιανός Αγγελιδάκης

# Περιεχόμενα

- 1 Εισαγωγή
- 2 Επεξεργασία Δεδομένων
- 3 Αποτελέσματα

# Βασικοί Ορισμοί

- Τα **Interaction Points (IPs)** είναι τα σημεία κατά μήκος του LHC όπου οι δέσμες πρωτονίων διασταυρώνονται και συγκρούονται.
- Ένα **long-lived particle** αποτελεί ένα σωμαδίο με σχετικά μεγάλο χρόνο ζωής το οποίο προβλέπεται από θεωρίες που επεκτείνουν το Standard Model.
- Μία **Primary Vertex (PV)** είναι το σημείο από όπου προέρχονται δύο ή περισσότερες τροχιές και συμπίπτει με το IP.
- Μία **Displaced Vertex (DV)** είναι το σημείο όπου δύο ή περισσότερες τροχιές συγκλίνουν και βρίσκεται σε σημαντική απόσταση από το IP.

# Βασικοί Ορισμοί

- Τα **Interaction Points (IPs)** είναι τα σημεία κατά μήκος του LHC όπου οι δέσμες πρωτονίων διασταυρώνονται και συγκρούονται.
- Ένα **long-lived particle** αποτελεί ένα σωμαδίο με σχετικά μεγάλο χρόνο ζωής το οποίο προβλέπεται από θεωρίες που επεκτείνουν το Standard Model.
- Μία **Primary Vertex (PV)** είναι το σημείο από όπου προέρχονται δύο ή περισσότερες τροχιές και συμπίπτει με το IP.
- Μία **Displaced Vertex (DV)** είναι το σημείο όπου δύο ή περισσότερες τροχιές συγκλίνουν και βρίσκεται σε σημαντική απόσταση από το IP.

# Βασικοί Ορισμοί

- Τα **Interaction Points (IPs)** είναι τα σημεία κατά μήκος του LHC όπου οι δέσμες πρωτονίων διασταυρώνονται και συγκρούονται.
- Ένα **long-lived particle** αποτελεί ένα σωμαδίο με σχετικά μεγάλο χρόνο ζωής το οποίο προβλέπεται από θεωρίες που επεκτείνουν το Standard Model.
- Μία **Primary Vertex (PV)** είναι το σημείο από όπου προέρχονται δύο ή περισσότερες τροχιές και συμπίπτει με το IP.
- Μία **Displaced Vertex (DV)** είναι το σημείο όπου δύο ή περισσότερες τροχιές συγκλίνουν και βρίσκεται σε σημαντική απόσταση από το IP.

# Βασικοί Ορισμοί

- Τα **Interaction Points (IPs)** είναι τα σημεία κατά μήκος του LHC όπου οι δέσμες πρωτονίων διασταυρώνονται και συγκρούονται.
- Ένα **long-lived particle** αποτελεί ένα σωμαδίο με σχετικά μεγάλο χρόνο ζωής το οποίο προβλέπεται από θεωρίες που επεκτείνουν το Standard Model.
- Μία **Primary Vertex (PV)** είναι το σημείο από όπου προέρχονται δύο ή περισσότερες τροχιές και συμπίπτει με το IP.
- Μία **Displaced Vertex (DV)** είναι το σημείο όπου δύο ή περισσότερες τροχιές συγκλίνουν και βρίσκεται σε σημαντική απόσταση από το IP.

# Ορισμοί Αλγορίθμου

- Τα  $DV_{\text{true}}$  αναφέρονται στα πραγματικά DV που συναντώνται στα γεγονότα.
- Τα  $DV_{\text{reco}}$  αναφέρονται στα DV που υπολογίζει το πρόγραμμα.
- Σφάλμα/Error ονομάζεται η απόσταση μεταξύ του  $DV_{\text{true}}$  και του αντίστοιχου  $DV_{\text{reco}}$ .
- Απόσταση μεταξύ δύο ευθειών ορίζουμε το ελάχιστο της απόστασης ενός σημείου της πρώτης από τη δεύτερη.

# Ορισμοί Αλγορίθμου

- Τα  $DV_{\text{true}}$  αναφέρονται στα πραγματικά DV που συναντώνται στα γεγονότα.
- Τα  $DV_{\text{reco}}$  αναφέρονται στα DV που υπολογίζει το πρόγραμμα.
- Σφάλμα/Error ονομάζεται η απόσταση μεταξύ του  $DV_{\text{true}}$  και του αντίστοιχου  $DV_{\text{reco}}$ .
- Απόσταση μεταξύ δύο ευθειών ορίζουμε το ελάχιστο της απόστασης ενός σημείου της πρώτης από τη δεύτερη.



# Ορισμοί Αλγορίθμου

- Τα  $DV_{\text{true}}$  αναφέρονται στα πραγματικά DV που συναντώνται στα γεγονότα.
- Τα  $DV_{\text{reco}}$  αναφέρονται στα DV που υπολογίζει το πρόγραμμα.
- **Σφάλμα/Error** ονομάζεται η απόσταση μεταξύ του  $DV_{\text{true}}$  και του αντίστοιχου  $DV_{\text{reco}}$ .
- Απόσταση μεταξύ δύο ευθειών ορίζουμε το ελάχιστο της απόστασης ενός σημείου της πρώτης από τη δεύτερη.

# Ορισμοί Αλγορίθμου

- Τα  $DV_{\text{true}}$  αναφέρονται στα πραγματικά DV που συναντώνται στα γεγονότα.
- Τα  $DV_{\text{reco}}$  αναφέρονται στα DV που υπολογίζει το πρόγραμμα.
- **Σφάλμα/Error** ονομάζεται η απόσταση μεταξύ του  $DV_{\text{true}}$  και του αντίστοιχου  $DV_{\text{reco}}$ .
- **Απόσταση μεταξύ δύο ευθειών** ορίζουμε το ελάχιστο της απόστασης ενός σημείου της πρώτης από τη δεύτερη.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - Δείκτες:
    - Efficiency: Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - Purity: Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - Δεδομένα από Ιστογράμματα:
    - Accuracy: Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - Effectiveness: Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- 1 Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.

- **Δείκτες:**

- 1 **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
- 2 **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .

- **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**

- 1 **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
- 2 **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .

- 2 Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - ① **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - ② **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - ① **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - ② **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.



# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - ① **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - ② **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Σκοπός

- ① Ανάπτυξη αλγορίθμου που αναζητά και αναγνωρίζει τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν σε πολλαπλά γεγονότα.
  - **Δείκτες:**
    - ① **Efficiency:** Ο λόγος των  $DV_{\text{true}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{true}}$ .
    - ② **Purity:** Ο λόγος των  $DV_{\text{reco}}$  που αντιστοιχίζονται σε κάποιο  $DV_{\text{true}}$  δια το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
  - **Δεδομένα από Ιστογράμματα:**
    - ① **Accuracy:** Ο λόγος του αριθμού των  $DV_{\text{reco}}$  με σφάλμα μικρότερο από ένα όριο προς το συνολικό αριθμό των  $DV_{\text{reco}}$ .
    - ② **Effectiveness:** Σύγκριση αριθμού  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$ .
- ② Σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από ανθρώπινη είσοδο.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.



# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γεγονότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Χαρακτηριστικά Γεγονότων

Τα γεγονότα υπό επεξεργασία έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός τους είναι 4300.
- Όλες οι τροχιές που σχετίζονται με PV έχουν αφαιρεθεί.
- Όλα τα γεγονότα περιέχουν τουλάχιστον ένα DV.
- Τα γεγονότα περιέχουν προσομοιωμένα δεδομένα.
- Αριθμοί  $DV_{\text{true}}$  :
  - Συνολικά: 5247.
  - Γεγονότα με ένα  $DV_{\text{true}}$  : 3358.
  - Γεγονότα με δύο  $DV_{\text{true}}$  : 1868.
  - Γενοτότα με τρία  $DV_{\text{true}}$  : 21.

# Δεδομένα

Σε κάθε γεγονός είναι δεδομένα τα εξής:

- Αριθμός  $DV_{\text{true}}$ .
- Η θέση κάθε  $DV_{\text{true}}$ .
- Αριθμός τροχιών.
- Το πρώτο σημείο  $P_i$  και το τελευταίο σημείο  $P'_i$  της  $i$ -οστής τροχιάς.

# Δεδομένα

Σε κάθε γεγονός είναι δεδομένα τα εξής:

- Αριθμός  $DV_{\text{true}}$ .
- Η θέση κάθε  $DV_{\text{true}}$ .
- Αριθμός τροχιών.
- Το πρώτο σημείο  $P_i$  και το τελευταίο σημείο  $P'_i$  της  $i$ -οστής τροχιάς.

# Δεδομένα

Σε κάθε γεγονός είναι δεδομένα τα εξής:

- Αριθμός  $DV_{\text{true}}$ .
- Η θέση κάθε  $DV_{\text{true}}$ .
- Αριθμός τροχιών.
- Το πρώτο σημείο  $P_i$  και το τελευταίο σημείο  $P'_i$  της  $i$ -οστής τροχιάς.

# Δεδομένα

Σε κάθε γεγονός είναι δεδομένα τα εξής:

- Αριθμός  $DV_{\text{true}}$ .
- Η θέση κάθε  $DV_{\text{true}}$ .
- Αριθμός τροχιών.
- Το πρώτο σημείο  $P_i$  και το τελευταίο σημείο  $P'_i$  της  $i$ -οστής τροχιάς.

# Διαδικασία Επεξεργασίας

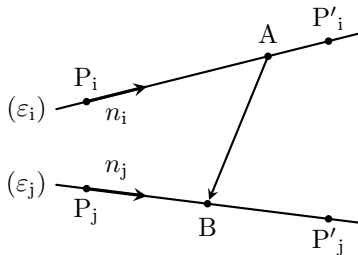
## 1 Απόσταση Μεταξύ Ευθειών

$$OA = \mathbf{r}_i + \frac{\mathbf{u} \cdot (\mathbf{n}_j \times \mathbf{r}_o)}{\|\mathbf{u}\|^2} \mathbf{n}_i,$$

$$OB = \mathbf{r}_j + \frac{\mathbf{u} \cdot (\mathbf{n}_i \times \mathbf{r}_o)}{\|\mathbf{u}\|^2} \mathbf{n}_j,$$

$$\mathbf{n}_i \equiv \mathbf{r}'_i - \mathbf{r}_i, \quad \mathbf{n}_j \equiv \mathbf{r}'_j - \mathbf{r}_j.$$

$$\mathbf{u} \equiv \mathbf{n}_j \times \mathbf{n}_i, \quad \mathbf{r}_o \equiv \mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i,$$

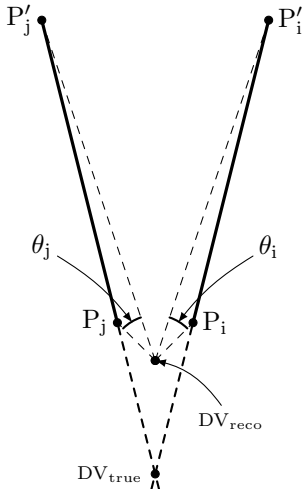




# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ② Συνθήκες Επιλογής $DV_{\text{reco}}$

- Κάθε  $DV_{\text{reco}}$  :
  - ανακατασκευάζεται από δύο τροχιές, και
  - είναι το μέσο του διανύσματος απόστασής τους.
- Οι γωνίες:  $0 \leq \theta_i, \theta_j \leq \pi/2$ .
- Η απόσταση τροχιών μικρότερη ή ίση του  $DVCut$ .
- Το  $DVCut$  μικραίνει εκθετικά για κάθε  $DV_{\text{reco}}$  που υπολογίζεται.



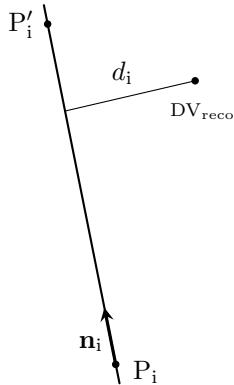
# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ③ Πολλαπλές Τροχιές που Ανήκουν σε $DV_{\text{reco}}$

- Έλεγχος για τροχιές που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για ανακατασκευή  $DV_{\text{reco}}$ .
- Η απόστασή τους:

$$d_i = \frac{\|(\mathbf{p} - \mathbf{r}_i) \times \mathbf{n}_i\|}{\|\mathbf{n}_i\|}, \quad \mathbf{n}_i \equiv \mathbf{r}'_i - \mathbf{r}_i$$

από το  $DV_{\text{reco}}$  μικρότερη από  
 $\text{TrajectoryCut} = DV_{\text{Cut}}/2$ .



# Διαδικασία Επεξεργασίας

## 4 Τροχιές που Έχουν Χρησιμοποιηθεί

- Σε κάθε τροχιά αντιστοιχίζεται ένας δείκτης.
- Στον πίνακα `usedLineIndex` αποθηκεύονται οι δείκτες από τις τροχιές που έχουν χρησιμοποιηθεί:
  - Είτε για την ανακατασκευή κάποιου  $DV_{\text{reco}}$ ,
  - είτε γιατί ανήκουν σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$ .

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ④ Τροχιές που Έχουν Χρησιμοποιηθεί

- Σε κάθε τροχιά αντιστοιχίζεται ένας δείκτης.
- Στον πίνακα `usedLineIndex` αποθηκεύονται οι δείκτες από τις τροχιές που έχουν χρησιμοποιηθεί:
  - Είτε για την ανακατασκευή κάποιου  $DV_{\text{reco}}$ ,
  - είτε γιατί ανήκουν σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$ .

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ④ Τροχιές που Έχουν Χρησιμοποιηθεί

- Σε κάθε τροχιά αντιστοιχίζεται ένας δείκτης.
- Στον πίνακα `usedLineIndex` αποθηκεύονται οι δείκτες από τις τροχιές που έχουν χρησιμοποιηθεί:
  - Είτε για την ανακατασκευή κάποιου  $DV_{\text{reco}}$ ,
  - είτε γιατί ανήκουν σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$ .

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ④ Τροχιές που Έχουν Χρησιμοποιηθεί

- Σε κάθε τροχιά αντιστοιχίζεται ένας δείκτης.
- Στον πίνακα `usedLineIndex` αποθηκεύονται οι δείκτες από τις τροχιές που έχουν χρησιμοποιηθεί:
  - Είτε για την ανακατασκευή κάποιου  $DV_{\text{reco}}$ ,
  - είτε γιατί ανήκουν σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$ .

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## ④ Τροχιές που Έχουν Χρησιμοποιηθεί

- Σε κάθε τροχιά αντιστοιχίζεται ένας δείκτης.
- Στον πίνακα `usedLineIndex` αποθηκεύονται οι δείκτες από τις τροχιές που έχουν χρησιμοποιηθεί:
  - Είτε για την ανακατασκευή κάποιου  $DV_{\text{reco}}$ ,
  - είτε γιατί ανήκουν σε κάποιο  $DV_{\text{reco}}$ .

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## 5 Υπολογισμός Σφαλμάτων

Για κάθε  $DV_{\text{reco}}$  που υπολογίζεται ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Υπολογίζονται όλα τα σφάλματα με τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν στο γεγονός.
- Το σφάλμα που αντιστοιχεί στο εκάστοτε  $DV_{\text{reco}}$  είναι το μικρότερο από τα παραπάνω.



# Διαδικασία Επεξεργασίας

## 5 Υπολογισμός Σφαλμάτων

Για κάθε  $DV_{\text{reco}}$  που υπολογίζεται ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Υπολογίζονται όλα τα σφάλματα με τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν στο γεγονός.
- Το σφάλμα που αντιστοιχεί στο εκάστοτε  $DV_{\text{reco}}$  είναι το μικρότερο από τα παραπάνω.

# Διαδικασία Επεξεργασίας

## 5 Υπολογισμός Σφαλμάτων

Για κάθε  $DV_{\text{reco}}$  που υπολογίζεται ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Υπολογίζονται όλα τα σφάλματα με τα  $DV_{\text{true}}$  που υπάρχουν στο γεγονός.
- Το σφάλμα που αντιστοιχεί στο εκάστοτε  $DV_{\text{reco}}$  είναι το μικρότερο από τα παραπάνω.

# Δείκτες

## 1 Efficiency:

Επίπεδο	Συνολικά	Ένα $DV_{\text{true}}$	Δύο $DV_{\text{true}}$
$x - y$	0.95	0.97	0.91
$\rho - z$	0.97	0.99	0.94

## 2 Purity:

Επίπεδο	Συνολικά	Ένα $DV_{\text{true}}$	Δύο $DV_{\text{true}}$
$x - y$	0.71	0.64	0.90
$\rho - z$	0.73	0.65	0.92

# Δείκτες

## 1 Efficiency:

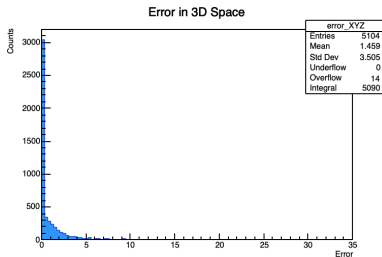
Επίπεδο	Συνολικά	Ένα $DV_{\text{true}}$	Δύο $DV_{\text{true}}$
$x - y$	0.95	0.97	0.91
$\rho - z$	0.97	0.99	0.94

## 2 Purity:

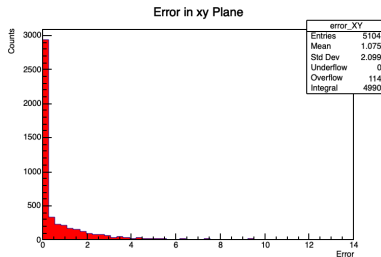
Επίπεδο	Συνολικά	Ένα $DV_{\text{true}}$	Δύο $DV_{\text{true}}$
$x - y$	0.71	0.64	0.90
$\rho - z$	0.73	0.65	0.92

# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Σφάλματα - Συνολικά



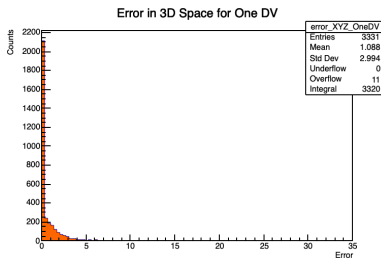
Accuracy = 0.997



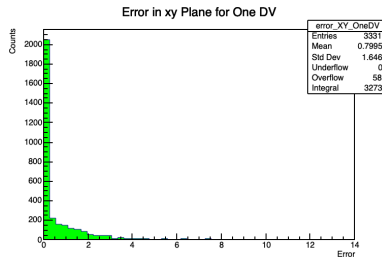
Accuracy = 0.977

# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Σφάλματα - Δεδομένα με Ένα  $DV_{\text{true}}$



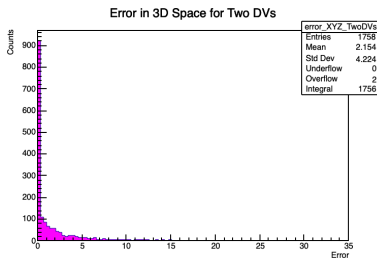
Accuracy = 0.997



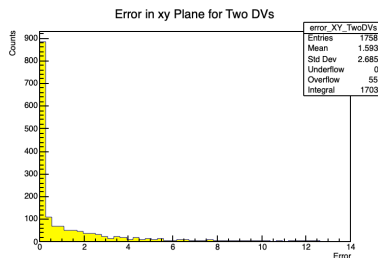
Accuracy = 0.989

# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Σφάλματα - Δεδομένα με Δύο  $DV_{\text{true}}$



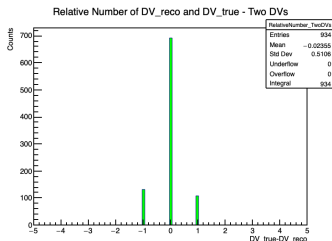
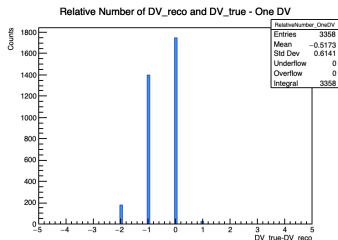
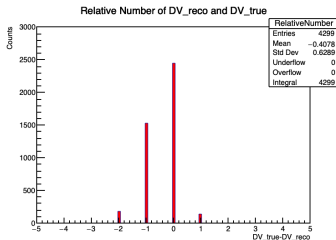
Accuracy = 0.999



Accuracy = 0.967

# Δεδομένα από Ιστογράμματα

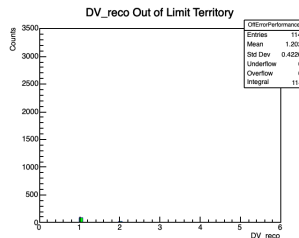
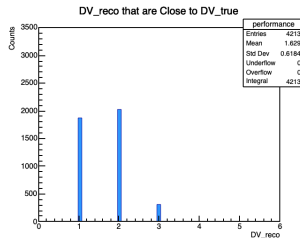
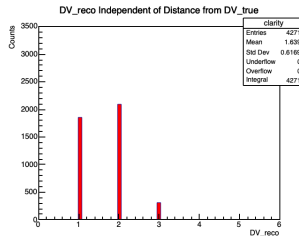
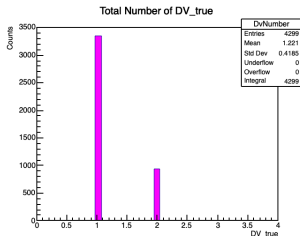
Σχετικός Αριθμός  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$





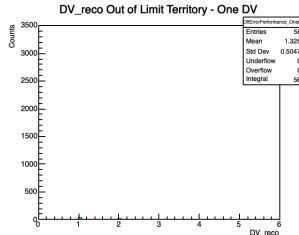
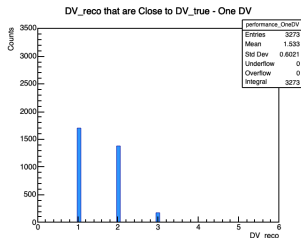
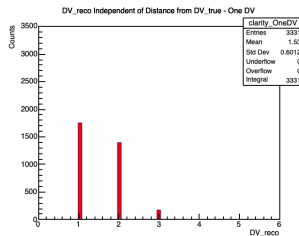
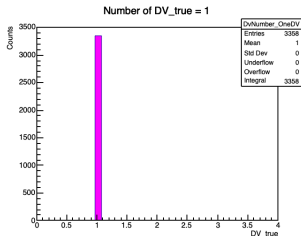
# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Αριθμός  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$  - Συνολικά



# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Αριθμός  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$  - Δεδομένα με Ένα  $DV_{\text{true}}$



# Δεδομένα από Ιστογράμματα

Αριθμός  $DV_{\text{reco}}$  και  $DV_{\text{true}}$  - Δεδομένα με Δύο  $DV_{\text{true}}$

