

Wykrywanie śladów cząstek długożyciowych w eksperymencie LHCb (CERN, Genewa) metodami analizy danych i inteligencji obliczeniowej

mgr inż. **Grzegorz Gołaszewski**

W ramach przedłożonych badań opracowano procedury przeznaczone do modernizacji i ulepszenia oprogramowania systemu detektorowego LHCb, będącego jednym z wiodących eksperymentów prowadzonych przez Europejską Organizację Badań Jądrowych CERN w Genewie. Przedmiotem prac były metody dedykowane rekonstrukcji śladów cząstek długożyciowych, na podstawie sukcesywnie pozyskiwanych danych eksperymentalnych. Praktyczne uwarunkowania implikowały rygorystyczne ograniczenia w zakresie pamięci oraz przede wszystkim czasu obliczeń.

Szczególną uwagę poświęcono efektywności wykrywania i usuwania przypadkowych, błędnie skonstruowanych trajektorii, tak zwanych śladów duchów. W konsekwencji uzyskano trzykrotne zmniejszenie ich liczby – w odniesieniu do stosowanego dotychczas w eksperymencie LHCb rozwiązania – przy nieznacznej utracie wydajności rekonstrukcji. Wynik ten otrzymano poprzez wprowadzenie mechanizmów parowania trajektorii oraz dwóch niezależnych algorytmów filtracji, opartych na nieparametrycznej metodzie estymacji gęstości rozkładu, a także sieci neuronowej typu autoenkoder. Uzyskane w ten sposób rozmyte funkcje przynależności skonsolidowano z użyciem właściwej t-normy. W celu oceny jakości otrzymywanych wyników zdefiniowano wskaźnik jakości użytkarny w przypadku braku możliwości odróżnienia trajektorii prawdziwych od fałszywych, co ma miejsce w realiach eksperymentu LHCb. Wprowadzone parametry mają ilustracyjną interpretację, co potencjalnie umożliwi użytkownikowi lepsze dopasowanie wyników do indywidualnych uwarunkowań.

Long-lived particle tracks detection in LHCb Experiment (CERN, Geneva) using data analysis and computational intelligence

Grzegorz Gołaszewski, M.Sc.

The dissertation presents research and procedures created for the purpose of software modernization of the detection system in LHCb, one of the leading experiments conducted by the European Organization for Nuclear Research CERN in Geneva. The main goal was the task of creating methodology for reconstruction of tracks of long-lived particles successively upon measurement. This created rigid limitation on memory and time usage.

The main focus was put on efficiency of detection and removal of erroneously created trajectories or so called ghost tracks. The goal was achieved with a threefold reduction rate with acceptable loss on reconstruction efficiency, when compared to methods used until now. The proposed solution uses trajectory paring and two autonomous filtering algorithms, one based on the nonparametric kernel estimator of probability distribution and the second using the autoencoder neural network. Obtained fuzzy values are consolidated using triangular norm. For the quality rating a dedicated measure was created, allowing evaluation when lacking ability to determine if the created track is a real or ghost track. This restriction is present in the experimental environment of LHCb. Proposed methods are parameterized in an illustrative way allowing for a wide array of customization.