

Danych napływających z pracujących obecnie oraz projektowanych akceleratorów jest tak wiele, że zapisywanie ich wszystkich nigdy nie wchodziło w grę. Układy przetwarzające falę impulsów płynących z detektorów specjalizują się więc w... zapomniani: w ułamku sekundy rekonstruują tory cząstek wtórnych i oceniają, czy właśnie obserwowane zderzenie można pominąć, czy też warto je zapisać do dalszych analiz. Skuteczną alternatywą dla obecnych metod szybkiej rekonstrukcji torów cząstek mogą być narzędzia zbudowane z użyciem sztucznej inteligencji. Do ich debiutu może dojść już w najbliższych dwóch-trzech latach, prawdopodobnie w eksperymencie MUonE wspomagającym poszukiwania nowej fizyki.

Zaprojektowane przez zespół z IFJ PAN algorytmy oparte o sztuczną inteligencję wykorzystują sieć neuronową typu głębokiego. Składa się ona z warstwy wejściowej zbudowanej z 20 neuronów, czterech warstw ukrytych liczących po 1000 neuronów oraz warstwy wyjściowej z ośmioma neuronami. Wszystkie neurony każdej warstwy są połączone ze wszystkimi neuronami warstwy sąsiedniej. Razem sieć dysponuje dwoma milionami parametrów konfiguracyjnych, których wartości są ustalane w procesie uczenia.

W artykule pokazano, że głęboka sieć neuronowa wyuczona na odpowiednio przygotowanej bazie danych jest w stanie rekonstruować tory cząstek wtórnych równie dokładnie jak klasyczne algorytmy. To wynik o dużej wadze dla rozwoju technik detekcyjnych. O ile bowiem uczenie głębokiej sieci neuronowej jest procesem długotrwałym i obliczeniowo bardzo wymagającym, o tyle wytrenowana sieć reaguje już błyskawicznie. Skoro więc robi to jeszcze z zadowalającą precyzją, można z optymizmem myśleć o jej użyciu w przypadku rzeczywistych zderzeń.

Najbliższym eksperymentem, w którym sztuczna inteligencja z IFJ PAN miałaby szansę się wykazać, jest MUonE (MUon ON Electron elastic scattering). Eksperyment MUonE ruszy w europejskim ośrodku jądrowym CERN już w przyszłym roku, lecz faza docelowa została zaplanowana na rok 2027. Prawdopodobnie właśnie wtedy krakowscy fizycy będą mieli okazję się przekonać, czy stworzone przez nich algorytmy oparte o sztuczną inteligencję spełnią swoje zadanie w zakresie rekonstrukcji torów cząstek. Potwierdzenie jej skuteczności w warunkach prawdziwego eksperymentu może oznaczać początek nowej ery w technikach detekcji cząstek.

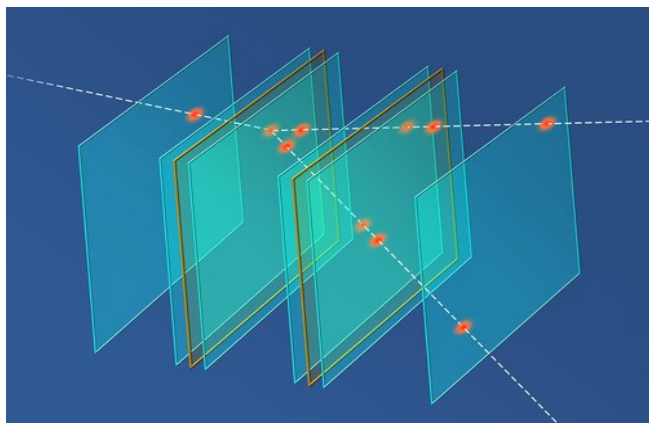
Publikacja naukowa:

“Machine Learning based Event Reconstruction for the MUonE Experiment”

M. Zdybał, M. Kucharczyk, M. Wolter

Computer Science 25(1) (2024) 25-46

DOI: <https://doi.org/10.7494/csci.2024.25.1.5690>



Zasada rekonstrukcji torów cząstek wtórnych na podstawie hitów zarejestrowanych podczas zderzeń wewnątrz detektora MUonE. Kolorem złotym oznaczono kolejne tarcze, błękitnym warstwy detektorów krzemowych. (Źródło: IFJ PAN)