

Streszczenie rozprawy doktorskiej ”Design and implementation of the monitoring and analysis software platform for upgraded LHCb VELO detector and search for a new fitting method based on computational intelligence approach for $B \rightarrow Dh$ decays.”

Praca łączy dwa tematy badawcze powiązane z sobą w kontekście zastosowań w Fizyce Wysokich Energii. Pierwszy temat dotyczy detektora wierzchołka VELO (Vertex Locator) w eksperymencie LHCb w CERN. Od 2018 roku eksperyment LHCb przechodzi modernizację, podczas której spektrometr LHCb dostosowywany jest do zwiększonej świetlności LHC. Spektrometr ma obsługiwać około 5-krotnie więcej zderzeń cząstek w tym samym czasie oraz pracować ze zwiększoną częstotliwością odczytu z 1.1 MHz do 40 MHz. Zmodernizowany detektor wierzchołka wykorzysta w detekcji cząstek naładowanych pikselowy czip VeloPix ASIC. Matryce o najwyższej okupacji znajdują się jedynie 5.1 mm od osi wiązek LHC. W pracy przedstawiona jest kalibracja detektora wierzchołka, a także monitoring i symulacja danych, które zostały wbudowane w platformę Vetra. Przedstawione są algorytmy skanowania matryc VeloPix, a także kilka ogólnych zastosowań platformy do prac nad detektorami pikselowymi.

W drugiej części praca poszukuje nowatorskich narzędzi opartych o techniki uczenia maszynowego (Machine Learning) w rekonstrukcji rozpadów cząstek i widma masy. Algorytmy sztucznej inteligencji odniosły w ostatnich latach wiele sukcesów, takich jak generowanie obrazów lub podejmowanie złożonych decyzji. Zastosowanie takich technik w innych dziedzinach nauki cechuje się jednak pewną bezwładnością. Problem ten przedstawiony jest w niniejszej rozprawie, gdzie dokonany jest przegląd najnowszych metod uczenia maszynowego oraz ich potencjalne zastosowanie. Praca pokazuje użycie głębokich sieci neuronowych (Deep Neural Network) i generatywnych sieci wrogich (Generative Adversarial Network) do problemu generowania danych fizycznych. Pokazane jest użycie głębokich modeli do problemu dopasowania widma masy, a także wykorzystanie heurystycznych metod optymalizacji. Algorytmy oparte o metody inteligentne potrafią wykazać większą sprawność w estymacji niż metody konwencjonalne, np. największej wiarygodności. Ponieważ w rekonstrukcji rozpadów dużą rolę odgrywa niedoskonałość pomiarowa detektorów, podejście oparte o uczenie maszynowe mogłoby wspomóc metody statystyczne obecnie używane przy modelowaniu.

Paweł Kopciwicz
03.01.2023 Kraków