

Streszczenie popularnonaukowe:

Proces łamania symetrii pomiędzy materią a antymaterią jest obecnie jednym z głównych obszarów badań fizyki teoretycznej - szczególne zrozumienie tego zjawiska jest bowiem niezbędne do udzielenia odpowiedzi na pytanie dlaczego powstał Wszechświat. Z powodu wysokiej trudności obserwacji łamania symetrii, zagadnienie to nie posiada jednak niekwestionowanego wytłumaczenia teoretycznego. Jedynym sposobem na bezsporną weryfikację obecnych przewidywań jest odtworzenie warunków które panowały w Młodym Wszechświecie, co możliwe jest obecnie w akceleratorach cząstek, jednak wymaga dużych nakładów pracy oraz wykorzystania najnowszych rozwiązań technologicznych. Wiodącym ośrodkiem w którym prowadzone są obecnie takie badania jest Europejskie Centrum Badań Jądrowych CERN. Ośrodek ten prowadzi program całkowicie dedykowany badaniom wyżej wymienionych procesów, o nazwie LHCb (ang. Large Hadron Collider beauty) - eksperyment ten, uruchomiony w 2010 roku, przyczynił się już w wymierny sposób do rozwoju fizyki w zakresie łamania symetrii, między innymi poprzez ich charakterystykę w rozpadach mezonów pięknych. W 2018 roku rozpoczął się program modernizacji całego akceleratora LHC, w tym także spektrometru LHCb. Głównym celem modernizacji jest zwiększenie tzw. świetlności, czyli ilości przyspieszanych, a w konsekwencji ilości produkowanych w zderzeniach cząstek. Wymaga to restrukturyzacji detektorów w taki sposób, aby były zdolne do rejestracji cząstek z wyższą rozdzielczością. Stąd, w przypadku spektrometru LHCb, detektor odpowiedzialny za rekonstrukcję śladów oraz wierzchołków zderzeń VELO (ang. Vertex Locator) jest obecnie modernizowany w taki sposób, aby był zdolny do pracy przy wzmożonej świetlności akceleratora LHC. Krzemowe paski, które do tej pory stanowiły aktywną część detektora VELO, ustąpią miejsca znacznie bardziej wydajnym pikselom.

Zmodernizowany spektrometr LHCb będzie musiał poradzić sobie z dawkami promieniowania znacznie przekraczającymi te, na które był narażony dotychczas. Problem ten stanowi jednocześnie jedno z zadań niniejszego projektu, które obejmuje opracowanie inteligentnej i autonomicznej platformy, będącej w stanie dokonać estymacji optymalnego punktu pracy systemu pikselowych sensorów detektora VELO. W zależności od fizycznych efektów wywołanych przez postępujące zniszczenia radiacyjne, warunki panujące w detektorze mogą się zmieniać. To z kolei pociąga za sobą konieczność stałej jego rekonfiguracji w taki sposób, aby pracował on możliwe z największą wydajnością. Analiza punktu pracy systemu pikseli zostanie dokonana z użyciem technik inteligencji obliczeniowej, które wspomogą wykonanie tej operacji w możliwie najkrótszym czasie oraz dla wszystkich 41-milionów pikseli jednocześnie. Sukces tej części projektu, oprócz bezpośredniego wpływu na jakość zbieranych danych fizycznych w eksperymencie LHCb, przyniosłby również wiele informacji na temat wpływu silnego promieniowania hadronowego na wydajność krzemowych detektorów, co byłoby pomocne w projektowaniu bardziej zaawansowanych systemów w przyszłości.

Drugą, dopełniającą częścią projektu, będzie próba utworzenia alternatywnej techniki dopasowania widma masy na przykładzie niedawno zbadanego rozpadu $L_b \rightarrow D_s p$. Rozpady takich mezonów są bardzo interesujące z fizycznego punktu widzenia, ponieważ są głównym źródłem obserwacji procesów łamania symetrii. Celem tej części projektu jest zbadanie możliwości ulepszenia procedury rekonstrukcji sygnału fizycznego i modelowania tła używając odpowiednio wytrenowanych sztucznych sieci neuronowych. Z uwagi na to, że sieci neuronowe nadają się bardzo dobrze do opisywania skomplikowanych funkcji możliwe jest, że ich zastosowanie do rekonstrukcji rozkładu masy doprowadzi do lepszych rezultatów niż te uzyskiwane przy pomocy metod statystycznych, które używane są w eksperymencie LHCb obecnie.