

Streszczenie popularnonaukowe

Na granicy Francji i Szwajcarii, w okolicach Genewy znajduje się leżący 175 metrów pod ziemią okrągły tunel o długości 27 kilometrów. To Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) - największy zbudowany przez człowieka eksperyment należący do Europejskiej Organizacji Badań Nuklearnych – CERN. W jego wnętrzu dwie wiązki cząsteczek rozpędzane są niemal do prędkości światła, a potem zderzane ze sobą. Podczas tych kolizji, dzięki olbrzymiej gęstości energii, można zaobserwować egzotyczne cząsteczki i stany materii, które istniały tylko przez ułamek sekundy po Wielkim Wybuchu.

Obecnie eksperymenty w LHC są wstrzymane, a on sam przechodzi gruntowne unowocześnienie. Gdy dobiegnie ono końca, podczas pracy zderzacza rejestrowane będzie dużo więcej danych. W niektórych eksperymentach liczba ta wzrośnie nawet tysiąckrotnie. Stworzy to nowe, ekscytujące możliwości dla fizyki wysokich energii, ale oznacza też nowe wyzwania. W celu rekonstrukcji zderzeń zachodzących w LHC wszystkie cztery największe eksperymenty wykorzystują statystyczne symulacje oparte na metodach Monte Carlo. Ich działanie jest bardzo dokładne, ale jednocześnie niezwykle wolne i wymagające dużej mocy obliczeniowej. Oczekiwany wzrost ilości rejestrowanych zderzeń sprawia, że nawet należąca do CERNu największa siatka komputerowa na świecie złożona z pół miliona procesorów nie sprostą temu zapotrzebowaniu.

Z tego powodu niezbędne jest usprawnienie bieżących symulacji. W ramach projektu proponujemy alternatywne rozwiązanie, którego rdzeń stanowić ma sztuczna sieć neuronowa zdolna do automatycznego nauczenia się praw fizyki i zależności towarzyszącym zderzeniom cząstek. Tego typu sztuczna inteligencja będzie w stanie bezpośrednio symulować rezultat zderzenia w ułamku potrzebnego do tego wcześniej czasu.

Punkt wyjściowy do tego zadania stanowią Generatywne Sieci Przeciwstawne (GAN) oraz Automatyczne Kodery Wariacyjne (VAE). Zachwyciły już one świat swoimi możliwościami tworząc twarze nieistniejących ludzi nie do odróżnienia od rzeczywistych. Tworzenie symulacji fizycznych procesów jest jednak dużo bardziej wymagające. Nie wystarczy subiektywna ocena obserwatora i jego przekonanie, że coś wygląda „jak prawdziwe”. Rezultaty działania sieci neuronowych muszą spełniać rygorystyczne, wymierne wymagania stawiane przez fizykę wysokich energii. Dotychczasowe próby stworzenia takiego rozwiązania spotykały się z problemami takimi jak odwzorowaniem wpływu cech zderzających się ze sobą cząsteczek na wynik symulacji i uzyskanie dobrej jakości dla wszystkich, nawet rzadkich scenariuszy. W ramach naszego projektu zamierzamy więc opracować nowe modele generatywne, stworzone specjalnie do zadania szybkiej symulacji, które byłyby wolne od opisanych wcześniej wad.

Rezultaty naszych badań znajdują praktyczne zastosowanie również poza dziedziną fizyki wysokich energii. Stworzone rozwiązania mogą być wykorzystane we wszystkich obszarach, w których potrzeba bezpośrednich i szybkich symulacji skomplikowanych procesów. Do przykładów należy generacja energii ze źródeł odnawialnych w przemyśle energetycznym, nowe modele wszechświata w kosmologii, czy chaotyczne procesy ekonomiczne w finansach.