



Sztuczna inteligencja odkrywa świat

Zespoły doświadczalne w laboratorium CERN pod Genewą nowe cząstki odkrywają w miarę rutynowo. W marcu ogłoszono, że w eksperymencie LHCb zaobserwowano po raz pierwszy hadron Ξ_{cc}^+ zbudowany z dwóch kwarków powabnych i jednego dolnego. W pewnym sensie cząstka ta jest krewniaczką protonu, ale ma znacznie większą od niego masę, a poza tym żyje niezwykle krótko. O jej istnieniu dowiadujemy się, wykrywając charakterystyczne produkty rozpadu, które są dobrze ukryte wśród śladów miliardów innych cząstek wytwarzanych w doświadczeniu.

Ważnym elementem metodologii doświadczalnej fizyki cząstek elementarnych jest bowiem rozpoznawanie subtelnych wzorców w wielkich zbiorach danych generowanych przez detektory. A do takiego zadania są wprost stworzone nowoczesne systemy sztucznej inteligencji – wielkie modele językowe.

Taką tezę stawiają w niedawno udostępnionej publicznie pracy badacze z MIT i CERN-u. Przedmiotem analiz były publicznie dostępne dane z eksperymentów CMS przy akceleratorze LHC oraz z eksperymentów ALEPH i DELPHI, które działały przy akceleratorze LEP, przyspieszającym na przełomie XX i XXI wieku elektrony i pozytony w tym samym tunelu, który obecnie jest zajmowany przez LHC.

Naukowcy stworzyli system *Just Furnish Context* (JFC) działający w oparciu o model Claude Opus firmy Anthropic. Zbudowany przez nich agent różni się od wcześniejszych implementacji tym, że ma rzeczywistą autonomię w całym procesie analizy danych. Otrzymuje jedynie ogólny cel fizyczny – np. pomiar prawdopodobieństwa rozpadu bozonu Z na hadrony na podstawie danych ALEPH – i samodzielnie planuje oraz realizuje czynności badawcze, od selekcji przypadków przez oszacowanie poziomu tła i niepewności systematycznych aż po wybór metod statystycznych i sposobu prezentacji wyników.

Autonomia modelu nie jest jednak całkowicie nieograniczona. Korzysta on z bazy wiedzy opracowanej przez ludzkich fizyków. Pierwszą częścią tej bazy jest opis tego, co należy zrobić: etapów analizy oraz wymaganych rezultatów każdego etapu, ale bez narzucania sposobu ich osiągnięcia. Druga część to wskazówki, jak należy to zrobić: opis praktycznej wiedzy dziedzinowej, np. typowych źródeł niepewności, znanych pułapek w analizach czy też wymaganych testów.

Model naśladuje wieloetapowy proces recenzyjny w prawdziwym zespole badawczym. Wytworzone analizy przechodzą przez sześć recenzji (przeprowadzanych przez ten sam model): wstępną recenzję fizyczną, krytyczną recenzję fizyczną (poszukiwanie błędów), konstruktywną recenzję fizyczną (sugerowanie ulepszeń), ocenę ogólnej prezencji wyników, ogólne sprawdzenie spójności i sensowności wyników oraz ostateczną ocenę analizy.

Model przeprowadził dziewięć analiz, z których każda była inicjowana krótkim promptem w języku fizyczno-naturalnym (np. „Zmierz liczbę generacji lekkich neutrin na podstawie szerokości niewidocznych rozpadów bozonu Z ”). Całość zajęła nieco poniżej 55 godzin, a jakość wyników była porównywalna z opublikowanymi pracami. A czym model sztucznej inteligencji różnił się od prawdziwych fizyków? W kilku przypadkach zaczął budować złożone opowieści wokół prostych faktów, takich jak zanieczyszczenie próbki rozpadów bozonu Higgsa na taony rozpadami bozonu Z na miony; nie spowodowało to jednak wygenerowania błędnej analizy, ale zostało wychwycone w procesie recenzji.

Czy oznacza to, że doświadczalni fizycy cząstek elementarnych są już niepotrzebni? Bynajmniej! Opisujący model zajmował się analizami w ramach znanej fizyki i budował swoje narzędzia z istniejących już i przetestowanych „klocków”. Nie wiadomo, jak poszłoby mu szukanie procesów nowej fizyki o nie do końca zrozumianych jeszcze przejawach. Z drugiej strony, mimo że złecone analizy były wcześniej wykonane przez ludzi, to nie wszystkie opublikowano, co oznacza, że model naprawdę stworzył od zera dobrze działające narzędzia.

Co z tego wynika? Zdaniem autorów, jest to przykład możliwości zastosowania narzędzi sztucznej inteligencji do przesunięcia nacisku w kształceniu fizyków z zaawansowanego programowania na rozwój intuicji fizycznej i myślenia naukowego, bo implementację idei można w dużej mierze pozostawić maszynom.

Krzysztof TURZYŃSKI

[*] E. A. Moreno, S. Bright-Thonney, A. Novak, D. Garcia, P. Harris, *AI Agents Can Already Autonomously Perform Experimental High Energy Physics*, arXiv:2603.20179