

Polacy opracowali sieć neuronową wykorzystując „masywne” fotony

28 marca 2021

Zespół kierowany przez Polaków jako pierwszy na świecie zbudował sieć neuronową (sztuczny neuron) opartą o „masywne” fotony – cząstki światła zachowujące się tak, jakby miały masę (tzw. polarytony). Badacze mają nadzieję, że wykorzystanie światła w obliczeniach sztucznej inteligencji jest szansą na duże oszczędności energii.

Sztuczne sieci neuronowe używane są dziś w coraz większej liczbie zastosowań: w rozpoznawaniu mowy i głosu, obrazów, w tłumaczeniu tekstów, w sterowaniu pojazdami autonomicznymi. „Ilość danych, które chcemy przetwarzać, rośnie, a moc obliczeniowa potrzebna sieciom neuronowym jest bardzo duża i osiąga już limity. Poza tym do przetwarzania tych danych potrzebna jest ogromna ilość energii. Warto zastanowić się więc nad nowymi technologiami” – mówi w rozmowie z PAP prof. Michał Matuszewski z Instytutu Fizyki PAN.

Jego zdaniem nadzieją jest tu przechodzenie z urządzeń elektronicznych – działających za sprawą elektronów – do urządzeń, które wykorzystywać będą fotony, a więc cząstki światła. „Fotony są o tyle dobre, że – w przeciwieństwie do elektronów – ich propagacja odbywa się właściwie bez strat energii” – mówi prof. Matuszewski. Zwraca uwagę, że od dawna stosuje się już tę ideę w telekomunikacji – do przesyłania informacji na duże odległości wykorzystywane są przecież światłowody, a nie elektroniczne kable. Światło jednak cały czas nie jest jeszcze stosowane w wykonywaniu obliczeń komputerowych

Fotony są o tyle trudne do wykorzystania w obliczeniach, że –

w przeciwieństwie do elektronów – nie oddziałują ze sobą. A takie oddziaływania przydają się choćby do wykonywania operacji w tradycyjnych bramkach logicznych. Naukowcy z F UW – jako pierwsi na świecie – zbudowali sieć neuronową, której działanie jest oparte o fotony zachowujące się tak, jakby miały masę (kwazicząstki – tzw. polarytony). Badania ukazały się w czasopiśmie naukowym „Nano Letters” (<https://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c04696>).

„My w swoich badaniach proponujemy rozwiązanie, które jest hybrydą elektroniki i fotoniki. Sieci neuronowe, które zaprojektowaliśmy, mają niskie zużycie energii, ale pozwalają wykonywać operacje z dużą skutecznością” – mówi prof. Michał Matuszewski.

W badaniach Polaków fotony więzione są w tzw. mikrownękach optycznych – wpuszcza się je pomiędzy dwa supergładkie lustra. „W takich warunkach można sprawić, że zachowują się jak cząstki z bardzo małą masą. Dołożenie do tego elektronów powoduje, że one mogą ze sobą oddziaływać. Fotony takie nazywamy polarytonami. Mamy więc tam silne oddziaływanie światła z materią” – mówi współautorka pracy dr hab. Barbara Piętka.

„Światło to wykorzystaliśmy do nauki rozpoznawania wzorców” – mówi PAP Michał Matuszewski. I opisuje, że sieć optyczną nauczono rozpoznawania odręcznie pisanych cyfr (tzw. baza MNIST) ze skutecznością 96 proc. A to znaczy, że sztuczny neuron myli odręcznie napisane cyfry tylko raz na 25 prób. A podczas wykonywania jednej operacji zużywa bardzo mało energii – zaledwie 16 pikodżuli.

„To na razie prototyp. Zrealizowaliśmy sztuczny neuron, a konkretnie 1 bramkę logiczną XOR, która wykonuje operacje w sposób sekwencyjny – jedna po drugiej” – mówi prof. Matuszewski.

Pierwszy autor publikacji Rafał Mirek dodaje, że bramka XOR

jest bramką wykonującą operacje logiczne. Jest ona jednak o tyle szczególna, że to bramka nieliniowa. „Na układzie, w którym wykonaliśmy naszą bramkę, możemy zrealizować dowolną inną bramkę logiczną i wykonywać przeróżne operacje logiczne” – zwraca uwagę.

A kolejny autor pracy, Andrzej Opala dodaje: „Światło i materię mieszamy po to, żeby oddziaływania, które powstają w układzie, miały charakter nieliniowy. Nieliniowość ta jest niezbędna do efektywnej realizacji sztucznego neuronu”.

Prof. Barbara Piętka uszczegóławia, że polarytomy mają – w odróżnieniu od zwykłych fotonów – bardzo małą (ale niezerową) masę. Przez to następuje tam przejście do tzw. kondensatu Bosego-Einsteina. „Mówi się, że kondensat Bosego-Einsteina to piąty stan materii: po ciele stałym, cieczy, gazie czy plazmie. To układ, w którym cząstki – a dokładniej bozony, wykazują nowe własności kwantowe. Przejście do tego stanu jest silnie nieliniowe” – opowiada.

Na razie eksperymenty zespołu wykonywane są w temperaturach ciekłego helu. „Pracujemy już nad układami działającymi w temperaturze pokojowej. Jesteśmy przekonani, że to da się zrobić. A jest to ważny warunek, żeby rozwiązanie mogło znaleźć praktyczne zastosowanie w technologii” – mówi jeden z autorów badania, dr inż. Krzysztof Tyszka.

Naukowiec zapytany jak sobie wyobraża – w odległej przyszłości – praktyczne zastosowania fotonicznych sieci neuronowych, odpowiada: „na końcu drogi chcielibyśmy, stworzyć scalony układ fotoniczno-elektroniczny, który można byłoby np. wykorzystać jako układ sterowania samochodu autonomicznego. Takie układy mogłyby przetwarzać informacje o warunkach na drodze znacznie efektywniej niż dotychczas – przy niskim zużyciu energii, bez potrzeby łączenia się z Internetem”.

Autorstwo: Ludwika Tomała

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl