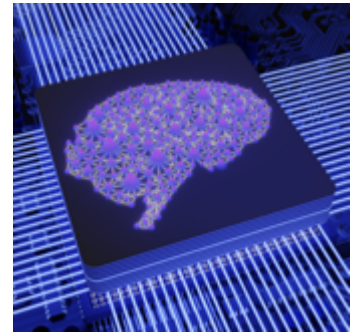


Rozpoznawanie wzorców za pomocą sieci polarytonów ekscytonowych

Ludzki mózg zbudowany jest z około 10^{11} neuronów, a każdy neuron ma średnio 10^4 synaps (połączeń wejściowych), co daje 10^{15} połączeń synaptycznych w objętości około 1130 cm^3 . System o tak dużej złożoności może wykonywać do 10^{18} operacji na sekundę przy zużyciu mocy około 20 W. Taka prędkość obliczeniowa i tak niskie zużycie energii są poza zasięgiem współczesnych komputerów, które są coraz bardziej energochłonne. W przeciwieństwie do komputerów, w mózgu jednostki pamięci i przetwarzania sygnałów nie są fizycznie oddzielone. Unikalne właściwości mózgu stały się motywacją do opracowania nowej generacji inspirowanych biologicznie sztucznych sieci neuronowych.



W ostatnich latach nastąpił ogromny postęp w rozwoju sztucznej inteligencji stosowanej w oparciu o sztuczne sieci neuronowe. Znajdują one obecnie wiele ważnych zastosowań w coraz to nowych dziedzinach, w tym: w medycynie, logistyce, finansach, marketingu, obronie, rolnictwie, naukach kwantowych, geologii, grach, informatyce i technologii, bezpieczeństwie cyfrowym, przetwarzaniu języków, robotyce i pojazdach autonomicznych. Jednak w miarę ciągłego wzrostu ilości danych, przy jednoczesnym wypłaszczeniu prawa Moore'a, istnieje pilna potrzeba zapewnienia szybszych i bardziej energooszczędnych układów, które będą przewyższać standardowe rozwiązania elektroniczne.

Systemy fotoniczne są w tym wypadku naturalnymi kandydatami ze względu na ultraszybką propagację fotonów, niskie straty i niskie zużycie energii. Wadą platform fotonicznych jest słabe oddziaływanie między fotonami, które utrudnia realizację złożonych operacji. W niniejszym projekcie zbadamy szczególnie obiecujące alternatywne podejście, w którym silne sprzężenie fotonów ze wzbudzeniami elektronicznymi podobnymi do tych występujących w mikroprocesorach półprzewodnikowych będzie wykorzystywane do wzmocnienia oddziaływania między fotonami. Uważamy, że takie podejście może pomóc pokonać główną przeszkodę w dalszym rozwoju fotonicznych sieci neuronowych.

Silne oddziaływanie między cząstkami materii i fotonami można zrealizować w specjalnie zaprojektowanych strukturach: wnękach optycznych wypełnionych materiałami optycznie czynnymi. W proponowanym projekcie wykorzystamy struktury półprzewodnikowe ze studniami kwantowymi, które wykazują najsilniejsze zaobserwowane oddziaływania nieliniowe. Ponadto takie systemy oparte na materiałach dielektrycznych lub metalicznych w połączeniu z warstwami organicznymi lub nieorganicznymi mogą działać w temperaturze pokojowej. Silnie sprzężone wzbudzenia światła i materii nazywane są polarytonami. Ze względu na hybrydowy charakter polarytonów mogą one silnie oddziaływać jak cząstki materialne, ale jednocześnie mają wszystkie zalety fotonów, takie jak długie odległości propagacji, wysoka prędkość i niska masa efektywna.

W tym projekcie chcemy opracować nowe modele teoretyczne i zrealizować je eksperymentalnie. Sieć polarytonów stworzy sztuczną sieć neuronową zdolną do wykonywania zadań rozpoznawania wzorców. Proponowany układ jest nową platformą dla sieci neuronowych i wierzymy, że może znacznie poszerzyć obszar możliwych zastosowań fotoniki.