

Dane często nazywane są złotem XXI wieku. Nic więc dziwnego, że w ostatnim czasie narodziły się alternatywne sposoby przetwarzania informacji, w tym również takie, które co do zasady naśladują zachowanie ludzkiego mózgu, a w szczególności sieci neuronowych i neuronów.

Obliczenia prowadzone z wykorzystaniem sieci neuronowych znane są już od blisko 50 lat, jednak dopiero ostatnio zyskały ogromną popularność ze względu na rozwój algorytmów i wzrost mocy obliczeniowej komputerów. Pomimo tego, że moc obliczeniowa dzisiejszych komputerów pozostaje wystarczająca nawet do tak skomplikowanych zadań jak rozpoznawanie mowy czy obrazów, tranzystory – na których oparte są niemal wszystkie dzisiejsze układy elektroniki krzemowej – operują na logice zupełnie odmiennej o tej, którą wykorzystują neurony. Podczas gdy tranzystor operuje tylko na logice opartej o dwa stany (logika binarna), komunikacja między neuronami opiera się na logice wielowartościowej i logice rozmytej. Istnieje jednak element elektroniczny, który jest w stanie emulować zachowanie neuronów – jest nim memrystor.

Memrystor został opisany po raz pierwszy w latach 70. XX wieku, ale pierwsza realizacja eksperymentalna została przeprowadzona dopiero w 2008 roku. Obok rezystora, kondensatora i cewki jest zaliczany do podstawowych elektronicznych elementów pasywnych, a do jego cech charakterystycznych należy pętla histerezy obserwowana podczas pomiaru prądu w funkcji zmiennego napięcia. Za jej powstanie odpowiada efekt przełączania rezystywnego, którego obecność sprawia, że memrystor wykazuje zachowania analogiczne do neuronów, takie jak uczenie i zapominanie, plastyczność synaptyczna i metaplastyczność.

Ostatnie badania pokazują, że w niektórych materiałach memrystywnych przełączanie może być także modulowane światłem – przykładem są hybrydowe perowskity jodkowo-ołowiowe. W tych materiałach za przełączanie rezystywne najprawdopodobniej migracja anionów i wakancji jodkowych pod wpływem pola elektrycznego, które następnie formują przewodzące filamenty. Mechanizm ten może być dodatkowo modulowany światłem: energia aktywacji potrzebna do migracji defektów wewnątrz materiału zwiększa się pod wpływem oświetlenia, tym samym utrudniając formację filamentów. Efekt ten prawdopodobnie może być obecny także w halogenobizmutanach alkiloamoniowych.

Celem projektu jest budowa hybrydowych urządzeń memrystywnych, w których przełączanie rezystywne może być modulowane poprzez światło. W tym celu planowane jest wykorzystanie hybrydowych związków opartych o halogenobizmutany metyloamoniowe, do których zostanie wprowadzony dodatkowy fotoaktywny związek pułapkujący ładunek – heptazyny. Urządzenia te zostaną połączone w proste sieci neuronowe, które posłużą do przetwarzania sygnału i obliczeń neuromorficznych.