

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

(Należy podać cel projektu, opisać jakie badania realizowane będą w projekcie oraz podać powody podjęcia danej tematyki badawczej - maksymalnie jedna strona zdefiniowanego maszynopisu)

Tematyka projektu związana jest z komputerami neuromorficznymi i analizą zjawisk leżących u podstaw ich funkcjonowania. Systemy neuromorficzne to specyficzne komputery, których architektura i działanie mają być wzorowane na funkcjonowaniu ludzkiego mózgu. Mimo licznych atutów tradycyjnych systemów komputerowych ludzki mózg jest nadal niedościgniony w rozwiązywaniu niektórych zadań, takich na przykład jak rozpoznawanie obrazów lub twarzy. Jednocześnie w trakcie swojej pracy jest wyjątkowo efektywny energetycznie, operując z mocami wielokrotnie niższymi niż tradycyjne komputery. Rozwijające się obecnie społeczeństwo informacyjne opiera się na nieustannej analizie rosnących objętości danych i wyszukiwaniu powiązań między nimi. Do tych zastosowań systemy neuromorficzne wydają się być najlepszym rozwiązaniem. Obecnie, jakkolwiek programowe sieci neuronowe zyskują na popularności, nie stworzono wydajnej architektury, która mogłaby w rzeczywisty sposób działać na podobieństwo ludzkiego mózgu. Do funkcjonowania takiej architektury niezbędne są synapsy – połączenia, które na skutek uczenia zmieniają swoje właściwości. Ostatnie badania pokazały, że dużą nadzieję skonstruowania wydajnych sztucznych synaps można pokładać w memrystorach zbudowanych z tlenków metali. Memrystory posiadają unikalną możliwość uczenia się i zapamiętywania stanu swojego przewodnictwa elektrycznego. Możliwe jest zatem, aby memrystor stanowił połączenie (synapsę) pomiędzy sztucznymi neuronami i pozwalał na analizowanie i zapamiętywanie danych. Nim jednak tak się stanie niezbędne jest poznanie, które mechanizmy występujące w memrystywnym materiale pozwalają na stworzenie i późniejszą pracę sztucznych synaps. Prace prowadzone w ramach tego projektu przyniosą odpowiedź na to pytanie i stworzą podwaliny pod budowę systemów neuromorficznych, w których pojedyncze synapsy będą miały rozmiary nanometrów. Celem projektu jest poznanie podstawowych mechanizmów fizycznych, które umożliwiają stworzenie sztucznych synaps w oparciu o ditlenek tytanu – TiO_2 . W ramach projektu takie synapsy będą tworzone poprzez wymuszenie samoorganizacji materiału, a ich właściwości będą kompleksowo badane. Prowadzone analizy odpowiedzą na pytania, czy możliwe jest wygenerowanie synaps o rozmiarach nanometrowych z zachowaniem ich właściwego działania oraz jakie podstawowe procesy są za to odpowiedzialne. Cele projektu zostaną osiągnięte dzięki szeregowi prac eksperymentalnych uzupełnionych o symulacje teoretyczne. Badania synaps odbywać się będą w nano-skali z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych z pomiarem lokalnego przewodnictwa, spektroskopii tunelowej i mikroskopii Kelvina. Nano-synapsy będą poddawane cyklowi uczenia i charakteryzacji poprzez przykładanie do nich impulsów elektrycznych za pośrednictwem ostrza mikroskopu sił atomowych. Zachodzące modyfikacje struktury memrystorów będą szczegółowo rozpatrywane, a następnie analizowane pod kątem możliwego działania synaps. Ocenione zostanie czy nano-struktury wygenerowane w ditlenku tytanu spełniają wszystkie funkcje, aby stanowić połączenia między sztucznymi neuronami w układzie neuromorficznym. Istotnym elementem projektu będzie określenie budowy i struktury elektronowej synaps. Pozwoli to na opis modelu działania sztucznej synapsy, a w konsekwencji pomoże ocenić jej maksymalne możliwości. W szerszej perspektywie badania podjęte w projekcie pozwolą projektować i budować sztuczne synapsy w oparciu o znajomość ich funkcjonowania, a przez to w sposób optymalny.