

## Popularnonaukowe streszczenie projektu

Wobec rosnących wymagań stawianych układom przetwarzającym informacje znacząca ilość badań zwraca się w kierunku koncepcji alternatywnych w stosunku do konwencjonalnej elektroniki krzemowej. Co prawda, najnowsze prace wskazują na istnienie metod pozwalających na przekroczenia kolejnego progu miniaturyzacji (technologia 10 nm), jednakże dalsze zmniejszanie rozmiarów elementów elektronicznych nie jest uniwersalnym remedium. Wynika to zarówno z przyczyn o charakterze fundamentalnym, jak i ze względów technologiczno-ekonomicznych. Uzasadnione jest zatem przypuszczenie, iż część prowadzonych badań dotyczących systemów przetwarzających informacje skupi się na wykorzystaniu narzędzi, które zapewnia elektronika molekularna, optoelektronika oraz inne mniej konwencjonalne podejścia.

Ostatnie lata przyniosły szeroką gamę rozwiązań praktycznych oraz modeli teoretycznych, które doprowadziły do szybkiego rozwoju alternatywnych metod przetwarzania informacji. Za jeden z kamieni milowych można uznać sformułowanie koncepcji diody molekularnej (w 1974 r. przez Avirama i Ratnera), które przyczyniło się do wykiełkowania nowych idei bazujących na układach w skali cząsteczkowej. Pierwszy tranzystor wykorzystujący materiały organiczne powstał niedługo potem (w 1986 r. grupa Tsumury, Koezuka i Ando) – był to tranzystor polowy, którego sercem były pochodne politiofenowe. Te przełomowe badania doprowadziły wreszcie do praktycznej implementacji funkcji logicznych (w 1993 r. A. P. de Silva zaproponował molekularną bramkę AND) w skali molekularnej oraz zrodzenia nowej gałęzi elektroniki – tzw. elektroniki molekularnej. Dalsze badania, prowadzone równoległe przez setki grup na całym świecie umożliwiły rozwinięcie tych pierwotnych pomysłów, co ostatecznie doprowadziło do stworzenia sensorów biochemicznych, bramek logicznych, cząsteczkowych elementów optoelektronicznych oraz wielu innych urządzeń, które mogą stać się fundamentem elektroniki przyszłości.

Wykorzystując nowe zdobycze alternatywnych gałęzi elektroniki, można pokusić się o sformułowanie tezy, zakładającej stworzenie w pełni syntetycznych obwodów molekularnych/hybrydowych, które działałyby w sposób zbliżony do struktur tworzących ośrodkowy układ nerwowy. Tego typu próby zostały podjęte przez badaczy zajmujących się memrystorami – tj. czwartym, brakującym elementem pasywnym, który został opisany teoretycznie na początku lat 70. XX w., a zrealizowany praktycznie w 2008 r. Rezultaty tych starań pozostają oczywiście dalekie od sposobu funkcjonowania złożonych struktur biologicznych, niemniej jednak pewne ich właściwości są z powodzeniem odtwarzane w obwodach memrystorowych.

Interesującym rozwinięciem przedstawionych koncepcji mogłoby być połączenie wybranych elementów elektroniki molekularnej z ideami inżynierii neuromorficznej. Jednocześnie odejście od konwencjonalnych układów krzemowych powinno ułatwić wprowadzenie elementów logiki wielowartościowej do projektowanych systemów, co uplastyczyłoby możliwe drogi komunikacji z układem oraz pomiędzy jego składowymi. To z kolei odzwierciedla sytuację, jaką zastajemy w strukturach biologicznych, gdzie przekaz informacji nie odbywa się na zasadach wpisujących się w prostą logikę dwuwartościową, lecz raczej korzysta z paradygmatów logiki wielowartościowej oraz logiki rozmytej (podobną tezę możemy odnaleźć w pracach m.in. Pier Luigi Gentilego).

Takie rozszerzenie zbioru stanów logicznych, czy wręcz przejście na grunt logiki rozmytej może być doskonałym fundamentem dla budowy prototypowych bio- i chemosensorów, które dzięki zaimplementowaniu – na poziomie materiału oraz urządzenia – wybranych koncepcji inżynierii neuromorficznej (m.in. plastyczności synaptycznej) mogłyby wykazywać znacznie większą czułość, selektywność oraz mniejszy czas reakcji, względem systemów opartych na elementach krzemowych oraz logice binarnej. Z drugiej strony, połączenie wspomnianych idei w ramach jednego urządzenia może otworzyć nowe ścieżki rozwoju elementów elektronicznych oraz optoelektronicznych, a w przyszłości przyczynić się do stworzenia układów przetwarzających informacje w oparciu o nowe, zaawansowane – w stosunku do logiki binarnej – paradygmaty.

Stworzenie prototypowych układów wymagać będzie zaplanowania syntez oraz przeprowadzenia badań fotoelektrochemicznych oraz spektrofotometrycznych materiałów, a także sformułowania modeli opisujących oddziaływanie pomiędzy poszczególnymi składowymi nanokompozytów. Niemniej jednak, włożony trud zdaje się być niewielkim kosztem, wzięwszy pod uwagę możliwość stworzenia namiastki struktur wchodzących w skład naszego układu sensorycznego oraz nerwowego.