



dr inż. Kacper Pilarczyk

Rozmowa z autorem pracy:

“Information processing in molecular-scale systems based on carbon nanostructures”.

Co wpłynęło na Pana decyzję, by poświęcić się karierze naukowej?

Już w liceum interesowałem się chemią i fizyką, wtedy też, dzięki warsztatom organizowanym przez Krajowy Fundusz na Rzecz Dzieci, miałem styczność z pierwszymi realnymi problemami badawczymi. Pamiętam, że decyzję o tym, by zostać naukowcem, podjąłem po stażu, którego opiekunem był prof. Marek Pietraszkiewicz. Jego zaangażowanie, doświadczenie i cenne rady, a także atmosfera panująca w Zespole utwierdziły mnie w przekonaniu, że praca badawcza, choć wymagająca, może być również naprawdę satysfakcjonująca.

Jak wytłumaczyłby Pan przedmiot swoich badań osobie niezwiązanej z dziedziną?

Urządzenia przechowujące i przetwarzające informacje są częścią naszej codzienności, oczekujemy więc, że ich możliwości będą coraz większe. Postęp ten jest możliwy między innymi dzięki miniaturyzacji, która jednak, jak zdajemy sobie sprawę, musi mieć gdzieś kres. Stąd też prowadzone są prace nad rozwiązaniami alternatywnymi, które zakładają wykorzystanie nowych materiałów, a także zmianę zasad, w oparciu o które działają takie urządzenia.

Pańskie badania obejmują elementy chemii, nanotechnologii, foto- i biofizyki, logiki oraz innych dyscyplin. Dlaczego tak ważne jest przekraczanie granic odrębnych dziedzin?

Jeśli przestaniemy postrzegać nasze dyscypliny jako niezależne twory, a zamiast tego dostrzeżemy, że są one ze sobą splecione, zrozumiemy jak wiele rozwiązań z innych obszarów może zostać zaadaptowanych z korzyścią dla naszych badań. Jest to szczególnie ważne, gdy próbujemy sformułować odpowiedzi ogólne, istotne dla wielu dyscyplin lub rozwiązać konkretne problemy aplikacyjne – doskonałym przykładem jest medycyna, gdzie nowe metody leczenia oparte są na wykorzystaniu cząsteczek opracowanych przez biologów współpracujących z chemikami i inżynierami materiałowymi.

Czy może Pan wskazać kamienie milowe swoich badań?

To trudne pytanie. Pierwszym istotnym kamieniem milowym było z pewnością zaangażowanie się w badania nad niekonwencjonalnymi systemami obliczeniowymi oraz przetwarzaniem informacji w układach chemicznych, co nastąpiło w okolicach drugiego roku studiów doktoranckich w grupie prof. Szaciłowskiego. Jako owoc prowadzonych prac, w 2015 roku powstał pierwszy artykuł traktujący o implementacji logiki trójwartościowej w urządzeniu zbudowanym w oparciu o nanokompozyty. W 2016 roku zaprezentowaliśmy prosty układ sterowany światłem, zdolny do naśladowania odpowiedzi charakterystycznej dla neuronów i synaps. Ostatnim kamieniem milowym był rozdział w książce i praca przeglądowa, w których przedstawiliśmy możliwość zaimplementowania systemu logiki rozmytej w urządzeniach zbudowanych z wykorzystaniem

opracowanych przez nas materiałów hybrydowych.

Jak blisko jesteście, Pana zdaniem, do wytworzenia sztucznych układów nerwowych?

To się już dzieje i mam na myśli nie tylko symulacje komputerowe, ale również wdrożenia sprzętowe. Obecnie dużą popularnością cieszą się rozwiązania wykorzystujące memrystory w obwodach naśladujących cechy struktur biologicznych. Na ogół są to proste sieci i jestem przekonany, że upłynie dużo czasu, zanim uda się nam zbliżyć do złożoności ludzkiego mózgu, nie mówiąc już o jego wspaniałych zdolnościach poznawczych. Nadal jednak możemy używać minimalistycznych modeli, aby lepiej zrozumieć mechanizmy stojące za przetwarzaniem i przechowywaniem informacji w układach nerwowych, a także do budowy systemów, zdolnych do adaptacji podobnej do tej, którą obserwujemy w przyrodzie.

Dlaczego zdecydował się pan wykorzystać systemy logiki wielowartościowej i rozmytej zamiast binarnej?

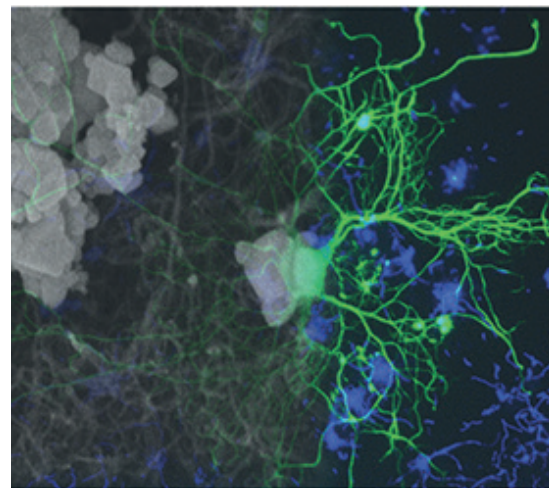
Jeśli chodzi o logikę trójwartościową, doszliśmy do wniosku, że będzie ona naturalnym systemem dla układów opartych na interakcji ze światłem. W tym przypadku kodowanie trzech różnych stanów logicznych można zrealizować bezpośrednio, przypisując brakowi impulsu światła jedną z wartości, a dwie pozostałe łącząc z dwoma różnymi polaryzacjami. Zainteresowanie logiką rozmytą wynikało z naszych prac nad układami neuromimetycznymi – tu także dostrzegamy podobieństwa w sposobie przetwarzania informacji z procesami zachodzącymi w naszym układzie nerwowym i sensorycznym. Na początku zaprezentowaliśmy relatywnie prosty układ, a następnie, w artykule opublikowanym w zeszłym roku, przedstawiliśmy nieco bardziej złożony przykład zastosowania logiki rozmytej.

Jak zasoby Cyfronetu wspomogły Pana pracę nad rozprawą doktorską?

By przetestować nowe idee z wykorzystaniem prototypowych urządzeń optoelektronicznych, których działanie opierałoby się na logice wielowartościowej oraz wybranych aspektach inżynierii neuromorficznej, pracujemy również nad nowymi materiałami hybrydowymi. Aby lepiej zrozumieć zjawiska odpowiedzialne za ich właściwości oraz przewidzieć modyfikacje wymagane do uzyskania określonych parametrów, posługujemy się modelowaniem DFT, metodami kwantowo-mechanicznymi i innymi metodami numerycznymi. Im bardziej skomplikowany system rozpatrujemy, tym większej ilości zasobów wymagają obliczenia. Stąd, aby uzyskać wynik w skończonym czasie, zaistniała potrzeba zastosowania superkomputerów Cyfronetu.

Jakich porad udzieliłby Pan przyszłym i obecnym uczestnikom studiów doktoranckich?

By podchodzili do wybranej przez siebie dziedziny z pasją i czerpali radość z tego, co robią. To bardzo ważne dla kreatywności. Warto też mieć otwarty umysł – inspiracja może nadejść z nieoczekiwanej strony.



Symulacja próby odtworzenia połączeń nerwowych (po prawej) za pomocą nanokompozytu (po lewej)