

I na koniec idea komputerów kwantowych. Jak wiemy, proces obliczania polega na przypisaniu jednej liczbie (której odpowiada określona sekwencja tranzystorów w stanie 1 i 0) pewnej innej liczby. Zgodnie z mechaniką kwantową tranzystor jest jednak w stanie 1 bądź 0 jedynie z pewnym prawdopodobieństwem. Zmiana tego prawdopodobieństwa w czasie opisana jest przez kwantowe równanie falowe, co oznacza, że zachodzi np. zjawisko interferencji. W latach dziewięćdziesiątych

dowodzono, że wiele algorytmów byłoby wykonywanych znacznie szybciej przez komputery kwantowe. Znanym przykładem jest znajdowanie podzielników liczby o N cyfrach. Czas t tego poszukiwania rośnie wykładniczo z liczbą cyfr w przypadku komputerów klasycznych, $t \sim a^N$, a potęgowo dla algorytmów kwantowych, $t \sim N^b$; gdzie stałe a, b są większe od 1. Podstawową trudnością przy budowie komputera kwantowego są zewnętrzne zaburzenia, które w sposób przypadkowy wpływają na ewolucję jego stanu.

Aktualności (nie tylko) fizyczne

Co robi komputer? Nazwa wskazywałaby, że liczy, ale większość współczesnych procesorów więcej czasu oczekuje na dane lub wyprowadza wyniki. Takie są skutki obcowania przyzwyczajonych komputerów z ludźmi. Kiedyś wybrańcy porozumiewali się z komputerami za pomocą przelączania kabelków, dziurek w papierze, klawiatury. Powiecie „przecież i teraz używa się klawiatury”. Tak, tylko, po pierwsze, istotnie inaczej, a po drugie, coraz rzadziej. Różnica polega na skutkach naciśnięcia klawisza. Teraz objawia się to pojawieniem się stosownego znaku na ekranie (dla młodszych Czytelników wyjaśniam, że wcale nie tak dawno żadnego ekranu nie było). To nie my jednak ten znak wyświetlamy, lecz komputer. Oczywiście, nadal występujemy w roli kapitana okrętu, który wydając komendę, oczekuje najpierw potwierdzenia jej zrozumienia (powtórzenia komendy poprzedzonej słowem „jest”), a następnie jej wypełnienia. Ale to marynarz, a nie kapitan potwierdza i wykonuje komendy. Gdyby pozostać przy tej morskiej analogii, to współczesnemu marynarzowi-komputerowi samo wykonywanie komend praktycznie nie zajmuje czasu (prawda, jaki szybki?). Całą uwagę skupia on na odgadywaniu życzeń swojego kapitana, a swój czas poświęca na wyszukane potwierdzanie i jeszcze bardziej wymyślne informowanie o skutkach wykonywanych poleceń. Czy to źle? Wcale tak nie uważam, choć tak jak was śmieszy mnie traktowanie go jak człowieka: „proszę państwa, komputer podpowiada mi, że państwo Dulscy wygrywają drugi talon na balon”. Bo, przynajmniej na razie, żaden komputer, nawet najlepiej to udający, nie myśli. Osobiście przychyliam się do zdania, że myślenie jest procesem kwantowym. Jeżeli tak, to myślące może będą kiedyś komputery kwantowe. A tu droga jeszcze bardzo daleka, choć coraz częściej pojawiają się doniesienia o kolejnych istotnych osiągnięciach. Pod koniec kwietnia społeczność naukowa dowiedziała się o dokonaniu Japończyków, którym udało się uzyskać pierwszy elektrycznie kontrolowany qubit w ciele stałym [1] (qubit to układ dający się w kontrolowany sposób wprowadzić w stan będący superpozycją dwóch stanów kwantowych). Wcześniej wprawdzie zbudowano działający, 2-qubitowy komputer (patrz *Delta* 6/1998), ale zastosowana technika, wykorzystująca cząsteczkę chloroformu, raczej nie da się przenieść na urządzenie o pojemności umożliwiającej realistyczne obliczenia. Nadzieje takie wiąże się natomiast właśnie z qubitami w ciele stałym.

Czy należy się więc spodziewać spełnienia marzeń (ostrzeżeń) fantastów o myślących maszynach? Nie znam odpowiedzi na to pytanie. Wiadomo natomiast, że – pomimo olbrzymiego postępu neurologii – nadal bardzo mało wiemy o procesach, które nam samym pozwalają myśleć. Nie do końca wiadomo nawet, jak przebiega przekazywanie sygnałów pomiędzy neuronami. Ich połączenia są w tkankach skomplikowane w stopniu uniemożliwiającym rozszyfrowanie zachowania naturalnych sieci neuronowych.

A gdyby tak zbudować sztuczną sieć z naturalnych neuronów i połączyć ją z układem scalonym? Czy nie w tym kierunku ewoluje nasz sposób komunikowania się z komputerami? Możemy już z nimi porozumiewać się głosem, wirtualna rzeczywistość oszukuje (wspomaga) nasze zmysły, dlaczego nie pójść dalej i po prostu ich (zmysłów) nie zastąpić wyspecjalizowanymi urządzeniami? Czy możliwe jest skonstruowanie protezy słuchu, wzroku, rdzenia kręgowego? Prace nad protezami neurologicznymi, działającymi na zasadzie bezpośredniego stymulowania systemu nerwowego w celu odzyskania słuchu, wzroku czy zdolności ruchowych, są bardzo zaawansowane. Istnieją działające urządzenia pozwalające na zgrubne przywrócenie utraconych zmysłów [2]. Sukcesy te zawdzięczamy jednak stymulowaniu całych grup neuronów. Połączenie pojedynczego neuronu z elektroniką czy wytworzenie sztucznej sieci z prawdziwych neuronów jest trudniejsze, ale i tu notuje się coraz więcej osiągnięć [3]. Udało się już uzyskać proste, działające sieci na sztucznych powierzchniach za pomocą przyciągającej neurony substancji DETA. Po pokryciu powierzchni kulturą, zawierającą neurony pochodzące z hipokampu szczurów, naukowcy zaobserwowali, jak komórki nerwowe najpierw migrują do przygotowanego dla nich miejsca, a następnie rozwijają połączenia synaptyczne wzdłuż ścieżek wytyczonych za pomocą DETA. Niestety, nie mogą już dalej snuć rozważań nad rysującą się przyszłością cyborgów, bo mój komputer kopie mnie w kostkę, dając do zrozumienia, że na tej stronie już nic więcej się nie zmieści.

Piotr ZALEWSKI

- [1] Y. Nakamura, Yu. A. Pashkin i J. S. Tsai, *Coherent control of macroscopic quantum states in a single-Cooper-pair box*, *Nature* **398** (1999) 786.
- [2] R. S. Service, *Bypassing Nervous System Damage With Electronics*, *Science* **284** (1999) 579.
- [3] R. S. Service, *Neurons and Silicon Get Intimate*, *Science* **284** (1999) 578.