

REWOLUCJA KWANTOWA CORAZ BLIŻEJ

Kiedy komputery kwantowe trafią w końcu na rynek, na naszych oczach może dokonać się technologiczna rewolucja porównywalna z upowszechnieniem się komputerów osobistych, czy powstaniem Internetu. Dlatego największe firmy na świecie, ale także najsilniejsze państwa, nie szczędzą sił i środków, żeby zdobyć w tej perspektywicznej dziedzinie dogodną pozycję. W tej globalnej rywalizacji udział chcą wziąć także polskie firmy.

Poszukiwaniem sposobów na wykorzystanie zjawisk kwantowych w technologiach komputerowych zajmują się obecnie najbardziej zaawansowane ośrodki naukowe na świecie. O ile jeszcze parę lat temu pomysł stworzenia „kwantowego komputera” był domeną głównie teoretycznych rozważań naukowców, o tyle obecnie najwięksi technologiczni gracze na globalnym rynku oraz najsilniejsze państwa inwestują ogromne sumy w pracę nad konkretnymi rozwiązaniami.

Anna Kamińska, ekspert technologicznej firmy Creotech Instruments S.A., wyjaśnia że przyczyną tego przyspieszenia jest wielki postęp, jaki został osiągnięty w fizyce w zakresie kontroli i odczytu właściwości stanu kwantowego pojedynczych atomów, czy nawet cząstek elementarnych.

Stan kwantowy, zwany spinem, jest idealnym kandydatem z „kwantowego świata” do pełnienia roli kubitów, czyli jednostki informacji kwantowej. Kubit w komputerach kwantowych ma stać się następcą bitu. Gdy odczytujemy tzw. rzut kwantowego spinu, to może on przyjąć wartości ‘w górę’ lub ‘w dół’, co odpowiada wartościom 0 lub 1 znanym nam z systemu binarnego. Tu jednak analogia z klasycznym komputerem się kończy. W trakcie działania komputera kwantowego wykorzystywane mogą być bowiem stany mieszane, „trochę 0 i trochę 1”, co zmienia zupełnie naturę i dostępną moc obliczeniową maszyny.

dr Anna Kamińska, Creotech Instruments S.A.

Kwantowy wyścig zbrojeń

Zaawansowane badania nad komputerami kwantowymi prowadzą obecnie duże i renomowane firmy. Zaledwie kilka tygodni temu Google pochwalił się zbudowaniem procesora 72-kubitowego, natomiast IBM testuje już własny prototyp komputera 50-kubitowego. Swoje własne inwestycje i badania prowadzi Microsoft, Intel i Airbus. Mamy więc do czynienia z globalnym wyścigiem.

Tak wielkie zainteresowanie biznesu nie powinno dziwić jeśli weźmiemy pod uwagę przewidywaną skalę nadchodzącej rewolucji związanej z komercyjnym wykorzystaniem zjawisk kwantowych. Wdrożenie na rynek komputerów kwantowych zdecydowanie usprawni rozwiązywanie pewnych klas problemów obliczeniowych. Otworzy to zupełnie

nowe możliwości w analizowaniu wielkich zbiorów danych (big data), w metodach uczenia maszynowego (machine learning), rozpoznawania wzorców (pattern recognition) oraz w modelowaniu procesów w fizyce, chemii, biologii i medycynie. Takie możliwości obliczeniowe znajdują również ważne zastosowania w bezpieczeństwie narodowym, finansach i cyberbezpieczeństwie.

Mówimy więc o rozwiązaniach, których długoterminowego wpływu na codzienne życie każdego z nas nie jesteśmy sobie w stanie nawet wyobrazić. Tego rodzaju technologiczne rewolucje nie zdarzają się codziennie i przyjęto nazywać je innowacjami radykalnymi (ang: disruptive innovations) ponieważ w sposób radykalny zmieniają całe gałęzie gospodarki. Przykładem tego typu innowacji jest wprowadzenie na rynek komputerów osobistych, czy telefonów komórkowych i upowszechnienie się Internetu.

Jacek Kosiec, Dyrektor Programu Kosmicznego w Creotech Instruments S.A.

Badania nad komputerami kwantowymi są również coraz intensywniej wspierane ze środków publicznych. Z raportu „The Commercial Prospects for Quantum Computing”, wydanego w 2016 roku przez Networked Quantum Information Technologies wynika, że w latach 2010-2016 na inwestycje w rozwój technologii komputerów kwantowych w USA przeznaczono ponad 200 mln dolarów. Podobne kwoty wydane zostały na ten cel przez organizacje publiczne w Kanadzie i w Singapurze. W Europie w tym samym czasie, w inwestycjach w badania nad komputerami kwantowymi prym, wiodła Wielka Brytania, z wydatkami sięgającymi 63 mln dolarów oraz Holandia, która przeznaczyła na ten cel 50 mln dolarów.

Od 2016 roku Unia Europejska także posiada własną politykę w tym zakresie i jej elementem jest Quantum Technology Flagship. W ramach tej unijnej inicjatywy, której budżet przekracza miliard euro, powstawać mają konkretne rozwiązania, bazujące na zjawiskach kwantowych, związane z komunikacją i transmisją danych, realizacją skomplikowanych obliczeń i symulacji oraz diagnostyką.

Rodzący się nowy rynek

Choć komercyjne komputery kwantowe jeszcze nie istnieją, firmy zajmujące się badaniami rynku już biorą je pod uwagę w swych analizach. Przykładowo Market Research Media przewiduje, że wartość rynku komputerów kwantowych przekroczy 5 miliardów dolarów do roku 2020. Badania nad komputerem kwantowym prowadzone są w sposób wielotorowy i stymulują rozwój innych technologii.

Od czujników dla CERN do komputerów kwantowych

Ponieważ wykorzystanie zjawisk kwantowych w komputerach przyszłości wymaga zastosowania wyjątkowo precyzyjnych układów elektronicznych, firmy takie jak Creotech Instruments S.A., które specjalizują się w projektowaniu i produkcji elektroniki wysokiej niezawodności na potrzeby fizyki akceleratorowej, eksperymentalnych reaktorów termojądrowych i projektów kosmicznych chcą w tym perspektywnym rynku mieć swój udział.

Potrzeby szeroko rozumianego, rodzącego się ‘przemysłu kwantowego’ są w znacznej mierze zbieżne z potrzebami odbiorców naszej elektroniki wysokiej niezawodności. W kwantowych komputerach przyszłości ogromne znaczenie będą miały precyzyjne układy kontrolno-pomiarowe, które wykorzystywane będą do weryfikowania stanu oraz

sterowania całym urządzeniem. Nasza firma posiada ogromne doświadczenie w projektowaniu tego typu układów na potrzeby fizyki wysokich energii czy sektora kosmicznego. Budowa kompetencji w tej perspektywicznej, kwantowej, dziedzinie to jeden z ważnych kierunków rozwoju naszej spółki.

Jacek Kosiec, Dyrektor Programu Kosmicznego w Creotech Instruments S.A.

Firma Creotech Instruments S.A., dziś kojarzona głównie z projektami kosmicznymi, początkowo specjalizowała się w produkcji precyzyjnych elektronicznych urządzeń pomiarowych dla instytucji badawczych takich jak Instytut Badań Jądrowych CERN, czy niemiecki GSI. Do dziś ta dziedzina, obok projektów kosmicznych i usług bazujących na wykorzystaniu danych satelitarnych, stanowi istotną część biznesu spółki z Piaseczna.

Podobieństwa i wyzwania

Systemy kontrolno-pomiarowe dla komputerów kwantowych powinny, podobnie jak te dedykowane laboratoriom wysokich energii czy eksperymentalnym takomakom (reaktorom termojądrowym), cechować się wyjątkową precyzją i niezawodnością. Jednak 'przemysł kwantowy' tę, i tak wysoko zawieszoną poprzeczkę, podnosi jeszcze wyżej.

Testowane są różnorodne pomysły na kwantowy komputer. Naukowcy wykorzystują kubity oparte na pułapkach jonowych, kubity nadprzewodzące, kubity topologiczne, czy sieci optyczne. Każde z tych rozwiązań wymaga innych warunków otoczenia do pracy, innych temperatur, innych pól elektromagnetycznych, innych sposobów manipulowania kubitami. W związku z tym stworzenie możliwie uniwersalnego systemu kontrolno-pomiarowego wymaga zastosowania podejścia modułowego. Kolejnym wyzwaniem jest zapewnienie hiperkrótkiego czasu reakcji układu kontrolnego, przynajmniej o rząd wielkości krótszego niż ten wymagany w fizyce akceleratorowej. Znajdujemy się tu już naprawdę na granicach współczesnych możliwości technologicznych i spełnienie takich wymagań będzie efektem długiej i wielopoziomowej pracy inżynierskiej.

dr Anna Kamińska, Creotech Instruments S.A.

Ogrom zastosowań

Technologie kwantowe to jednak nie tylko komputery. Zjawiska kwantowe mogą znaleźć zastosowanie w znacznie prostszych układach, które w zamyśle badaczy będą w przyszłości służyć do modelowania i symulacji procesów, z których opisem nie są w stanie sobie poradzić klasyczne superkomputery. Trwają również badania nad prostymi komputerami – przekaźnikami kwantowymi, na bazie których można budować systemy komunikacji idealnie bezpiecznej. Elementy komunikacji kwantowej są już testowane na chińskim satelicie Micius, a chińskie władze chcą w najbliższych latach wprowadzić całą sieć bezpiecznej kwantowej komunikacji na swój użytek.

Efekty kwantowe w postaci przejść atomowych są już od dawna

używane w zegarach atomowych jako najdokładniejszy wzorzec czasu i częstotliwości, jakim dysponuje ludzkość. Jest on niezbędny np. do działania systemu GPS czy nawigacji na orbicie i w przestrzeni kosmicznej, ale też w tak 'przyziemnych' zastosowaniach jak sterowanie sieciami energetycznymi czy telekomunikacyjnymi.

dr Anna Kamińska, Creotech Instruments S.A.

Zdaniem ekspertki zwiększenie dokładności zegarów atomowych, nad którym pracują liczne laboratoria na świecie, otworzy nowe, ciekawe zastosowania, choćby w grawimetrii, czyli pomiarach pola grawitacyjnego Ziemi. Niezwykłą precyzję, jaką oferują technologie kwantowe, planuje się wykorzystywać również w różnego rodzaju czujnikach, w szczególności pola magnetycznego, gdzie osiągnięcie niespotykanej dotąd czułości wydaje się realne w ciągu najbliższych kilku lat.