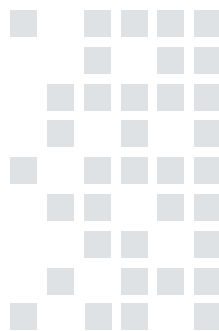


Wyścig w eksaskali

Najpotężniejsze superkomputery pozwalają modelować działanie broni jądrowej, projektować lepsze samoloty, odkrywać nowe materiały i tworzyć nieznane wcześniej substancje chemiczne i leki. Ich rosnącą rolę strategiczną odzwierciedla rozpoczęcie nowego etapu wyścigu w kategorii wydajności – tym razem w eksaskali, czyli szybkości liczonej w trylionach operacji na sekundę.

Według listy TOP500 najszybszym obecnie komputerem na świecie jest uruchomiona w 2022 r. maszyna o nazwie Frontier, działająca w Oak Ridge National Laboratory. Kosztowała co najmniej 600 mln dolarów, jednak jej możliwości przekraczają daleko to, co oferują starsze superkomputery. Frontier jest pierwszym superkomputerem działającym w eksaskali, a jego moc obliczeniowa przekracza jeden eksaflops. Skrót FLOPS (Floating Point Operations per Second) oznacza operacje zmiennoprzecinkowe na sekundę – to obecnie standardowa miara wydajności obliczeniowej komputerów. Eksaflops (EFLOPS) to zatem wydajność przekraczająca granicę trylionu (10 do potęgi 18) operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę.



Piotr Kościelniak
dziennikarz, popularyzator nauki

To wielkości wymykające się naszej normalnej, codziennej mierze rzeczy. „Gdyby każdy człowiek na Ziemi mógł wykonać jedno takie działanie na sekundę, wszystkim nam zajęłoby cztery lata, aby zrobić to, co ten komputer robi w jedną sekundę” – tłumaczy twórca listy TOP500, Jack Dongarra z Uniwersytetu Tennessee na łamach „MIT Technology Review”.

Przekroczenie granicy jednego eksaflopsa pozwoli prowadzić symulacje i obliczenia wcześniej nieosiągalne dla naukowców – od modelowania złożonych zjawisk związanych z klimatem, przez interakcje białek, obliczenia astrofizyczne, po rozwijanie możliwości sztucznej inteligencji, medycyny, transportu, energetyki i uzbrojenia. To jednocześnie ogromny impuls rozwojowy dla nauki i gospodarki. Analizy makroekonomiczne wskazują, że w USA każdy dolar zainwestowany w takie systemy przynosi 47 dolarów w zyskach lub oszczędnościach.

Nic dziwnego, że instalacjami takimi interesują się praktycznie wszyscy. Amerykanom depczą już po piętach Chiny, które mimo obowiązującego embarga na najnowsze technologie konstruują superkomputery o najwyższej wydajności. Budzi się również Europa, dostrzegająca znaczenie analizy danych i pragnąca budować własne („suwerenne”) instalacje. Wiele spośród projektowanych superkomputerów w eksaskali ma zostać oddanych do użytku w ciągu najbliższych 12 miesięcy. Dla wyścigu o dominację obliczeniową to właśnie 2024 r. będzie decydujący.

Mój komputer jest większy niż twój

Na swój sposób wyścig superkomputerów przypomina wyścig supermocarstw w kosmosie – tyle że liczą się w nim USA i Chiny, a nie Rosja. Inwestowane są miliardy dolarów, angażowani najzdolniejsi naukowcy, a megakorporacje walczą o prawo dostarczania podzespołów do najnowszych konstrukcji.

” *Co jeszcze bardziej upodabnia wojny eksaskalowe do podboju kosmosu to fakt, że uczestniczą w nim de facto państwa – i to w sytuacji, gdy raketami i pojazdami załogowymi już od dawna zajmują się w USA firmy prywatne.*

Na pierwszy rzut oka to zaskakujące – szarym skrzyńkom z procesorami daleko do chwały i sławy lotów w kosmos. W rzeczywistości jednak, pomijając kwestie dumy narodowej, superkomputery niosą ze sobą dziś równie istotne, a może nawet większe implikacje dla bezpieczeństwa

narodowego, energetycznego i postępu naukowego niż budowa komponentów stacji kosmicznych. To od szybkości obliczeń zależy, kto pierwszy odkryje możliwości egzotycznych materiałów, opracuje nowy typ akumulatora, skonstruuje mniejszy i wydajniejszy reaktor atomowy, stworzy bezpieczny algorytm szyfrowania.

Wiele superkomputerów zainstalowanych w ośrodkach administrowanych przez rządy państw pracuje obecnie nad symulacjami działania broni nuklearnej, co ponownie upodabnia wyścig eksaskalowy do wyścigu zbrojeń w latach 60. i 70. XX w. O ironio – przyczynił się do tego w 1996 r. Traktat o całkowitym zakazie prób z bronią jądrową (CTBT). Zamiast testować nowe rodzaje broni w warunkach rzeczywistych, naukowcy i wojskowi sięgnęli po symulacje. A do tych potrzebne były coraz szybsze superkomputery...

Najpotężniejsze superkomputery to również megaprojekty, choć nie projektują ich światowej sławy architektki ani nie ozdabiają artyści. Popatrzmy na maszynę o nazwie Summit, pięć lat temu najszybszy superkomputer świata, dziś wyprzedzony przez sześć innych maszyn. Dostarczony przez IBM superkomputer zainstalowany jest w Oak Ridge National Laboratory w Tennessee i należy do amerykańskiego Departamentu Energii. Zajmuje blisko 900 metrów kwadratowych, wymaga mocy 13 MW, 220 kilometrów bieżących okablowania, a przez jego układ chłodzenia przepływa 15 tys. litrów wody na minutę. Nic dziwnego – pracuje w nim 9216 procesorów IBM Power9 o 22 rdzeniach każdy, które wspierane są przez 27 648 procesorów Nvidia Tesla V100. Jego budowa zajęła cztery lata.

Budowa superkomputerów w nowej skali oznacza również ogromne koszty. Działający pod kontrolą amerykańskiego Departamentu Energii program ECP (Exascale Computing Project) zakładał na prace przygotowawcze (tzw. program PathForwards) sumę 258 mln dolarów. Koszty te podzieliły między siebie firmy AMD, Cray, HPE (Hewlett Packard Enterprise), IBM, Intel i Nvidia, co pokazuje, że wyzwanie budowy najszybszych komputerów świata traktowane jest raczej jako wyzwanie cywilizacyjne, narodowe niż jako kolejny projekt rynkowy.

Koszty to tylko część problemów, które pojawiają się podczas realizacji wyzwania w takiej skali. Architektura sieci, pamięci, magazynowanie danych, oprogramowanie systemu plików, zużycie energii, a nawet konkurencyjność kosztowa – wszystko to kwestie, które przy tej skali projektów trzeba rozwiązywać w zupełnie inny sposób niż przy mniejszych instalacjach.

„Wiele osób myśli, że budowanie superkomputerów to takie ćwiczenie w dziedzinie inżynierii sprzętowej, że jest to absolutnie trywialne. Ale istnieją pewne subtelnosci, z których te osoby nie zdają sobie sprawy. Na przykład jesteś administratorem systemu i w jakiś sposób zarządzasz

10 tysiącami węzłów. Czy masz ekran, który pokazuje, co się z nimi dzieje? W jaki sposób je porządkujesz, jak zarządzasz alertami? Jak zarządzasz działaniem systemu, w którym jest tyle informacji z każdego komponentu?” – tłumaczył Dave Turek z IBM w rozmowie z serwisem Data Centre Dynamics.

Frontier jest oficjalnie pierwszym eksaskalowym superkomputerem, jednak wrótce pokonają go dwie kolejne amerykańskie maszyny. Z pełną mocą mają ruszyć w 2024 r. Pierwsza to uruchomiona w czerwcu 2023 r. z częścią projektowanych zasobów Aurora w Argonne National Laboratory w stanie Illinois. Pierwszym zadaniem tego superkomputera będzie symulacja działania neuronów w mózgu człowieka – coś, co jeszcze do niedawna wydawało się nieosiągalnym celem ze względu na złożoność połączeń między neuronami. Drugim superkomputerem będzie El Capitan w Lawrence Livermore Laboratory w Kalifornii. Ta maszyna ma służyć do symulacji działania broni nuklearnej. Oficjalnie – aby utrzymać zdolności bojowe Stanów Zjednoczonych bez konieczności prowadzenia rzeczywistych testów takiej broni.

Przyczajony tygrys

Chiny zapowiedziały budowę własnego superkomputera nowej generacji w 2020 r., co dawałoby temu krajowi przewagę nad amerykańskimi konkurentami. Dziś wiadomo o co najmniej dwóch działających chińskich maszynach o tak dużej mocy obliczeniowej – Sunway TaihuLight w Narodowym Centrum Superkomputerowym w Wuxi i Tianhe-3 w Tiencin. Wcześniejsze wersje tych maszyn są uwzględniane w zestawieniu TOP500, jednak oczywiście z niższymi parametrami wydajności. Trzeci ma powstać (być może już powstał i działa) w Shenzhen.

Według „Financial Times”, o ile Amerykanie w tym roku chcą mieć trzy funkcjonujące superkomputery tej klasy, o tyle Chiny zamierzają dysponować aż dziesięcioma do końca 2025 r. Łączna moc obliczeniowa wszystkich chińskich maszyn ma w przyszłym roku przekroczyć 300 EFLOPS. Według sieci CNBC, obecnie szacunkowa łączna moc obliczeniowa chińskich superkomputerów to 190–200 EFLOPS. Wartość ta jest jednak szeroko dyskutowana przez ekspertów – nie potwierdzają jej na razie badania prowadzone na potrzeby TOP500.

Wątpliwości budzą również szacowane koszty takich inwestycji. Opierając się na przybliżonych kosztach budowy superkomputerów o wydajności przekraczającej 1 EFLOPS, takich jak Frontier czy El Capitan, dołożenie łącznej mocy obliczeniowej o wartości 100 EFLOPS wymagałoby nakładów o wartości od 30 do 50 mld dolarów.

Na nowej chińskiej strategii, ogłoszonej oficjalnie w październiku 2023 r., najbardziej skorzystają giganci, tacy jak

Alibaba i Tencent. Plan rządu obejmuje skupienie się na udoskonaleniach pamięci masowej i ulepszonej infrastrukturze transmisji danych oraz utworzenie dodatkowych centrów danych. Zmiany te mają kluczowe znaczenie dla usług przetwarzania w chmurze – domeny kluczowej dla AI.

Nie jest jeszcze jasne, jaki rodzaj sprzętu zostanie wykorzystany do zbudowania ponad 100 EFLOPS dodatkowej mocy obliczeniowej w tak krótkim czasie. Te problemy to efekt nałożonych przez Stany Zjednoczone sankcji, które nadwyrężyły chiński łańcuch dostaw technologii, szczególnie w zakresie dostępu do procesorów takich firm, jak AMD, Intel i Nvidia. Chociaż największy chiński producent półprzewodników SMIC (Semiconductor Manufacturing International Corporation) jest w stanie zbudować dość wyrafinowane procesory dla smartfonów, nie ma możliwości zbudowania tak zaawansowanych układów, jak te Intela czy Nvidii wykorzystywane do budowy węzłów superkomputerów. W rezultacie eksperci uważają, że amerykańskie sankcje, zwłaszcza te wpływające na dostęp do najwyższej klasy chipów dla AI i HPC (*High Performance Computing*), w przyszłości nadal będą stanowić istotne przeszkody dla Chin.

To również jedna z przyczyn, dla których Chińczycy nie chwalą się swoimi najnowszymi superkomputerami na liście TOP500. „Obawiają się kolejnych sankcji w obszarze technologii nakładanych na chińskie firmy i nie chcą ujawnić, ile takich superwydajnych maszyn mają już teraz do dyspozycji” – przyznał Jack Dongarra w rozmowie z „MIT Technology Review”.

Ten wzrost mocy obliczeniowej to nie tylko kwestia dumy narodowej. Rząd chiński uznaje kluczową rolę zaawansowanych obliczeń w różnych sektorach, zwłaszcza w finansach i edukacji. Sukcesy dotychczasowych przedsięwzięć w tym obszarze sugerują, że inwestycje Chin w infrastrukturę obliczeniową przyniosą znaczne zyski gospodarcze. Według analityków firmy Counterpoint każdy juan wydany na zwiększenie możliwości obliczeniowych kreuje zysk od trzech do czterech juanów.

Europa odrabia straty

W pierwszej dziesiątce najnowszego wydania listy TOP500 (dane z lutego 2024 r.) zmieściły się trzy maszyny ulokowane w Unii Europejskiej. Najszybsza jest LUMI (zmierzona wydajność to 309 petaflopsów) zbudowana kosztem blisko 150 mln euro w fińskim Kajaani przez HPE. Na liście TOP500 jest obecnie na piątym miejscu. Tuż za LUMI plasuje się Leonardo (238 PFLOPS) we włoskiej Bolonii, zbudowany przez francuską firmę Atos Leonardo. Co ciekawe, mimo niższej wydajności, jest o blisko 100 mln dolarów droższy niż LUMI. Na ósmym miejscu listy TOP500 znajduje się MareNostrum 5 (138 PFLOPS) ulokowany w Barcelonie.

» *Wszystkie te superkomputery zbudowane zostały w ramach europejskiego programu European High-Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU) – partnerstwa publiczno-prywatnego, którego celem jest rozwój nowych technologii związanych z przetwarzaniem danych. Publicznym partnerem w tym przedsięwzięciu jest również Polska. Program dysponuje budżetem w wysokości 7 mld euro na lata 2021–2027.*

Środki te zostały zadeklarowane w Wieloletnich Ramach Finansowych oraz programach Digital Europe i Horizon Europe. Początkowo europejski program zakładał ulokowanie finansowanych przez siebie ośrodków obliczeniowych w ośmiu krajach. Oprócz wspomnianych już Finlandii, Włoch i Hiszpanii, to również Bułgaria, Czechy, Luksemburg, Portugalia i Słowenia. W 2022 r. ogłoszono kolejnych pięć państw członkowskich, które zyskują dostęp do finansowania superkomputerów: Grecja, Węgry, Irlandia oraz Polska. Piątym krajem są Niemcy – i nie powinno być dla nikogo niespodzianką, że to właśnie tam powstanie pierwszy europejski superkomputer w eksaskali. Maszyna o nazwie JUPITER (*Joint Undertaking Pioneer for Innovative and Transformative Exascale Research*) ma działać w Forschungszentrum Jülich między Düsseldorfem i Akwizgranem. Również ten projekt ma zostać uruchomiony w 2024 r.

Polska w drugiej setce

Gdzie w tym wszystkim lokuje się Polska? Niestety – dość daleko.

Przed rokiem z wielką pompą uruchomiono w Centrum Kompetencji STOS w Gdańsku superkomputer Kraken. Ma służyć do prowadzenia prac nad rozwojem algorytmów sztucznej inteligencji, energetyką jądrową(!), medycyną, farmacją czy ochroną środowiska. Jego planowana moc obliczeniowa to 13,6 PFLOPS, co czyniłoby go najszybszym komputerem w Polsce i jednym z najszybszych w Europie. Według prognoz znalazłby miejsce w pierwszej setce listy TOP500.

Nawet jednak biorąc pod uwagę pojawienie się Krakena w jednym z kolejnych zestawień, pozycja Polski nie zmieni się znacząco. Wyścig w tej dziedzinie – i spodziewane korzyści naukowe i gospodarcze – możemy podziwiać z drugiego

rzędu. I nie dotyczy to tylko wyścigu potęg – USA i Chin, lecz również wyzwań w skali lokalnej – europejskiej.

Na liście z listopada 2023 r. (62. edycja) jeszcze Krakena nie ma. Według tego zestawienia do 500 najszybszych maszyn świat wchodzi tylko cztery polskie superkomputery. Najszybsza jest oddana do użytku w 2022 r. Athena (5,05 PFLOPS) w Akademickim Centrum Komputerowym Cyfronet AGH w Krakowie. Obecnie zajmuje ona 155. miejsce. Na 221. miejscu uplasował się Altair w Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym (PCSS) z wydajnością na poziomie 3,53 PFLOPS, a na 291. miejscu znalazł się kolejny superkomputer Cyfronetu – Helios (2,89 PFLOPS). Listę polskich maszyn w najnowszym wydaniu TOP500 zamyka Ares (miejsce 404 i wydajność 2,34 PFLOPS), także z ACK Cyfronet AGH. Oczywiście w Polsce działają również liczne mniejsze lub starsze superkomputery, które już nie mieszczą się na liście 500 najszybszych superkomputerów świata.

Po co nam ta moc

Wykorzystanie zasobów superkomputerów jest bardzo wysokie – na poziomie 90 proc. dostępnej mocy obliczeniowej. Opisywany Frontier pracuje z niemal pełną wydajnością 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu, a zadania od zespołów naukowych przyjmuje przez internet. Dane i modele przechowywane są lokalnie w magazynach o pojemności ok. 700 petabajtów, co jest odpowiednikiem mniej więcej półtora miliona dysków w dzisiejszych laptopach.

Co robi taki eksaskalowy superkomputer na co dzień? Na przykład Evan Schneider z Uniwersytetu w Pittsburghu wykorzystuje go do zbudowania komputerowego modelu Drogi Mlecznej o wystarczająco dużej rozdzielczości, aby umożliwić przybliżanie poszczególnych eksplodujących gwiazd. Oznacza to, że model musi reprezentować elementy naszej galaktyki z wielką dokładnością, np. otoczenie supernowych w skali ok. 10 lat świetlnych. Przekładając to na „ludzką” skalę: to wyzwanie na miarę stworzenia fizycznie dokładnego modelu puszkę piwa wraz ze znajdującymi się w niej pojedynczymi komórkami drożdży oraz wszystkimi interakcjami pomiędzy nimi.

Naukowcy korzystają również z mocy obliczeniowej superkomputera w eksaskali do symulacji kontrolowanej syntezy termojądrowej czy zachowania cząsteczek w koronie Słońca. Błędem byłoby jednak przekonanie, że super-

komputery rozwiązują problemy, które nie mają żadnego znaczenia dla codziennego życia zwykłych ludzi. Jednym z ich najczęstszych zastosowań jest modelowanie struktur chemicznych i biochemicznych, prowadzących do wytwarzania nowych materiałów czy kandydatów na nowe leki. Szczegółowe modelowanie pogody i zjawisk atmosferycznych pozwala natomiast precyzyjnie ocenić, w jaki sposób zmiany klimatu mogą wpływać na efektywność rolnictwa i całego przemysłu spożywczego.

Na superkomputerach prowadzone są także badania aerodynamiczne, materiałowe i hydrodynamiczne pozwalające konstruować lepsze skrzydła samolotów, czy kadłuby okrętów. Na przykład inżynierowie GE korzystają z mocy Frontiera do badania efektywności silników lotniczych. Już teraz uzyskano wyniki symulacji dotyczące rozmiaru i kształtu łopatek, które mogą całkowicie odmienić kształt silników odrzutowych i skrzydeł samolotów – będą bardziej efektywne energetycznie i cichsze. Wcześniej prowadzenie symulacji tego typu było niemożliwe, ponieważ superkomputery nie były w stanie odpowiednio modelować turbulencji (zaburzonego przepływu powietrza), których efekty mają decydujące znaczenie dla pracy silników lotniczych. Aby prowadzić takie badania, niezbędne było eksperymentowanie w tunelu aerodynamicznym. Superkomputer operujący w eksaskali jest w stanie przeprowadzić takie operacje w krótszym czasie i taniej.

Superkomputery wykorzystuje także Goodyear, projektując nowe mieszanki do opon oraz kształt bieżnika. Aby opracować i wprowadzić na rynek jeden model opony, firma wykonuje symulowane testy blisko 300 różnych prototypów. Analizy numeryczne wykonane przy użyciu superkomputerów umożliwiają szybsze opracowanie ostatecznego produktu oraz przetestowanie go, co przy użyciu konwencjonalnych metod byłoby niemożliwe lub dużo kosztowniejsze.

Co dalej?

Powstaje jednak pytanie, jak długo jeszcze możliwe będzie konstruowanie coraz szybszych superkomputerów przy użyciu obecnie dostępnych rozwiązań. Problemem jest bowiem konieczność wykorzystywania coraz większej liczby rdzeni (procesorów), zużywających coraz więcej energii i wymagających kosztownych (i nieekologicznych) instalacji chłodzenia oraz systemów do zarządzania, jak również nowych technologii przesyłania i składowania coraz większych ilości danych.

Naukowcy z Oak Ridge National Laboratory już myślą o kolejnej generacji superkomputerów – pięć razy wydajniejszych niż Frontier. Największym problemem nie są jednak pieniądze ani ograniczenia procesorów, ale kolosalne zużycie energii. Już Frontier zużywa jej tyle, że wystarczyłoby to do zasilania niewielkiego miasteczka, a około

4 proc. całego jej zużycia służy wyłącznie do... chłodzenia. To i tak lepszy wynik niż w przypadku maszyny wcześniejszej generacji – superkomputera Summit, który do 2020 r. był najszybszym na świecie (obecnie znajduje się na miejscu 7.). Summit zużywa 10 proc. całej energii wyłącznie na chłodzenie wody.

Gwałtowne przyspieszenie superkomputerów obiecuje jednak firma Tachyum. Twierdzi, że jej nowe procesory serii Prodigy zasilą projektowany obecnie superkomputer o mocy przetwarzania zbliżonej do 50 EFLOPS, czyli 25 razy szybszego niż budowane dziś superkomputery w rządowych ośrodkach badawczych w USA. Problem z zapowiedziami Tachyum polega jednak na tym, że procesorów Prodigy nikt nigdy nie widział – istnieją na razie tylko jako symulacje na innych komputerach.

Kwantowy przyływ

Wszystkie te problemy wokół kolejnych generacji superkomputerów opartych na konwencjonalnej architekturze błędną jednak wobec nowej technologii wyłaniającej się już zza horyzontu. Chodzi o komputery kwantowe, które już teraz zaczynają zdobywać pozycję na rynku komercyjnym. Działają one w zupełnie inny sposób niż maszyny wykorzystujące półprzewodnikowe układy scalone (więcej o takich konstrukcjach można przeczytać w magazynie „Domena” nr 3/2022). W największym skrócie – takie komputery obliczają wszystkie warianty w jednym cyklu, podczas gdy w klasycznym rozwiązaniu komputery liczą wszystko po kolei. Najważniejsze jest jednak to, że komputery kwantowe są w stanie rozwiązywać pewne kategorie problemów w czasie nieporównywalnie krótszym niż najpotężniejsze superkomputery o tradycyjnej architekturze.

Komputery kwantowe, ze względu na charakterystykę działania, mogą znacznie skrócić symulacje różnych wariantów złożonych systemów, np. w biologii i chemii, co przekłada się na jeszcze szybsze odkrycia w dziedzinie inżynierii materiałowej i lekowej. Mogą również posłużyć do optymalizacji procesów w logistyce, zarządzaniu i finansach, a także wprowadzić systemy uczenia maszynowego (tzw. sztucznej inteligencji) na niespotykany wcześniej poziom.

Najwięcej emocji komputery kwantowe wzbudzają jednak wśród ekspertów ds. cyberbezpieczeństwa. Ich wykorzystanie w praktyce oznacza, że dotychczasowe metody szyfrowania stosowane w przesyłaniu i przechowywaniu danych w jednej chwili okażą się nieskuteczne. Dlatego ich wprowadzenie może przynieść w sferze IT większą rewolucję niż internet czy AI. Oczywiście nie brakuje również sceptyków, którzy wskazują (słusznie) na problemy w konstruowaniu i utrzymywaniu sprawności takich maszyn, potencjalne błędy w kalkulacjach czy trudności z dopasowaniem znanych algorytmów do całkowicie nowej zasady działania komputerów kwantowych.

Obecnie takimi urządzeniami dysponują m.in. firmy: IBM, D-Wave, Intel, Google, Rigetti czy IQM. Interesują się nimi również sieciowi giganci, tacy jak Amazon, Microsoft czy Baidu. W tej chwili jednak komputery kwantowe traktowane są raczej jako dowód na poprawność idei niż pełnoprawny instrument prowadzenia badań. Od tego momentu dzielą nas jednak nawet nie lata, ale miesiące. Już w 2019 r. Google AI Quantum ogłosił, że komputer kwantowy rozwiązał zadany problem ok. 3 mln razy szybciej niż najszybszy wówczas superkomputer Summit. Rok później chińscy naukowcy opublikowali wyniki obliczeń z dziedziny fizyki, które zajęły komputerowi kwantowemu ok. 20 sekund. Konwencjonalny superkomputer potrzebowałby na ich ukończenie – twierdzili Chińczycy – 600 mln lat.

Technologiami kwantowymi interesują się również polscy naukowcy – prace takie prowadzone są od dłuższego czasu w Poznaniu. W listopadzie 2023 r. otwarto koperty

z ofertami w przetargu na dostawy komputera kwantowego dla Poznańskiego Centrum Superkomputerowo-Sieciowego w ramach inicjatywy finansowanej przez EuroHPC Joint Undertaking. Mogły w nim brać udział wyłącznie firmy z Europejskiego Obszaru Gospodarczego. Pierwsze dwa komputery kwantowe w ramach projektu EuroHPC JU – dla Francji i Niemiec – dostarczyła francuska firma Pasqal. W sumie do 2025 r. w Unii Europejskiej ma powstać sześć komputerów kwantowych finansowanych ze środków unijnych.

Jednocześnie jednak rząd wstrzymał dotacje w wysokości 200 mln zł na Centrum Nowych Technologii i Innowacji Politechniki Poznańskiej, gdzie również miały być prowadzone prace nad komputerem kwantowym, powołując się upolitycznienie decyzji o przyznawaniu wsparcia dla uczelni przez poprzednią ekipę. Trzeba mieć tylko nadzieję, że decyzja ta nie oznacza, że Polska ponownie, zamiast uczestniczyć w wyścigu, będzie się mu tylko przyglądać.

Lista TOP500

To najpoważniejszy i najszerzej uznawany ranking najszybszych komputerów świata. Powstał w 1993 r. jako odpowiedź na rosnące znaczenie superkomputerów i konieczność obiektywnego mierzenia ich wydajności. Służy do tego wzorcowy test Benchmark LINPACK opracowany przez Jacka Dongarrę z Uniwersytetu Tennessee, mierzący szybkość rozwiązywania równań liniowych, które odzwierciedlają standardowe zadania w pracach naukowych. Wynikiem jest liczba operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę, czyli FLOPS. Metoda ta zastąpiła starszy sposób szacowania wydajności, oparty na milionach instrukcji na sekundę, czyli MIPS, stosowany jeszcze w latach 70. ubiegłego wieku.

Ostateczny ranking oparty na tych testach kompilowany jest przez Jacka Dongarrę oraz Ericha Strohmaiera i Horsta Simona z National Energy Scientific Computing Center i Lawrence Berkeley National Laboratory. Rankingi publikowane są dwukrotnie w ciągu roku – w czerwcu na International Supercomputing Conference oraz w listopadzie podczas ACM/IEEE Supercomputing Conference. Dane w tym artykule odnoszą się do 62. edycji rankingu, opublikowanego oficjalnie 13 listopada 2023 r.

Lista, jak wskazuje nazwa, obejmuje 500 superkomputerów – nie obejmuje natomiast systemów rozproszonych, maszyn, na których nie można uruchomić testów LINPACK, ani też superkomputerów, których administratorzy nie chcą testować i oficjalnie ogłaszać wyników. Sam ranking jest publicznie dostępny na stronie top500.org.

Co ciekawe, wzrost wydajności superkomputerów zajmujących pierwsze miejsca na liście Top500 potwierdza prawdziwość słynnego prawa Moore'a, mówiącego o liczbie tranzystorów w układzie scalonym podwajającej się w równych odstępach czasu oraz wniosku z niego, że moc obliczeniowa komputerów podwaja się co 24 miesiące (w przypadku pierwszego miejsca na liście to w rzeczywistości 14 miesięcy).

Na danych prezentowanych na liście TOP500 opiera się inny ranking superkomputerów – lista Green500. Prezentuje ona efektywność energetyczną superkomputerów (GFLOPS/waty). Obecnie najwydajniejszy pod tym względem jest superkomputer Henri, działający w amerykańskim Flatiron Institute. Innym sposobem oceny wydajności superkomputerów jest test wykorzystywany w rankingu Graph500.