

Architektura komputerów

Wykład 13

Superkomputery

Wojciech Kordecki

Collegium Witelona
Wydział Nauk Technicznych i Ekonomicznych
Zakład Informatyki

Semestr letni 2023/24



Szybkość

Szybkość jest wyrażana w liczbie operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę: xflops.

nazwa	jednostka	mnożnik
kiloFLOPS	kFLOPS	10^3
megaFLOPS	MFLOPS	10^6
gigaFLOPS	GFLOPS	10^9
teraFLOPS	TFLOPS	10^{12}
petaFLOPS	PFLOPS	10^{15}
exaFLOPS	EFLOPS	10^{18}
zettaFLOPS	ZFLOPS	10^{21}
yottaFLOPS	YFLOPS	10^{24}



Benchmark LINPACK (1)

The LINPACK Benchmarks are a measure of a system's floating-point computing power. Introduced by Jack Dongarra, they measure how fast a computer solves a dense $n \times n$ system of linear equations $Ax = b$, which is a common task in engineering. LINPACK 100 is very similar to the original benchmark published in 1979 along with the LINPACK users' manual. The solution is obtained by Gaussian elimination with partial pivoting, with $(2/3)n^3 + 2n^2$ floating-point operations where $n = 100$, the order of the dense matrix A that defines the problem. Its small size and the lack of software flexibility doesn't allow most modern computers to reach their performance limits. However, it can still be useful to predict performances in numerically intensive user written code using compiler optimization.



Benchmark LINPACK (2)

LINPACK 1000 can provide a performance nearer to the machine's limit because in addition to offering a bigger problem size, a matrix of order 1000, changes in the algorithm are possible. The only constraints are that the relative accuracy can't be reduced and the number of operations will always be considered to be $(2/3)n^3 + 2n^2$, with $n = 1000$.

https://en.wikipedia.org/wiki/LINPACK_benchmarks



Co to jest *supekomputer*?

Superkomputer – komputer znacznie przewyższający możliwościami powszechnie używane komputery, w szczególności dysponujący wielokrotnie większą mocą obliczeniową. Określenie to pojawiło się w latach sześćdziesiątych w odniesieniu do komputerów produkowanych przez CDC i później przez przedsiębiorstwo Cray. Były one produkowane w dziesiątkach egzemplarzy i kosztowały po kilka milionów dolarów. Współcześnie większość superkomputerów to pojedyncze egzemplarze, zaprojektowane i wyprodukowane na zamówienie, zazwyczaj z seryjnie produkowanych procesorów i innych podzespołów. Koszty ich produkcji sięgają miliarda dolarów.

Źródło w tym i następujących slajdach o komputerach Cray:

Wikipedia



Komputery Cray

Cray – marka superkomputerów produkowanych przez firmę Cray Research. Nazwa pochodzi od nazwiska konstruktora komputerów Seymoura Craya, który projektował superkomputery przez ponad 20 lat, pracując i zakładając firmy, które je produkowały i sprzedawały.

Firmy:

- Cray Research (1972–2000; częściowo przejęty przez SGI w 1996 roku)
- Cray Computer Corp. (1988–1995)
- Cray Inc. (2000–do teraz; powstała przez połączenie Tera Computers i Cray Research)

<http://www.cray.com>



Cray-1

Superkomputer zaprojektowany w Cray Research. W skład zespołu projektantów wchodził Seymour Cray, który był twórcą technologii rejestrów wektorowych.

Pierwszy system Cray-1 został zainstalowany w Los Alamos National Laboratory w 1976.

Cray-1 wykorzystywał procesor wektorowy i zawierał 200 000 specjalizowanych układów ECL. CRAY-1A posiadała 12,5-nanosekundowy okres zegara (80 MHz), 8 rejestrów wektorowych zawierających po 64 słowa oraz 1 milion 64-bitowych słów szybkiej pamięci (8 MB RAM). Mógł wykonywać ponad 80 milionów operacji zmiennopozycyjnych na sekundę (80 MFLOPS). Później ustanowił rekord szybkości na poziomie 133 MFLOPS. Sprzedano około 80 komputerów Cray-1, kosztujących od 5 do 8 milionów USD.



Cray X-MP

Superkomputer zaprojektowany, produkowany i sprzedawany przez Cray Research. Był pierwszym komputerem wieloprocessorowym zbudowanym w Cray Research i był najszybszym komputerem na świecie w latach 1983–1985. Główny projektant komputera – Steve Chen.

Okres zegara wynosił 8,5 nanosekundy. Wydajność około 55 MFLOPS na procesor i 235 MFLOPS dla komputera. Procesory posiadały wsparcie dla łańcuchowania potoków, równoległe potoki arytmetyczne i dostęp do pamięci współdzielonej poprzez kilka portów na procesor.

Cray X-MP był sprzedawany z 1 do 4 procesorów i z 1 do 16 megasłów (8–128 MB) głównej pamięci RAM.



Cray-2

Superkomputer z procesorami wektorowymi, zaprojektowany i oferowany przez Cray Research od początku 1985 roku. Zastąpił Cray X-MP, który do tego czasu był najszybszym komputerem na świecie. Cray-2 został pokonany pod względem wydajności dopiero przez ETA-10G w 1990 roku.

Cray-2 był systemem wieloprocessorowym z pamięcią współdzieloną wykonanym w technologii ECL i układami z arsenku galu (GaAs). Składał się z prostego procesora pierwszoplanowego, który wykonywał zadania systemowe, obsługiwał zadania I/O oraz synchronizował pracę pozostałych elementów systemu i od 1 do 4 wektorowych procesorów drugoplanowych. Ponadto posiadał bardzo szybką pamięć współdzieloną.

Procesory drugoplanowe wykonywały właściwe obliczenia, a okres ich zegara wynosił 4,1 nanosekundy (244 MHz).

Następcą komputera Cray-2 został Cray X1, oferowany przez Cray Inc.



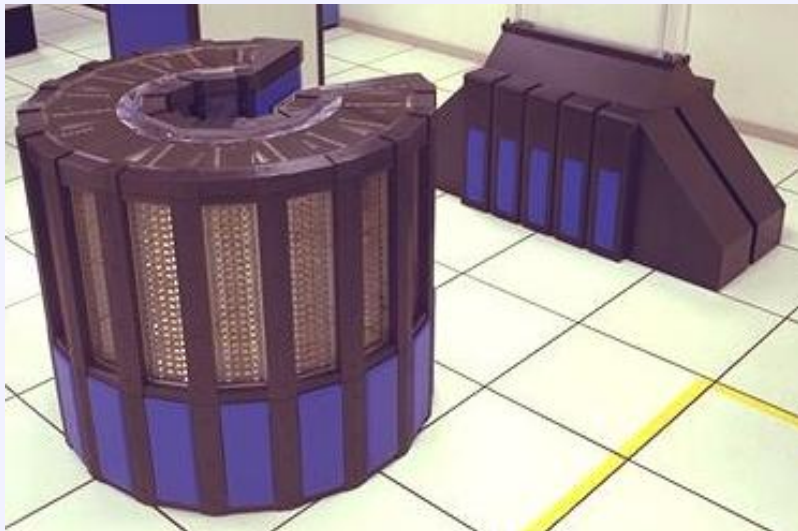
Cray-1 – wygląd



Cray X-MP – wygląd



Cray-2 – wygląd



Superkomputer *Bem*

Bem – superkomputer, klaster znajdujący się we Wrocławskim Centrum Sieciowo-Superkomputerowym (WCSS) o mocy obliczeniowej 640 TFLOPS.

Klaster został uruchomiony 25 czerwca 2015 na Politechnice Wrocławskiej. Składa się z 724 połączonych serwerów Actina przy 1600 procesorach Intel Xeon posiadających ponad 17 tysięcy rdzeni o łącznej mocy obliczeniowej 640 TFLOPS oraz 46.5 TB pamięci operacyjnej.

Klaster wykorzystuje tysiąc dysków twardych zapisując dane z prędkością 60 GB/s. Pobór mocy Bema wynosi 240 kW, jego chłodzenie odbywa się poprzez zasysanie zimnego powietrza z zamontowanych na dachu trzech agregatów wody lodowej.

Źródło: Wikipedia

<http://www.intel.pl/content/www/pl/pl/processors/xeon/xeon-processor-e7-family.html>



Superkomputer *Bem* c.d.

Klaster wykorzystuje tysięcy dysków twardej zapisując dane z prędkością 60 GB/s. Pobór mocy Bema wynosi 240 kW, jego chłodzenie odbywa się poprzez zasysanie zimnego powietrza z zamontowanych na dachu trzech agregatów wody lodowej.



Klaster otrzymał swoją nazwę na cześć profesora Daniela Bema, zmarłego w 2014 założyciela WCSS.

W momencie uruchomienia Bem był na 135. miejscu na liście najszybszych superkomputerów świata TOP500

Źródło: Wikipedia



Bem – parametry klastra (1)

- węzeł dostępowy dla użytkowników lokalnych KDM WCSS: bem.wcss.pl,
- węzeł dostępowy dla użytkowników PL-Grid: ui.wcss.pl,
- 688 węzłów obliczeniowych 24-rdzeniowych z 64 GB pamięci oper. (Intel Xeon E5-2670 v3 2.3 GHz, Haswell),
- 32 węzły obliczeniowe 24-rdzeniowe ze 128 GB pamięci oper. (Intel Xeon E5-2670 v3 2.3 GHz, Haswell),
- 182 węzły obliczeniowe 28-rdzeniowe ze 128 GB pamięci oper. (Intel Xeon E5-2697 v3 2.6 GHz, Haswell),
- 10 węzłów obliczeniowych 28-rdzeniowych z 512 GB pamięci oper. (Intel Xeon E5-2697 v3 2.6 GHz, Haswell),
- 22 656 rdzeni obliczeniowych,
- 74.6 TB pamięci RAM,



Bem – parametry klastra (2)

- przestrzeń na katalogi domowe użytkowników: 50 TB NFS,
- przestrzeń tymczasowa: 1,1 PB Lustre,
- sieć obliczeniowa: Infiniband FDR, przepływność 56 Gbps (topologia fat-tree, współczynnik blokowania 3:1),
- sieć zarządzania: Ethernet 1G/10G,
- system operacyjny: Linux CentOS 6,
- moc obliczeniowa: 860 TFLOPS.

KDM – Komputery dużej mocy:

<http://kdm.wcss.wroc.pl/wiki/Bem>



Superkomputer *Prometheus* – 2015

Superkomputer zainstalowany w 2015 w Akademickim Centrum Komputerowym Cyfronet Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, w kwietniu 2015 był najszybszym superkomputerem w Polsce z wydajnością niemal 1.7 biliarda operacji na sekundę. W drugiej połowie 2015 moc obliczeniowa została powiększona do wartości 2.35 PFlopa (wydajność teoretyczna).

<http://www.agh.edu.pl/osiagniecia/info/article/prometheus-38-na-swiecie-polski-superkomputer-najwyzej-w-h>



Superkomputer *Prometheus* – 2018

W zestawieniu TOP500, prezentującym najpotężniejsze komputery świata, które zostało opublikowane 19 czerwca 2017 r., najszybszy polski superkomputer Prometheus zajął 71 miejsce.

W roku 2018 polski superkomputer Prometheus zajął wysokie 103 miejsce.

<https://www.agh.edu.pl/osiagniecie/info/article/prometheus-na-103-miejscu-w-najnowszym-zestawieniu-top500/>



Superkomputery w Polsce 2017

- 71 – Akademickie Centrum Komputerowe Cyfronet AGH, Prometheus (2349 Tflops),
- 131 – Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe, Hetman (1372 Tflops),
- 135 – Centrum Informatyczne Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej PG, Tryton (1413 Tflops),
- 161 – Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego UW, Okeanos (1082 Tflops),
- 275 – Wrocławskie Centrum Sieciowo Superkomputerowe PWr, Bem (860 Tflops),
- 490 – Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego UW (591 Tflops).



Superkomputery w Polsce 2018

- 131. Prometheus (Cyfronet - AGH, Kraków), 1.67 PFLOPs,
- 414. EAGLE (Poznań), 1 PFLOPs,
- 419. Tryton (Gdańsk), 1 PFLOPs,
- 478. Okeanos (Warszawa), 0.9 PFLOPs.



Superkomputery w Polsce 2021

- ALTAIR (PCSS w Poznaniu),
- Ares (Cyfronet AGH w Krakowie),
- Tryton Plus (CI TASK w Gdańsku).



Superkomputery w Polsce 2022

W centrum przetwarzania danych Akademii Górniczo-Hutniczej we wtorek 4 października 2022 r. oficjalnie uruchomiono superkomputer Athena. To obecnie najwydajniejsza jednostka działająca w Polsce, oferująca teoretyczną moc obliczeniową dochodzącą do 7.71 PetaFLOPS i nawet do 240 PetaFLOPS dla obliczeń związanych ze sztuczną inteligencją.

W superkomputerze znalazło się 48 serwerów z 6 tys. 144 procesorami AMD Epyc 7742 (łącznie 47 tys. 616 rdzeni), które są wspierane przez 384 akceleratory obliczeniowe Nvidia A100 40 GB. Dla zapewnienia wysokiej przepustowości zastosowano połączenia Infiniband 4x 200 Gb/s, a dane zapisywane są na macierzach dyskowych korzystających z interfejsu NVMe.

Źródło: Komputer Świat



Superkomputery w Polsce 2023

Aktualizacja: 16.11.2023

Trzy superkomputery pracujące w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie znalazły się w tegorocznym światowym rankingu TOP500 Superkomputerów. Helios – jednocześnie najszybsza tego typu maszyna w Polsce – zajmuje 155 miejsce, Athena – 291, zaś Ares – 404 miejsce.

Źródło: wnp.pl



Superkomputery w Polsce 2024

Aktualizacja: 13.02.2024

Główna część kosztującego 86 mln zł superkomputera Helios składa się z pięciu podwójnych szaf. Każda taka szafa waży ponad tonę i jest naszpikowana nowoczesną technologią. Projekt ten jest oparty na dokładnie tej samej platformie, którą użyto do zbudowania najszybszego superkomputera świata (Frontier) i najszybszego superkomputera Europy (Lumi).

(...) 784 96-rdzeniowe procesory AMD Epyc najnowszej generacji (w sumie 75264 rdzenie) i 440 superczipy Nvidia GH200.

Źródło: [Komputer Świat](#)



Do czego służą superkomputery?

Ważnym pytaniem jest, kiedy superkomputery wykazują zdecydowaną przewagę na „zwykłymi”, choć szybkimi komputerami.

Jedną z wymaganych cech, która ma wpływ na architekturę superkomputerów, jest możliwość równoległych obliczeń.

Przykład. Nieco sztuczny, ale ilustrujący zagadnienie. Obliczmy wyznaczniki, korzystając tylko z ich definicji, bez żadnych dodatkowych algorytmów.



Wyznacznik

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ & & \dots & \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} = \sum (-1)^s a_{1i_1} a_{2i_2} \dots a_{ni_n},$$

gdzie sumowanie przebiega po wszystkich permutacjach ciągu (i_1, i_2, \dots, i_n) , $s = 1$ lub $s = -1$, w zależności od parzystości permutacji.



Obliczanie równoległe wyznacznika

Wszystkich permutacji ciągu n -elementowego jest
 $n! = n(n - 1) \dots 2 \cdot 1$.

Komputer mający więc $n!$ procesorów może obliczać równocześnie
wszystkie iloczyny równocześnie.

Wniosek (nieco pesymistyczny): superkomputer mający ponad
40 000 rdzeni mógłby obliczyć w ten sposób wyznacznik stopnia
ósmego, bo $8! = 40320$

Potem trzeba te iloczyny dodać!



Obliczanie równoległe wyznacznika

Wszystkich permutacji ciągu n -elementowego jest
 $n! = n(n-1) \dots 2 \cdot 1$.

Komputer mający więc $n!$ procesorów może obliczać równocześnie wszystkie iloczyny równocześnie.

Wniosek (nieco pesymistyczny): superkomputer mający ponad 40 000 rdzeni mógłby obliczyć w ten sposób wyznacznik stopnia ósmego, bo $8! = 40320$

Potem trzeba te iloczyny dodać!

Dla porównania wyznacznik stopnia trzeciego obliczymy (6 iloczynów) wg reguły Sarrusa na kartce w jedną chwilę



Architektura superkomputerów

Blue Gene – architektura superkomputerów rozwijana przez IBM we współpracy z Lawrence Livermore National Laboratory oraz Departamentem Energii USA. Obecnie istnieją trzy generacje tej architektury: BlueGene/L, BlueGene/P oraz BlueGene/Q.

Projektowi Blue Gene został w 2009 przyznany National Medal of Technology.

https://pl.wikipedia.org/wiki/Blue_Gene



Konstrukcja superkomputerów

Architektura i projekt.

[FR] Florian Rappl. *Construction of a Supercomputer – Architecture and Design*. 23 Apr 2016:

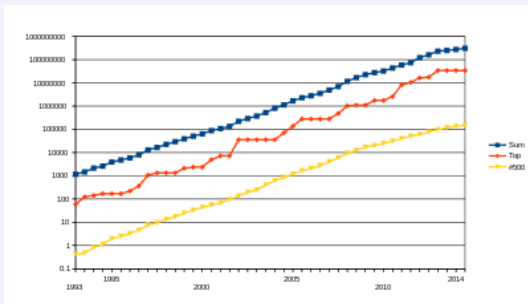
[https://www.codeproject.com/Articles/1091462/
%2FArticles%2F1091462%
2FConstruction-of-a-Supercomputer-Architecture-and-D](https://www.codeproject.com/Articles/1091462/%2FArticles%2F1091462%2FConstruction-of-a-Supercomputer-Architecture-and-D)

Artykuł [FR] jest poświęcony superkomputerowi QPACE 2:

<https://en.wikipedia.org/wiki/QPACE>
<https://en.wikipedia.org/wiki/QPACE2>



Wzrost mocy obliczeniowej (1)

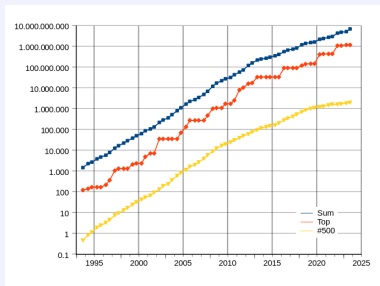


Wykładniczy wzrost mocy obliczeniowej superkomputerów w latach 1993-2014 na podstawie strony www.top500.org (2014). Na osi pionowej podana jest moc obliczeniowa w GFLOPS.

- Suma mocy obliczeniowej 500 najszybszych superkomputerów
- Najszybszy superkomputer na świecie
- Superkomputer na 500 miejscu



Wzrost mocy obliczeniowej (2)



Wykładniczy wzrost mocy obliczeniowej superkomputerów od roku 1993 – na podstawie strony

<https://pl.wikipedia.org/wiki/TOP500> (2024).

Na osi pionowej podana jest moc obliczeniowa w GFLOPS.

- Suma mocy obliczeniowej 500 najszybszych superkomputerów
- Najszybszy superkomputer na świecie
- Superkomputer na 500 miejscu



Ciekawy problem

Porównać moc obliczeniową superkomputera Cray-1 z mocą obliczeniową współczesnego (co to znaczy współczesnego?)

- typowego komputera stacjonarnego,
- popularnego laptopa,
- popularnego tabletu,
- niedrogiego smartfona.



Planowane superkomputery – rok 2017

Departament Energii Stanów Zjednoczonych zamówił dwa superkomputery, które mają rozpocząć działanie w 2017 roku: Summit, o mocy obliczeniowej 150-300 PFLOPS, oraz Sierra, o mocy obliczeniowej 100 PFLOPS.

Fujitsu zamierza wybudować do 2017 roku następcę K-computera, o mocy 100 PFLOPS.

Przy obecnym tempie rozwoju, pierwsze superkomputery o wydajności powyżej 1 eksaflops (10^{18} , trylion FLOPS) powinny zostać zbudowane około 2019 roku.

Według Intel Corporation, obecne tempo rozwoju będzie zachowane przynajmniej do 2029 roku, kiedy powstaną komputery o wydajności zettaflops (10^{21} , tryliard FLOPS).

Źródło: Wikipedia



TOP500 – 2017

50 ranking 11/2017:

- Sunway TaihuLight, Chińska Republika Ludowa
https://pl.wikipedia.org/wiki/Sunway_TaihuLight
- Tianhe-2, Chińska Republika Ludowa
- Piz Daint, Szwajcaria
- Gyoukou, Japonia
- Titan, USA



TOP 500 – 2022

Materiały internetowe.

Wikipedia:

https://en.wikipedia.org/wiki/TOP500#Top_500_ranking

Top 500 – listopad 2022:

<https://top500.org/>



TOP 500 – 2023

Aktualizacja: listopad 2023.

The 62nd edition of the TOP500 reveals that the Frontier system retains its top spot and is still the only exascale machine on the list. However, five new or upgraded systems have shaken up the Top 10.

- 1 FRONTIER – HPE CRAY EX235A, AMD OPTIMIZED 3RD GENERATION EPYC 64C 2GHZ, AMD INSTINCT MI250X, SLINGSHOT-11
- 2 AURORA – HPE CRAY EX – INTEL EXASCALE COMPUTE BLADE, XEON CPU MAX 9470 52C 2.4GHZ, INTEL DATA CENTER GPU MAX, SLINGSHOT-11
- 3 AURORA – HPE CRAY EX – INTEL EXASCALE COMPUTE BLADE, XEON CPU MAX 9470 52C 2.4GHZ, INTEL DATA CENTER GPU MAX, SLINGSHOT-11

<https://www.top500.org/system/180236/>



Teraźniejszość – superkomputery

Superkomputery Wikipedia



Teraźniejszość – superkomputery

Superkomputery Wikipedia

2016:

[Sunway TaihuLight](#) (Wuxi,ChRL) – moc obliczeniowa 93 PFLOPS.



Teraźniejszość – superkomputery

Superkomputery Wikipedia

2016:

[Sunway TaihuLight](#) (Wuxi, ChRL) – moc obliczeniowa 93 PFLOPS.

2018:

[Summit](#) (IBM, USA) – moc obliczeniowa 200 petaflopsów (200 PFLOPS). Pobiera 15 MW mocy.



Teraźniejszość – superkomputery

Superkomputery Wikipedia

2016:

[Sunway TaihuLight](#) (Wuxi, ChRL) – moc obliczeniowa 93 PFLOPS.

2018:

[Summit](#) (IBM, USA) – moc obliczeniowa 200 petaflopsów (200 PFLOPS). Pobiera 15 MW mocy.

2020:

[Fugaku](#), (Japonia, Fujitsu) – moc obliczeniowa 416 PFLOPS.



Teraźniejszość – superkomputery

Superkomputery Wikipedia

2016:

[Sunway TaihuLight](#) (Wuxi, ChRL) – moc obliczeniowa 93 PFLOPS.

2018:

[Summit](#) (IBM, USA) – moc obliczeniowa 200 petaflopsów (200 PFLOPS). Pobiera 15 MW mocy.

2020:

[Fugaku](#), (Japonia, Fujitsu) – moc obliczeniowa 416 PFLOPS.

2022:

[Frontier](#) (USA, Cray) – moc obliczeniowa 1102 PFLOPS.



Sunway TaihuLight (1)

Sunway TaihuLight - superkomputer o mocy obliczeniowej 93 PFLOPS, uruchomiony w 2016 roku w Wuxi w Chinach. W czerwcu 2016 roku znalazł się na pierwszym miejscu listy TOP500 – superkomputerów o największej mocy obliczeniowej na świecie, prześcigając wcześniejszego rekordzistę Tianhe-2, o mocy obliczeniowej 33 PFLOPS. Sunway TaihuLight utrzymywał ten rekord przez 2 lata, aż do 8 lipca 2018 roku, gdy IBM zaprezentowało swój Summit o mocy obliczeniowej 200 PFLOPS.



Sunway TaihuLight (2)

Koszty budowy Sunway TaihuLight wyniosły 1.8 miliarda juanów (273 miliony dolarów). Budowę i oprogramowanie sfinansowały w równych częściach: Rząd Chin, prowincja Jiangsu i miasto Wuxi. Komputer składa się z 40960 64-bitowych procesorów RISC SW26010, każdy zawierający 260 rdzeni i pracuje z częstotliwością 1.45 GHz. Daje to w sumie ponad 10 milionów rdzeni. Jego teoretyczna moc obliczeniowa wynosi 125 PFLOPS, a zmierzona testem LINPACK 93 PFLOPS. Sunway TaihuLight posiada 1.31 PB pamięci operacyjnej i wymaga do zasilania 15.4 MW.



Sunway TaihuLight (3)

Porównanie kosztu budowy do oficjalnych kosztów budowy Tianhe-2 (390 milionów dolarów) pokazuje, że zastosowanie własnej produkcji (oraz opracowania) procesorów okazało się dla Chin tańsze niż produktów Intel (Xeon). Prawdopodobnie chodziło jednak o uniezależnienie się od embarga na import procesorów zachodnich (poprzedni chiński superkomputer nie mógł być rozbudowany z tego powodu) oraz od importowania zachodniej elektroniki – Chińczycy w 2014 wydali na import elektroniki więcej niż na import ropy.



Superkomputer Summit

[https://en.wikipedia.org/wiki/Summit_\(supercomputer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Summit_(supercomputer))

<https://www.ibm.com/blogs/research/2018/06/summit/>



Superkomputer Frontier

- Miejsce: DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory.
- Strona: <https://www.olcf.ornl.gov/frontier/>.
- Liczba rdzeni: 8 730 112.
- Procesor: AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz.
- Rok instalacji: 2021.
- Linpack R_{max} : 1102 PFlops.
- Linpack szczytowy R_{peak} : 1686 PFlops
- Moc: 21 100 kW



Leonardo

Superkomputery w UE (2022)



Leonardo

Superkomputery w UE (2022)

W Bolonii we Włoszech w czwartek (24.11.2022) ruszył czwarty najszybszy komputer na świecie. Superkomputer Leonardo ma moc obliczeniową 250 petaflops, co oznacza, że jest w stanie wykonać 250 biliardów operacji na sekundę. Pod względem mocy w Unii Europejskiej wyprzedza go jedynie uruchomiony w czerwcu i znajdujący się w Finlandii superkomputer Lumi (moc obliczeniowa 309 petaflops).

Leonardo szczyt operacyjności ma osiągnąć na początku 2023 r.



Najszybsze superkomputery 2022

- 1 Frontier – HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE.
- 2 Supercomputer Fugaku – Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu.
- 3 LUMI – HPE Cray EX235a, AMD Optimized 3rd Generation EPYC 64C 2GHz, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE.
- 4 Leonardo – BullSequana XH2000, Xeon Platinum 8358 32C 2.6GHz, NVIDIA A100 SXM4 64 GB, Quad-rail NVIDIA HDR100 Infiniband, Atos.
- 5 Summit – IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM.



Jupiter (1)

Superkomputery w UE (2022)



Jupiter (1)

Superkomputery w UE (2022)

Zgodnie z opublikowaną w listopadzie tego roku listą TOP500, dwa unijne komputery znalazły się na trzecim i czwartym miejscu w rankingu najszybszych komputerów na świecie, na drugim znalazła się Japonia, na pierwszym – Stany Zjednoczone. Do czasu. Bo pod koniec przyszłego roku najszybszy superkomputer na świecie uruchomiony ma zostać w Niemczech; Jupiter mieścić się będzie w Juelich w Nadrenii Północnej-Westfalii. Jak mówią eksperci, moc obliczeniowa ponad 1 tys. petaflops da mu pozycję zdecydowanego światowego lidera.



Jupiter (2)

Superkomputery w UE (2024)

W 2024 r. uruchomiony zostanie pierwszy eksaskalowy superkomputer w Europie, który według opinii ekspertów będzie najpotężniejszą jednostką tego typu na świecie. W założeniu ma umożliwić przeprowadzanie obliczeń i symulacji, które do tej pory były możliwe do wykonania wyłącznie na kilku maszynach znajdujących się w Stanach Zjednoczonych i Chinach.

Jednostka ma być oparta na niestandardowych chipach bazujących na architekturze ARM, spiętych w około 6 tys. węzłów obliczeniowych. Platforma wykorzysta superwydajne jednostki obliczeniowe Nvidia GH100, z rdzeniami CPU Nvidia Grace oraz układem graficznym Hopper. Każdy węzeł będzie liczył cztery zestawy superchipów GH200, czyli 288 rdzeni ARM.

Jak wskazuje Phillipe Notton z SiPearl, JUPITER ma szansę na pierwsze miejsce na liście TOP500.



Superkomputery i procesory ARM

Computerworld, Janusz Chustecki, 02.12.2016.

<https://www.computerworld.pl/news/>

[Powstaje-superkomputer-zawierajacy-procesory-Power-ARM-i-x406798.html](https://www.computerworld.pl/news/Powstaje-superkomputer-zawierajacy-procesory-Power-ARM-i-x406798.html)

https://atos.net/pl/2017/informacje-prasowe_2017_06_22/pl-pr-2017_06_22_01

<https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic3240643.html>



Superkomputer Fugaku (1)

Superkomputer Fugaku jest zbudowany na bazie procesorów Fujitsu A64FX. Te są oparte na architekturze ARMv8.2-A z dodatkami opracowanymi przez Fujitsu. Każdy z procesorów posiada aż 48 rdzeni obliczeniowych. Są one połączone po 12 sztuk w jednostkach nadrzędnych zwanych NUMA. Jak wynika z matematyki jeden procesor ma 4 NUMA, a każda z nich ma dodatkową pamięć cache L2 i dodatkowe rdzenie pomocnicze nieużywane w obliczeniach.

W superkomputerze Fugaku w czerwcu 2020 takich procesorów było 158 976. Teraz prawdopodobnie jest ich więcej.



Superkomputer Fugaku (2)

Na liście TOP500 miejsca od 1 do 4 zajmują komputery z procesorami bazującymi na architekturach innych niż wywodzące się z intelowskiego x86-64. Dwa miejsca za Fugaku z ARM okupują POWER9 IBM wsparte koprocesorami graficznymi Tesla V100 od Nvidii.

Częste użycie ARM w superkomputerach i osiągnięte przez nie wyniki świadczą o elastyczności tej architektury. Również na liście superkomputerów osiągających najwyższą wydajność z wata, te na ARM zajmują czołowe miejsca.



Unia europejska (1)

Creotech Instruments jako Spółka wchodząca w skład międzynarodowego konsorcjum, które zbuduje dla Unii Europejskiej 100-kubitowy komputer kwantowy do 2025 roku, podpisała umowę wykonawczą z Komisją Europejską na realizację pierwszej części tego projektu.

Zakontraktowana część prac jest pierwszym etapem programu objętego umową ramową, kolejnym celem będzie uzyskanie gotowości technologicznej do budowy 1000-kubitowego rozwiązania do 2029 roku. Zgodnie z zawartą umową budżet dla konsorcjum został ustalony na ok. 20 mln EUR, z czego dla Creotech Instruments przypada ok. 2.2 mln EUR. Umowa będzie realizowana do sierpnia 2026 roku.



Unia europejska (2)

Celem pierwszego etapu budowy dużego komputera kwantowego dla Unii Europejskiej jest powstanie 100-kubitowego komputera do 2025 roku. Na bazie wypracowanych rozwiązań, do 2029 roku zakładane jest uzyskanie gotowości technologicznej do budowy dużego, 1000-kubitowego komputera kwantowego.



Artykuł naukowy 2013

Atul M. Gonsai, Bhargavi Goswami,
[Study of Supercomputer's Architecture, Application and Its Future Use](#), 2013.

Generally there is only one mother super computer in each country and there are many sub super computers attached to the mother super computer. It helps in increasing the speed of calculation and can quickly perform the complex tasks as given by users because of its high processing speed and the parallel computing skills. The super computers are very useful in terms of scientific research and industrial field. It also takes the level of national scientific development to a certain extent of highness.



Artykuł naukowy 2023

Springer: [The Journal of Supercomputing](#)



Artykuł naukowy 2023

Springer: [The Journal of Supercomputing](#)

Victor M. Garcia-Molla, Pedro Alonso-Jordá,
[Parallel border tracking in binary images for multicore computers](#),
2023. Open Access.



Artykuł naukowy 2023

Springer: [The Journal of Supercomputing](#)

Victor M. Garcia-Molla, Pedro Alonso-Jordá,
[Parallel border tracking in binary images for multicore computers](#),
2023. Open Access.

Border tracking in binary images is an important operation in many computer vision applications. The problem consists in finding borders in a 2D binary image (where all of the pixels are either 0 or 1). There are several algorithms available for this problem, but most of them are sequential. In a former paper, a parallel border tracking algorithm was proposed. This algorithm was designed to run in Graphics Processing units, and it was based on the sequential algorithm known as the Suzuki algorithm.

