

## News & Highlights

### 越来越多的超级计算机

Jane Palmer

Senior Technology Writer

2018年6月,根据世界计算机系统500强(TOP500)的排名,美国在超级计算领域排名第一[1]。美国能源部(US Department of Energy)的计算机“顶点”(Summit)(图1)[1]获得了这一荣誉,该荣誉以前一直是由中国的神威太湖之光(Sunway TaihuLight)超级计算机所持有。

基于网络和开放获取, TOP500由ISC集团出版,每六个月更新一次。ISC集团是一家拥有先进数字技术活动与服务的供应商,为私人公司Prometheus GmbH(位于德国的Waibstadt)所拥有。该公司于1998年由Hans Meuer(已故)创立。他是一位在德国曼海姆大学(University of Mannheim)任职的计算机科学教授,也是如今一年一度国际超级计算机大会和展览会(International Supercomputer Conference and Exhibition)的共同创始人和组织者。此排行榜将这些计算机按照LINPACK基准[2]进行排序,该基准用于测量它们使用浮点算法求



图1. 超级计算机Summit被放置在冰箱大小的橱柜中,其占地面积为506 m<sup>2</sup>,相当于两个网球场大小。图片来源: Carlos Jones, 美国能源部橡树岭国家实验室(CC BY 2.0)。

解稠密线性方程组的能力。IBM为美国田纳西州橡树岭国家实验室的商业组件构建的Summit,每秒可处理20万万亿次浮点运算(floating point operations per second, FLOPS),即200 petaFLOPS,超过Sunway TaihuLight 107 petaFLOPS的速度。

在2019年年初, Summit在排名中仍占据第一位,而另一台美国计算机——美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室(Lawrence Livermore National Laboratory)的“塞拉”(Sierra)——却以94 petaFLOPS的处理能力获得了第二名[3]。正如去年快速变化的排名所反映的那样,世界各国都在努力建造更快、更强大的超级计算机。他们的目标与其说是受到国际声望的鼓舞,倒不如说是受激励于创造那些能够加速科学发现和经济竞争力的机器的承诺。

“实际上,这是为了解决以前无法解决的问题而建造的计算机”,计算机科学家Jack Dongarra说。他是美国田纳西大学创新计算实验室(Innovative Computing Laboratory)的主任,也是TOP500名单的合著者,以及LINPACK基准的提出者。“尽管拥有最快的计算机也会使人感到自豪。”

在计算机运作的早期,个人计算机一次只执行一种功能,这是一种被称为串行处理的过程。后来,计算机变得可以将问题或操作分割成几个部分,并可同时处理每个部分,这是一种被称为并行处理的策略。这种策略是通过在一台机器中放置更多的处理器,或者让许多机器并行工作的方法来实现的。如今的超级计算机同时使用这两种方法。

Summit有9216个中央处理器（central processing unit, CPU）芯片和27 648个图形处理单元（graphic processing unit, GPU）[4]，它们紧密相连。Dongarra解释说，地球上的所有人口必须每人每秒执行一次运算，并连续计算305天，才能达到Summit一秒钟的计算水平。为了达到这一性能级别，科学家们在超级计算机模型中增加了GPU。在体系结构上，CPU由几个具有高速缓冲存储器的核心组成，一次只能处理几个操作。然而，GPU可以同时处理许多操作，并且可以快速地对大量数据执行同样的操作。与使用CPU相比，使用GPU加快了处理速度，同时也提高了电源效率[5]。“使用GPU是性能提高的主要驱动力。”美国劳伦斯伯克利国家实验室（Lawrence Berkeley National Laboratory）的并行编程专家Hongzhang Shan说。

超级计算机通常用于解决复杂的、计算密集型的科学问题，如模拟气候、预测天气或测试加密代码的强度。20世纪90年代初，美国能源部发起了一项运动，将世界上最好的计算机的处理速度提高10 000倍[6]，目的是去制造能够模拟核过程的机器。Dongarra说，将多个GPU添加到超级计算机的架构中，提升了它们对包括数据挖掘和深度学习在内的许多计算问题的处理能力。

尽管现在世界上最快的两台超级计算机在美国，但中国拥有的超级计算机最多。在2018年11月的TOP500排名中，中国拥有227台超级计算机[7]。超级计算机可以具有如此强大的功能，以至于拥有更多的超级计算机成为了一种真正的优势——从潜在意义上讲，这与拥有世界上最强大的超级计算机一样有价值。Shan说：“拥有最快的超级计算机并不总是解决许多问题的必要条件。”美国在TOP500排名中占据了109台超级计算机的名额，在数量上排行第二；日本则排行第三，占据了31台超级计算机的名额。

中国现在还拥有3台百万兆级计算机的原型，能够进行每秒一百万万亿的运算[8]，即1000 petaFLOPS，其运算能力比Summit强大5倍。据说，第一台百万兆级或exaFLOPS的超级计算机可能是天河3号（Tianhe-3），将于2020年在天津国家超级计算中心（National Supercomputing Center in Tianjin）推出[9]。所有这些新的超级计算机很有可能都使用GPU，但是“达到百万兆级”还需要在计算架构、软件和算法上进行彻底的变革，身

为*Supercomputing Frontiers and Innovations*的联合编辑兼主编Dongarra说。*Supercomputing Frontiers and Innovations*是一本开放获取的期刊，专注于超级计算机技术和计算方面的挑战。

其他国家也正在努力开发百万兆级的计算机。美国投资了18亿美元来开发3台百万兆级的超级计算机，这些超级计算机应该会在2021–2022年建成[10]。日本和欧洲也投资了数十亿美元，用于开发百万兆级的计算机[9]。芯片技术的突破可以推动超级计算机性能的进一步重大发展，但这很可能在短期内无法实现。

Dongarra说，这些功能越来越强大的计算机在帮助研究人员更好地了解我们生活的世界这方面是最有用的。它们的计算速度越快、精确度越高、存储容量越大，就会形成更细节化的模型，从而使科学家能够更深入地探索各种情况。目前，Summit已经被应用于从聚变能源到先进材料和人类疾病等各种研究领域[11]。

## References

- [1] Dongarra J. The US once again has the world's fastest supercomputer. Keep up the hustle [Internet]. Washington, DC: The Washington Post; 2018 Jun 25 [cited 2019 Feb 14]. Available from: [https://www.washingtonpost.com/opinions/united-states-wins-top-honors-in-supercomputer-race/2018/06/25/82798c2c-78b1-11e8-aeec-4d04c8ac6158\\_story.html?utm\\_term=.8ef4051f99f6](https://www.washingtonpost.com/opinions/united-states-wins-top-honors-in-supercomputer-race/2018/06/25/82798c2c-78b1-11e8-aeec-4d04c8ac6158_story.html?utm_term=.8ef4051f99f6).
- [2] Dongarra JJ, Luszczek P, Petitet A. The LINPACK Benchmark: past, present, and future [Internet]. 2001 Dec [cited 2019 Feb 14]. Available from: <http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/PAPERS/hpl.pdf>.
- [3] US overtakes China in top super-computer list [Internet]. London: BBC News; 2018 Nov 12 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.bbc.com/news/technology-46181802>.
- [4] Teich P. Inside the Summit supercomputer [Internet]. San Francisco: EE Times; 2018 Jun 9 [cited 2019 Feb 14]. Available from: [https://www.eetimes.com/author.asp?section\\_id=36&doc\\_id=1333374#](https://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1333374#).
- [5] Krewel K. What's the difference between a CPU and a GPU? [Internet]. Santa Clara: NVIDIA; 2009 Dec 16 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://blogs.nvidia.com/blog/2009/12/16/whats-the-difference-between-a-cpu-and-a-gpu/>.
- [6] Moniz E. Supercomputers join the fight against cancer [Internet]. Medium; 2016 Jun 15 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://medium.com/cancermoonshot/supercomputers-join-the-fight-against-cancer-724fcc9910ce>.
- [7] TOP 500 News Team. China extends supercomputer share on TOP500 list, US dominates in total performance [Internet]. Sinsheim: Prometheus GmbH; 2018 Nov 11 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.top500.org/news/china-extends-supercomputer-share-on-top500-list-us-dominates-in-total-performance/>.
- [8] Exascale computing [Internet]. Wikipedia; [cited 2019 Feb 14]. Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Exascale\\_computing](https://en.wikipedia.org/wiki/Exascale_computing).
- [9] Wang B. Ten exascale supercomputers by 2023 [Internet]. Sunnyvale: Next Big Future; 2018 Oct 28 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.nextbigfuture.com/2018/10/ten-exascale-supercomputers-by-2023.html>.
- [10] Prickett Morgan T. Bidders off and running after \$1.8 billion DOE exascale super deal [Internet]. Boone: The Next Platform; 2018 Apr 9 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.nextplatform.com/2018/04/09/bidders-off-and-running-after-1-8-billion-doe-exascale-supercomputer-deals/>.
- [11] Summit supercomputer boldly goes to where the stars die [Internet]. Boone: The Next Platform; 2019 Feb 6 [cited 2019 Feb 14]. Available from: <https://www.nextplatform.com/2019/02/06/summit-supercomputer-boldly-goes-towhere-the-stars-die/>.