

新一代计算机的设计畅想

王娇妹, 2012679

南开大学计算机学院计算机科学与技术专业

E-mail:

摘要 高性能计算应用对计算能力的需求不断增长, 研制更高性能的计算机成为信息科学领域的研究热点。运算速度是衡量计算机性能的一项重要指标, 计算机的运算速度主要取决于中央处理器。本文分析了当前高性能计算机发展所面临的问题和挑战, 并通过对计算机领域相关研究成果的分析, 设计解决该问题的方法, 畅想新一代计算机的设计结构。

关键词 计算机性能, CPU, 体系结构, 光计算机, 生物计算机

1 引言

计算机的硬件主要包括 CPU、显卡、硬盘、主板等, 这些硬件在计算机的使用中发挥重要作用, 以保障计算机的正常运行^[1]。CPU 是一块超大规模的集成电路, 是计算机的运算核心和控制核心, 主要功能是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。1993-2012 年, 超级计算机的性能以每 10 年提高 1000 倍的速率提高, 但是从新的 TOP500 曲线来看, 从 2013 年起, 计算机性能上升速率变缓, 如果没有大的突破, 可能降低为每 10 年 100 倍左右。

2 计算机现状

在近代科学研究的一些领域, 单靠理论和实验解决问题的难度较高。随着计算机的问世, 科学家们借助计算机运算来模拟物理化学世界, 以求解较为复杂的问题。因此, 计算科学成为自然科学领域研究发展的重要工具。随着求解问题规模的逐渐增长和应用物理建模的不断精细化, 科学家对计算能力的需求也大幅提高, 这是驱动高性能计算发展最直接的动力。

提升计算能效并满足新兴应用的性能需求是目前超级计算系统面临的两大挑战^[2]。当前计算机性能提升速率变缓, 摩尔定律几乎失效, 计算机体系结构发展缓慢。随着计算机系统规模的扩大, 仅仅依靠已有的传统技术无法做到大幅提升计算机性能; 高性能计算机的研制面临能耗墙、存储墙、编程墙、通信墙、可靠性墙等五大挑战; 高性能计算机的应用也同样面临着计算模型、大规模并行算法框架等问题^[3]。

应对这些挑战, 计算机领域不仅需要体系结构的创新和关键技术的突破, 还需要软硬件的结合。在提升计算机的性能方面, 我们应追求应用可获得的性能而不是峰值性能, 因为应用性能经常在 10% 甚至 5% 的峰值以下。

3 提升性能的想法

3.1 众核处理器

处理器是高性能计算机的核心器件，其主要参数指标对整个系统的结构和能力起着决定性作用。英特尔 2020 年发布的基于新 NVIDIA 安培 GPU 架构的 A100 是采用内置弹性计算技术的多实例 GPU，可以把 GPU 做物理切割，每个 A100 可划分为多达 7 个 GPU 实例，以实现最佳利用率，有效地扩展对每个用户和应用的访问。并且每个实例都拥有各自专用的 SM、内存、L2 缓存和带宽，从而实现可预测的性能。

若要提升计算机的运算性能，中央处理器是必不可忽视的一环，我们需要更高性能的处理器。众核处理器由于精简的处理器核以及庞大的处理器核资源，近年来得以高速发展，例如神威太湖之光众核处理器通过一个主核带众多计算小核以加快计算机运行速率。众核处理器因其优异的扩展性和多层次并行开发的潜力^[4]，具有提高计算机大规模计算性能的前景。

3.2 光计算机

上世纪，就有科学家提出了光子计算机的概念。在计算机运行阶段，需要进行大量程序启动，容易造成计算机运行速度减缓，使得信息传输速度无法达到预期要求；而且计算机运行信息量大、运算时间长，这些都会提升能耗^[5]。而光计算具有并行性，可以多路同时进行计算，并且计算结果互不干扰，在一定程度上能提升计算机基础运行速度。除此之外，光计算机的数据运算能力优异性十分突出，可以进行大量信息的计算，满足计算机使用人员的各类需求。

光计算机用光束代替电子进行计算和存储，能够高速处理信息，而且光计算机还能改善耗电问题，起到节约能源的作用^[6]。对于电子计算机而言，CPU 进程数目是有限制的，但如果采用光技术，利用光波频率的不同，控制不同部件的工作进程，那么计算机多个部件可以同时工作^[7]，大大增加 CPU 进程数目，提升计算机性能。

3.3 生物计算机

2018 年，加拿大工程师丹·尼古劳在《美国国家科学院院刊》撰文介绍了他们新发明的生物计算机，并称该计算机处理器的有机电路只需数秒就能解出极为复杂的方程。生物计算机的核心优势在于可以和大脑相连，剔除冗余手动指令输入操作，人可通过计算机运算能力强等优势为自己提供帮助，借助其优秀存储能力保存相关文件和信息^[8]。人类利用遗传工程技术，将蛋白质、DNA 等生物分子作为元件制成计算机。生物计算机能发挥生物本身的调节机能，自动修复芯片上发生的故障，还能模仿人脑的机制等。可以说，生物计算机在一定程度上达到了真正的智能化与全面化发展。

与传统电子计算机的顺序线性处理模式不同，生物计算机具有并行计算的能力，因此能够更加高效地解决复杂的平行问题。虽然目前生物计算还存在一些运行上的障碍，如大规模操作的困难、非特异性吸附及复制过程出现错误的容错能力较差等问题，它的发展可能还需要经过一个比较漫长的过程。但我们有理由相信，生物计算机技术一旦成熟，可能会在计算机领域内引起一场划时代的革命^[9]。

4 结论和展望

计算机当前已经完全融入到各行各业,随之得到各方面的应用与发展。随着科学技术的完善与发展,计算机实现进一步的大幅性能提升是未来的必然趋势。在我的三个关于提升计算机性能的三个想法中,众核处理器是目前的研究热点并且已经产生了许多优秀的研究成果。但我相信,未来的计算机不一定仅仅属于计算机领域,也许当计算机与光子、与生物因子结合起来,能够构造出性能更优良的计算机,这也许会成为新一代的技术革命。

参考文献

- 1 赵阳. 浅谈计算机硬件性能对计算机使用的影响 [J]. 内蒙古科技与经济,2018(23):77.
- 2 贾迅, 钱磊, 邬贵明, 吴东, 谢向辉. FPGA 应用于高性能计算的研究现状和未来挑战 [J]. 计算机科学,2019,46(11):11-19.
- 3 廖湘科, 肖依. 新型高性能计算系统与技术 [J]. 中国科学: 信息科学,2016,46(09):1175-1210.
- 4 陈逸飞, 朱蕾, 李宏亮. 一种多线程阵列众核处理器的二级 Cache 划分机制 [J]. 计算机工程与科学,2019,41(03):400-408.
- 5 潘旭, 莫武略. 浅谈计算机应用现状及其未来发展方向 [J]. 现代信息科技,2018,2(03):92-93.
- 6 光计算机是什么?[J]. 通信电源技术,2016,33(02):6.
- 7 胡清桂. 未来光计算机雏形初探 [J]. 牡丹江大学学报,2013,22(06):119-121.DOI:10.15907/j.cnki.23-1450.2013.06.055.
- 8 杨凯森. 计算机的未来发展趋势 [J]. 电脑迷,2018(10):19.
- 9 holiso. 未来, 它将取代量子计算机 [J]. 科学大众 (中学生),2018(09):23-25.