

加速计算：高性能计算的引爆点

Michael Feldman

Addison Snell

为这篇研究报告提供了赞助

2015 年 11 月

INTERSECT360 研究分析

高性能计算 (HPC) 行业已历经多个以不同架构为标志的时代，其中每一个时代都有各自的编程模式以用于实现应用程序扩展。数十年以来，向量处理占据了主导地位，程序代码纷纷实现“向量化”以充分利用这一模式。然而不久，标量处理器即在经济上变得切实可行，一代基于 RISC 的对称多重处理 (SMP) 架构在市场上占据主导地位，这种架构使用的是 OpenMP 等共享内存的编程模式。在 20 世纪 90 年代末期，继市售 HPC 系统采用行业标准零件这一“Beowulf”模式之后，基于 x86 的集群成功上市，应用程序被移植到了 MPI 等传递消息的并行机制技术上来。

在过去的三年里，加速器已在 HPC 行业中牢固地确立了自己的地位，为 HPC 行业向新时代 (即众核时代) 的转变发挥了重要作用。像上一次架构转变一样，这一转变过程是性价比经济学所推动的。更多的核心能够产生更强的计算能力。供应方的变化放大了这一最新转变的效果，摩尔定律和登纳德缩放比例定律 (Dennard Scaling) 的失效让市场除了进化以外，别无选择。

如此一来，便有多种多样的架构可供 HPC 用户选择或者即将问世。“标准的”x86 处理器本身正在增加越来越多的核心，而且它们还支持采用基于 POWER 乃至 ARM 的系统。然而加速计算这方面的替代选择一直在迅猛增长，因为从晶体管面积的角度而言，加速器运行并行软件比标量处理器更加高效。总的来说，加速器架构在设计上是高度并行的，远比多核 CPU 的并行程度更高，因此能够以相对较少的晶体管提供极大的计算吞吐量。总体而言，它们还能够带来更高的内存带宽，在大多数情况下可提供极高的浮点运算性能。目前的加速器涵盖了各种架构，其中包括 GPU (NVIDIA 和 AMD)、至强融核 (英特尔)¹、DSP (德州仪器) 以及 FPGA (Altera 和 Xilinx)。

“在高性能计算领域中，加速计算现已达到引爆点。在一两年内，大多数系统将配备加速器。”

最新的 Intersect360 Research 调查结果显示，在目前服役的 HPC 系统中有大约三分之一已配备加速器，在新部署的系统中近一半配有加速器²。目前，应用最广泛的加速器类型是 GPU，我们最新的现场调查结果显示，GPU 占据约 80% 的市场份额。NVIDIA 是目前最大的加速器供应商，占这 80% 中的 78%，余下的 2% 来自 AMD。英特尔凭借其至强融核产品，占据了 10% 以上的市场份额，我们预计随着该产品系列走向成熟，这一市场份额数字会明显增长。

¹ 虽然英特尔将其即将问世的“Knights Landing”至强融核作为独立的微处理器和协处理器来发布，但是由于至强融核的众核设计以及人们对它的认知，我们为了撰写这篇报告而将两种版本均视为加速器。

² “HPC 用户现场调查：处理器”，2015 年 10 月，<http://www.intersect360.com/industry/reports.php?id=129>。

通过分析采用模式我们得出结论：在高性能计算领域中，加速计算现已达到引爆点。总的来说，我们预计在一两年内，加速器市场将实现扩展，达到大多数新系统均配备加速器的水平。加速器之战不仅会在硬件，而且会在软件方面上演。

与硬件进步的步调一致，我们已经看到在过去的几年里，支持加速器的 HPC 软件库和应用软件包一直在稳步增长。在软件方面，大多数加速型程序代码是在 GPU 上实现的，确切地说是使用 NVIDIA CUDA 编程工具来实现的。OpenCL 也被用于应用程序加速，它是一种针对异构计算的开放标准编程框架。OpenCL 的优势是能够支持各种各样的加速器平台，其中包括 GPU、APU、FPGA、英特尔至强融核、DSP 乃至多核 CPU。

许多 HPC 应用软件包已经有了 GPU 加速的版本、支持 GPU 加速。在一篇独立赞助的研究报告中³，Intersect360 Research 发现，50 款最常见的 HPC 应用程序⁴ 中有 34 款支持 GPU (其中包括 2 款正在开发之中、尚未发布的应用程序)。10 款一流的程序中有 9 款支持 GPU 加速。在化学研究、物理学、结构分析以及可视化等特定领域中，GPU 加速几乎无处不在。在生物科学和环境建模等其它领域中，渗透程度依然有限。

即便是有各种各样的开发工具可供使用，为加速器编写代码也极具挑战性。尽管如此，这一技术所固有的性能优势促使着 HPC 行业接受挑战，正如它在之前的转变 (从向量到 SMP 再到 MPI) 中所发挥的作用一样。已完成移植的应用软件包的问世情况反映了开发者所做的努力，也预示着未来加速计算的前景一片光明。

³ “高性能计算 (HPC) 应用程序对 GPU 计算的支持”，2015 年 11 月。

⁴ 根据 Intersect360 Research HPC 用户现场调查数据计算得出，2015 年。