

“绿色”IT 技术分类及应用现状分析

The Classification and Application Status Analyse of Green IT Technologies

龙 灿 (华南师范大学 物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

摘 要: 当前 IT 环境电能和散热成本增长迅猛,节能的产品和方案需求增大。本文从“绿色”IT 技术分类入题,总结了当前主要的“绿色”IT 技术和方案,分析其应用现状和难点,并对未来“绿色”IT 技术应用进行了展望。

关键词: 绿色 IT 虚拟化技术 数据中心 刀片服务器

众所周知,能源是地球上有限资源。人类生产力的不断发展,使人类的生活不断提高,但同时也在加速耗尽地球的能源储备。能源的急剧消耗也带来污染等环境问题,大量二氧化碳排放形成地球的温室效应,全球气候变暖开始给人类带来种种难题。人类一方面需要寻找新的、环保能源,另一方面要提高能源的使用效率,节约能源多办事。

长期以来,更强大的数据中心处理能力一直是人们追求的目标。但在能源开销与日俱增的今天,处理能力发展的另一面是需要消耗更多的资源。在过去的十年中,服务器供电密度平均增长了十倍。据 IDC 预测^[1],到 2008 年 IT 采购成本将与能源成本持平。而随着 IT 能耗在所有电力使用当中所占比重的不断上升,IT 领域成为社会提倡节能降耗主要领域之一。

在本文中,所有能带来数据中心节能减排的 IT 技术我们称之为“绿色”IT 技术。接下来的第 1 节,我们首先将对“绿色”IT 技术进行分类,并详细介绍了各分类中的典型技术和方案;第 2 节,我们根据分类的情况对目前“绿色”IT 技术应用现状和应用难点进行了分析,最后我们对“绿色”IT 技术的应用进行了展望。

1 “绿色”IT 技术分类

1.1 组件级“绿色”IT 技术

这里讲的组件指的是组成 PC 机、服务器、小型机和存储产品等整机的组成部件,包括 CPU、内存、风扇、电源模块、硬盘等。要提供真正环保节能的产品,首先

需要提供节能型的组件。我们以 CPU 和电源模块为例来说明组件级的“绿色”节能技术。

CPU 是计算机的核心部件,其功耗通常会占服务器总功耗的 30% 左右^[1]。最常见、效果最明显降低 CPU 功耗的方法方法就是变频变压和多核技术。

(1) 变频变压技术。当工作负载高的时候,CPU 的频率和电压都相应调高,功耗随之增大;而当工作负载降低的时候,相应的将频率和电压降低,减低功耗。变频变压技术应用于 Intel 和 AMD 生产的低端芯片上,近来才开始应用于高端 RISC 芯片。比如 2007 年底 Intel 发布的 Montval 安腾芯片所带的 DBS(Dynamic Based Switch)功能,就是类似于变频变压来减低 CPU 功耗的技术。变频变压技术的实现既可以手动设置,也可以设置成基于策略的方式执行,同时还可以在 OS 中用专业的管理软件来做监控和调整。

(2) 多核技术。最初 Intel 研究多核技术时,其初衷是获得更高的性能,多核所带来的低功耗效果是这个研究的一个副产品,多核所能带来的功耗节省是巨大的,以 Intel 的高端产品线安腾芯片为例,2007 年底发布的 Montval 双核芯片,功耗为 104W,2008 年底将发布新一代四核安腾芯片 Tukwila,在性能相当于 Montval 两倍多的情况下,最大功耗增加将在 30W 左右。

电源模块本身的电力消耗非常大,与风扇一起占到总耗电量的 40%^[2],所以如何提高电源模块(包括 UPS 和 PDU)的效率成为各电源厂商研究的重点,研究

的方向总结起来有两方面。一是在技术上提高单个电源模块的效率;另一方面,从方案的角度来提高多个供电模块的效率。如 HP 的 Dynamic Power Saver 技术,利用了电源模块高负载高效率,低负载反而低效率的变化规律,将服务器电源模块的效率提高到 95%。

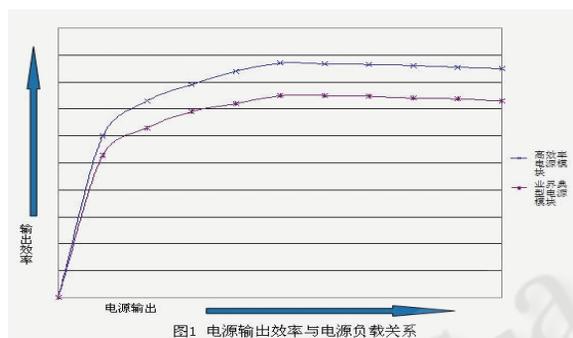


图1 电源输出效率与电源负载关系

图1 数据库关系图

此外,SAS 硬盘的能耗是 SCSI 硬盘的 50%,目前已被广泛应用于 PC Server 和低端小型机,FATA 硬盘的容量是 FC 硬盘的一倍甚至几倍,但功耗却只有 FC 硬盘的 1/4。

1.2 服务器级“绿色”IT 技术

服务器涉及的“绿色”IT 技术最为丰富,包括采用更多的“绿色”组件和相应的管理软件来最大化发挥“绿色”组件作用的节能服务器、服务器“绿色”节能方案等,其效果取决于具体环境,但通常都能带来非常大的能耗降低。

(1) 节能型服务器。采用节能型组件、并配置相应的管理控制软件的服务器称之为节能型服务器。节能的根本原因是采用了节能型的组件,但相关软件对于发挥节能型组件的作用也是必不可少的,比如 IBM 的 PowerExecutive、HP 的 Power Insight Manager 等。这些工具大都具有从远程监控到实时分配电力、更好使用可以获得电力资源的能力;可以帮助限定单一服务器的用电量,同时最大程度地减少这种限制可能对性能造成的影响;可以检测到多台服务器的总耗电量;可以获悉服务器所必须的供电量,从而可以对一台或者多台服务器的用电量进行限定、合理的分配电力并且最大程度上的节约能耗。

(2) 虚拟化技术和相应的解决方案。虚拟化技术推出的初衷是为了降低客户的 IT 采购成本,并能提供

敏捷的 IT 基础架构应对快速变化的业务需求,所以并不算是一个纯粹的“绿色”IT 技术。然而,由于其实质性地减少了服务器的使用台数,并且将服务器的运转模式转变成为基于负载情况的运转模式,服务器的虚拟化技术所带来的功耗的降低是惊人的,理想情况甚至可达 70% 的功耗降低。目前,几乎所有的服务器厂商都有自己的虚拟化技术,比如 HP 的 VSE(虚拟服务器环境)、IBM 的 Advanced Power Virtualization 等,此外还有专门的虚拟化软件比如 VMware。相比之下,服务器厂商的虚拟化解方案更加全面,功能更加强大。以 HP 的 VSE 为例,一个完整的虚拟化解方案包括有技术和商务两部分。技术上主要包含各种基本的分区技术、高级的负载定义和管理以及更高级别的企业级流程管理控制等。

(3) 刀片服务器。刀片服务器其设计思想在于简化 IT 基础架构、提高物理资源的利用率。多个刀片服务器使用同一机箱,与相同配置、相同数量的机架式服务器相比,可节省多至 50% 的空间^[2]。多个刀片服务器共用冗余电源和冗余送风设施,与机架式服务器相比较,电源转换和输送上的损耗、送风部件的耗电摊分到多个刀片服务器上,整体的能源效率提高可达 44%^[2]。局域网交换机模块和 SAN 交换机模块集成到刀片服务器中心(机箱),多个刀片服务器共用机箱内集成的、冗余的 I/O 连接设施,刀片服务器与外部网络和存储网络的连接被大大简化,外部网络交换机和存储网络交换机的数量也得以减少,进一步节省能源消耗。此外,还有很多专门为刀片服务器研发的节能减排的技术,比如 HP 的智能热量监控(Thermal Logic)、IBM 的校准矢量冷却技术(Calibrated Vector Cooling)等,其效果显著。

1.3 存储级“绿色”IT 技术

显然,采用节能型组件的存储系统会比传统的存储系统更加节能,在此不再详述。对于存储系统来说,用越少的资源来存储越多的数据就是最节能的技术。下面总结了目前常用的存储节能方案。

(1) 分级存储方案。该方案的理论基础是,根据经验,IT 的信息中平均高达 70% 的数据属于静态数据^[3],适合用低功耗磁盘来存放。目前常用的中大型磁盘阵列中使用的高速 FC 硬盘拥有高性能和高可靠性的特点,但缺点是容量相对较小,且功耗比较大,而

FATA 硬盘则有容量大(平均是 FC 盘的一倍多)、功耗低(是 FC 盘的 1/4)的特点,不过性能相对较低。如果将经常访问的数据放在 FC 硬盘上,而将比较少用的“老”数据放在 FATA 硬盘上,则能大大降低整个磁盘系统的功耗,而对系统性能几乎没有影响。

(2) 自动精简配置方案。该方案的初衷是用户购买磁盘阵列系统的时候,只需要购买当前实际需要的容量,当需要的时候再购买新的磁盘,这样,不仅节省整个系统的采购成本,由于实际运行的磁盘数少了,能大大节省电能。

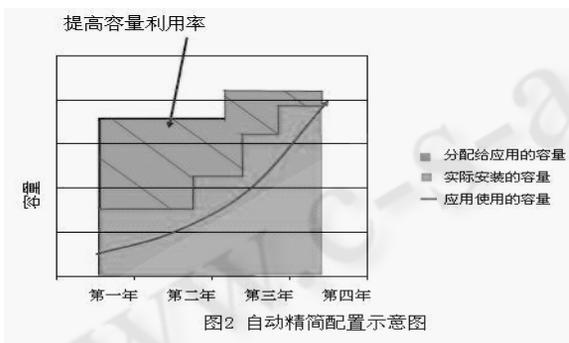


图2 自动精简配置示意图

上图绿色部分表示实际购买的磁盘容量,绿色加橙色部分表示分配给应用的容量,蓝色线条为实际应用使用的容量。目前,主要的存储厂商都有相关软件,如 HP 的动态容量管理(DCM),EMC 和 HDS 的自动精简配置(Thin provisioning)。

除了上述方案,存储方面的“绿色”IT 技术还有很多,比如无须预先分配容量空间的快照技术,自动重复数据删除技术等^[3],都能带来良好的节能效果。

1.4 机架级“绿色”IT 技术

如何更高效的给机架内的服务器供电和如何更好的为机架内的服务器散热是机架级“绿色”IT 技术的两个主要研究方向。提高供电效率最常用的办法就是缩短供电模块和服务器的距离、减少因长电源线所带来的电源损耗。在散热方面,近年来,退出数据中心已经十年的机房水冷方案又重新得到数据中心的青睐。其根本原因就是冷却成本,水冷与风冷配合可以显著降低数据中心冷却的整体用电,在实际应用中可达到冷却方面用电成本减半的效果。IBM 的 Cool Blue Rear Door Heat eXchanger(RDHX,背门热交换器)和 HP 的 MCS(Module Cooling System,模块化制冷系统)就是一个容易实施、有效的机柜水冷产品。

1.5 数据中心级“绿色”IT 技术

数据中心级“绿色”IT 技术的核心就是从整个机房的角度的角度如何更好的提供散热方案,降低散热成本,降低功耗。当然,要降低一个数据中心的用电量,首先需要将该中心的服务器和存储等设备的功耗降低,然后再从整个机房的角度的角度来考虑如何更好的散热。

数据中心的用电和冷却其实是很复杂的问题,需要考虑的方面很多,如:机柜的布置、空调的布置、气流的控制、供电设施的选用等等。要提高数据中心的整体能源效率,常常没有一个单一的方案。数据中心级“绿色”IT 技术不仅包含具体产品(如温度传感器及相关网络和智能控制中心),更是一种专业服务。对数据中心的专业评估、建模、设计和建造服务可以带来最佳的节能效果,往往达到最好的成本控制。

目前业界比较成熟的数据中心级别的智能散热方案和服务有 HP 的 DSC(Dynamic Smart Cooling,动态智能散热系统)和相应的绿色数据中心基础设施服务以及 IBM 数据中心和智能化集成服务(IBM Site and Facilities Services),可以提供机房和 IT 环境的实施、整合和自动化方面的专业知识和技能,帮助创建优化、可靠和高效的基础设施。

2 “绿色”IT 技术应用现状和难点分析

(1) 组件级的“绿色”IT 技术应用已经十分广泛,也获得了一致的认可。比如 PC 服务器已经全线采用了低功耗的 SAS 硬盘,拥有双核甚至多核和变频变压技术的 CPU 也已经成为 PC 机、服务器甚至小型机的标准配置。唯一影响组件级“绿色”IT 技术广泛应用的因素来自购买时的采购成本考虑。比如因为成本的原因,低功耗的 CPU 和内存依然没有得到广泛配置;很多大众化服务器依然使用低能效电源装置,当利用率达到 100% 时,能效最高达到 70% 到 75%;但是利用率如果只有 20% 时,能效会降到 65% 左右——而服务器负荷平均在 10% 到 15% 之间,这意味着,电力还没有输送到 IT 设备,低能效电源装置就已浪费了近一半的电力。

(2) 服务器和存储级别的“绿色”IT 技术的应用程度依赖于各种方案和技术的复杂程度。刀片服务器由于与生俱来的高密度和低功耗设计,在面世不到几年的时间里,得到了全面广泛的应用,其拥有诸多专利的

散热技术也给客户带来了实实在在的电力成本的降低。存储“绿色”IT 方案由于简单的原理和易于实现的特点以及良好的实际效果而被广泛推广。从目前应用的情况看,服务器虚拟技术的应用难于深化,节能型服务器则没有真正全面发挥节能特长。前者应用因为实现全套虚拟环境的难度比较大以及客户对虚拟化技术本身的担心,导致了服务器虚拟化技术的使用广泛而不够深入,或者说单个技术广泛使用,但几乎没有将整个虚拟化方案做成完整实施的案例;后者由于用户的关注点在服务器的性能和长时间的稳定运行上,服务器是否节能不是考核的 KPI 指标,所以实际运行时并没有真正发挥相关的电源监控软件在监控、规划和优化方面的功能,做到最大化降低功耗。

(3) 目前大部分数据中心机房采用的是平均制冷设计模式。目前随着机架式服务器以及刀片服务器的出现和普及,数据中心出现了高密度服务器与低密度混合的模式。由于服务器的密度不均衡,因而产生的热量也不均衡,当前数据中心的平均制冷方法已经很难满足需求。这造成目前数据中心的两个现状^[4]:一是目前 85% 以上的机房存在过度制冷问题;二是在数据中心的供电中,只有 1/3 用在 IT 设备上,而制冷费用占到总供电的 2/3。因此降低制冷能耗是数据中心节能的关键所在。数据中心级“绿色”IT 技术正是针对这些弊端提出的,其目标是通过精确制冷,提高制冷效率,同时可根据服务器运行负荷动态调控冷却系统来降低能耗。然而,由于部署“绿色”数据中心成本非常

高,而且目前大部分的数据中心已经正在运行,几乎不太可能一步到位实现该技术方案。现在的做法是分步骤逐步执行。第一步通常是结合业界最佳实践对现有数据中心提出优化建议,第二步是对数据中心作相关建模,给出优化报告,最后根据前一步的结果来优化现有数据中心或重新部署新的数据中心。

3 结束语

“绿色”IT 技术的发展主要在如下两个方向,一方面更加节能和高效率的单个产品将被开发和应用,另一方面,虚拟化技术将更成熟和普及,充分运用该技术的整合方案将成为业界节能减排的标准实施。随着“绿色”IT 技术的越来越成熟,以及用户的绿色环保意识逐渐增强,未来 IT 环境也必将绿意盎然。

参考文献

- 1 IDC 中国绿色 IT 课题组. 中国绿色 IT 环境观. IT 经理世界, 2008, 3(5): 18.
- 2 绿色运算 - IT 对节约能源的响应. http://server.51cto.com/art/200711/59284_1.htm
- 3 大型数据中心节能降耗方案. http://soft.cw.com.cn/factory/htm2007/20070905_312463.shtml
- 4 惠普刀片挥起“绿色”旗帜. <http://server.51cto.com/art/200710/59031.htm>