

华为在信息技术领域的战略思考

龚 体

华为技术有限公司

关键词：计算架构 计算存储融合

当我拿到这个题目的时候感到非常惶恐，因为信息技术领域非常宽广，不知从何谈起。从信息技术的本质考虑，我们技术创新的原动力是什么？应该是客户需求，是客户需求驱动了技术创新。目前客户对云计算、大数据非常关注，所以今天我介绍为什么要关注云计算和大数据？云计算和大数据面临的挑战以及我们的解决思路。

云计算时代信息技术架构演进

20世纪40年代产生了第一代计算机。最早的计算机产业架构是集中使用主机，从硬件到操作系统，再到平台软件和商务应用软件，基本是由一家企业完成。这种大型机的架构是封闭的，成本高、应用性差，不利于普通人使用。

20世纪70年代，整个计算机的架构包括互联网的产生，逐渐从集中走向了分散。计算机产业在当时是全球最蓬勃发展的产业，硬件部分每年有1000亿美元的市场，软件有3000亿美元的市场，服务有8000亿美元的市场。但这种分散架构也存在一些问题：

第一，资源的利用率低。在这种架构中CPU的利用率在10%左右，存储的利用率不超过20%，不能做到资源的弹性调度。例如，一个企业为了满足每年年底或者每月月底出报表的需求，购买一台小型机，每个月可能只使用一两天，其他时间是闲置的。

第二，分散式的架构中，计算机之间很难协同，性能主要由单机决定。要提高系统性能就要提升单机的性能，就会提高成本，所以业界面临的主要挑战是如何提高单机的性价比。

第三，由于无法集中部署、调度和管理计算资源，操作运营的成本非常高。

基于以上三方面考虑，我们迫切需要把计算机协同起来，这就产生了云的理念。云计算的本质就是通过网络聚合资源，提升资源利用率，简化应用。计算机产业的发展，就像“天下大势，分久必合，合久必分”的定

律，从合的架构走向PC和互联的分散架构，现在又重新走向合的架构。具体体现在两个方面：

（1）“计算范式”从以计算为中心的架构演变到计算和存储分离的架构，再到以数据处理为中心的

计算存储深度融合的架构；（2）单机软硬件分离的架构性能差，需要软硬件由水平分层转向垂直整合，这是信息技术架构未来的趋势。

数字洪水推动大数据方案革新

大数据具有如下几个特征：

数据海量 数据每年以翻番速度增长，一些大中型企业所需要存储的数据已经上升到了PB级别甚至EB级别。数字洪水已经到来。“传统数据库+小型机+高端阵列”模式的传统架构，处理的数据量小，而且成本高，已不能适应用户需求。

数据的多样性 海量数据中既有结构性数据，也有大量的非结构数据，特别是多媒体数据。

应用的实时性 传统的数

据应用基本上是后分析，但是客户对数据实时性的要求越来越高，例如财经分析要对海量经济数据进行实时分析，所以数据的处理速度面临挑战。

数据噪声的严重性 海量数据中的单个数据是没有价值的，而且90%以上的数据是垃圾数据。如何从海量数据中提取有价值的信息是大数据应用的核心问题。

要从技术层面解决上述问题，首先，要去小型机化。传统的对称多处理器（symmetric multiprocessing, SMP）架构不能适应海量扩展的数据结构。如何去小型机化，是我们面临的巨大挑战。其次，必须提升数据处理的速度和效果。将计算与数据处理一体化，从分布式计算到分布处理有深度的融合。最后，发展内存和多核计算。

云计算和大数据在前几年还只是一个概念，而现在已经进入

商业实施的阶段。我于2012年9月参加了美国硅谷的软件展和硬件展，在展览会上处处可见一体机架构，原本不太相关联的软件和硬件在云计算和大数据时代开始走向融合。微软、IBM等公司已经开始基于云计算和大数据的模式实现软硬件的垂直整合，华为也在尝试这样的转型。基础架构厂商都希望通过提供融合的产品解决方案，为客户提供云数据库服务器（Cloud in Box）这样的一站式服务。

行业发展趋势

从技术角度划分，计算机产业主要包含架构、应用软件、CPU、存储、网络、交互六个部分。其发展趋势可以分别归纳如下：

计算架构演变

计算架构正在由传统的以计算为中心的模式，走向以数据为

中心的模式。传统的以计算为中心的模式，是将数据存储于磁盘和磁带中，有深层次的分层存储架构，数据在需要时才调入CPU进行计算，这种架构不适应大数据时代的要求。以数据为中心的架构模式把数据推向了中心，将其存储于非易失性内存中，而把分布式的计算和存储推向边缘，具有浅/平的存储层次架构。多核技术的发展和新型存储使以数据为中心的架构模式得以实施。

计算架构的另一个发展趋势是由单核走向并行、多核、异构。目前单核性能的增强空间已经有限，多核的普及和众核的出现为同质计算提供了高效并行的能力。数据的多样化推动了“适当计算”的发展，针对不同数据类型的异构多核计算（asymmetric multiprocessing）逐渐兴起。

另一个值得注意的发展是ARM处理器正在由消费者领域向服务器领域和企业领域渗透。

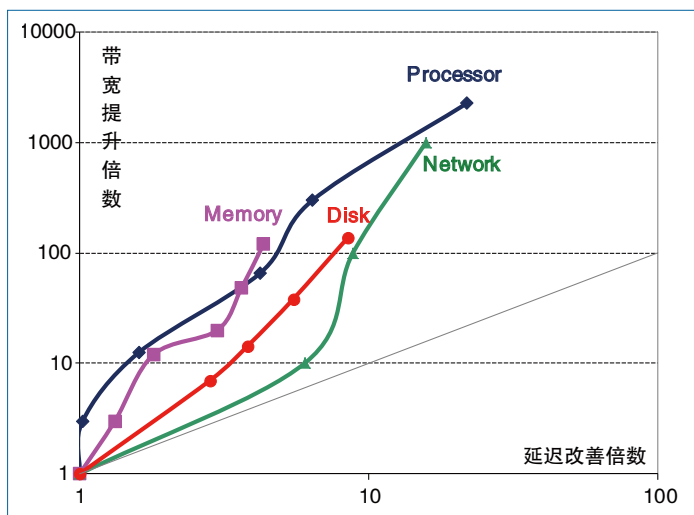


图1 计算机硬件性能提升比较



图2 办公移动化

其主要驱动力来自客户对性价比和性能功耗比的要求,高效的性能功耗比是ARM进入服务器领域的前提。惠普、戴尔等服务器厂家以及操作系统厂家都已经开始这方面的工作。32位ARM应用在服务器领域是非常困难的,64位是ARM进入服务器的必要条件。ARM和新的CPU也有机会应用在存储领域。

信息技术硬件发展失衡

构成计算机的处理器、内存、硬盘和网络四类硬件近20年在带宽性能方面提升了120~2200倍,但延迟性能的改善却只提升了4~20倍,二者发展不均衡。存储成为计算机架构中非常重要的瓶颈。系统性能取决于“短板”,如果存储是短板,则系统性能不取决于CPU的性能,而取决于存储的性能。如何克服计算机各部件性能的失衡,是当前需要重点解决的问题。

可以采取的措施包括:在内存方面,增加通道、提升频率以及采用新内存技术(例如Intel HMC:1TB/s);在硬盘方面,引入新介质,采用固态技术;在网络方面,采用RoCE(RDMA)、Infiniband和PCIe等技术;在互联方面,引入光接口的转移应用。

存储和输入/输出(I/O)的速度是制约计算机体系发展的重要瓶颈。固态硬盘(solid state disk, SSD)的引入一定程度上解决了此问题。SSD固态盘的读

写时延大幅低于传统的机械硬盘,较好地弥补了鸿沟。目前SSD的应用体现在与内存结合和与存储、硬盘结合(包括分级存储)两个方面。预计在未来两三年内,在企业存储市场,SSD技术将逐步取代磁盘存储。但固态硬盘的发展目前仍面临挑战,如何提高技术可靠性、降低成本和提高寿命是需要解决的问题。

数据中心网络

客户对数据中心网络的需求主要包括三个方面:弹性伸缩、低成本和业务设备的快速部署。针对客户的需求,数据中心网络主要的发展方向包括:

设备管道化 采用集中化的网络策略控制,用标准协议将控制面和转化面分离,使网络策略控制由离散控制转变成统一业务控制。这一方法是解决弹性伸缩的思路。

功能软件化 整个信息技术行业目标都非常明确,希望硬件尽可能标准化,功能软件化以降低成本。华为公司之前一直在通信领域推动这一进程,10年前华为就已经在无线电、无线网络领域实施功能软件化,即软件无线电(software defined radio, SDR)。现在软件定义网络(software defined networking, SDN)与此理念类似,就是将硬件做得标准化,通过软件来定义系统或模块的功能。

能力服务化 即:支持业务快速部署,以应用驱动网络业

务与计算的统一发放,计算网络和存储一体化,按照业务进行弹性部署。功能软件化以及设备管道化是网络的发展趋势。

办公移动化

丰富的计算资源、存储资源、网络资源和终端,使用户希望得到好的使用体验。而且终端的形态大部分将采用瘦终端和零终端,并拥有更多的交互界面。跨异构终端平台是后PC时代的发展趋势,传统以机器为中心的桌面模式,正在走向以用户为中心、终端能力智能感知的统一Web接入模式,实现企业与消费体验的融合。预计到2015年,企业将逐步走向移动办公。在这种环境下的后PC时代需要重点解决三个问题:

一体化体验 在任何时间、任何地点,任何人物都可以得到一致的体验,实现云端和终端的良好衔接。

性能体验 现在很多人在使用苹果公司提供的云存储服务,感觉给生活带来了便利,但有些人却抱怨其性能不好。向用户提供好的性能体验和最佳性价比是我们需要解决的问题,例如支持将所有数据存储存储在云端,将影像存储在云端,可以随时观看所需的视频。

安全 后PC时代,数据存储在云端会相应地带来安全问题。在核心计算领域,如何保证网络安全、虚拟化安全、数据安全以及应用安全是后PC时代面

临的挑战。

华为的创新

创新理念

信息技术行业正在发生深刻的变化，信息技术架构逐步从传统模式转向云计算、大数据模式。进入信息技术行业需要有创新的模式，抓住企业转型来创新。华为公司已经在服务器领域做了很多年，在创新方面主要强调两点：

价值创新 企业创新一定是为客户创造价值的，没有价值的创新不是真正的创新。

开放、共赢的创新 信息技术领域有1.2万亿美元的市场空间，包含无数企业、研究机构和院校等。我们希望创新是开放的，而不是封闭的，我们希望与产业界的伙伴合作创新，而且是站在巨人的肩膀上创新，实现共赢。

计算/存储/网络深度融合架构

计算/存储分离面临很大的挑战：计算与存储在产品形态上的割裂，导致信息技术基础设施成本居高不下；传统的SAN（storage area network，存储区域网络）机头与FC交换网络成为制约系统扩展性的单点瓶颈；固态硬盘存储介质的引入，使得SAN控制机头成为系统性能瓶颈。我们迫切需要具备向外扩展（scale-out）架构特征，通过计算、存储垂直整合的革新性计算架构来应对云计算时代的挑战。

如图3所示的计算/存储融合一体机，用分布的存储引擎，与每一个节点共享信息，实现架构的扩展。这种计算存储融合架构的优点是：更大容量的分布式缓存，带来随机读写峰值IOPS提升3~5倍；更高可靠性及多级冗余能力，使得1TB数据故障恢复时间窗从传统SAN的12小时缩

减到0.5小时；系统可平滑无级扩容，目前单系统数据容量超过20PB；可按需灵活配置计算节点及存储节点，带来配置的融合度，突破了原来计算、存储分离式的不灵活的架构。所以配置计算融合的架构非常适合云计算时代的基本单元。

传统的终端接入网络必须为不同的客户端开发不同的软件，华为已经推出的Web桌面使企业应用可以以BYOD（bring your own device，携带自己的设备办公）方式接入网络，基于浏览器的Web访问模式实现了跨客户端平台，不再需要为不同终端操作系统定制不同应用软件，HTML5的成熟及在各主流智能终端浏览器的普遍支持，使得客户端浏览器不再需要安装插件。

大数据应用场景

华为对大数据的应用覆盖数据分析全场景由以下要素构成：

数据仓库 基于大规模并行（massively parallel processing, MPP）技术的并行结构化数据处理，解决了传统关系型数据库无法满足数据容量和性能的需求的问题，使数据库支持复杂联机分析处理（online analytical processing, OLAP）容量提升至百TB规模；

分级化数据处理 主要应用在历史数据管理、信令监测和数据提取、转换和加载（extraction-transformation-loading, ETL），采用分布式文件系统和

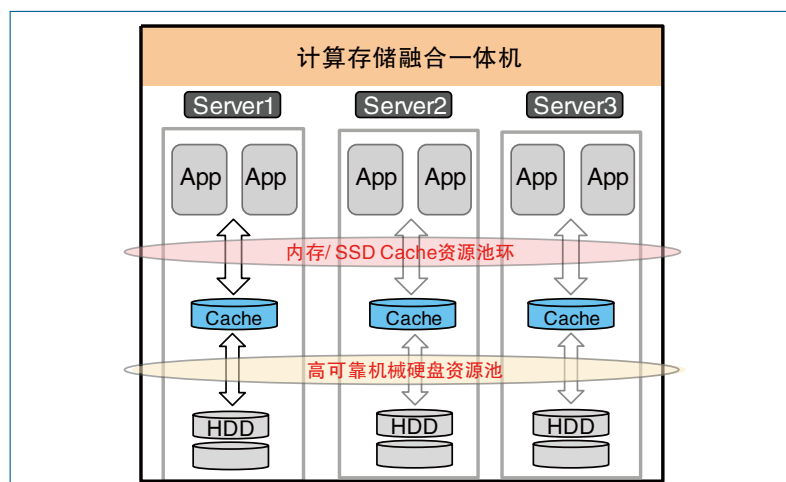


图3 计算/存储融合一体机

MapReduce并行处理方案,实现了低成本、海量、线性扩展;

实时数据处理 主要应用在实时营销和交易监控,采用流处理和复杂事件处理(complex event processing, CEP)方案,实现高吞吐率,支持多种窗口模式。

对大数据的分析过程中,采用了基于Hadoop¹的应用设计并频繁使用了大量的算法,在排序(sort)、搜索(search)、压缩解压缩(un/compress)、联接(join)、迭代等算法上消耗大量CPU资源,对系统性能影响巨大。华为采用Hadoop压缩卡压缩数据,使CPU占用率降低了70%,TeraSort²性能提升了20%,数据量减少了50%,大幅提升了大数据分析效率。

在大数据的解决方案中,客户需要一套系统,实现对数据生命周期的管理。基于此,华为提出“X位一体”大数据方案,其创新思路是集分布式NAS(network attached storage,网络挂接存储(亦有译作“网络附加存储”或“网络连接式存储”))、分布式数据库、分布式备份于一体。推出的产品Big Data Appliance(大数据设备)在分布式架构的基础上,提供结构化和非结构化数据资源共享,基于生命周期管理数据归档,覆盖了大数据全生命周期。

云计算和大数据发展起来之

后,大部分架构是开源的,华为也在积极地参与,投入相关社区建设,对开源持续贡献,保持架构同步,是核心的贡献者。

云存储

实现存储的海量拓展,有分布式文件系统和分布哈希环两种方式。华为的去中心、全分布、自组织的存储节点,具有简单高效的存储接口、基于动态算法的数据分布以及强健的系统容错性和自愈性等特征,是业界成本最低、容量最大(EB级)、性能最可靠的云存储,是面向企业备份、归档以及互联网数据中心(Internet Data Center, IDC)网盘应用的最佳海量存储平台。

开放合作

华为希望以开放合作的方式来创新应用。利用产、学、研全方位的合作联盟,不断推进国内云计算生态链的健康与繁荣发展。华为在信息技术和云计算领域不从事应用软件供应和云服务,专心致力于做好云平台和信息技术的基础设施。华为利用积累的优势,力争为信息技术领域提供良好的平台,希望合作伙伴在此平台上打造良好的产业链,这是我们云计算策略的基本考虑。目前已经有400多家企业和科研机构和我们及产品与技术领

域形成合作伙伴,共同打造云计算的产业链,包括新产品研发、联合拓展等。

在产品的解决方案方面,从硬件到系统软件,从应用到咨询服务,华为分别与业界主要企业合作;在技术研究和开发方面,包括虚拟化及虚拟桌面、并行计算及大数据、分布式存储与文件系统、云安全等,华为与国内各个高校都有深入的合作。

为加强与合作伙伴的合作,华为也积极参与国内外的信息技术标准组织。华为的用户包括供应商、政府与公共事业、运营商、大企业、能源与电力、交通、金融、中小企业。华为专注做好云计算的基础架构,提供产品的解决方案,包括数据中心、云计算和存储,与合作伙伴一起构建精益服务体系,为用户创造价值。■

(本文根据2012中国计算机大会(CCF CNCC 2012)报告整理而成)



龚 体

华为技术有限公司IT领域研发总裁。主要研究方向为电磁波、微波技术及云计算架构领域。
gongti@huawei.com

¹ 一款开源软件,主要用于分布式存储和计算,由HDFS和MapReduce计算框架组成。

² Hadoop中的一个排序作业。