

项目 1 初识虚拟化与云计算



项目说明

在过去的半个多世纪，信息技术的发展，尤其是计算机和互联网技术的进步极大地改变了人们的工作和生活方式。大量企业开始采用以数据中心为业务运营平台的信息服务模式。进入新世纪后，数据中心变得空前重要和复杂，这对管理工作提出了全新的挑战，一系列问题接踵而来。企业如何通过数据中心快速地创建服务并高效地管理业务？怎样根据需求动态调整资源以降低运营成本？如何更加灵活、高效、安全地使用和管理各种资源？如何共享已有的计算平台而不是重复创建自己的数据中心？业内人士普遍认为，信息产业本身需要更加彻底的技术变革和商业模式转型，虚拟化和云计算正是在这样的背景下应运而生的。

“虚拟化”和“云计算”是当下两个很时新的抽象的概念，同时也标志计算机技术的发展进入一个新的历史阶段，因此需要我们学习和了解。



本节任务微课视频



任务 1.1 虚拟化

虚拟化技术很早就计算机体系结构、操作系统、编译器和编程语言等领域得到了广泛应用。该技术实现资源的逻辑抽象和统一表示，在服务器、网络及存储管理等方面都有突出的优势，大大降低管理的复杂度，提高了资源的利用率，提高运营的效率，从而有效地控制成本。由于大规模数据中心管理和基于互联网的解决方案交付运营方面有巨大的价值，服务器虚拟化技术受到人们的高度重视，人们普遍相信虚拟化将成为未来数据中心的重要组成部分。



相关知识

1. 服务器虚拟化体系结构

目前，企业使用的物理服务器一般运行单个操作系统，随着服务器整体性能的大幅度提

升，服务器的 CPU、内存等硬件设备的利用率越来越低。另外，服务器操作系统难以移动和复制，硬件故障会造成服务器停机，无法对外提供服务，导致物理服务器工作的难度加大。物理服务器的体系结构如图 1.1.1 所示。

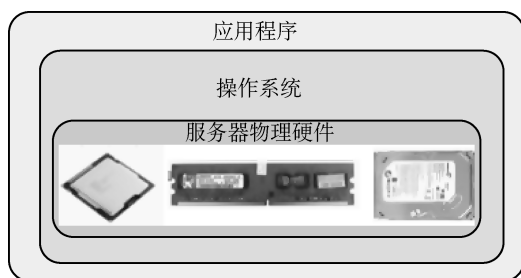


图 1.1.1 物理服务器的体系结构

使用服务器虚拟化，可以在一台服务器上运行多个虚拟机，多个虚拟机共享同一台物理服务器的硬件资源。每个虚拟机都是相互隔离的，这样可以在同一台物理服务器上运行多个操作系统及多个应用程序。服务器虚拟化体系结构如图 1.1.2 所示。

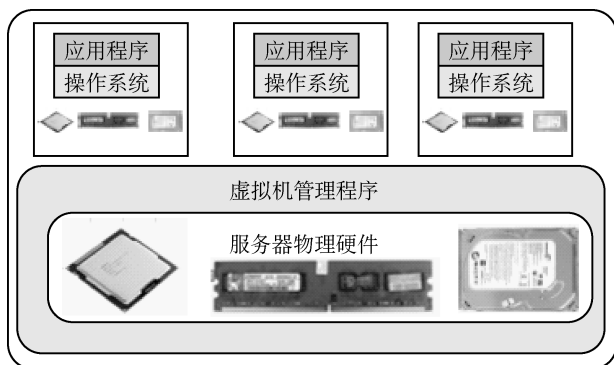


图 1.1.2 服务器虚拟化体系结构

虚拟化的工作原理是直接在物理服务器的硬件或主机操作系统上面运行一个称为虚拟机管理程序（Hypervisor）的虚拟化系统。通过虚拟机管理程序，多个操作系统可以同时运行在单台物理服务器上，共享服务器的硬件资源。

虚拟机管理程序一般分为两类：第一类虚拟机管理程序直接运行在硬件上，也称为裸金属架构（Bare Metal Architecture）；第二类虚拟机管理程序则需要主机安装操作系统，由主机操作系统负责提供 I/O 设备支持和内存管理，也称为寄居架构（Hosted Architecture）。常见的第一类虚拟机管理程序包括 VMware ESXi、微软 Hyper-V、开源的 KVM（Linux 内核的一部分）和 Xen 等，常见的第二类虚拟机管理程序包括 VMware Workstation、Oracle VM Virtualbox 和 QEMU 等。

2. 虚拟化与传统物理服务器的区别

在传统的应用中，每个应用（或项目）运行在单独的物理服务器中，每个物理服务器只支持一个网站或运行一个项目。在大多数的政府、企业中，单台服务器大多配置 1 个 CPU、2~3 个硬盘作为 RAID 1 或 RAID 5，单电源，单网络（服务器 2 块网卡或 4 块网卡只用一块）。

而在虚拟化的项目中，虚拟化主机服务器大多配置 2~4 个 CPU，6~10 个甚至更多硬盘作为 RAID 5 或 RAID 50、RAID 10，2~4 个电源，4 个或更多的物理网卡冗余。虚拟化中每台服务器都有冗余，在服务器中的单一网卡、硬盘、电源，甚至 CPU 出现问题时都会有冗余设备替代。另外，在虚拟化项目中，通常采用共享的存储，虚拟机保存在共享的存储中，即使某台主机完全损坏，运行在该主机上的虚拟机也会在其他物理主机启动，保证业务系统不会中断。

组成虚拟化项目中每个节点主机的性能更高。单一的应用主机，大多配置 2 个硬盘作为 RAID 1，或者 3 个硬盘作为 RAID 5，这样磁盘性能比较低。如果 3 块硬盘作为 RAID 5，不如再添加 1 块硬盘，4 块硬盘组建 RAID 10，可以获得较好的读写性能。在虚拟化主机中，通常用 6 块或更多的硬盘，组建 RAID 5、RAID 50 或者 RAID 10，磁盘性能较高。另外，虽然虚拟化后是在同一个主机上运行多个虚拟机，但这些虚拟机并不会在同一时刻都要求较高的 CPU 与磁盘、内存利用率。根据多年的虚拟化实施经验，在虚拟化后，不会降低原来的每个应用的响应速度，而是会略有增加。

当前一些单位，为了成本考虑，采取大容量、低转速的 SATA 或 SAS（7200 转）的磁盘组建 RAID。如果采用这种磁盘，如采用 1TB、2TB、3TB，甚至 4TB 的 7200 转磁盘，建议至少采用 8 块组建 RAID 10，而不是采用 4 块组建 RAID 5。由于 RAID 5 的（Write Penalty）写惩罚为 4，在较低转速、较低性能硬盘、较小数量采用 RAID 5 时，其写性能非常低，不建议采用。另外，大容量的磁盘，在 RAID 重建时，需要花费更长的时间。

3. 企业实施服务器虚拟化的优点

使用服务器虚拟化，可以降低 IT 成本，提高服务器的利用率和灵活性。使用服务器虚拟化的优点包含以下几个方面。

（1）提高服务器硬件资源利用率，通过服务器虚拟化，可以使一台服务器同时运行多个虚拟机，每个虚拟机运行一个操作系统。这样，一台服务器可以同时对外提供多种服务。服务器虚拟化可以充分利用服务器的 CPU、内存等硬件资源。

（2）降低运营成本，使用服务器虚拟化，一台服务器可以提供原先几台物理服务器所能提供的服务，明显减少了服务器的数量。服务器硬件设备的减少，可以减少占地空间，电力和散热成本也会大幅度降低，从而降低了运营成本。

（3）方便服务器运维，虚拟机封装在文件中，不依赖于物理硬件，使得虚拟机操作系统易于移动和复制。一个虚拟机与其他虚拟机相互隔离，不受硬件变化的影响，方便服务器运维。

（4）提高服务可用性，在虚拟化架构中，管理员可以安全地备份和迁移整个架构，不会出现服务中断的情况。使用虚拟机在线迁移可以消除计划内停机，使用 HA（High Available，高可用性集群）等高级特性可以从计划外故障中快速恢复虚拟机。

（5）提高桌面的可管理性和安全性，通过部署桌面虚拟化，可以在所有台式计算机、笔记本电脑、瘦终端、平板电脑和手机上部署、管理和监控云桌面，用户可以在本地或远程访问自己的一个或多个云桌面。

4. 当前流行的企业级虚拟化解决方案

目前流行的企业级虚拟化厂商及其解决方案包括 VMware vSphere、微软 Hyper-V、Red Hat KVM、Citrix XenApp 等。

(1) VMware vSphere: VMware (中文名“威睿”)是全球数据中心虚拟化解决方案的领导厂商。VMware vSphere 是 VMware 公司推出的企业级虚拟化解决方案, vSphere 不是一个单一的软件,而是由多个软件组成的虚拟化解决方案,其核心组件包括 VMware ESXi、VMware vCenter Server 等。除了 VMware vSphere, VMware 公司还有很多其他产品,包括云计算基础架构产品 VMware vCloud Suite、桌面与应用虚拟化产品 VMware Horizon View、个人桌面级虚拟机 VMware Workstation 等。

(2) 微软 Hyper-V: Hyper-V 是微软公司推出的企业级虚拟化解决方案,微软在企业级虚拟化领域的地位仅次于 VMware。微软从 Windows Server 2008 开始集成了 Hyper-V 虚拟化解决方案,到 Windows Server 2012 的 Hyper-V 已经是第三代,Hyper-V 是 Windows Server 中的一个服务器角色。微软还推出了免费的 Hyper-V Server,实际上是仅具备 Hyper-V 服务器角色的 Server Core 版本服务器。微软在 Windows 8 之后的桌面操作系统中也集成了 Hyper-V,仅限专业版和企业版。

(3) Red Hat KVM: KVM (Kernel-based Virtual Machine, 基于内核的虚拟机)最初是由以色列公司 Qumranet 开发的,在 2006 年, KVM 模块的源代码被正式接纳进入 Linux Kernel,成为 Linux 内核源代码的一部分。作为开源 Linux 系统领军者的 Red Hat 公司,也没有忽略企业级虚拟化市场。

2008 年, Red Hat 收购了 Qumranet 公司,从而拥有了自己的虚拟化解决方案。Red Hat 在 Red Hat Enterprise Linux 6、7 版本中集成了 KVM,另外, Red Hat 还发布了基于 KVM 的 RHEV (Red Hat Enterprise Virtualization) 服务器虚拟化平台。

(4) Citrix XenApp: Xen 是一个开源虚拟机管理程序,于 2003 年公开发布,由剑桥大学在开展“XenServer 范围的计算项目”时开发。依托于 XenServer 项目,一家名为 XenSource 的公司得以创立,该公司致力于开发基于 Xen 的商用产品。2007 年, XenSource 被 Citrix 收购。Citrix 即美国思杰公司,是一家致力于移动、虚拟化、网络 and 云服务领域的企业,其产品包括 CitrixXenApp (应用虚拟化)、CitrixXenDesktop (桌面虚拟化)、XenServer (服务器虚拟化)等。目前, Citrix 公司的桌面和应用虚拟化产品在市场占有比较重要的地位。



任务 1.2 云计算



本节任务微课视频

云计算是新理念,目标是将计算和存储简化为像公共的水和电一样易用的资源,用户只要联网即可方便地使用,按量付费。云计算提供灵活的计算能力和高效的海量数据分析方法,企业不需要构建自己专用的数据中心就可以在云平台上运行各种各样的业务系统,这种创新的计算模式和商业模式吸引了产业界和学术界的广泛关注。我们所从事的虚拟化研究是云计算的基石,是云计算最重要的支撑技术。

1. IT 产业发展的四个时代

从 20 世纪 80 年代起至今, IT 产业经历了四个大的时代:大(小)型机时代、个人计算机(PC)时代、互联网时代、云计算时代,如图 1.2.1 所示。大(小)型机时代是在 20 世纪 80 年代之前,个人计算机时代是从 20 世纪 80 年代到 90 年代,互联网时代发生在 20 世纪 90 年代到 21 世纪,最近十年,云计算时代正在到来。

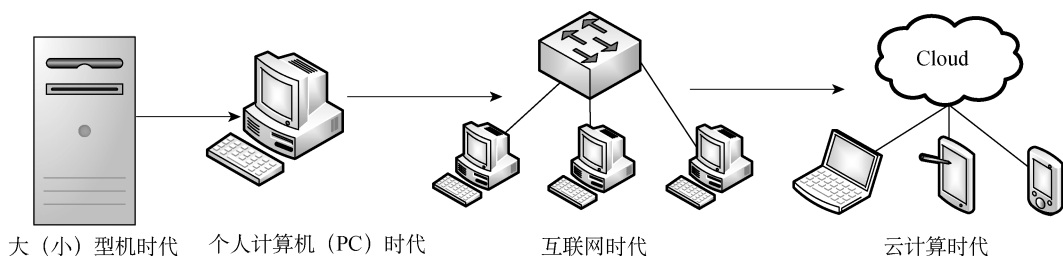


图 1.2.1 IT 产业发展的四个时代

20 世纪 60 年代只有大型主机, 20 世纪 70、80 年代以 UNIX 为主导, 小型机开始成为主流, 大型主机真正统领江湖的时代事实上只有 15~20 年。

个人计算机(PC)时代到来的标志是原来昂贵的、只在特殊行业内使用的大型主机发展成为每个人都能负担得起、每个人都会使用的个人计算机。个人计算机时代的到来提高了人的工作效率和企业的生产效率。

互联网时代的到来使数亿计的单个信息孤岛汇集成庞大的信息网络, 方便信息的发布、收集、检索和共享, 极大地提高人类沟通、共享和协作的效率, 提高社会生产力, 丰富人们的社交和娱乐活动。可以说, 当前绝大多数企业、学校的日常工作都依赖于互联网。

云计算时代的到来, 这里先不说云计算的定义, 而从日常生活说起。现在我们每天都在使用自来水、电和天然气, 有没有想过这些资源使用起来为什么这么方便呢? 不需要自己挖井、发电, 也不用自己搬蜂窝煤烧炉子。这些资源都是按需收费的, 用多少, 付多少费用。有专门的企业负责产生、输送和维护这资源, 用户只需要使用就可以。

如果把计算机、存储、网络这些 IT 基础设施与水、电、气等资源做比较, IT 基础设施还远没有达到水、电、气那样的高效利用。就目前情况来说, 无论是企业还是个人, 都是自己购置这些 IT 设施, 但使用率相当低, 大部分 IT 基础资源没有得到高效利用。产生这种情况的原因在于 IT 基础设施的可流通性不像水、电、气那样成熟。

科学技术的飞速发展, 网络带宽、硬件性能不断提升, 为 IT 基础设施的流通创造了条件, 假如有一个公司, 其业务是提供和维护企业和个人所需要的计算、存储、网络等 IT 基础资源, 而这些 IT 基础资源可以通过互联网传送给最终用户。这样, 用户不需要采购昂贵的 IT 基础设施, 而是租用计算、存储网络资源, 这些资源可以通过手机、平板电脑和瘦终端等设备来访问。这种将 IT 基础设施像水、电、气一样传输给用户、按需付费的服务就是狭义的云计算。如果将所提供的服务从 IT 基础设施扩展到软件服务、开发服务, 甚至所有 IT 服务, 就是广义的云计算。

云计算是基于 Web 的服务, 以互联网为中心。从 2008 年开始, 云计算的概念逐渐流行起来, 云计算在近几年受到 IT、学术界、商界甚至政府的热捧, 一时云计算这个词语无处不在, 让处于同时代的其他 IT 技术自叹不如。云计算被视为“革命性的计算模型”, 囊括了开发、架构、负载平衡和商业模式等。

2. 云计算发展的大事件

云计算与大数据时代的到来, 深入影响世界经济社会的发展, 改变人们的工作、生活和思维方式。随着云计算与大数据技术的不断成熟, 其在各个领域的应用将成为必然。

1959 年 6 月, Christopher Strachey 发表虚拟化论文, 虚拟化是今天云计算基础架构的基石。

1962 年, J. C. R. Licklider 提出“星际计算机网络”设想。

1984 年, Sun 公司的联合创始人 John Gage 说出“网络就是计算机”的名言, 用于描述分布式计算技术带来的新世界, 今天的云计算正在将这一理念变成现实。

1997 年, 南加州大学教授 Ramnath K. Chellappa 提出云计算的第一个学术定义: “计算的边界可以不是技术局限, 而是经济合理性。”

1998 年, VMware (威睿公司) 成立并首次引入 x86 的虚拟化技术。

1999 年, Marc Andreessen 创建 LoudCloud, 是第一个商业化的 IaaS 平台。同年 salesforce.com 公司成立, 宣布“软件终结”革命开始。

2000 年, SaaS 兴起。

2006 年 3 月, 亚马逊推出弹性计算云 (Elastic Compute Cloud) 服务。

2006 年 8 月, 谷歌首席执行官埃里克·施密特在搜索引擎大会首次提出“云计算”(Cloud Computing) 的概念。

2008 年 2 月, IBM 宣布将在中国无锡太湖新城科教产业园为中国的软件公司建立全球第一个云计算中心 (Cloud Computing Center)。

2010 年 7 月, 美国国家航空航天局 (NASA) 与 Rackspace、AMD、Intel、戴尔等支持厂商共同宣布 Open Stack 开源计划。

2010 年, 阿里巴巴旗下的“阿里云”正式对外提供云计算商业服务。

2013 年 9 月, 华为面向企业和运营商客户推出云操作系统 Fusion Sphere 3.0。

2015 年 3 月, 第十二届全国人民代表大会第三次会议中提出制订“互联网+”行动计划, 推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合, 促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展, 引导互联网企业拓展国际市场。

2015 年 5 月, 国务院公布“中国制造 2025”战略规划, 提出工业互联网、大数据、云计算、生产制造、销售服务等全流程和产业链的综合集成应用。

2015 年 10 月教育部颁布《普通高等学校高等职业教育 (专科) 专业目录 (2015 年)》, 将“云计算技术与应用”列入新的专业目录。

2016 年 9 月教育部颁布《普通高等学校高等职业教育 (专科) 专业目录 (2016 年)》, 将“大数据技术与应用”列入新的专业目录。

3. 云计算的定义

狭义云计算是指 IT 基础设施的交付和使用模式, 即通过网络以按需、易扩展的方式获得所需的 IT 基础设施资源。广义云计算是指各种 IT 服务的交付和使用模式, 指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需要的各种 IT 服务。

4. 云计算的三大服务模式

(1) IaaS (Infrastructure as a Service, 基础设施即服务): IaaS 提供给用户的是计算、存储、网络等 IT 基础设施资源。用户能够部署一台或多台云主机, 在其上运行操作系统和应用程序。用户不需要管理和控制底层的硬件设备, 但能控制操作系统和应用程序。云主机可以运行 Windows 操作系统, 也可以运行 Linux 操作系统, 在用户看来, 它与一台真实的物理主机没有区别。目前最具代表性的 IaaS 产品包括国外的亚马逊 EC2 云主机、S3 云存储, 国内的阿里云、盛大云、百度云等。

(2) PaaS (Platform as a Service, 平台即服务): PaaS 提供给用户的是应用程序的开发和运营环境, 实现应用程序的部署和运行。PaaS 主要面向软件开发者, 使开发者能够专注于应用程序的开发, 极大地提高了应用程序的开发效率。目前最具代表性的 PaaS 产品包括国外的 Google App Engine、微软 Windows Azure、国内的新浪 SAE 等。

(3) SaaS (Software as a Service, 软件即服务): SaaS 提供给用户的是具有特定功能的应用程序, 应用程序可以在各种客户端设备上通过浏览器或瘦终端界面访问。SaaS 主要面向使用软件的最终用户, 用户只需要关心软件的使用方法, 不需要关注后台服务器和硬件环境。目前最具代表性的 SaaS 产品包括国外的 Salesforce 在线客户关系管理 (CRM), 国内的金蝶 ERP 云服务、八百客在线 CRM 等。

5. 云计算的部署模式

云计算的部署模式可以分为 3 种: 公有云、私有云和混合云。

(1) 公有云: 公有云是由云计算服务提供商为客户提供的云, 它所有的服务都是通过互联网提供给用户使用的, 如图 1.2.2 所示。

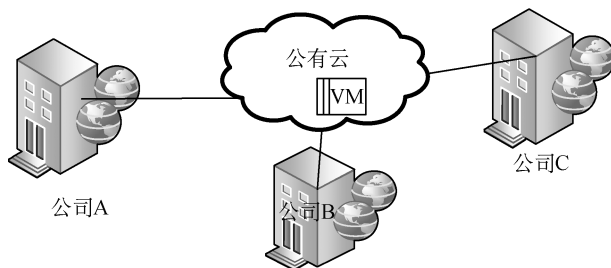


图 1.2.2 公有云

对于使用者而言, 公有云的优点在于所有的硬件资源、操作系统、程序和数据都存放在公有云服务提供商处, 自己不需要进行相应的投资和建设, 成本比较低; 但是缺点在于由于数据都不存放在自己的服务器中, 用户会对数据私密性、安全性和不可控性有所顾虑。典型的公有云服务提供商有亚马逊 AWS (Amazon Web Services)、微软 Windows Azure、阿里云、盛大云等。

(2) 私有云: 私有云是由企业自己建设的云, 它所有的服务只供公司内部或分公司使用, 如图 1.2.3 所示。私有云的初期建设成本比较高, 比较适合有众多分支机构的大型企业或政府。可用于私有云建设的云计算系统包括 Open Stack、VMware vCloud 等。

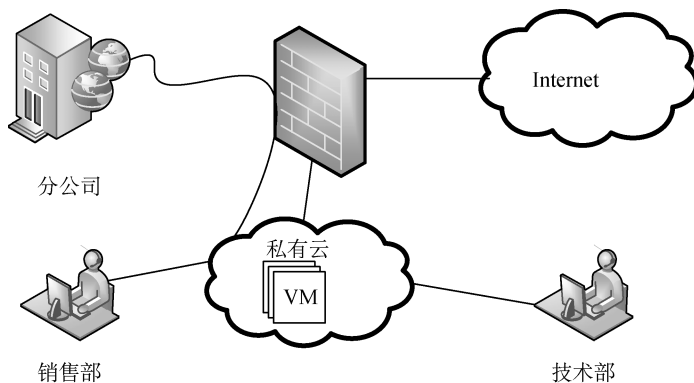


图 1.2.3 私有云

另外，私有云也可以部署在云计算服务提供商上，基于网络隔离等技术，通过 VPC 专线访问。这种私有云也称为 VPC (Virtual Private Cloud)。

(3) 混合云：很多企业出于安全考虑，更愿意将数据存放在私有云中，但同时又希望获得公有云的计算资源，因此这些企业同时使用私有云和公有云，这就是混合云模式。另外，如果企业建设的云既可以给公司内部使用，又可以给外部用户使用，也称为混合云。

6. 云计算兴起的成熟条件

云计算技术兴起的成熟条件包含以下几个方面。

(1) 虚拟化技术的成熟。云计算的基础是虚拟化。服务器虚拟化、网络虚拟化、存储虚拟化在近几年已经趋于成熟，这些虚拟化技术已经在多个领域得到应用，并且开始支持企业级应用。虚拟化市场的竞争日趋激烈，VMware (威睿)、Microsoft (微软)、Red Hat (红帽)、Citrix (思杰)、Oracle (甲骨文)、华为等公司的虚拟化产品不断发展，各有优势。

虚拟化技术早在 20 世纪 60 年代就已经出现，但只能在高端系统上使用。在 Intel x86 架构方面，VMware 在 1998 年推出了 VMware Workstation，这是第一个能在 x86 架构上运行的虚拟机产品。随后，VMware ESX Server、VirtualPC、Xen、KVM、Hyper-V 等产品的推出，以及 Intel、AMD 在 CPU 中对硬件辅助虚拟化的支持，使得 x86 体系的虚拟化技术越来越成熟。

(2) 网络带宽的提升。随着网络技术的不断发展，互联网骨干带宽和用户接入互联网的带宽快速提升。2013 年，国家印发“宽带中国”战略及实施方案，中华人民共和国工业和信息化部、三大运营商均将“宽带中国”列为通信业发展的重中之重。

中国普通家庭的 Internet 接入带宽已经从十几年前的几十 kbit/s 发展到现在的 4~100Mbit/s。世界上宽带建设领先国家的家庭宽带速度甚至已经达到 1Gbit/s，基本实现光纤到户。不得不说，要充分享受云计算服务带来的好处，国内的宽带速度必须进一步提升，并降低费用，让高速 Internet 进入千家万户。

(3) Web 应用开发技术的进步。Web 应用开发技术的进步，大大提高了用户使用互联网应用的体验，也方便了互联网应用的开发。这些技术使得越来越多的以前必须在 PC 桌面环境使用的软件功能变得可以在互联网上通过 Web 使用，如 Office 办公软件及绘图软件。

(4) 移动互联网和智能终端的兴起。随着智能手机、平板电脑、可穿戴设备、智能家电的出现，移动互联网和智能终端快速兴起。由于这些设备的本地计算资源和存储资源都十分有限，而用户对其能力的要求却是无限的，所以很多移动 App 都依赖于服务器端的资源。而移动应用的生命周期比传统应用更短，对服务架构和基础设施架构提出了更高的要求，从而推动了云计算服务需求的发展。

(5) 大数据问题和需求。在互联网时代，人们产生、积累了大量的数据，简单地通过搜索引擎获取数据已经不能满足多种多样的应用需求。怎样从海量的数据中高效地获取有用数据，有效地处理并最终得到感兴趣的结果，这就是“大数据”所要解决的问题。大数据由于其数据规模巨大，所需要的计算和存储资源极为庞大，将其交给专业的云计算服务商进行处理是一个可行的方案。