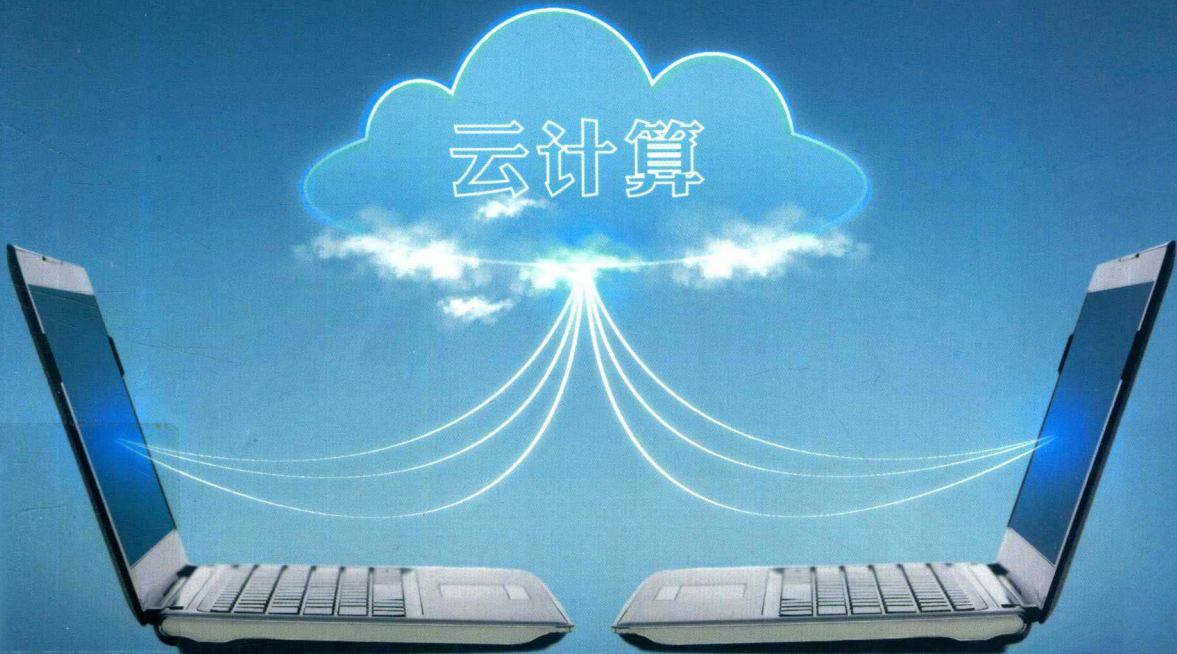


云计算 关键技术研究

卢 军◎ 著



云计算



电子科技大学出版社

云计算关键技术研究

卢军 著

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

云计算关键技术研究/ 卢军著. —成都: 电子科技大学出版社, 2015.11 (2016.8 重印)
ISBN 978-7-5647-3155-7

I. ①云… II. ①卢… III. ①计算机网络—研究
IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 249916 号

云计算关键技术研究

卢 军 著

出版发行: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编: 610051)

策划编辑: 谭炜麟

责任编辑: 谭炜麟

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都市火炬印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 9.75 字数 213 千字

版 次: 2015 年 11 月第一版

印 次: 2016 年 8 月第二次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3155-7

定 价: 58.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

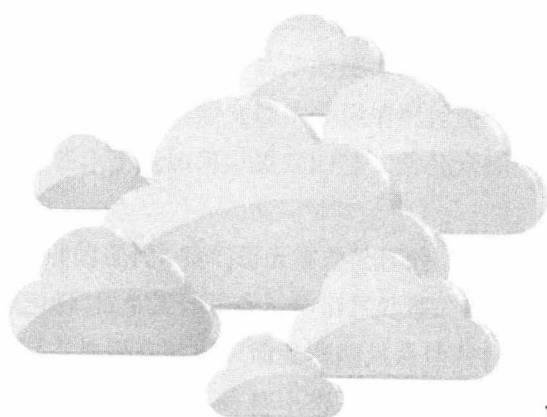
◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

第 1 章 云计算概论	1
1.1 云计算的产生背景	3
1.2 初识云计算	4
1.3 国际云计算应用现状	10
1.4 我国云计算应用现状	14
1.5 云计算与物联网的关系	21
1.6 云计算前景	22
1.7 云计算的发展面临的挑战	24
第 2 章 走进云计算	27
2.1 云计算的分类	29
2.2 云计算的实质	30
2.3 云计算的区分	30
2.4 云计算的服务类型	31
2.5 云计算的体系架构	32
2.6 云计算的云存储技术	35
2.7 有关云计算的问题	39
第 3 章 云计算平台及关键技术	43
3.1 主要云计算平台	45
3.2 云安全架构体系	48
3.3 云服务域安全	49
3.4 云终端域安全	73
3.5 云监管域安全	79
3.6 云计算的计算模型	81
第 4 章 云计算与虚拟化	85
4.1 虚拟化概述	87
4.2 虚拟化的分类	90

4.3 应用虚拟化	99
4.4 桌面虚拟化	101
4.5 服务器虚拟化	103
4.6 网络虚拟化	110
4.7 存储虚拟化	120
第 5 章 云计算与分布式计算	129
5.1 分布式计算的概念与原则	131
5.2 Hadoop 系统介绍	135
5.3 分布式文件系统	138
5.4 Map Reduce 计算模型	141
5.5 分布式协同控制	145



第 1 章

云计算概论



互联网的高速发展孕育了云计算。云计算模式的出现使用户能享受高性能的计算资源、软件资源、硬件资源和服务资源。自从云计算的概念被提出来以后，立刻引起了业内各方极大的关注，现在云计算已成为信息领域的研究热点之一。虽然 IT 业界对云计算趋之若鹜，却鲜有人能给出云计算的真正含义，多数人都不清楚到底什么是云计算，人们最常见的感受就如同“雾里看花”，看不清云（Cloud）到底是什么样子，也不知道云计算能做什么。

1.1 云计算的产生背景

随着人类社会的进步，越来越多的资源以基础设施的形式被提供给人们使用，如水、电、煤气，用户只需要有一个简单的接口，就可以在任意时间根据自己需要的频度来使用这些基础设施，并按照资源的使用情况付费。如今，计算资源在人们的日常生活中逐渐变得重要，于是如何以更好的方式给公众提供计算资源受到了很多研究人员和实施者的关注。

在经济高速发展的现代，我们每天需要处理的数据正以几何倍数的速度快速增长，而目前 PC 依然是我们日常工作、生活中信息处理的核心工具。我们每个人拥有自己的软件、硬件，可以本地保存数据，而互联网只是让我们能更方便地获取信息和相互交流。这样，无论是单位还是个人，都不得不面对海量数据的背后对软、硬件配置不断部署、维护、升级的需求。这种需求越来越大，而且越来越难以承受。现实需要一种以较低成本投入就能获得方便、高效的公共计算资源。

随着高速网络的发展，互联网已连接全球各地，网络带宽极大提高，可以传递大容量数据。芯片和磁盘驱动器产品在功能增强的同时，价格也变得日益低廉，拥有成百上千台计算机的数据中心具备了快速为大量用户处理复杂问题的能力。互联网上一些大型数据中心的计算和存储能力出现冗余，特别是一些大型的互联网公司具备了出租计算资源的条件。技术上，并行计算、分布式计算，特别是网格计算的日益成熟和应用，提供了很多利用大规模计算资源的方式。基于互联网服务存取技术的逐渐成熟，各种计算、存储、软件、应用都可以以服务的形式提供给客户。所有这些技术为产生更强大的公共计算能力和服务提供了可能。

计算能力和资源利用效率的迫切需求、资源的集中化和各项技术的进步，推动了云计算（Cloud Computing）的产生。

1.2 初识云计算

1.2.1 云计算的定义

云计算是一种 IT 世界基础设施的变迁，但是如何准确地定义它呢？事实上，很难用一句话说清楚到底什么才是真正的云计算。2009 年 1 月 24 日，Jeremy Geelan 在云计算杂志上发表了一篇题为“21 位专家定义云计算”的文章，其结果是 21 位专家给出了 21 种定义。到底什么是云计算？

维基百科对云计算的解释是：云计算是一种互联网上的资源利用新方式，可为大众用户依托互联网上异构、自治的服务进行按需即取的计算。由于资源是在互联网上，而在计算机流程图中，互联网常以一个云状图案来表示，因此可以形象地类比为云计算，“云”同时也是对底层基础设施的一种抽象概念。

伯克利大学的学者将云计算定义为：云计算包含互联网上的应用服务及在数据中心提供这些服务的软、硬件设施。互联网上的应用服务一直被称作软件即服务(Software as a Service, SaaS)，所以我们使用这个术语。而数据中心的软、硬件设施就是我们所谓的“云”。

江南计算技术研究所的司品超等则认为：云计算是一种新兴的共享基础架构的方法，它统一管理大量的物理资源，并将这些资源虚拟化，形成一个巨大的虚拟化资源池。云是一类并行和分布式的系统，这些系统由一系列互连的虚拟计算机组成。这些虚拟计算机是基于服务级别协议（供应者和消费者之间协商确定）被动态部署的，并且作为一个或多个统一的计算资源存在。与传统单机、网络应用模式相比，云计算具有虚拟化技术、动态可扩展、按需部署、高灵活性、高可靠性、高性价比等六大特点。

看了这几个定义后，我们对云计算有了大概的了解。其实云计算到底是什么，还取决于人们所关注的兴趣点。不同的人群看待云计算会有不同的视图和理解。我们可以把人群分为云计算服务的使用者、云计算系统规划设计开发者和云计算服务的提供者三类。

如果从云计算服务的使用者角度来看，云计算可以用图来形象地表达。如图 1-1-1 所示，云非常简单，一切的一切都在云里边，它可以为用户提供云计算、云存储以及各类应用服务。作为云计算的使用者，不需要关心云里面到底是什么、云里的 CPU 是什么型号的、硬盘的容量是多少、服务器在哪里、计算机是怎么连接的、应用软件是谁开发的等问题，而需要关心的是随时随地可以接入、有无限的存储可供使用、有无限的计算能力为其提供安全可靠的服务和按实际使用情况计量付费。云计算最典型的应用就是基于 Internet 的各类业务。云计算的成功案例包括：Google 的搜索、在线文

档 Google-Docs、基于 Web 的电子邮件系统 Gmail; 微软的 MSN, Hotmail 和必应(Bing) 搜索 ; Amazon 的弹性计算云 (EC2) 和简单存储服务 (S3) 业务等。

简单来说, 云计算是以应用为目的, 通过互联网将大量必需的软、硬件按照一定的形式连接起来, 并且随着需求的变化而灵活调整的一种低消耗、高效率的虚拟资源服务的集合形式。而对于云计算来说, 它更应该属于一种社会学的技术范围。相比于物联网的对原有技术进行升级的特点, 云计算则更有“创造”的意味。它借助不同物体间的相关性, 把不同的事物进行有效的联系, 从而创造出一个新的功能。

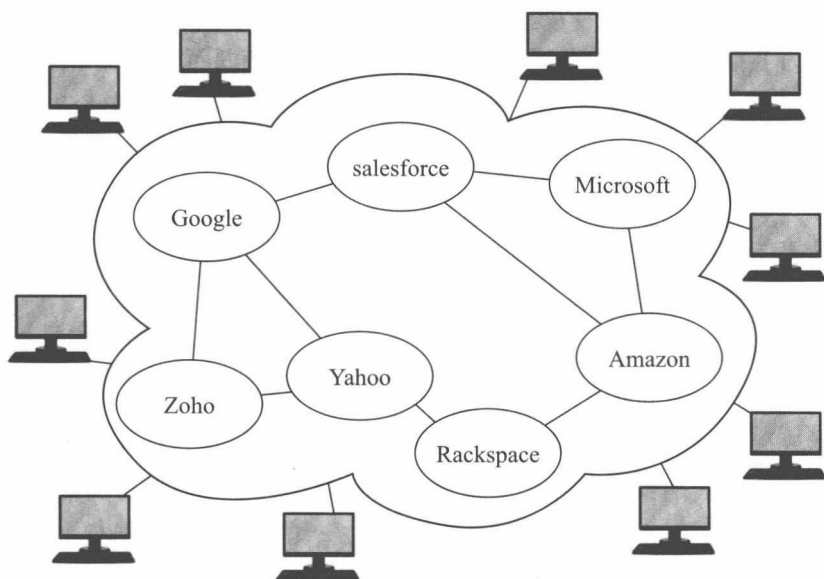


图 1-1-1 云计算概念结构

1.2.2 云计算的特征

1. 有关概念

云计算是效用计算 (Utility Computing)、并行计算 (Parallel Computing)、分布式计算 (Distributed Computing)、网格计算 (Grid Computing)、网络存储 (Network Storage)、虚拟化 (Virtualization)、负载均衡 (Load Balance) 等传统计算机和网络技术发展融合的产物。云计算的基本原理是令计算分布在大量的分布式计算机上, 而非本地计算机或远程服务器中, 从而使得企业数据中心的运行与互联网相似。

云计算常与效用计算、并行计算、分布式计算、网格计算、自主计算相混淆。这里有必要介绍一下这些计算的特点。

（1）效用计算。

效用计算（Utility Computing）是一种提供计算资源的商业模式，用户从计算资源供应商处获取和使用计算资源，并基于实际使用的资源付费。效用计算主要给用户带来经济效益，是一种分发应用所需资源的计费模式。相对效用计算而言，云计算是一种计算模式，它代表了在某种程度上共享资源进行设计、开发、部署、运行应用，以及资源的可扩展/收缩和对应用连续性的支持。

（2）并行计算。

并行计算（Parallel Computing）是指同时使用多种计算资源解决计算问题的过程。并行计算是为了更快速地解决问题、更充分地利用计算资源而出现的一种计算方法。

并行计算将一个科学计算问题分解为多个小的计算任务，并将这些小的计算任务在并行计算机中执行，利用并行处理的方式达到快速解决复杂计算问题的目的，它实际上是一种高性能计算。

并行计算的缺点是将被解决的问题划分出来的模块是相互关联的，如果其中一个模块出错，必定影响其他模块，再重新计算会降低运算效率。

（3）分布式计算。

分布式计算（Distributed Computing）是利用互联网上众多的闲置计算机的计算能力，将其联合起来解决某些大型计算问题的一门学科。与并行计算同理，分布式计算也是把一个需要巨大的计算量才能解决的问题分解成许多小的部分，然后把这些小的部分分配给多个计算机进行处理，最后把这些计算结果综合起来得到最终的正确结果。与并行计算不同的是，分布式计算所划分的任务相互之间是独立的，某一个小任务出错不会影响其他任务。

（4）网格计算。

网格计算（Grid Computing）是指分布式计算中两类广泛使用的子类型：一类是在分布式的计算资源支持下作为服务被提供的在线计算或存储；另一类是由一个松散连接的计算机网络构成的虚拟超级计算机，可以用来执行大规模任务。

网格计算强调资源共享，任何人都可以作为请求者使用其他节点的资源，同时需要贡献一定资源给其他节点。网格计算强调将工作量转移到远程的可用计算资源上；云计算强调专有，任何人都可以获取自己的专有资源；并且这些资源是由少数团体提供的，使用者不需要贡献自己的资源。在云计算中，计算资源的形式被转换，以适应工作负载，它支持网格类型应用，也支持非网格环境，比如运行 Web 2.0 应用的三层网络架构。网格计算侧重并行的计算集中性需求，并且难以自动扩展；云计算侧重事务性应用，大量的单独的请求，可以实现自动或半自动扩展。



（5）自主计算。

自主计算（Self Computing）是由美国 IBM 公司于 2001 年 10 月提出的。IBM 将自主计算定义为“能够保证电子商务基础结构服务水平的自我管理（Self Managing）技术”。其最终目的在于使信息系统能够自动地对自身进行管理，并维持其可靠性。

自主计算的核心是自我监控、自我配置、自我优化和自我恢复。自我监控，即系统能够知道系统内部每个元素当前的状态、容量以及它所连接的设备等信息；自我配置，即系统配置能够自动完成，并能根据需要自动调整；自我优化，即系统能够自动调度资源，以达到系统运行的目标；自我恢复，即系统能够自动从常规和意外的灾难中恢复。

事实上，许多云计算部署依赖于计算机集群（但与网格计算的组成、体系结构、目的、工作方式大相径庭），也吸收了自主计算和效用计算的特点。它旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的完美系统，并借助一些先进的商业模式把这个强大的计算能力分布到终端用户手中。

2. 云计算的特征

云计算的一个核心理念就是通过不断提高“云”的处理能力，进而减少用户终端的处理负担，最终使用户终端简化成一个单纯的输入输出设备，并能按需享受“云”强大的计算处理能力。云计算的中心思想是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度，构成一个计算资源池，向用户提供按需服务。云计算的特征主要表现在以下几个方面：

（1）超大规模。“云”具有相当的规模，Google 云计算已经拥有 100 多万台服务器，Amazon，IBM，Microsoft，Yahoo 等的“云”均拥有几十万台服务器。“云”能赋予用户前所未有的计算能力。云业务的需求和使用与具体的物理资源无关，IT 应用和业务运行在虚拟平台之上。云计算支持用户在任何有互联网的地方，使用任何上网终端获取应用服务。用户所请求的资源来自于规模巨大的云平台。

（2）高可扩展性。“云”的规模超大，可以动态伸缩，满足应用和用户规模增长的需要。

（3）虚拟化。云计算是一个虚拟的资源池，用户所请求的资源来自“云”，而不是固定的有形的实体。用户只需要一台笔记本或者一部手机，就可以通过网络服务来实现自己需要的一切，甚至包括超级计算这样的任务。

（4）高可靠性。用户无须担心个人计算机崩溃导致的数据丢失，因为其所有的数据都保存在云里。

(5) 通用性。云计算没有特定的应用, 同一个“云”可以同时支撑不同的应用运行。

(6) 廉价性。由于“云”的特殊容错措施, 因而可以采用极其廉价的节点来构成云。云计算将数据送到互联网的超级计算机集群中处理, 个人只需支付低廉的服务费用, 就可完成数据的计算和处理。企业无须负担日益高昂的数据中心管理费用, 从而大大降低了成本。

(7) 灵活定制。用户可以根据自己的需要定制相应的服务、应用及资源, 根据用户的需求, “云”来提供相应的服务。

1.2.3 云计算的优缺点

1. 云计算的优点

云计算具有一些新特征, 其优点突出表现在以下几个方面:

(1) 降低用户计算机的成本。用户不需要购买非常高端的计算机来运行云计算的 Web 应用程序, 因为这些应用程序在云上面 (而不是在本地) 运行, 所以桌面 PC 不需要传统桌面软件所要求的处理能力和存储空间。

(2) 改善性能。因为大部分的软件都在云上运行, 所以用户的计算机可以节省更多的资源, 从而获得更好的性能。此外, 由于“云”中的服务只需支持单一环境, 因此运行更快。

(3) 降低 IT 基础设施投资。大型组织的 IT 部门可通过向云迁移来降低成本。通过利用云的计算和存储能力替代内部的计算资源, 企业可以减少 IT 的初期投资。那些需要处理高峰负载的企业, 也不再需要购买设备来应付负载峰值 (在平时闲置), 这种需求可以通过云计算轻松处理。

(4) 减少维护问题。云计算能够为各种规模的组织显著地降低硬件和软件的维护成本。硬件都由云计算提供者管理, 所以组织基本上不用再进行硬件维护。系统软件等也是同样的情况。

(5) 减少软件开支。由于各种成本的降低, 一般基于云计算的服务收费比传统的软件要低, 而且许多公司 (例如 Google) 都免费提供其 Web 应用程序。

(6) 即时的软件更新。另一个跟软件相关的优势是用户不用再面对陈旧的软件和高昂的升级费用。基于 Web 的应用程序都能自动更新, 用户每次使用程序时, 得到的都是最新的版本。

(7) 计算能力的增长。当用户与云计算系统连接之后, 可以支配整个云的计算能力。

(8) 无限的存储能力。云可以提供事实上近乎无限的存储能力。



(9) 增强的数据安全性。在桌面计算机上, 硬盘崩溃可能损坏所有有用的数据, 但是云里面一台计算机的崩溃不会影响到存储的数据, 这是因为云会自动备份存储的数据。

(10) 改善操作系统的兼容性。不同操作系统之间的数据共享是非常麻烦的, 但是对于云计算, 重要的是数据, 而不是操作系统, 用户可以将 Windows 连接到云其他不同的操作系统, 共享文档和数据。

(11) 改善文档格式的兼容性。由 Web 应用程序创建的文档可以被其他任何使用该应用程序的用户读取, 当所有人都使用云进行文档和应用的共享时, 不会存在格式的兼容性问题。

(12) 简化团队协作。通过共享文档可以进行文档合作, 对许多用户来说, 这是云计算最重要的优点之一。简单的团队合作意味着可以加快大多数团体项目的进度, 同时也让分布在不同地理位置的团队合作变为可能。

(13) 没有地点限制的数据获取。通过云计算, 用户不需要将文档随身携带, 所有的数据都在云中, 只需要一台计算机和网络连接就可以获取所需数据。

2. 云计算的缺点

云计算在体现出其独特的优点的同时, 也存在一些缺点, 主要表现在以下6个方面:

(1) 要求持续的网络连接。因为用户需要通过互联网来连接应用程序和文档, 假如没有网络连接, 用户将什么都不能做。现在有些 Web 应用程序在没有网络连接的时候也可以在桌面上运行, 例如 Google Gears, 这项技术可以将 Google 的 Web 应用程序如 Gmail 变成本地运行的程序。

(2) 低带宽网络连接环境下不能很好地工作。Web 应用程序都需要大量的带宽进行下载, 例如 Gmail 包含大量的 JavaScript 脚本, 在低带宽网络连接环境下页面装载很困难, 更别说利用其丰富的特性。换句话说, 云计算不是为低带宽网络准备的。

(3) 反应慢。即使有相当快的网络, Web 应用程序也可能比桌面应用程序反应慢得多, 因为从界面到数据都需要在客户端和服务器进行不断的传递。

(4) 功能有限制。虽然这个问题在将来必然会改善, 但是现在许多 Web 应用程序和其对应的桌面应用程序相比, 功能缩水很多。以 Google 文档和 Microsoft Office 为例, 它们的基本功能差别不大, 但是 Google 文档缺乏许多 Microsoft Office 的高级特性。

(5) 无法确保数据的安全性。如果把数据都保存在云中, 由于云的公共获得性, 无法确保机密数据不会被其他用户窃取。

(6) 不能保证数据不会丢失。理论上, 保存在云中的数据是冗余的, 不会存在丢

失的问题，然而现在大部分云计算提供者都没有服务水平协议（SLA）。也就是说，如果用户的数据不见了，云计算提供者并不负责。

1.3 国际云计算应用现状

全球云计算产业虽处于发展初期，市场规模不大，但将会引导传统 ICT 产业向社会化服务转型，未来发展空间十分广阔。本节以云计算应用发展较迅速的美国、欧盟、澳洲、日本、新加坡为例，对国际云计算应用现状进行简要说明。

1. 美国

美国云服务市场规模约占全球的 60%，2011 年年底，美国有很多企业投入到云计算的 SaaS 和 PaaS 研发，其中知名企业近 200 家，涉及几乎所有的云计算关键领域。美国部分云服务企业已经具备了提供大规模全球化云计算服务的能力，并主导云计算的技术发展方向，且已在很多行业和政府部门得到广泛应用。其中在制造业，美国 GXS 云计算平台为成千上万的制造企业使用 GXS Trading Grid 进行日常的需求预测、物料管理与财务结算；在医疗行业，美国卫生和公共服务部（HHS）正利用云计算支持电子健康档案系统的实施，且 HHS 正在部署一个由 Salesforce.com 提供的基于云的客户关系和项目管理解决方案；对于美国政府来说美国总务署（GSA）的 Apps.gov 致力于云计算工程的计划、开发及应用，以此来提高联邦政府的运作效率，优化公共服务，提高政府透明度；在教育行业，美国格雷汉姆小学的桌面云为全校 600 名师生带来虚拟电脑桌面，师生通过终端设备连接“通用云计算服务”来获取虚拟电脑桌面，同时为学生提供丰富的学习材料。

2011 年，美国联邦政府计划在发展云计算应用方面的开支约为 200 亿美元，占联邦政府 IT 总花销（800 亿美元）的 1/4。在此之前，美国联邦政府白宫管理和预算办公室已着手实施了一项“云优先”政策，要求政府机构在进行任何新投资之前先对安全可靠的云计算方案进行评估，从而了解云计算的价值，加快向云服务迁移的步伐。根据“云优先”政策的要求，各部门将重新修改 IT 项目方案，以便充分利用云计算优势，高效地使用设备，提高 IT 灵活性和响应能力，降低开销。通过提高 IT 资产使用效率和促进私营部门创新成果的利用，云计算将使政府更加高效、灵活和富于创新。如果一个机构需要启动一项新的创新项目，不必购买昂贵的硬件，只需利用云基础设施便可快速实施，从而节省时间，降低部署成本。在政策驱动下，大量的联邦政府机构正在采用云技术，并且实现了可观的效益。例如，美国国家航空和航天局（NASA）的星



云项目，利用社区云使研究人员快速获得相对低廉的 IT 服务。

联邦政府云服务门户 Apps.gov 是“云优先”战略的重要组成部分。该门户是一个以云计算为基础架构、以 IT 公共服务为主要产品的在线应用商店平台。各个联邦机构可以通过 Apps.gov 浏览及购买相关云服务。通过 Apps.gov 网站，政府用户可以享受云技术带来的诸多益处：①经济性，云服务是一种即付即用的 IT 资源使用方法，它可以降低初始投资，根据需求的实际变化调整投资；②灵活性，在用户需求发生变动后，IT 部门不需要调整软件和硬件配置，而是可以通过云服务迅速抓取或释放相关资源及系统处理能力；③快捷性，Apps.gov 提供各类云计算服务，利用 Apps.gov 网站，可以缩减政府部门冗长的采购周期，加快系统建设进程。

在美国，不仅联邦政府制定各种计划在推进云计算，还有更多部门协作：国家标准和技术委员会负责领导和牵头组织联邦政府、地方政府机构 CIOs、私有企业专家、国际组织建立云计算的标准和指引；总务管理局负责建立政府采购机制，在政府范围内对基于云计算的申请提供解决方案；国土安全部（DHS）负责监测云计算的运行安全；美国联邦 CIO 理事会负责云计算在政府范围内的推广，确定下一代的云计算技术，并分享最佳实践及可重复使用的分析案例和模板；管理和预算办公室将负责协调各政府机构设立全面的云优先策略，并向政府机构提供指导；其他机构在对云计算解决方案进行充分考虑的基础上，负责评估自身的采购策略。

2. 欧盟

在欧盟，云计算也在相当多政府部门和行业中得到了充分应用。如欧洲环境署（EEA）的云计算应用，该项目包含 22 000 个水处理站、10 000 个空气检测站及 35 个数据提供机构，范围覆盖整个欧洲。该项目提供气候变化对欧洲造成的地面变化信息来指导农业生产。

2010 年 10 月，德国联邦经济和技术部发布《云计算行动计划》，旨在“大力发展云计算，支持云计算在德国中小企业的应用，消除云计算应用中遇到的技术、组织和法律问题”。

2011 年 11 月，英国政府宣布将启动政府云服务（G-Cloud），并投资 6 000 万英镑建立公共云服务网络；英国财务部预计英国政府每年 160 亿英镑的 IT 预算中将有 32 亿英镑采用云计算；英国政府的目标是到 2015 年，至少有 50% 的政府公共部门的信息技术资源通过 G-Cloud 购买；为服务 2012 年伦敦奥运会，伦敦交通局和微软合作，基于微软的 Windows Azure 云平台共同建立了一个为移动应用开发商提供的、包含免费交通信息的在线开发平台 Tracker Net。



另外，欧盟委员会启动了一项旨在进一步开发欧洲云计算潜力的战略计划，希望能在经济领域加速和扩大云计算的应用，并创造大量的就业机会。为实施这项计划，欧盟委员会制定了一系列措施，主要包括筛选众多技术标准，使服务用户在互操作性、数据的便携性和可逆性方面得到保证，到 2013 年确定这些方面的必要标准；支持在欧盟范围内开展“可信赖云服务供应商”的认证计划；为云计算合同，特别是服务水平协议制定“安全和公平”模式下的合同条款；利用公共部门的购买力（占全部 IT 支出的 20%）来建立欧盟成员国与相关企业欧洲云计算业务之间的合作伙伴关系，确立欧洲云计算市场，促使欧洲云计算供应商扩大业务增长并提供性价比高的在线管理服务。

欧盟希望到 2020 年，云计算能够在欧洲创造 250 万个新就业岗位，每年能够创造 1 600 亿欧元的产值，即达到欧盟国民生产总值的 1%。

3. 澳洲

根据毕马威公司的调查显示：云技术受到了澳洲的小型和处于起步初期的企业的关注，云应用每年将为澳洲 GDP 贡献 30 亿美元的增长。Forrester Research（弗雷斯特研究公司）研究区域的调查结果也表明：91% 的澳洲公司正在部署虚拟化技术，有 47% 的澳洲企业正在使用云计算服务。当地政府也不甘落后，正在计划全面部署各地级机构的云计算系统，澳洲财政部网站（data.gov.au）更是率先托管到了云平台上；在金融行业中，澳洲西太银行利用富士通澳洲公司提供的云计算 SaaS，在专属网络基础设施和专属服务器及存储设施基础上，为西太银行及各下属金融机构的 40 000 用户提供统一电子邮件和协同服务；在电信业，IPscape 公司为澳大利电信和全球业务 VCC（Virtual Call Center，虚拟呼叫中心）提供“公有云”呼叫中心解决方案，此方案可帮助企业改造昂贵而复杂的传统呼叫中心等；澳洲冲浪救生组织，将他们的会员、培训、监控、订货和声音识别系统与公共海滩安全网站、会员自助门户等云服务平台融合，该组织宣称通过这一系列举措每年能节约 40 万美元的成本。

4. 日本

日本云计算应用虽然落后于美国和欧盟国家，但日本政府也在奋起直追，大力推广云计算在各行业的应用，其中当属金融、教育、医疗行业的应用最为迅速。住友生命保险公司在核心业务资金运用领域使用云计算，此举可节省 40% 的系统开发维修费用；日本明治大学和日立公司合作，计划在全校范围内推广云计算系统，以方便师生使用各种软件和服务，同时节省相关费用；日本的电信服务提供商 KDDI 更早在 2010 年 10 月初宣布正式开展“医疗健康云计算”业务；在其他行业如制造业中，很多企业接受云计算服务，用来开发产品，如风险企业 VISIO NARE 通过云计算服务制作、传