

第 1 章

云计算概述

1.1 云计算简介

从 20 世纪 40 年代世界上第一台电子计算机诞生至今，已经过去了半个多世纪。在这几十年里，计算模式经历了单机、终端—主机、客户端—服务器几个重要时代，发生了翻天覆地的变化。在过去的几十年里，互联网将全世界的企业与个人连接了起来，并深刻地影响着每个企业的业务运作及每个人的日常生活。用户对互联网内容的贡献空前增加，软件更多地以服务的形式通过互联网被发布和访问，而这些网络服务需要海量的存储和计算能力来满足日益增长的业务需求。

互联网使得人们对软件的认识和使用模式发生了潜移默化的改变。计算模式的变革必将带来一系列的挑战。如何获取海量的存储和计算资源？如何在互联网这个无所不包的平台上更经济地运营服务？各种新的 IT 技术对各行业将会产生怎样的影响？如何才能使互联网服务更加敏捷、更随需应变？如何让企业和个人用户更加方便、透彻地理解与运用层出不穷的服务？“云计算”正是顺应这个时代大潮而诞生的信息技术理念。目前，无论是信息产业的行业巨头还是新兴科技公司，都把云计算作为企业发展战略中的重要组成部分。云计算的号角已经吹响，势不可当。本章将解释什么是云计算，包括它的发展历史与特征优势，阐述云计算的体系结构，介绍最近趋势火热的开源项目 OpenStack，最后展示一些经典的云计算解决案例。

1.1.1 云计算概念与特征

云计算无疑是最近各大厂商纷纷追逐的对象，Salesforce.com 在 2008 年年初推出了按需应变平台 DevForce，提供一套全面的云计算架构；在洛杉矶举办的微软专业开发者大会上，微软推出了备受期待的云计算平台 Windows Azure，以提供微软各大软件的网络版本应用；Sun 实施云计算 Insight 挑战 Live Mesh；IBM 在中国无锡太湖新城科教产业园为中国的软件公司建立

了第一个云计算中心……如今只要搜索“云计算”，就会出现数不胜数的信息，对云计算的定义也有多种说法。对于到底什么是云计算，至少可以找到 100 种解释，很多学者和机构都对云计算赋予了不同的比喻和内涵。

维基百科认为云计算是一种能够将动态伸缩的虚拟化资源通过互联网以服务的方式提供给用户的计算模式，用户不需要知道如何管理那些支持云计算的基础设施。

Whatis.com 认为云计算是一种通过网络连接来获取软件和服务的计算模式，云计算使用户可以获得使用超级计算机的体验，用户通过笔记本电脑与手机上的瘦客户端接入云中获取需要的资源。

中国云计算专委会认为，云计算最基本的概念是：通过整合、管理、调配分布在网络各处的计算资源，并以统一的界面同时向大量用户提供服务。借助云计算，网络服务提供者可以在瞬息之间，处理数以千万计甚至亿计的信息，实现和超级计算机同样强大的效能，同时，用户可以按需计量地使用这些服务，从而实现让计算成为一种公用设施来按需而用的梦想。

国家标准与技术研究院 (NIST) 定义云计算是一种按使用量付费的模式，这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问，进入可配置的计算资源共享池（资源包括网络、服务器、存储、应用软件、服务），这些资源能够被快速地提供，只需投入很少的管理工作，或服务供应商进行很少的交互。

总的来说，在云计算中，IT 业务通常运行在远程的分布式系统上，而不是在本地计算机或者单个服务器上。这个分布式系统由互联网相互连接，通过开放的技术和标准把硬件和软件抽象为动态可扩展、可配置的资源，并对外以服务的形式提供给用户。该系统允许用户通过互联网访问这些服务，并获取资源。服务接口将资源在逻辑上以整合实体的形式呈现，隐蔽其中的实现细节。该系统中业务的创建、发布、执行和管理都可以在网络上进行，而用户只需要按资源的使用量或者业务规模付费。好比是从古老的单台发电机模式转向了电厂集中供电的模式。它意味着计算能力也可以作为一种商品进行流通，就像煤气、水电一样，取用方便，费用低廉。最大的不同是，它是通过互联网进行传输的。

云计算是并行计算 (Parallel Computing)、分布式计算 (Distributed Computing) 和网格计算 (Grid Computing) 的发展，或者说是这些计算科学概念的商业实现。云计算是虚拟化 (Virtualization)、效用计算 (Utility Computing)、将基础设施作为服务 IaaS (Infrastructure as a Service)、面向服务的架构 (SOA) 等概念混合演进并跃升的结果。

1.1.2 云计算发展历史

云计算主要经历了 4 个阶段才发展到现在这样比较成熟的水平，这 4 个阶段依次是电厂模式、效用计算、网格计算和云计算。

(1) 电厂模式阶段：电厂模式就好比利用电厂的规模效应来降低电力的价，并让用户使用起来更方便，并且不需维护和购买任何发电设备。

(2) 效用计算阶段：在 1960 年左右，计算设备的价格是非常高昂的，远非普通企业、学校和机构所能承受，所以很多人产生了共享计算资源的想法。1961 年，人工智能之父麦肯锡在一次会议上提出了“效用计算”这个概念，其核心借鉴了电厂模式，具体目标是整合分散在各地的服务器、存储系统以及应用程序来共享给多个用户，让用户能够像把灯泡插入灯座一样来使用计算机资源，并且根据其所使用的量来付费。但由于当时整个 IT 产业还处于发展初期，

很多强大的技术还未诞生，比如互联网等，所以虽然这个想法一直为人称道，但是总体而言“叫好不叫座”。

(3) 网格计算阶段：网格计算研究如何把一个需要非常巨大的计算能力才能解决的问题分成许多小的部分，然后把这些部分分配给许多低性能的计算机来处理，最后把这些计算结果综合起来攻克大问题。可惜的是，由于网格计算在商业模式、技术和安全性方面的不足，使得它并没有在工程界和商业界取得预期的成功。

(4) 云计算阶段：云计算的核心与效用计算和网格计算非常类似，也是希望 IT 技术能像使用电力那样方便，并且成本低廉。但与效用计算和网格计算不同的是，2014 年在需求方面已经有了一定的规模，同时在技术方面也已经基本成熟了。

目前，云计算革命正处于高速发展阶段。全球各大 IT 巨头都倾注巨资围绕云计算展开了激烈角逐。Google 在云计算方面已经走在众多 IT 公司的前面，它对外公布的云计算科技主要有 MapReduce、GFS (Google 文件系统, Google File System) 及 BigTable。从 2007 年开始，微软公司也在美国、爱尔兰、冰岛等地投资数 10 亿美元建设其用于“云计算”的“服务器农场”，每个“农场”占地都超过 7 个足球场，集成数 10 万台计算机服务器田。IBM 的蓝云计算平台是一个企业级的解决方案，它为企业客户搭建分布式、可通过互联网访问的云计算体系，整合了 IBM 自身的 Tivoli、VMware 的虚拟化软件以及 Hadoop 开源分布式文件系统，由数据中心、管理软件、监控软件、应用服务器、数据库以及一些虚拟化的组件共同组成。亚马逊的云计算名为 AmazonWeb Services (亚马逊网络服务)，目前主要由 4 块核心服务组成：Simple Storage Service (简单的存储服务, S3)、Elastic Compute Cloud (弹性计算云, EC2)、Simple Queuing Service (简单排队服务)、Simple DB。其他 (如雅虎、Sun 和思科等) 公司围绕“云计算”也都有重大举措。

1.1.3 云计算优势

云计算的特点和优势是：快速满足业务需求；低成本，绿色节能；提高了资源利用和管理效率。云计算极大地提高了互联网应用的用户体验度，同时具备极低的成本。本节会从三个方面详细阐述云计算的优势。

1. 快速满足业务需求

(1) 轻松、快速地获取服务

公有云使用者，如中小企业，可直接通过网络购买服务，省去了购买硬件和开发的环节，企业再也不需要将精力放在应该购买什么设备，应该怎么布线，应该什么时候更新软件这些和业务完全不相干的事情上了，所有的时间、精力和资金可以完全投入业务中去，“好钢用在刀刃上”，云计算为企业的发展提供了极大的帮助。企业私有云提供的资源服务流程可为企业业务上线提供及时的资源支持。

(2) 灵活、可扩展

云计算提供的资源是弹性可扩展的，可以动态部署、动态调度、动态回收，以高效的方式满足业务发展和平时运行峰值的资源需求。众所周知，企业的规模是逐渐变大的，客户的数量是逐渐增多的，随着客户的增多，访问量也急速膨胀，但是应用并不会变慢也不会堵塞，这些都归功于云服务商不断为其提供更多的存储空间和更快速的处理能力。当然，网络使用量也不是每时每刻都保持一致的，从晚上 12:00 之后到第二天上午这段时间除了“夜猫子”之外，

基本上很少有人上网,而在晚上 19:00~22:00 的黄金时段,网络使用量又会达到峰值,“云”里的资源都可以动态分布,人多的时候,调配来的资源也会相应增多,不会浪费,也绝对不会难以满足需求。

2. 低成本、绿色节能

在海量数据处理等场景中,云计算以 PC 集群分布式处理方式替代小型机加盘阵的集中处理方式,可有效地降低建设成本。在激烈的商战中,赚钱当然是第一位,然而省钱也是另一种“生财之道”。Google 中国区前总裁李开复曾说,如果没有云计算技术,Google 每年购买设备的资金将高达 640 亿美元,而采用云计算技术后则为 16 亿美元。也就是说,Google 只用了竞争对手 1/40 的成本,Google 使用云存储后的存储成本是对手的 1/30。

云计算通过虚拟化提高设备利用率,整合现有应用部署,降低设备数量规模。千千万万台计算机都是开着的,但真正的使用率又是多少,我们可能只是开着计算机听歌,或者仅仅只是在写文件,CPU 的利用率都不到 10%,甚至有时候我们只是开着计算机耗电而已。可以设想,如果每台计算机都在浪费自己 90% 的资源,那总量该是多么惊人!云计算和虚拟化结合在一起,就可以避免这样庞大的资源浪费。一台服务器可以虚拟成两个甚至更多的服务器,这听上去似乎难以理解,但这是事实。在客户眼中,似乎有处理文档服务器、邮件服务器、照片处理服务器,但其实这些都是由一台服务器完成的,它的 30% 的资源去处理文档了,30% 的资源去处理照片了,这样,这台服务器的个人潜力得到了最大程度的挖掘。

云计算和虚拟化的结合提高了设备利用率,节省了设备数量,进而大大减少了用电量,在很大程度上促进了数据中心的绿色节能。

3. 提高资源管理效率

(1) 集中化管理

云计算采用虚拟化技术使得跨系统的物理资源统一调配、集中运维成为可能。当你在华尔街的办公室里利用 Google 寻找周边实惠的聚餐场所时,你只是发出了这个请求,可是在庞大的 Google 的计算机群里,你并不知道到底是哪几台计算机为你服务的。管理员只需通过一个界面就可以对虚拟化环境中的各个计算机的使用情况、性能等进行监控,发布一个命令就可以迅速操作所有的机器,而不需要在每个计算机上单独进行操作。

(2) 维护专业化

服务器和存储资源池的专业管理使维护人员可专注于特定领域的运维,有助于提高运维质量。IT 部门也不再需要关心硬件技术细节,而集中在业务、流程设计上。

(3) 系统部署和维护自动化程度提高

如果在云计算资源池中,以虚拟机方式部署应用,那么应用的上线、资源变更和物理设备切换等过程将更加简单高效。

1.2 云计算体系架构

作为一种新兴的计算模式,云计算能够将各种各样的资源以服务的方式通过网络交付给用户。云计算需要清晰的架构来实现不同类型的服务及满足用户对这些服务的各种需求。在云计算中,根据其服务集合所提供的服务类型,整个云计算服务集合被划分成 4 个层次:应用层、平台层、基础设施层和虚拟化层。这 4 个层次的每一层都对应一个子服务集,云计算服务层次

如图 1-1 所示。

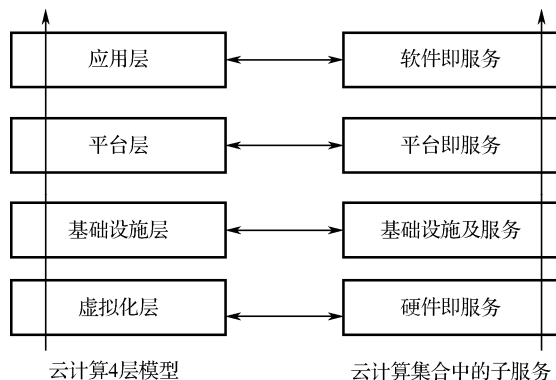


图 1-1 云计算服务层次

Sun 公司就云计算提出一个大家都比较认同的观点：云计算可描述在从硬件到应用程序的任何传统层级提供的服务。实际上，云服务提供商倾向于提供可分为如下三个类别的服务：软件即服务（Software as a Service）、平台即服务（Platform as a Service）、基础设施即服务（Infrastructure as a Service）。在云计算服务体系结构中，各层次与相关云产品对应。

1.2.1 基础设施即服务 IaaS

基础设施即服务（IaaS）交付给用户的是基本的基础设施资源。用户无须购买、维护硬件设备和相关系统软件，就可以直接在 IaaS 层上构建自己的平台和应用。基础设施向用户提供虚拟化的计算资源、存储资源和网络资源。这些资源能够根据用户的需求进行动态分配。相对于软件即服务（SaaS）和平台即服务（PaaS），基础设施即服务所提供的服务比较偏底层，但使用也更为灵活，比如，IaaS 服务可根据用户需求，提供一台装有操作系统的虚拟机，用户可用此虚拟机来运行自己的业务。全球主流 IaaS 提供商有 Amazon、Microsoft、Vmware、Rackspace 和 Red Hat。

Amazon EC2 服务是 IaaS 的典型案例。它的底层采用 Xen 虚拟化技术，以 Xen 虚拟机的形式向用户动态提供计算资源。除了 Amazon EC2 的计算资源外，Amazon 公司还提供简单存储服务（Simple Storage Service, S3）等多种 IT 基础设施服务。Amazon EC2 的内部细节对用户是透明的，因此用户可以方便地按需使用虚拟化资源。Amazon EC2 向虚拟机提供动态 IP 地址，并且具有相应的安全机制来监控虚拟机节点间的网络，限制不相关节点间的通信，从而保障了用户通信的私密性。从计费模式来看，EC2 按照用户使用资源的数量和时间计费，具有充分的灵活性。

1.2.2 平台即服务 PaaS

平台即服务（PaaS）交付给用户的是丰富的“中间件资源”，这些资源包括应用容器、数据库和消息处理等。因此，平台即服务面向的并不是普通的终端用户，而是软件开发人员，他们可以充分地利用这些开放的资源来开发定制化的应用。PaaS 公司在网上提供各种开发和分发应用的解决方案，比如虚拟服务器和操作系统。这节省了用户在硬件上的费用，也让分散的

工作室之间的合作变得更加容易。一些大的 PaaS 提供者有 Google App Engine、Microsoft Azure、Force.com、Heroku、Engine Yard。最近兴起的公司有 AppFog、Mendix 和 Standing Cloud。

在 PaaS 上开发应用和传统的开发模式相比有着很大的优势。首先，由于 PaaS 提供的高级编程接口简单易用，因此软件开发人员可以在较短时间内完成开发工作，从而缩短应用上线时间；其次，由于应用的开发和运行都基于同样的平台，因此兼容性问题较少；再次，开发者无须考虑应用的可伸缩性、服务容量等问题，因为 PaaS 都已提供；最后，平台层提供的运营管理功能还能够帮助开发人员对应用进行监控和计费。

Google 公司的 Google App Engine 就是典型的 PaaS 实例。它向用户提供了 Web 应用开发平台。由于 Google App Engine 对 Web 应用无状态的计算和有状态的存储进行了有效的分离，并对 Web 应用所使用的资源进行了严格的分配，因此使得该平台上托管的应用具有很好的自动可伸缩性和高可用性。

1.2.3 软件即服务 SaaS

软件即服务 (SaaS) 交付给用户的是定制化的软件，即软件提供方根据用户的需求，将软件或应用通过租用的形式提供给用户使用。SaaS 大多是通过网页浏览器来接入。任何一个远程服务器上的应用都可以通过网络来运行。用户消费的服务完全是从网页（如 Netflix、MOG、Google Apps、Box.net、Dropbox 或者苹果的 iCloud）那里进入这些分类。尽管这些网页服务是用作商务和娱乐或者两者都有，但这也算是云技术的一部分。一些用于商务的 SaaS 应用包括 Citrix 的 Go To Meeting, Cisco 的 WebEx, Salesforce 的 CRM、ADP、Workday 和 SuccessFactors。

SaaS 有三个特征。第一，用户不需要在本地安装该软件的副本，也不需要维护相应的硬件资源，该软件部署并运行在提供方自有的或者第三方的环境中；第二，软件以服务的方式通过网络交付给用户，用户端只需要打开浏览器或者某种客户端工具就可以使用服务；第三，虽然 SaaS 面向多个用户，但那时每个用户都感觉是独自占有该服务。

这种软件交付模式无论是在商业上还是技术上都是一个巨大的变革。对于用户来说，他们不再需要关心软件的安装和升级，也不需要一次性购买软件许可证，而是根据租用服务的实际情况进行付费，也就是“按需付费”。对于软件开发者而言，由于与软件相关的所有资源都放在云中，开发者可以方便地进行软件的部署和升级，因此软件的生命周期不再明显。开发者甚至可以每天对软件进行多次升级，而对用户来说这些操作都是透明的，他们感觉到的只是质量越来越完善的软件服务。

另外，SaaS 更有利于知识产权的保护，因为软件的副本本身不会提供给客户，从而减少了反编译等恶意行为发生的可能。Salesforce.com 公司是 SaaS 概念的倡导者，它面向企业用户推出了在线客户关系管理软件 Salesforce CRM，已经获得了非常积极的市场反响。Google 公司推出的 Gmail 和 Google Docs 等，也是 SaaS 的典型代表。

1.3 云计算平台 OpenStack 介绍

2015 年年初，Zenoss 完成的一份名为“2014 开源云计算解析”的市场调查显示，69% 的用户已经不同程度地应用云计算技术，43% 的用户花费大量资源在开源技术上。在这些选择了

开源云的企业中，超过 86% 的企业关注 OpenStack，并且这些数值在过去几年都在不断增长。排在第二位的 CloudStack 则被远远甩在后面，只有 44% 的企业关注它。至于有着悠久历史的 Eucalyptus，则在 2014 年 9 月被 HP 收购，并且在最近整合进入 Helion 云产品线，但 OpenStack 仍在该产品线上占据统治地位。毫无疑问，OpenStack 是目前最火的开源软件，超过 585 家企业，接近 4 万人通过各种方式支持着这个超过 2000 万行的开源项目的持续发展。OpenStack 一直保持着高速增长的态势。据分析，到 2018 年，OpenStack 将会拥有 33 亿美元的云市场。国内超过一半的 IaaS 提供商都在使用 OpenStack。

OpenStack 是由网络主机服务商 Rackspace 和美国宇航局联合推出的一个开源项目，目的是制定一套开源软件标准，任何公司或个人都可以搭建自己的云计算环境 (IaaS)，从此打破了 Amazon 等少数公司的垄断，意义非凡。下面介绍 IaaS 主流平台 OpenStack，帮助读者在进行 OpenStack 平台搭建实践前对其有一些基本的认识。

1.3.1 OpenStack 简介

OpenStack 是一整套开源软件项目的综合，它允许企业或服务提供者建立、运行自己的云计算和存储设施。Rackspace 与 NASA 是最初重要的两个贡献者，前者提供了“云文件”平台代码，该平台增强了 OpenStack 对象存储部分的功能；而后者带来了“Nebula”平台，形成了 OpenStack 其余的部分。而今，OpenStack 基金会已经有 150 多个会员，包括很多知名公司，如 Canonical、DELL、Citrix 等。

OpenStack 由几个主要的组件组合起来完成具体工作。OpenStack 支持几乎所有类型的云环境，项目目标是提供实施简单、可大规模扩展、丰富、标准统一的云计算管理平台。OpenStack 通过各种互补的服务提供了基础设施即服务 (IaaS) 的解决方案，每个服务提供 API 以进行集成。

OpenStack 已经走过了 7 个年头。从最初只有两个模块 (服务) Nova 和 Swift 到现在已经有 20 多个模块了，每个模块作为独立的子项目开发。OpenStack 每半年发布一个版本，版本以字母顺序命名，2016 年 10 月推出了第 14 个版本 Newton，因为在编写本书之时，Newton 还没有发布 Stable 版本，所以本书选择 Newton 前一个版本 Mitaka。Mitaka 版本聚焦于可管理性、可扩展性和终端用户体验三个方面。重点在用户体验上简化了 Nova、Keynote 的使用，以及使用一致的 API 调用创建资源。Mitaka 版本中可以处理更大的负载和更为复杂的横向扩展，也是本书中所用到的版本。

OpenStack 具有下列关键特性。

(1) 管理虚拟化的产品服务器和相关资源 (CPU、Memory、Disk、Network)，提高其利用率和资源的自动化分配 (具有更高的性价比)。

(2) 管理局域网 (Flat、Flat DHCP、VLAN DHCP、IPv6)，程序配置的 IP 和 VLAN，能为应用程序和用户组提供灵活的网络模式。

(3) 带有比例限定和身份认证：这是为自动化和安全设置的，容易管理接入用户，阻止非法访问。

(4) 分布式和异步体系结构：提供高弹性和高可用性系统。

(5) 虚拟机镜像管理：能提供易存储、引入、共享和查询的虚拟机镜像。

(6) 云主机管理：提高生命周期内可操作的应用数量，从单一用户接口到各种 API，例如一台主机虚拟的 4 台服务器，可以有 4 种 API 接口，管理 4 个应用。

- (7) 创建和管理云主机类型 (Flavors): 为用户建立菜单使其容易确定虚拟机大小, 并作出选择。
- (8) iSCSI 存储容器管理 (创建、删除、附加和转让容器): 数据与虚拟机分离, 容错能力变强, 更加灵活。
- (9) 在线迁移云主机。
- (10) 动态 IP 地址: 注意管理虚拟机是要保持 IP 和 DNS 的正确。
- (11) 安全分组: 灵活分配, 控制接入云主机。
- (12) 按角色接入控制 (RBAC)。
- (13) 通过浏览器的 VNC 代理: 快速方便的 CLI administration。

1.3.2 OpenStack 体系结构及服务组件

OpenStack 覆盖了网络、虚拟化、操作系统、服务器等各个方面。面对如此庞大的阵容, 首先介绍 OpenStack 架构 (如图 1-2 所示), 了解架构里哪些核心模块负责管理计算资源、网络资源和存储资源, 模块之间如何协调工作, 它能帮助我们站在高处看清楚事物的整体结构, 避免过早地进入细节而迷失方向。本书第 13 章会构建一个实验环境, 进到各个模块的内部, 通过实际操作真正理解和掌握 OpenStack。

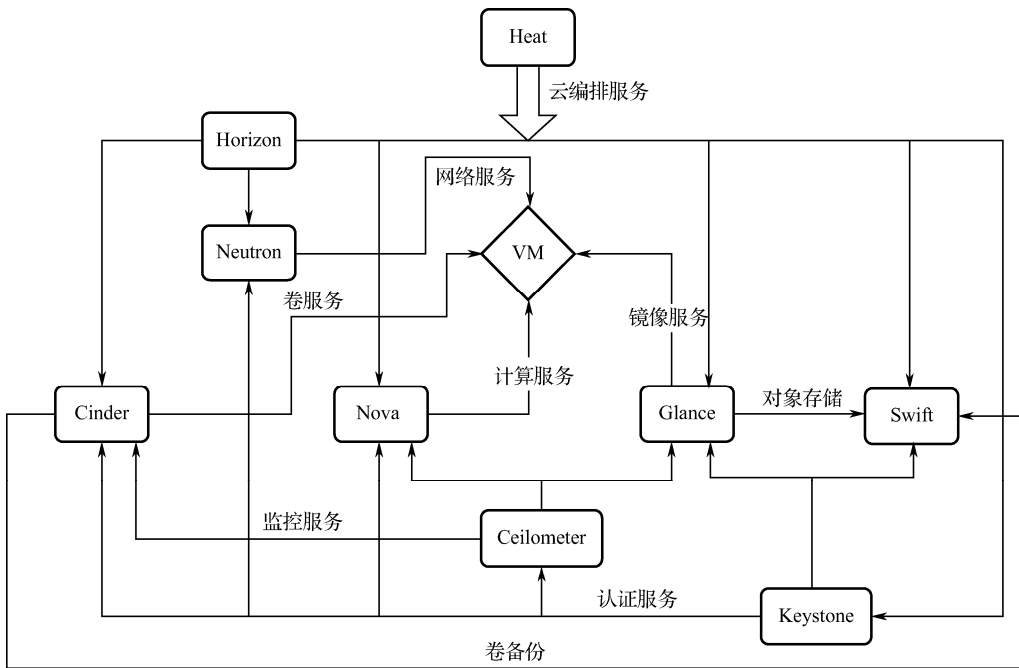


图 1-2 OpenStack 架构

VM: 虚拟机 (云主机), 围绕 VM 的那些长方形代表 OpenStack 不同的服务。

计算 (Compute): Nova。它是最核心的。最开始的时候, Nova 可以说是一套虚拟化管理程序, 还可以管理网络和存储。Nova 是一套控制器, 用于为单个用户或使用群组管理云主机的整个生命周期, 根据用户需求来提供虚拟服务。负责虚拟机创建、开机、关机、挂起、暂停、调整、迁移、重启、销毁等操作, 配置 CPU、内存等信息规格。自 Austin 版本起集成到

项目中。

对象存储 (Object Storage): Swift。一套用于在大规模可扩展系统中通过内置冗余及高容错机制实现对象存储的系统,允许进行存储或者检索文件。可为 Glance 提供镜像存储,为 Cinder 提供卷备份服务。自 Austin 版本起集成到项目中。Swift 是对象存储的组件。对于大部分用户来说,Swift 不是必需的。只有存储数量到一定级别,而且是非结构化数据才有这样的需求。Swift 是 OpenStack 所有组件里最成熟的,可以在线升级版本,各种版本可以混合在一起,也就是说,1.75 版本的 Swift 可以和 1.48 版本的 Swift 混合在一个群集里,这是很难得的。

镜像服务 (Image Service): Glance。一套虚拟机镜像查找及检索系统,支持多种虚拟机镜像格式 (AKI、AMI、ARI、ISO、QCOW2、Raw、VDI、VHD、VMDK),有创建上传镜像、删除镜像、编辑镜像基本信息的功能。自 Bexar 版本起集成到项目中,目前,Glance 的最大需求就是多个数据中心的镜像管理,不过这个功能已经基本实现。还有就是租户私有的 Image 管理,这些功能目前都已经实现。

认证服务 (Identity Service): Keystone。这是提供身份认证和授权的组件。对于任何系统,身份认证和授权其实都比较复杂。尤其是对于 OpenStack 这么庞大的项目,每个组件都需要使用统一认证和授权。Keystone 为 OpenStack 其他服务提供身份验证、服务规则和服务令牌的功能,管理 Domains、Projects、Users、Groups、Roles。自 Essex 版本起集成到项目中。Keystone 还需要提供更多的功能,如基于角色的授权、Web 管理用户等。

网络服务 (Network): Neutron。提供云计算的网络虚拟化技术,为 OpenStack 其他服务提供网络连接服务。为用户提供接口,可以定义 Network、Subnet、Router,配置 DHCP、DNS、负载均衡、L3 服务,网络支持 GRE、VLAN。插件架构支持许多主流的网络厂家和技术,如 OpenvSwitch。自 Folsom 版本起集成到项目中。

块存储 (Block Storage): Cinder。这是存储管理的组件。Cinder 存储管理主要是指虚拟机的存储管理。为运行云主机提供稳定的数据块存储服务,它的插件驱动架构有利于块设备的创建和管理,如创建卷、删除卷,在云主机上挂载和卸载卷。自 Folsom 版本起集成到项目中。

UI 界面 (Dashboard): Horizon。OpenStack 中各种服务的 Web 管理门户,用于简化用户对服务的操作,使用这个 Web GUI,可以在云上完成大多数的操作,如启动云主机、分配 IP 地址、配置访问控制等。自 Essex 版本起集成到项目中。

测量 (Metering): Ceilometer。像一个漏斗一样,能把 OpenStack 内部发生的几乎所有的事件都收集起来,然后为计费、监控以及其他服务提供数据支撑。自 Havana 版本起集成到项目中。

部署编排 (Orchestration): Heat。提供了一种通过模板定义的协同部署方式,实现云基础设施软件运行环境 (计算、存储和网络资源) 的自动化部署。自 Havana 版本起集成到项目中。

1.4 经典云计算解决方案

在云计算技术的驱动下。计算服务正从传统的“高接触、高成本、低承诺”的服务配置向“低接触、低成本、高承诺”转变。如今,包括 IaaS、PaaS、SaaS 等模式的云计算凭借其优势获得了在全球市场的广泛认可。企业、政府、军队等各种重要部门都正在全力研发和部署云计算相关的软件和服务,云计算已进入国计民生的重要行业。本节介绍现实中应用云计算平台 OpenStack 成功进行 IT 改革的经典案例,以帮助读者对云计算有一个更全面的认识。

1.4.1 沃尔玛用 OpenStack 做到“天天低价”

沃尔玛一直通过采用先进技术推动企业发展。它是最早向供应商开放库存系统的企业之一。它还是在互联网出现之前第一家使用卫星通信连接商店网络的公司。如今，它又在云计算方面投入了大量资金。2014年8月，沃尔玛将整个电子商务栈搬到在 Canonical 公司的 Ubuntu Linux 操作系统上运行的 OpenStack 上。大家想到零售巨头沃尔玛时，大多会想到物美价廉的商品，或是沃尔玛提供的方便。可能不会想到沃尔玛供应链“天天低价”背后的软件正是 OpenStack。

沃尔玛是个在砖瓦型实体大楼里做生意的零售商，每年的收入达 4800 亿美元。沃尔玛快速发展，其中“沃尔玛全球电子商务 (Walmart Global eCommerce)”首当其冲。沃尔玛全球电子商务每年的增长速度超过 30%，同时，若要保持供应链的运行并能以非常低的价格提供商品，沃尔玛就需要有软件可以在 27 个国家内每星期跟踪 11000 家店里的 2.45 亿个客户。而且，沃尔玛也在迈向电子商务 3.0，该公司拥有 11 个电子商务网站，2014 年黑色星期五周末的浏览量达 15 次，这些均由电子商务网站处理。其客户希望，在家用计算机、手机、平板，甚至沃尔玛零售商店内的查询机上使用沃尔玛的电子商务平台时能获得相同的体验。

为了满足这种需求，沃尔玛需要的技术堆栈规模上必须：具有可扩展性，以期能满足爆炸性的需求；具有足够的灵活性，以构建应用程序适应不断变化的用户喜好；具有足够的大数据智慧，以预测客户想要的东西和为客户提供建议。在沃尔玛看来，使用云计算不仅能使用大量的商用机器代替价格昂贵的大型机器，还可以大大降低基础设施成本，云的分布式架构提供了更高的弹性和可靠性。于是，沃尔玛决定构建一个弹性云，使用面向服务的架构运行应用程序。对于云平台的选择，沃尔玛希望云平台可以使其能够快速构建所有类型的应用程序，包括移动应用、Web 应用和 RestFul API；使产品经理能够以敏捷方式迭代；使沃尔玛能够更高效地响应客户需求。

经过长时间的考虑后，沃尔玛在 2014 年 8 月将该项技术的赌注压在 OpenStack 上。沃尔玛当时将整个电子商务栈都搬到在 Canonical 公司 Ubuntu Linux 操作系统上运行的 OpenStack 上。沃尔玛选择 OpenStack 作为其云平台，不仅是因为 OpenStack 是同类技术中最出色的，而且也因为开源软件有其与生俱来的几大优势，比如开源意味着可以修改和定制，从而便于满足沃尔玛全球电子商务的个性化需求。最重要的，使用 OpenStack 的最大优势是使沃尔玛避免了长期锁定在某一个专有供应商身上。

从开始使用 OpenStack 的 9 个月里，沃尔玛已经在超过 15 万个核心应用里建立了一个 OpenStack 计算层，这个数字还在不断上升。沃尔玛还利用 OpenStack 项目里诸如 Neutron 和 Cinder 的软件，将更多的块存储和风险项目加到软件定义网络里。沃尔玛目前还在用 Swift 建一个多 PB 级的对象存储。到 2015 年旅游旺季，沃尔玛将 OpenStack 云搬到了 2014 年的 Juno 发布版里。虽然很多人都在使用 OpenStack，但沃尔玛 OpenStack 项目令人兴奋之处在于其使用规模。他们是在真实的生产负载中使用 OpenStack 平台，而且到目前为止，Walmart.com 整个美国的流量都由该平台支撑。

有的人认为，OpenStack 还不够成熟，不足以在商业产品环境中使用，但世界上最大的零售商押上了老本，笃定地认为 OpenStack 可以挑大梁了。

1.4.2 PayPal: 8500 台服务器规模变身最大金融 OpenStack 云

全球在线支付解决方案领导者 PayPal 目前已经结束了为期三年的从传统的混合企业数据中心向 OpenStack 私有云的迁移工作。经过三年的迁移后, PayPal 表示几乎已经把所有的运营都部署在了 OpenStack 云上, 包括近 100% 的 PayPal 流量服务、Web/API 应用和中间层服务。2014 年, PayPal 在其基础设施中处理了金额高达 2280 亿美元的支付交易, 这标志着其基础设施已经成为全球最大的、已经投入使用的金融服务 OpenStack 云。

PayPal 在 2011 年就希望对数据中心基础设施进行改造。随着 2013 年第二季度即将结束, PayPal 占 eBay 42% 的收入还在持续增长, 云计算的创新有助于其扩大规模, 在竞争中保持领先地位。1.32 亿个活跃注册账户, 支持 25 种货币支付, 可用性、敏捷性和安全性, 这些对 PayPal 的基础设施来说都至关重要。PayPal 的目标在不影响可用性或者损害客户对 PayPal 信任的前提下, 实现大规模的敏捷性和高可用性。这就意味着 PayPal 需要将所有现在手动完成的一切纳入“即服务”中。也就是说, PayPal 将实现软件定义的 API, 并且在未来 2~3 年内, 这些 API 都将打包在软件定义数据中心的保护伞下。

当时, OpenStack 还只是一个半成品。借助于 VMware 虚拟化, 它们成为一个自动化程度更高的基础设施。OpenStack 在研发初期就已经获得了 PayPal 的关注。PayPal 最后选择 OpenStack 的原因是因为其开放的标准和生态系统的势头。OpenStack 提供了相当强大的 API 和抽象概念。除了给 PayPal 带来这些抽象层之外, 从行业领先企业角度, PayPal 也看到了 OpenStack 良好的发展前景, 例如 IBM、惠普、红帽。所有重要的供应商都积极采纳 OpenStack 技术。因此, PayPal 认为 OpenStack 对他们来说相当有价值。

向 OpenStack 的迁移并不仅仅是一个基础设施的更替, 也是一个企业内部文化的调整, 其 IT 人员所做的调整工作已经远远超越了服务器配置范畴。PayPal 在其 OpenStack 中运行着 8500 台标准化的 x86 服务器, 向 1.62 亿个客户提供信息、移动应用支持、网站交互和支付处理等服务。无状态交互(例如响应客户信息请求的 PayPal 前端界面)和状态交互(例如接收客户提交信息的后端数据库)都已在 OpenStack 上处理。目前, PayPal 也已经在 OpenStack 升级方面建立了一整套包括成立指挥中心和任命升级程序主管在内的流程与规定。为了保持 8500 台服务器的同质性, 防止这些服务器使用不同的 OpenStack 版本, 建立统一的表单和采取整体行动非常重要。这意味着服务器、架顶式交换机、防火墙、负载均衡器和存储器等 180000 个数据中心部件都将成为 PayPal OpenStack 云的一部分。

PayPal 的 OpenStack 云能够容纳机械故障, 直至启动解决和更换所有故障设备的例行性维护工作, 在维护中, 这些设备可以在线更换。过去, 1% 的设备出现故障后, 技术人员就需要进行维护, 如今, 这一上限值已经提升到了 3%~5%, 满足了定期维护的要求。这样可以让 IT 部门以例行性和自动化方式运行 PayPal 数据中心。过去, 如果数据中心服务器、交换机或存储器出现故障, 那么通常的做法是尽快派人去解决这些问题。在 OpenStack 中, 处理故障设备的做法是切换至状态良好的设备。

PayPal 的 OpenStack 云还具有自动感知机制, 能够检测到硬件发生故障或即将发生故障的时间。自动化运行的主要目的是, 在 PayPal 开发小组需要服务器时, 可以迅速地为他们提供服务。在瞬息万变的移动支付领域, PayPal 通过允许大批应用频繁升级的方式紧跟需求的变化。环境的变化非常频繁, 如果不迁移到 OpenStack 基础设施, 每天为软件打补丁和升级的紧凑工作基本上是不可能完成的。基础设施的同质性和运行状态的可预测性, 使应对软件的频繁调整

成为可能。

1.4.3 联想集团基于 OpenStack 构建私有云的转型实践

在以 AWS、Google、阿里等为代表的公有云发展的同时，很多大型企业出于数据安全性、系统稳定性、软硬件自主权、对自主可控以及 TCO 低的考虑，更加倾向于建设企业私有云来承载内部业务信息系统的运行。在中国市场，说得上的 OpenStack 案例，往往来自互联网公司，尽管有企业就绪的呼声，传统行业对 OpenStack 仍然观望居多。IT 大厂联想集团基于 OpenStack 构建私有云的转型实践，从技术架构和业务应用层面，验证了 OpenStack 的企业级高可用性，这是难能可贵的一大步。

联想以往的内部 IT 主要以面向大型客户以及渠道为主，系统架构以包括 IBM Power 小机、AIX、PowerVM、DB2 在内的及近年普遍使用的 VMware 虚拟化的传统 IT 架构构建而成。在向互联网企业转型的过程中，首先用户数与交易量就远远无法支撑全新的 B2C 的业务。其次，在成本方面，联想以往的 IT 架构是大规模采用商用化的解决方案，虽可靠但不便扩展且成本昂贵。此外，对于 IT 团队的效率与安全合规性，传统的 IT 架构仍然无法支撑起联想面向电商与移动新业务转型。在走向移动化、社交网络的过程中，无论传统的 PC 与手机都经历着激烈的竞争及快速的技术转变。在面临市场的飞速演变与竞争中，联想集团提出了从产品导向到用户导向转型的新战略。而只有可快速迭代、弹性扩展的企业云平台才能够支撑联想这种业务创新的需求。

在选型过程中，联想在对主流的 x86 虚拟化技术、私有云平台、公有云进行了全面分析与对比后，从稳定性、可用性、开放性，以及生态系统的全面与活跃度等因素考虑，最终认为 OpenStack 云平台技术可以满足联想的企业需求，确定采用 OpenStack 作为其业务持续创新的基础云平台。经过半年多的实践，联想已经建设成为规模超过 3000 Core 的 OpenStack 生产级环境，数据以最高 10TB/天的速度快速增长，并在 2015 年内将近 20% IT 负载迁移到了云环境。

在逻辑架构上，联想企业云平台完全通过软件定义环境的方式来管理基础架构，底层采用 x86 服务器以及 10Gb 网络，引入互联网式的监控运维解决方案，并用 OpenStack 平台来管理所有资源，如图 1-3 所示。

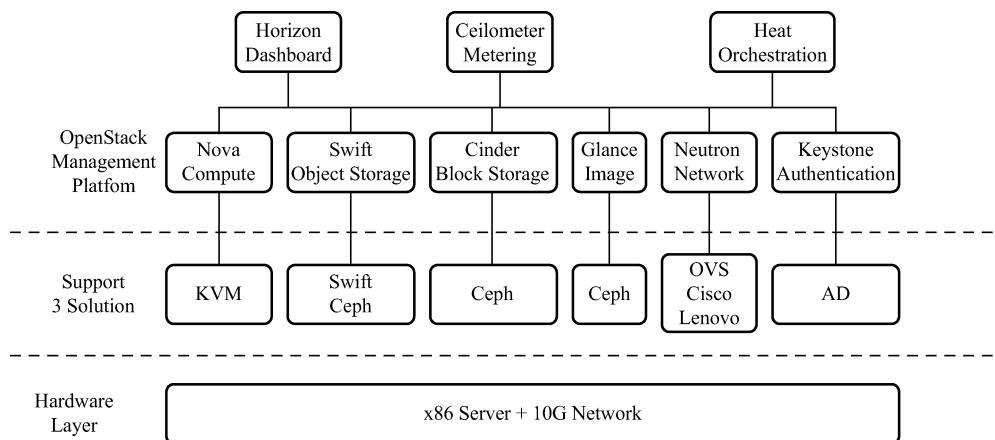


图 1-3 联想企业云平台逻辑架构

为了将 OpenStack 提升至企业级服务水平, 联想在计算、网络、存储等方面战胜了很多挑战。

在计算方面, 联想采用高密度的虚拟机部署方式, 底层基于 KVM 虚拟化技术, 通过多种优化手段, 发挥物理机最大性能, 在计算存储融合架构下对 CPU、内存等硬件资源做隔离。最终实现在每台双路 CPU 计算节点上保证 50 台以上虚拟机仍能平稳高效运行。另外, 在云环境中一般提倡应用程序自身高可用性来应对硬件故障, 但仍然有一些应用属于传统应用, 对于单个主机的可用性还有要求。对于不能实现高可用性的传统应用, 联想通过 Compute HA 技术实现了计算节点的高可用性, 通过多种检测手段判定计算节点是否发生故障, 将故障物理机上的虚拟机迁到其他可用的物理机上, 整个过程无人值守, 最大限度地减少因为物理机故障导致的业务中断。

在网络方面, 使用不同网卡、不同交换机或不同 VLAN 将各种网络隔离, 以避免网络相互干扰, 达到提高整体带宽和更好地监控网络的目的。通过多个 Public 网络实现网络灵活性, 便于管理安全策略。使用 VLAN 网络模式, 与传统数据中心网络更好地整合, 通过优化 VLAN 数据包处理, 达到很好的网络数据包处理能力, 让虚拟机网络带宽接近物理网络带宽。通过双网卡绑定到不同的交换机达到物理网络的高可用性。通过多个网络节点, 实现公网的负载均衡及 HA, 实现高性能和高可用性, 网络节点使用 Router 级别的 Active/Standby 方式实现 HA, 使用独立的网络路由监控服务确保网络 HA 的稳定性。

在存储方面, 联想 OpenStack 云平台采用 Ceph 作为统一存储后端, 其中 Glance 镜像、Nova 虚拟机系统盘、Cinder 云硬盘的数据存储由 Ceph RBD 提供, 利用 Ceph 的 Copy on Write 特性, 通过修改 OpenStack 代码, 可做到秒级虚拟机部署。Ceph 作为统一存储后端, 其性能无疑是企业核心应用是否虚拟化、云化的关键指标之一。在计算存储共同运行的超融合部署架构中, 存储性能调优既要最大化存储性能, 又要保证计算和存储资源的隔离, 保证系统的稳定性。针对整个 IO 栈, 联想从下往上, 又对各层进行了优化。

此外, 联想还将自身的业务需求融入了 OpenStack 企业云平台中, 作为一个拥有数万名员工的大企业, 需要通过 AD 活动目录来进行认证, 员工就不用再单独建用户、记口令等; 通过协作方的定制开发, 联想已将 AD 功能融入 OpenStack 企业云平台之中。

在构建好整个 OpenStack 企业云平台之后, 联想面向“互联网”转型的关键才得以展开, 电子商务、大数据分析、IM、手机在线业务支撑等互联网业务, 从测试到生产真正地由联想企业云平台支撑起来。从创新应用的测试团队反馈来看, 联想企业云平台目前运行良好。

课后习题

1. 云计算主要经历了 4 个阶段才发展到现在这样比较成熟的水平, 这 4 个阶段依次是_____、_____、_____和_____。
2. 云计算的优势是: _____; _____。
3. 在云计算中, 根据其服务集合所提供的服务类型, 整个云计算服务集合被划分成 4 个层次: _____、_____、_____和_____。这 4 个层次每一层都对对应着一个子服务集。
4. IaaS、PaaS 和 SaaS 的中英文全称分别是什么?
5. 从 OpenStack 架构图中可以了解到, OpenStack 的服务组件有以下 9 个, 分别是_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____。