

软件定义网络 (SDN) 技术与实践

主 编 谢兆贤 曲文尧
副主编 庞继红 邹奇龙 胡亚荣
主 审 杨 忠 刘洪武



软件定义网络(SDN) 技术与实践

主 编 谢兆贤 曲文尧

副主编 庞继红 邹奇龙

胡亚荣

主 审 杨 忠 刘洪武



内容提要

本书较为全面地介绍了目前常见云计算网络架构内软件定义网络与各组件之间的关系,以及在网络环境下建置与发展路由器等基础网络工作。全书分为 SDN 概述、SDN 实验环境和交换机配置、SDN OpenFlow 规范、Ryu 控制器与 OpenDaylight、软件下载与安装、SDN 基础操作与应用实验、SDN 进阶操作与应用实验七个章节。

本书第一章到第四章,需要完成基本知识的认识,为完成任务实训打好基本。第五章到第七章,需要完成多个任务实训,了解任务实训的具体操作及运行的脚本。全书力求做到基础知识介绍具有针对性,任务实训操作具体化。各章节的最后,提供该章节的重点练习,以方便读者复习。

本书可以作为高职高专院校云计算技术与应用专业和计算机网络技术专业的专业核心课程以及计算机相关专业的云计算选修课程的教材,也可以作为云计算基础入门的培训教材,并适合云计算运维、云计算销售技术支持等专业人员和广大计算机爱好者自学使用。

图书在版编目(C I P)数据

软件定义网络(SDN)技术与实践 / 谢兆贤, 曲文尧主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2017.10
ISBN 978-7-04-048509-7

I. ①软… II. ①谢… ②曲… III. ①计算机网络-研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第219064号

策划编辑 许兴瑜	责任编辑 张值胜	封面设计 姜磊	版式设计 王艳红
插图绘制 杜晓丹	责任校对 王雨	责任印制 尤静	

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	13.25	版 次	2017 年 10 月第 1 版
字 数	320 千字	印 次	2017 年 10 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	29.50 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 48509-00

前言

云计算实现了信息技术能力的按需供给、随时更新信息技术内容、充分利用数据资源的全新业态,是信息化发展的重大变革和必然趋势。云计算的发展,有利于分享信息知识与资源、降低全社会的创新成本、培育新产业和新消费热点。如今,云计算技术已经成为信息技术应用服务平台,包含云存储技术、大数据分析技术和互联网+技术等,对信息技术的发展有显著的平台支撑作用。

为了适应高职院校对云计算技术专业教学的需求,在“云计算技术与应用专业教材编审委员会”的组织和指导下,将陆续推出系列专业教材,本书就是在此背景下,由温州大学、曲阜远东职业技术学院和南京第五十五所共同编写,本书是校企产教融合后的实践产物。

一般来说,目前公认的云计算架构自上而下有软件级服务(SaaS)、平台级服务(PaaS)、基础设施级服务(IaaS)三层。基础设施级服务层里面包含计算设备、存储与网络等功能。这些功能又各自具备超高的计算性能、海量的数据存储、网络通信能力和即时扩展能力。其中,网络能力里面又分为传统硬件的网络与软件定义的网络。本书是针对高职高专院校云计算专业或相关专业的云计算架构搭建与应用而写作的,本书以由浅入深的方式,从外在系统硬件与软件的安装,进入各类实训的开发,最后整合各个实训,使读者对知识的了解和对实际操作的理解都有深入的认识。全书每一章节都附有练习,针对该章节重要内容做复习,前四个章节为基础知识的介绍,为完成操作任务打好基础能力,后三个章节则专注于具体操作及运行脚本的说明。全书力求做到基本知识介绍具有针对性与渐进性,实训操作目标具体化与整合性。

本书的参考学时为 64 学时,建议采用理论实践一体化教学模式,各章节的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

章节	课程内容	学时
第 1 章	SDN 概述	4
第 2 章	SDN 实验环境和交换机配置	4
第 3 章	SDN OpenFlow 规范	6
第 4 章	Ryu 控制器与 OpenDaylight	6
第 5 章	软件下载与安装	8
第 6 章	SDN 基础操作与应用实验	10
第 7 章	SDN 进阶操作与应用实验	24
	课程考评	2
课时总计		64

前言

本书由谢兆贤、曲文尧任主编,庞记红、邹奇龙、胡亚荣任副主编,杨忠、刘洪武任主审。南京第五十五所的工程师参与了本书的案例设计和案例测试,在此一并表示衷心地感谢。

由于搭建环境的复杂性,书中疏漏和不足之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。同时,恳请读者一旦发现错误,于百忙之中及时与编者联系,以便尽快更正,编者将不胜感激,编者邮箱 E-mail:george_hsieh@qq.com。

编 者

2017年8月

III 目录

第 1 章 SDN 概述	1	第 5 章 软件下载与安装	59
1.1 SDN 介绍	2	5.1 概述	60
1.2 SDN 历史	6	5.2 Windows 下安装 VMware	
1.3 SDN 应用案例	8	Workstation 12 Pro	61
本章练习	9	5.3 VMware 下安装 Ubuntu 16.4	65
第 2 章 SDN 实验环境和交换机		5.4 Ubuntu 下安装 Mininet	75
配置	11	5.5 Ubuntu 下安装 Mininet 使用	
2.1 实验环境介绍	12	源码	78
2.2 交换机配置	13	5.6 Ubuntu 下安装和运行	
本章练习	15	Wireshark	79
第 3 章 SDN OpenFlow 规范	17	5.7 Windows 下安装和运行	
3.1 OpenFlow 概述	18	PuTTY	82
3.2 OpenFlow 通信协议	19	本章练习	85
3.3 ofproto 函式库	28	第 6 章 SDN 基础操作与应用实验	87
3.4 封包函式库	30	6.1 概述	88
3.5 OF-Config 函式库	32	6.2 Linux 基础操作实验	88
3.6 OpenFlow 应用方案	34	6.3 Mininet 验证 OpenFlow 版本	
本章练习	37	的实验	102
第 4 章 Ryu 控制器与		6.4 Wireshark 验证网络抓包的	
OpenDaylight	39	操作实验	105
4.1 Ryu 控制器概述	40	6.5 配置运行 SDN 应用	109
4.2 Ryu 控制器的基本操作	41	6.6 传统 L2/L3 模式和混合模式	123
4.3 OpenDaylight 概述	44	本章练习	132
4.4 OpenDaylight 控制器的基本		第 7 章 SDN 进阶操作与应用实验	133
操作	46	7.1 Linux 进阶操作实验	134
4.5 OpenDaylight 应用实例	47	7.2 交换机配置实验	140
本章练习	57	7.3 单租户防火墙配置实验	152
		7.4 多租户防火墙配置实验	166

目录

7.5 单租户路由器配置实验	171	附录.....	201
7.6 多租户路由器配置实验	183	参考文献.....	203
本章练习	199		

第1章 SDN 概述



本章首先介绍 SDN 的概念,然后阐述 SDN 历史,即列出一些早期的可程序化网络,最后讨论 SDN 应用案例。本章讲解 SDN 的重要性及其与其他系统的关联性,以及 SDN 一词的由来与演进,使读者明白其发展过程。目前,SDN 在实际工作中已有一些应用,未来仍将继续发展新的应用。通过学习本章知识,需要掌握以下几个知识点。

1. SDN 与网络系统的关系。
2. SDN 的特征。
3. 集中式应用和可程序化网络的关联。
4. SDN 与 NFV 之间的区别。
5. 开源创新、软件定义网络和网络功能虚拟化的关系。
6. OpenFlow 在 SDN 中的技术轨迹。
7. SDN 技术的优点。
8. SDN 应用领域。

1.1 SDN 介绍

计算机网络由大量的网络装置所建立,例如,路由器、分享器和多种中介层(如防火墙),其中可以同时并存许多复杂的通信协议。网络操作人员负责设置策略以呈现网络事件的范围和应用。网络必须以人工方式传送高阶策略到低阶设定命令,当网络条件发生变化时,网络内部经常需要完成复杂的通信协议工作来存取网络管理的工具。因此,网络的管理和效能就变得相对重要了。

在这样的背景下,可程序化网络的想法被提出并作为网络发展的新希望。然而,软件定义网络的出现,俨然成为一个新的范畴,软件定义网络的硬件包含分离的控制端和数据端,以保证简化网络管理及激活创新和成长。其主要思想是允许软件开发人员很容易地使用相同的网络资源进行操作,将软件定义网络的硬件作为储存和计算的资源。

软件定义网络属于智能化网络,以软件方式集中管理控制器(控制平面)和网络装置,简单地将封包转向数据装置(数据平面),这个数据平面可以经由开放式接口做程序化的动作。目前软件定义网络已经引起校园和工业界广泛地注意,结合网络操作群组、服务提供商和消费者方等团体的共识,共同建立一个开放式网络基金会(Open Network Foundation)。它是一个工业驱动组织,主要加强软件定义网络和标准化 OpenFlow 的通信协议(Protocol)。在校园的应用上,OpenFlow 网络科研中心(Research Center)主要专注于软件定义网络的研究,它们所建立的标准,影响 IETF、IRTF 和其他标准生产组织对软件定义网络的定义。尽管软件定义网络是如此地被注意,但是在科研领域上仍有一些重要的项目,尚待大家的关注与发掘。

简要来看,SDN 是网络控制系统的延展,允许不同的应用经由所定义的 API 控制网络硬件的数据平面,可以有效地以集中式认证方式通过网络智能推动网络装置和设置地点。图 1-1-1 所示为一个简单的传统网络图,传统网络中的每个装置均包含控制平面和数据平面。同时,每个装置都有应用在其上运行,并且每个装置必须被分别设置。在这个案例中,每个交换机/路由器都有应用在上面运行,同时,每个应用都必须可以独自运行。应用程序可以用于侦测、监测和负

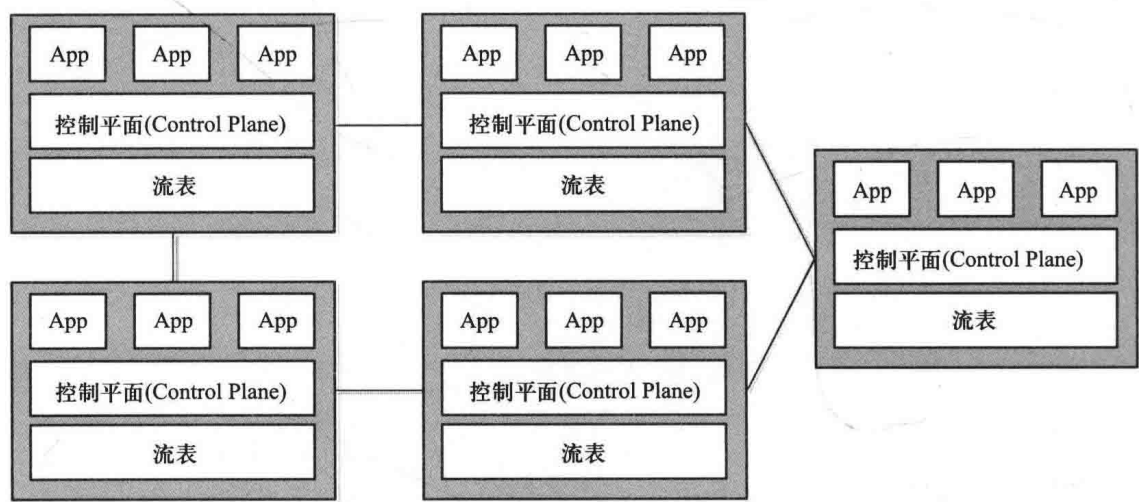


图 1-1-1 简单的传统网络图

载均衡。当流量经由网络时,每个交换机 / 路由器做决策处理路由封包。在此网络中,任何改变应用或流量的操作都必须系统地在每一个交换机 / 路由器上修改程序。

图 1-1-2 所示为控制器的应用接口和服务图,可以看出 SDN 所有的应用都从交换机 / 路由器上移除。这里 SDN 的集中式控制器被用来程序化整体网络的流量,控制器的应用接口和服务都可以根据需要增减与修改。中央控制替代控制平面来控制所有装置使网络可程序化。控制器上的应用接口和经由网络应用它们的功能。流量是在中央控制的监督下分配和管理每一个交换机 / 路由器的流表。流表由一些因子组成,可以弹性地定义。流表也能收集统计的信息,从信息中找出问题并立即回馈给控制器,以便改善网络的控制方式,同时可以立即调整整个网络。

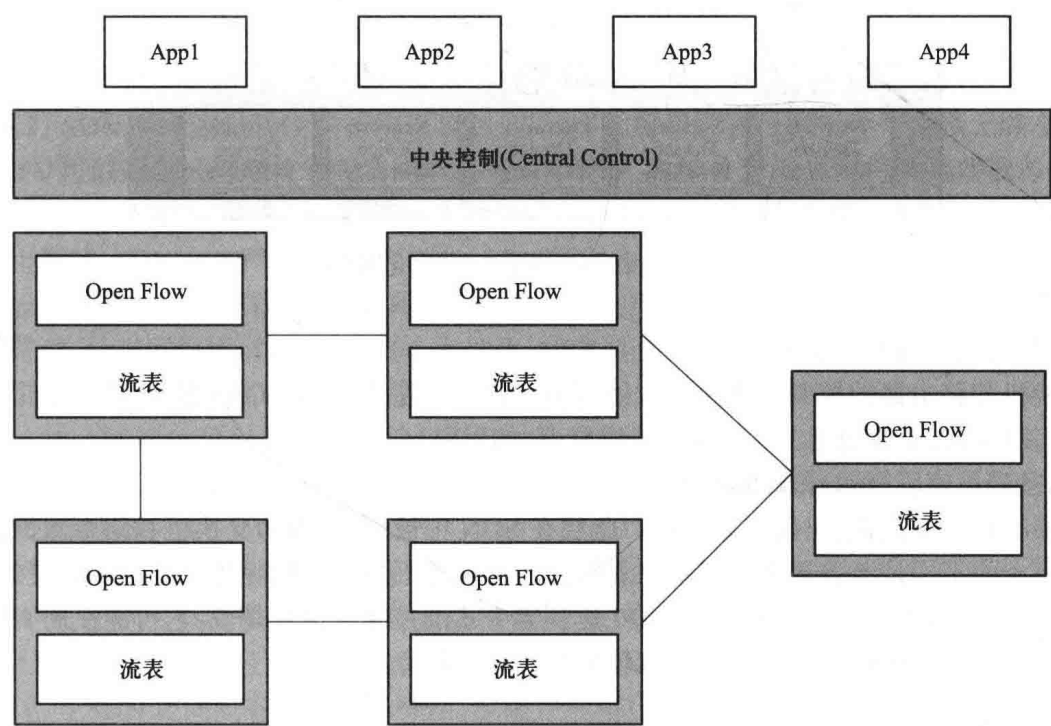


图 1-1-2 控制器的应用接口和服务图

1. SDN 的逻辑观点

图 1-1-3 所示为集中式应用和可程序化网络图,可以看出 SDN 使网络具有更好的弹性和更快的反应速度。由于 SDN 的应用程序并不是放置于真正的装置内,反之,它是经由控制器的接口,整个网络看起来就像是一个大的交换机 / 路由器,类似集中式应用,所以,它可以很容易地进行升级、改变、新增和设定等操作。

针对图 1-1-3 内部显示层级的说明有以下 3 点。

(1) 应用层 (Application Layer)

此层包含网络应用,如 VoIP 的沟通应用、防火墙的安全应用和网络服务等。传统网络的应用都是由交换机和路由器所处理的。SDN 允许卸除 (Offload) 处理,让它们更容易管理,即脱离硬件来管理,可为公司节省许多成本和网络设备。

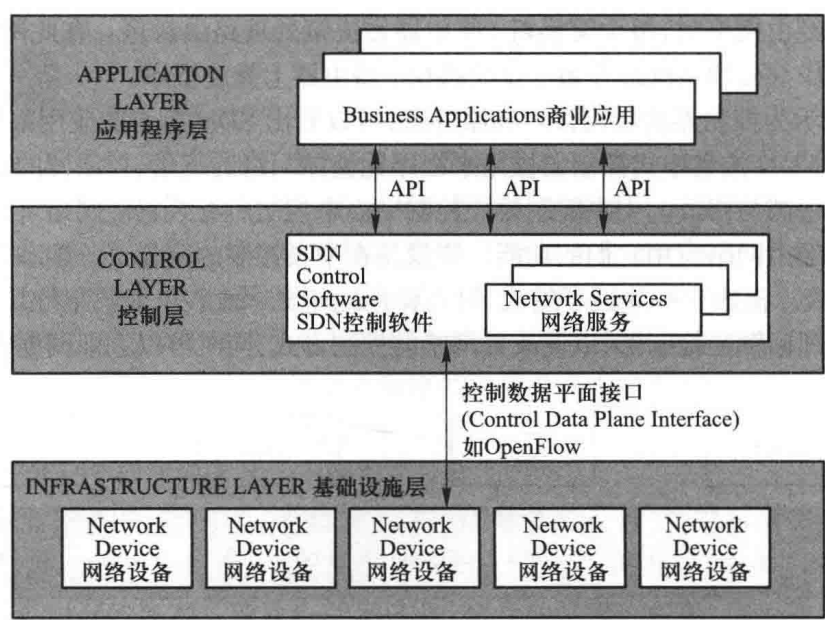


图 1-1-3 集中式应用和可程序化网络图

(2) 控制层 (Control Layer)

交换机和路由器的控制平面集中式处理时允许可程序化网络。OpenFlow 是一个开放源码网络通信协议,在工业应用上已经有网络供货商,如思科 (Cisco)。

(3) 基础设施层 (Infrastructure Layer)

此层有物理交换机、路由器和数据。此层在 SDN 中被更改,因为交换机和路由器仍会移动封包。最大的不同是流表规定是以集中式管理的。这并不是说要剔除传统的供货商设备,事实上,许多大型网络提供容纳 SDN 经由 API 达到集中式的控制。也就是说,它可能使用一般封包转发装置,相比传统网络设备,SDN 会以较低的成本来建置完成。

2. SDN 与 NFV 之间的区别

软件定义网络 (Software Defined Network, SDN) 是 Emulex 网络的一种新型网络创新架构,是网络虚拟化的一种实现方式,其核心技术 OpenFlow 通过将网络设备控制平面与数据面分离开来,从而实现了网络流量的控制,使网络作为管道变得更加智能。

基本上说,软件定义网络是以网络来制定硬件。传统 IT 架构中的网络,根据业务需求部署上线以后,如果业务需求发生变动,重新修改相应的网络设备 (路由器、交换机和防火墙) 上的配置是一件非常烦琐的事情。网络的高稳定与高性能还不足以满足业务需求,灵活性和敏捷性反而更为关键。SDN 所做的是将网络设备上的控制权分离出来,由集中的控制器管理,无须依赖底层网络设备 (路由器、交换机和防火墙),屏蔽了来自底层网络设备的差异。而控制权是完全开放的,用户可以自定义任何想实现的网络路由和传输规则策略,从而更加灵活和智能。

SDN 改造后,无须对网络中每个结点的路由器反复进行配置,网络中的设备本身就是自动化连通的,只需在使用时定义好简单的网络规则即可。如果不喜欢路由器自身内置的协议,可以通过编程的方式对其进行修改,以实现更好的数据交换性能。因为这种开放的特性,使得网络作

为“管道”的发展空间变得具有无限可能。如果未来云计算的业务应用模型可以简化为“云——管——端”，那么 SDN 就是“管”这一环的重要技术支撑。

NFV 的定义是网络功能虚拟化 (Network Function Virtualization)，通过使用 x86 等硬件及虚拟化技术来承载很多功能的软件处理，进而降低网络的设备成本。此外，NFV 可以通过软硬件分离与抽象功能，使网络设备功能不再依赖于专用硬件，使资源可以充分共享与应用，实现新业务的快速开发和部署，并基于实际需求进行自动部署、弹性伸缩和故障隔离等。

可以通过标准的 x86 服务器、存储和交换设备，来取代通信网内私有专用的网络设备。其优点是，一方面，基于 x86 标准的 IT 设备成本低，能够替运营商节省投资的成本；另一方面，开放的 API 接口能够帮助运营商获得更多、更弹性的网络能力。大多数运营商都有网络功能虚拟化 (NFV) 项目，它们的项目基于通过开放计算项目 (OCP) 开发的技术。

NFV 还具有服务器虚拟化托管网络服务虚拟设备，能够尽可能高效地实现网络服务的高性能，还能对 SDN 网络流量转发进行编程控制，以所需的可用性和可扩展性等属性无缝交付网络服务。NFV 可以通过云管理技术配置网络服务虚拟设备，并操控 SDN 来编排与这些设备的连接，从而通过操控服务本身实现网络服务的功能。

综上所述，SDN 与 NFV 之间的区别是，SDN 可以更好地增加网络的稳定性，提高网络性能，能弹性设置网络的设备配置，进而提高网络的自由度和开放性，以实现更好的数据交换性能和网络控制管理，使得网络通道更加智能化、人性化；NFV 能更好地应用于服务器、存储和交换设备，服务器设备成本低，能节省许多投资成本。

开放的 API 接口可以通过软硬件分离与抽象功能，使网络设备功能不再依赖于专用硬件，使资源可以充分共享与应用，实现新业务的快速开发和部署，并基于实际需求进行自动部署、弹性伸缩和故障隔离等。

SDN 将网络功能和业务处理抽象化，并且通过外置控制器来控制这些抽象化的对象。

NFV 通过使用 x86 等通用性硬件及虚拟化技术，来承载很多功能的软件处理，其典型应用是一些 CPU 密集型功能且对网络吞吐量要求不高的情形，更适用于服务器运营、控制和供应商。

NFV 与 SDN 之间具有很强的互补性，但是并不相互依赖（反之，若不具互补性，也不会相互依赖），NFV 可以不依赖于 SDN 部署，尽管两个概念和解决方案可以融合，并且可以潜在形成更大的价值。表 1-1-1 所示为 SDN 与 NFV 分类对照表，从产生原因、目标位置、目标设备、初始化应用、新的协议和组织单位 6 方面进行讨论。

表 1-1-1 SDN 与 NFV 分类对照表

分类	SDN	NFV
产生原因	利用分离控制平面和数据平面的硬件架构从事中央控制“可程序设计网络”	从专有硬件到普遍硬件过渡重新定位网络功能
目标位置	园区网，数据中心	营运商网络
目标设备	商用服务器和交换机	商用服务器和交换机
初始化应用	云协调器和网络	路由器、防火墙和网关
新的协议	OpenFlow	尚无
组织单位	Open Networking Forum (ONF)	ETSI NFV Working Group

3. 开源创新、软件定义网络和网络功能虚拟化

图 1-1-4 所示为开源创新、软件定义网络和网络功能虚拟化的关系图,其中开源创新是由协办商所建立的创新应用并且在供应上具有其竞争性;软件定义网络的目的是建立网络抽象层,启动快速创新;网络功能虚拟化的目的是降低 CAPEX(资本性支出)、OPEX(运营支出)空间和电源的消耗。

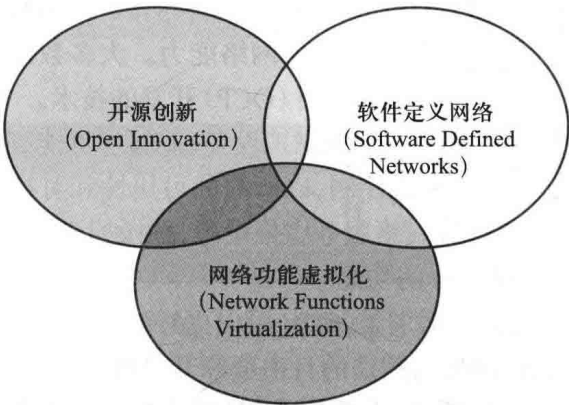


图 1-1-4 开源创新、软件定义网络和网络功能虚拟化关系图

1.2 SDN 历史

这里,SDN 历史指的是早期可程序化网络。由于 SDN 有很大的潜力能改变网络操作的方式,所以 OpenFlow 已经被标明为网络的一个“全新的想法”。其优点有集中式管理、简单的算法、便利的网络硬件、无中间层,以及能被第三方设计和实现“apps”。

OpenFlow 被工业界所接受,它指明可程序化网络的想法和分离控制的逻辑是可以被落实的。下面展示早期的可程序化网络,其作为目前 SDN 典范的先驱者,阐释了许多想法,最终成为今天看到的 SDN 基础。

1. 开放信令 (Open Signaling)

开放式讯号 (OPENSIG) 工作组成员相信,藉由沟通硬件和控制软件的分离将会很需要,但是在落实上还是有些挑战性。主要乃是需要整合交换机 (switch) 和路由器 (router),然而,想要自然地快速实现新网络服务和环境,仍是不可能的事情。此类核心的概念是经由可程序化网络接口允许任意存取网络硬件。所以,藉由一个分布式程序环境来发展新型服务。这是 IETF 工作组成员所提出的想法,以便建立一般交换机管理通信协议 (General Switch Management Protocol)。一个一般目的的通信协议能够控制一个卷标交换机,GSMP 允许一个控制器建立并且经由交换机释放连结来存取交换机的内容,可以多重播送 (multicast) 连结、加入和删除的功能,管理交换机接口,要求设定信息,要求和删除所保留的交换机资源和实际需求的统计。工作组正式的总结

和最终标准报告——GSMPv 3 于 2002 年 6 月发表。

2. 主动式网络 (Active Networking)

早在 20 世纪 90 年代中期,主动式网络首先提出网络架构可程序化和客制化服务的想法。主要有两个方法。

① 用户的可程序化交换机。带内 (Inband) 数据转换和带外 (Outband) 管理管道。

② 胶囊式处理。用户信息能以程序片段 (Program Fragment) 方式携带,程序片段能够被路由器中断或运行。在工业的应用中,尚未能够聚集大量数据并且广泛传送,主要考虑其安全和效能。

3. ATM 网络的移交控制 (Devolved Control of ATM Networks, DCAN)

在 20 世纪 90 年代中期,ATM 网络的移交控制率先发展所需要的架构,具有可延展性控制和 ATM 网络的管理功能。其前提是许多装置的控制和管理函数 (如 DCAN 的 ATM 交换机) 应该被抽离自装置本身和代表外部实体以展示其目的,也就是 SDN 的基本概念。DCAN 宣称自己是最精简的通信协议,介于管理者和网络之间,正如今日所提出的 OpenFlow。SDN 的控制和数据平台能用于 ATM 网络,甚至多个异质性控制架构能够同时运行在单一实体 ATM 网络,并在不同的控制器下划分交换机的资源。

4. 4D 项目

4D 项目开始于 2004 年,提倡简洁的平板设计,它强调路由决策逻辑和通信协议治理网络组件之间互动性的不同。它提出一个“决策”平台,具有网络全局的观点,具有“传播”和“发现”平台的服务。“数据”平台控制处理交易过程。这些想法直接提供 NOX 灵感,NOX 提出具有网络特性的操作系统能够让 OpenFlow 激活网络的情况下运行。

5. NETCONF

NETCONF 在 2006 年被 IETF 网络设置工作组所提出,作为管理通信协议来修改网络装置的设定。该通信协议允许网络装置,并且提供一个 API,它可以传送和接收所延展的设置数据。

SNMP (简单网络管理协议) 是另一种管理通信协议,在过去得到广范应用直到今日。SNMP 出现于 20 世纪 80 年代后期,它提供非常受欢迎的网络管理通信协议,以结构化管理接口 (Structured Management Interface, SMI) 来取得数据,包含管理信息基础 (Management Information Base, MIB)。SNMP 主要为了修改配置的设置而被用来管理信息的变量。显然地,无论当初使用的动机为何,SNMP 将不会被用来配置网络环境,但可以作为一个效能和容错的监视工具。然而,SNMP 的使用上仍有多个缺点,大多数都是安全上的缺失。

IETF 提出 NETCONF 的概念,它已经成为许多新的网络管理做法,改善了 SNMP 的缺点。尽管 NETCONF 通信协议完成简单的装置配置并且达到管理组件的目的,它仍然没有数据平面和控制平面的分别。唯一相同的是,它能够被 SNMP 所陈述。NETCONF 的网络不应该被视为完全地可程序化,如同任何新的功能一样,能够在网络装置和管理者同时被实现。主要设计用于自动配置和不启动直接控制等方式。所谓的「不启动直接控制」是指不启动快速创意服务和应用。虽然,NETCONF 和 SNMP 两者都是有效的管理工具,它们也适用于并行异质交换机来支

持其他的方案,也能够用于可程序化网络。

NETCONF 工作组目前仍存在,其最后提出的标准已经于 2011 年 6 月出版。

6. Ethane

OpenFlow 的前身属于 SANE / Ethane 的项目,2006 年定义给企业网络的新型架构。Ethane 在网络上使用集中式控制器的策略与安全管理,例如:提供以身份 ID 与密码为基础的访问控制。OpenFlow 类似于 SDN 与 Ethane 两个的组合,一个控制器(controller)来决定是否指派一个封包。然而,Ethane 交换机内的控制器可控制一个流表(flow table)和一个安全管道。所以,Ethane 变为软件定义网络(Software-Defined Networking)的基础,作为今日 SDN 范例的背景技术,它被实现作为 SDN 控制器的顶层应用,具有访问控制的功能。相关应用有,NOX、Maestro、Beacon、SNAC 和 Helios 等。

1.3 SDN 应用案例

为了进一步了解 SDN 的优点,让网络环境更加有效和方便操作,需要改善应用软件递送方式、实时提供使用方式和网络提供方式三个方面。其中所包含的技术优点如下。

- ① 简化设定和提供联结。
- ② 携带式网络的灵活性,增加应用和服务布署的速度。
- ③ 允许每个动线(Traffic Flow)和服务同时在流量工程(Traffic Engineering)。
- ④ 增加应用效能和使用者经验。
- ⑤ 支持动态移动、复制和虚拟资源分配。
- ⑥ 建立虚拟以太网桥网络时,不需要复杂和受限的 VLANs。
- ⑦ 使应用在网络上能够符合动态需求服务。
- ⑧ 使中央编排为应用软件递送提供使用方式。
- ⑨ 减少资本支出(Capital Expenditure)使用白盒交换器(White-Box Switches)。
- ⑩ 在软件开发生命周期下更快地布署网络应用和功能。
- ⑪ 更容易实现服务质量(QoS)。
- ⑫ 在每个动线和服务实现更有效的安全功能。

尽管 SDN 有如此多的优点,但其仍有一些不足之处。SDN 的使用案例可以为我们提供应用上的参考,然而,在两个常见并且通用于 SDN 的使用案例,数据中心网络和以太网桥于行动虚拟机内(VMs)。有许多其他的应用也使用此技术,说明如下。

(1) 数据中心优化

此模式使用以太扩展和覆盖方式来改善应用效能,提供一个方法给 VM 迁移时所需要的侦测和考虑动线的个别服务。SDN 允许编排网络设定和应用动态调整的工作量。

(2) 网络访问控制

此使用案例的形态经常部属在校园网络和企业运行于“自己装置自己携带”(Bring Your Own Device, BYOD)的网络,因为它能被用来设定一定的特权给用户或装置存取网络。网络访问控制(Network Access Control, NAC)也有管理访问控制的限制、服务链和控制 QoS。

(3) 网络虚拟化

这是云和服务提供商(SaaS)模式在物理网络上所建立的抽线虚拟网络。此模式的目标是支持大量多租户(Multitenant)网络经由物理网络进行访问。网络虚拟化能够跨越多个工作架(Rack)或甚至在不同位置的数据中心。

(4) 动态内部连接

这是软件定义 WAN(SDW),它在不同的设备位置之间建立动态连接,介于数据中心(DCs)和其他企业位置。它也反应出动态地应用适当的 QoS 和宽带配置的链接。

SDN 的优点不限于真实网络。SDN 提供全部 host 端可能用于解决商业问题,从产品开发到销售、市场和用户满意度。所以,为了专注于商业案例的完成,将会更多地考虑网络、应用和受益者。

本章练习

1. 在 SDN 中,集中式控制器可以分成哪 3 层? 简要说明其用途。
2. 简述 SDN 与 NFV 之间的区别。
3. 说明开源创新、软件定义网络和网络功能虚拟化的各自特性。
4. 本章中提到的早期可程序化网络有哪几项?
5. 试说明 SDN 的技术优点,请任举 5 个项目。

