



演进的可编程网络

Greg Smith, Greg Nehib

(思科公司 美国加利福尼亚州圣何塞 95134)

摘要:过去 30 年来,通信产业经历了重大的变革,很大程度上,业务模式从提供有线宽带转变为随时随地提供无缝的互联网和应用接入。这种转变主要得益于半导体技术的持续创新以及光传输和无线传输技术的改进,从而带来了更快、更便宜的带宽。如今,正在迈入由云计算和数以万亿计的全新互联设备所驱动的行业新纪元——万物互联。这就意味着电信运营商如果想在未来取得成功,必须要在业务模式、网络架构和技术方面做出改变。对这些产业趋势进行了分析,剖析了如何实现网络创新,以满足这些新兴要求以及帮助电信运营商实现其业务目标。

关键词:演进;可编程;运营商网络;SDN;云计算;万物互联

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.09.001

Evolved Programmable Network

Greg Smith, Greg Nehib

(Cisco Systems Inc., San Jose, CA 95134, United States)

Abstract: The communications industry has undergone radical change over the past 30 years, moving from a business model that was largely built around offering bandwidth at fixed locations to one delivering seamless internet and application access anywhere. This success has been driven by continuous technical innovation in both computer (semiconductor) technologies along with improved optical and wireless transmission technology enabling faster and lower priced bandwidth. However, a new era in the industry is coming which is driven by cloud computing and trillions of newly connected devices, with the internet of everything. This will demand changes in the business models, network architectures, and technologies used by service providers if they are going to be successful in the future. These trends and how innovations meet these emerging requirements were analyzed and that can help network operators achieve their global business objectives.

Key words: evolved, programmable, telecom operator network, SDN, cloud computing, internet of everything

1 引言

过去 30 年来,通信产业在帮助创建互联网的同时,还致力于将通信业务融合到单一网络之上。展望未来,下一波创新浪潮——万物互联,已席卷而来。鉴于当前实现互联的设备还不到设备总数的 1%,通信产业现在有机会通

过 IP 技术连接剩余 99% 的设备,彻底转变行业面貌,带来以前难以想象的生活方式。

移动性是实现万物互联的关键所在。商业、通信、农业、医疗和教育将来都可以通过无线方式开展。据 Cisco Visual Networking Index 预计,到 2017 年,全球 IP 流量的运行率将达到 1.4 ZB(1 ZB=10²¹ byte)。电信运营商网络



仍将面临云、移动和视频流量增长所带来的诸多挑战。到2016年,预计云端总流量将较2011年增长6倍,4G流量将占到全球移动流量的45%。智能手机和平板电脑等可编程设备将几乎无处不在,移动设备数量的增长速度将比人口增长快4倍。与此同时,由传感器和设备驱动流量也在飞速增长。正是基于上述新动态,电信运营商更要致力于优化资源利用、充分利用基础设施投资以及加速服务交付,把握新的商机。

如果仔细分析当前趋势就会发现,网络正在从任意时间、任意地点、任意人的通信以及以人与人、人与物为中心的通信转变为“人与物”和“物与物”的通信,其中一些例子包括可通过互联网改变颜色的飞利浦LED灯泡以及日益受欢迎的Nest恒温控制器等。基本上,运营商可以为任意物理对象分配IP地址,从任意地方到任意物体均不成问题(而且由于IPv6所支持的地址空间几乎是没有限制的,运营商现在所拥有的地址空间要远远多于物理对象)。消除近期IP地址的限制及网络上设备数量的增长这两个因素,对于网络的设计、构建和管理方式具有深远的影响。

2 所需的新技术和新架构

在网络发展的早期,资源集中,网络仅仅被作为将数据分组从一个网元传输到另一个网元的通道。随后,多种新设备和新应用连接上线,对带宽、可靠性和冗余性(在旧的TDM网络中存在同样的可靠性和隔离性)的要求日益提高,所有这些推动了网络的分散化,但仍未实现完全网状化。现在,除了已经联网的数十亿可编程设备,还涌现出数万亿的事物,它们将会生成由设备驱动的多个事件,将对网络提出全新的要求,促使完全分布式、网状化交换网络架构的出现。

什么是可编程设备驱动型事件?“事件”是指创建触发器,跨网络和数据中心要求、各种策略、控制和信息处理能力,采取行动或做出反应。本质上讲,“事件”即“带宽+计算+控制”。这些事件可以是持续的“对话”,从而在人、应用、智能设备和其他事物间创建一系列的交互。网络不仅要能够在带宽方面进行扩展,同时还要在计算和控制功能方面实现扩展,以便在预定的时间内实现对策略的管理和系统的正确响应。这就意味着,电信运营商不仅要能够在带宽(数据平面)方面,同时也要在控制平面和计算资源方面实现扩展。

这一点非常重要,因为放眼当今的智能设备,不管是个人电脑、机顶盒还是手机,每个设备都有其自己的网络连接、

处理功能和用户界面。它们正在跨网络生成多个复杂的可编程事件。随着更多“物理设备”连接到网络之上,它们并不是全都具备独立驱动复杂操作的能力,它们将需要完全网状化的可编程、分布式系统,以实现联网所能达到的最大价值。

可编程设备驱动事件正在加速增加。在万物互联时代,可编程设备驱动事件正在各种环境中积极地发挥着作用。事实上,Machina Research的调研数据显示,智能办公室和智能家庭等成熟市场的事件数量将从数万亿增长至数十万亿。而在智能农业和智能医疗等新兴市场中,该数字将有望在短短几年内从数十亿增长至数万亿。当然,要想处理数以万亿计的设备,运营商需要比现有网络更多的自动调配和策略功能。

以上内容概括如下:

- 向万物互联的迁移将推动互联网带宽、计算能力、控制能力的发展;
- 万物互联将需要更简单、更自动化的网络。

3 演进的可编程网络

随着更多事物连接至网络,它们将需要一个完全网状化、可编程、基于标准的分布式架构。为了将该架构与仅为交付带宽而优化的“IP NGN”(IP下一代网络)相区分,思科建议行业需要引入一个新的术语,称之为演进的可编程网络(EPN),与主要提供带宽的IP NGN进行区分。EPN是IP NGN自然演进的结果。IP NGN为无处不在的IP传输和服务建立了一个子结构,而EPN则通过联合物理和虚拟设备改进了网络基础设施,为将开放的可编程的弹性网络扩展到数据中心提供端到端的统一多层交换架构。

EPN是开放式网络环境的基础设施层,与演进服务平台(ESP)共同创建了一个软件定义网络(SDN)、网络功能虚拟化(NFV)和广域网优化的通用操作模型,以支持资源和服务的自动化与业务编排(如图1所示)。通过在所有层之间采用开放的应用编程接口(API),EPN和ESP可动态协作,实现跨厂商和传统环境的电信运营商新型云应用的自动化。这一组合使得电信运营商能够通过服务模块快速部署新的个性化服务,并能够帮助电信运营商完成以下内容:

- 借助更简单的自动化工作流,简化多层网络运营,分析结果普遍显示,运营复杂度降低80%;
- 显著缩短服务创建生命周期,基于云的视频服务从概念转化为收入仅需6个星期,而在传统环境中这通常需要数年的时间;

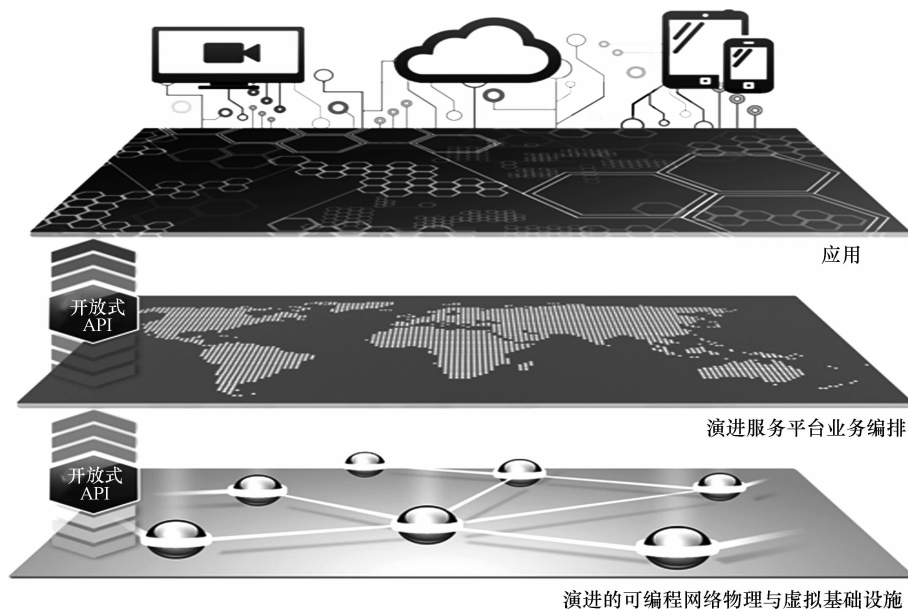


图 1 面向电信运营商的三层开放式网络环境(ONE)

- 通过采用开放式 API 的计算和控制功能,实现网络可视性、控制 and 多层优化,由此,可提供用户自服务型互联网服务,将生产周期缩短 75%。

“演进”是一个重要概念,现有的 IP NGN 基础设施不一定非得丢弃。事实上电信运营商对现有的基础设施已投入了大量资金,他们无法承担淘汰并更换现有网络的损失。EPN 为充分利用现有网络,并将其扩展成开放、标准化、可编程的虚拟网络提供了一条绝佳途径。EPN 还支持多厂商,可支持来自不同设备厂商、甚至是电信运营商自主开发的虚拟化网络功能或物理硬件。EPN 根据需要采用定制 ASIC 技术,对于集成度要求不高的情况,也可采用通用 x86 处理器来满足性能需求。EPN 的另一个主要组成部分是 IP 和光传输网络的融合,本文的很大一部分也将聚焦于这方面的投资和新兴技术。

简言之,EPN 与 ESP 将云计算与网络的优势完美结合,可支持电信运营商以低廉的价格(包括 CAPEX 和 OPEX)提供基于 SLA 的优质云服务。

4 对于电信运营商的意义

所有这一切对电信运营商意味着什么,它们又将承担什么样的角色?电信运营商的网络是网状网,将在分布式环境中承载计算、控制和软件功能。而这将推动除传统的移动、有线和商业服务之外更多新可能性的产生。想象一下,通过无线方式将玉米地与工厂车间相连,或是帮助作

业人员将野外工作站、钻探设备、钻机和油气藏连接到基于标准的网络,以便钻探公司和供应商能够加快规划周期、改善部署、提高安全性和缩短停工时间。今天只有电信运营商才能够确保对广泛的客户群提供适当的带宽、控制和计算资源,而云或互联网业务提供商现在必须大发展才能提供类似电信运营商这样的无处不在的业务,在营收竞争中胜利的天平将向电信运营商倾斜。

面对所有这些变革和新动态,电信运营商有机会在传统角色之外承担其中心角色。而为了把握这些机会,需要探索新的业务模式。传统上来讲,电信运营商一直是带宽和互联网连接的提供者,主要致力于降低成本和提高网速。之后,其开始为消费者和企业捆绑语音、视频和数据服务以及不同的流量类型。当人员、数据、流程和事物互联之际,也为电信运营商开启了一扇新的创收大门。如果电信运营商能够打造出适当的基础设施,推动虚拟化、自动化和可编程性,将可以充分利用这一“大数据”信息创建新的体验。而互联网业务提供商(OTT)对于网络的拥塞情况和可用资源没有深刻见解,难以承担这项任务。

另一个应谨记的要点是,尽管业务模式持续演进,但每个时代所需的一些基本要素,如降低成本、提高速度、改善业务灵活性和服务质量、数据分组优化等却没有改变。除所有这些早期要求之外,还有一项新的要求。那就是,如果一家厂商无法针对以前的市场推出创新的解决方案,那么将可能无法在当今的环境中取得成功,因为市场准入门槛



已经变得更高了。显然,在万物互联时代,电信运营商已成为事件链的关键所在,负责确保所有事物能够实时协作。如果能够把握住相关机遇,将会实现非常可观的收入增长。

业界已经预见到其中一些机遇,具体包括以下内容。

- 智能医疗——增长至每年 300 亿美元。例如连接心脏起搏器和救护车,实时、安全地录入患者病历和服务。
- 智能制造——增长至每年 430 亿美元。
- 智能家庭——增长至每年 1 200 亿美元。

5 面向电信运营商的创新

电信运营商所需要的解决方案,不仅要能够处理当前移动、云和视频网络日益增长的带宽需求,还要能够管理全世界实时产生的数以万亿计的事件,为此就需要新的软硬件和系统的创新。

之前已经探讨了运营商面临的问题和演进的可编程网络远景蓝图,这里面至关重要的创新领域包括:

- 先进的分组处理芯片技术;
- “网络即矩阵”和可编程性;
- 借助 IP+光的融合简化网络;
- 硅光子(CMOS photonics)和光器件创新;
- 构建演进的可编程网络。

5.1 先进的分组处理芯片技术

下一代分组处理芯片需要能够支持大规模可扩展的带宽,分组处理芯片需要适应人与物、人与智能设备以及物与物间进行的连接与会话所需的高速率,能够在单一芯片上提供 400 Gbit/s 的传输速率。同时具备数 Tbit/s 的可扩展性,其处理能力能够支持可管理数万亿万物互联会话的高级路由器。

此外,下一代的分组处理芯片还需要对事务处理进行优化,可处理每秒数以亿计的事务,以满足实时动态的重新编程、动态万物互联事件处理的需求。实际上,万物互联事件需要大规模可扩展的计算能力,达到了全新的信息处理级别,从每秒百万次运算提升到了现在的每秒万亿次运算(TOPS)。

下一代 ASIC 需要为支持软件定义网络和网络功能虚拟化的应用专门设计,需要非常高的可编程性。能够支持大规模可扩展的控制平面,可编程网络处理单元和存储器管理需要支持几乎任意代码长度的应用实例,使得运营商可以任意地扩展网络功能。

思科提供的 nPower 芯片是业界第一款面向万物互

联要求的分组处理芯片,该产品具有超过 40 亿个晶体管,使得思科 NCS 平台通过多机箱配置实现每秒皮比特的带宽。

5.2 “网络即矩阵”和可编程性

网络“中枢神经系统”的构建,不仅离不开硅技术的进步,还需要系统级的创新。另一个关键的创新领域就是路由器操作系统的虚拟化。虚拟化路由器操作系统可支持操作系统的虚拟实例在虚拟机(VM)上运行复杂的多线程路由处理功能,从而实现路由器服务的按需交付。该功能可与数据中心的服务器和数据中心基础设施自动化功能无缝集成。借助上述新技术,客户可以实时、灵活地转变和更改核心、边缘和光层功能,同时还可以将分组处理芯片的创新特性与位于数据中心的通用硅芯片的计算功能完美结合。具体的实例包括,可以将控制平面密集型应用——例如路由反射器——卸载至通用 x86 服务器来获得更多的控制平面容量,而无需仅仅为了控制平面的需求在路由器内添加更多的路由处理器卡。先进的虚拟化能力也是零分组丢失/零拓扑信息丢失的在线业务软件升级(in service software upgrade,ISSU)解决方案的基础,业界在 ISSU 上已经努力了将近 10 年的时间,在控制平面的状态同步已经有了很大进展,但在实际使用 ISSU 时仍然有各种各样的限制,最根本原因是在转发平面微代码的升级上,如果新旧版本微代码有很大的功能或数据结构上的差异,只能进行机柜或线卡的重启来使得新版本的微代码接管转发平面。但基于先进的虚拟化技术,控制平面通过虚拟机同步的方式实现控制平面的同步,转发平面也可以采用虚拟化的方式使得新旧版本的微代码分别控制一半的硬件资源并实现同步,这保证了软件升级过程中,不再需要重启设备或线卡,避免了传统的需要通过维护窗口的方式来升级系统的种种麻烦。

EPN 模型中的网络矩阵采用了一种基于信元的、与业务无关的交换矩阵,这种交换矩阵与 20 世纪 90 年代 ATM 时代中所用的小交换矩阵很类似。然而,这种 E 矩阵比在 ATM 时代看到的矩阵扩展性更强、灵活性更高。这里的目标是消除可能限制不同类型的带宽需求共享一个高度可扩展的矩阵的潜在技术限制。基于信元的与业务无关的交换矩阵能统一处理包括从 SDH/SONET 到 OTN、从运营商级以太网到 IP/MPLS 的各种各样的数据流。将不同的流量融合到一个通用的基础架构时,对于不同流量类型的扩展性和灵活性是非常重要的。基于信元的设计也能够处理复

杂的交换功能,例如实现 IP 多播、完全无阻塞能力和不同长度的分组/帧的交换。当所有资源都可以无限制地使用的时候,可编程性是最有用的,未来业界将有更多的设备制造商采用与业务无关的信元交换技术,现在专用的或者基于不同协议层的交换架构将成为过去。

EPN 架构中,与业务无关的可扩展矩阵、分布式多线程处理和虚拟化能力这些技术的结合,可以实现各种灵活的业务功能。

5.3 借助 IP+光的融合简化网络

许多云和 OTT 运营商都采用 100 Gbit/s 光传输技术来连接数据中心,以最大限度提高可扩展性和降低成本。此外,他们还致力于将所涉及的协议层次降至最少以及直接在 DWDM 上运行 IP,以减少所需的设备数量和简化运营。过去,电信运营商一直设置独立的传输(DWDM)部门和 IP 部门,IP 网络和光网络是独立运行的,这阻碍了集成并限制了实时分享网络智能的能力,一个具体的应用案例:例如,如果一个大客户要求在其总部和远程办事处之间建立新的 100 Gbit/s 连接,那么 L2/L3 网络工程师在收到这一请求后,将需要填写相关文档,评估该客户的 SLA 要求,将这一请求发送至传输团队,等待回复,最后还要与传输团队合作确定理想的光纤路径,包括不相交的备用路径。整个人工流程大约要花费数周或数月的时间来完成。这种时间上的消耗原因就在于,IP 层和光层工作人员各自为政,没有进行信息共享,而他们最终却要沟通合作,在其各自孤立的工作流程内完成客户的服务请求。如今,面临网络流量增长和盈利能力的挑战时,这两个协议层不能再作为“孤岛”独立运行,它们必须相互交互,使电信运营商能够在数分钟而不是数月的时间内响应客户的需求,实现 IP+光的融合。

之前业界针对多层控制平面开发了两种主要的模型:对等模型和重叠模型。然而,这两种模型都存在固有的缺陷。在对等模型中,光层和 IP 层都被视为相同内部网关协议(IGP)的一部分,而光层网元也被视为与 IP 层网元相同。在重叠模型中,光层被视为自治域,运行有自己的控制平面,而 IP 层也单独运行有控制平面。总之,对等模型提供的信息太多,而重叠模型提供的信息又太少。为了解决这些问题,在 EPN 架构中,需要新一代的智能 IP+光控制平面,以解决对等模型和重叠模型固有的复杂性和可扩展性问题,优化各层之间的信息流,共享必要的网络智能和提高底层服务灵活性,从而使这两个层能够动态地

分享信息,添加智能特性在两层之间实时更新信息以及在架构改变时使每个层都能有所感知。这样,可以消除许多人工干预以及相关的错误。这样可以加速服务交付,从而使电信运营商能够更快地满足客户要求,加快创收服务的上市速度。

新一代的 IP+光控制平面(典型实现如思科 nLight)构建在客户端—服务器模型之上,其中信息从“客户端”——IP 路由器接口传输至“服务器”——密集波分复用(DWDM)网络,或是反向流动。信息在一个层被一次性获取,然后跨各层共享,以实现网络部署和服务创建的自动化。此融合控制平面可支持 packet over DWDM, packet over packet transport, packet over OTN 以及 packet over any transport over DWDM 等多种模型。

有一点要特别注意:以前的 DWDM 设备不支持软件配置的“any-to-any”连接性。将上下(add-drop)波道(客户端)对应至多维的复用通道(线路侧)需要手工调配光纤互连。可重构光分插多路复用器(ROADM)最近支持的波长无关、方向无关、竞争无关的特性使得软件配置“any-to-any”DWDM 连接性成为了现实。这些新的 ROADM 功能意味着,新一代的 IP+光控制平面技术可以有效地扩展至 DWDM 层,以涵盖 ROADM 特性,首次实现零接触的敏捷光层。灵活光谱功能的推出为 ROADM 带来了新的“自由度”,可支持电信运营商将所需的带宽与所使用的光频谱进行最佳匹配。采用这项技术,自动化和灵活性可两者兼得。

借助 IP 层/光层的技术进步和 IP+光控制平面自动化,两个站点间的 100 Gbit/s 服务可跨层实现完全自动化。对于上述例子中的 IP+光服务,L2/L3 网络工程师可以在融合网络管理系统中创建一个服务请求。该系统采用新一代 IP+光控制平面跨层发送信号,将为 IP 和传输人员创建最适宜的部署场景。两个团队可以看到并了解端到端工作流,并为其各自的网络部分分配资源。

多层控制平面可支持电信运营商集成这些先前独立的网络层次并智能地互通信息。借助这种方法,电信运营商可降低网络资本支出和运营成本,同时满足或提高移动、视频和云服务的 SLA 要求。

跨层的功能也可以成为运维简化的一个关键推动因素,目前已经投入很多的资源用于开发多层触发主动保护方案。主动保护基于 IP 快速重路由(IP-FRR)技术,并且已经增强以响应一层的事件触发(例如超过前向纠错(FEC)门



限),同时将这个信息分发到上层以及 DWDM 网络内部。这方面努力的效果是很显著的,基于一层信号损伤的信息,三层的保护能够大大加速。在 DWDM 网络中切断光纤的公开演示中,采用主动保护技术之后,对 IP 层的流量仅仅产生了 1 ms 的影响。虽然一些设备厂商提出限制跨层的信息交换,但是其他厂商都在忙于显示通过 IP+光融合所带来的好处。

软件定义网络已经被提出来作为一种提高传输网络运维效率的新方法,重要的是,需要注意到 SDN 作为一个关键因素也能够从控制平面的互通和类似主动保护的内部软件应用中获益。在实践中,不同的运营商通常随着时间推移会采用多种不同的技术。

5.4 硅光子和光器件创新

前面已经讨论了改进的光层技术如何能够降低单位比特成本。要将这种趋势保持下去,关键是在满足对于更高带宽爆炸性需求的同时,最大程度降低成本。如今不仅是在核心网和数据中心,在城域应用中 100 Gbit/s 链路也已经是屡见不鲜。可显著降低 100 Gbit/s 成本和功耗的一个关键技术是光模块。

光域和电域技术都在进步,但电域是在按照摩尔定律进步,尺寸和成本按可预见的速度不断地降低,受益于摩尔定律和互补金属氧化物半导体(CMOS)制造工艺的改进,数据中心路由器、交换机和服务中采用的专用集成电路(ASIC)变得尺寸越来越小、速度越来越快、能效越来越高。事实上,这种制造更小、更快和更廉价的 CMOS 芯片的趋势,惠及了几乎每种计算和电子产品;而光域却没有这样的发展速度,在传统的光域解决方案中,诸如光调制器和光开关等大部分光器件都是独立于化合物进行制造和复杂的封装的,其中每个器件都针对某项特定功能进行优化,这样做的结果就是,解决方案价格高昂、制造耗时且功耗居高不下。

事实上当接口速度达到 100 Gbit/s 时,光模块的物理尺寸、发热和能耗问题限制着网元、数据中心和网络的扩展能力。若干年之前,思科就已经在电处理层面开发 Tbit/s 级别的线卡,但是没有办法在系统面板上放置所需容量的光接口模块。CMOS 技术遵循摩尔定律高速发展,但如果采用 100 Gbit/s CFP 光模块技术,由于 CFP 在散热、体积和成本方面存在严重的不足,从而导致路由器设备将丧失采用尖端电子技术所获取的整体系统带宽。而像 CFP2 这样遵循 MSA 的解决方案并没有在散热、体积和成本方面提供足够的改进,同时这些方案也进展较慢。

另一方面,硅光子技术正在改变光器件领域,利用专利的 CMOS 制造工艺集成光学元件,使得芯片制造商可将光学元件直接印刷至非常小的 CMOS 芯片上,就像制造通常的 ASIC 一样。基于硅光子技术,摩尔定律也可以应用于光域,电信运营商可以确保光域解决方案能够满足未来的 IP 流量需求。

思科已采用硅光子技术来开发 100 Gbit/s 光模块技术,即其产品 Cisco CPAK。CPAK 模块的尺寸和功耗均不到 CFP 模块的 1/3。因此,它能够在 4 个 CFP 模块大小的空间中支持超过 10 个 100 Gbit/s CPAK 端口,这使得 Tbit/s 容量线卡上光模块的功耗低于 55 W。与之相比,当今 10 个 10 Gbit/s 收发器功耗为 48 W,支持的速率为 480 Gbit/s,容量还不到一半。采用工业标准硅光子技术还意味着,CPAK 比 CFP 更易于生产且产量更高。

CPAK 推动了光器件行业比原定计划更快地向前发展,并促使其对 CFP2 和 CFP4 投入更多,这最终将降低 100 Gbit/s 的成本。CPAK 除了在封装方面是专有的之外,它完全是遵循标准的,其互通性也在多个公开论坛上进行过多次演示。随着时间的推移,基于 VCSEL 技术 CFP2 和 CFP4 将会改进,同时 CPAK 也不会仅限于 100 Gbit/s。总之,硅光子出色的经济性和 Tbit/s 的潜在性能将会使得硅光子技术得到广泛部署。

硅光子技术在背板通信和芯片间通信方面的应用也获得了业界的很大注意。实际上,之前所述在线卡面板上存在的问题在电路板层面同样存在——ASIC 技术带来了芯片层面卓越的性能,但是同时也在电路板和系统层面带来了空间和电源的挑战,这使得硅光子技术在背板和集群应用中变得非常重要。

当前背板通信采用了电子串行器/接串行器(SERDES),这常常成为高速系统设计中的一个最具挑战的部分,而硅光子技术可以在传输速率和距离方面都带来提升。这个技术甚至可以应用在多机箱系统中,相比竞争技术例如 100 Gbit/s CXP,可以提供更高的速率和更低的功耗。虽然今天由于价格和产业链的因素,基于电的 SERDES 技术应用很广泛,但预计未来几年硅光子将在以下场景依次得到应用:

- 芯片间(电路板内);
- 背板间;
- 多机箱系统(现今只有部分采用 SERDES)。

5.5 构建演进的可编程网络

就像 IP NGN 的部署花费了数年的时间一样,EPN 的

构建不可能在一夜之间完成。运营商应如何部署 EPN?

首先是基础设施解决方案的广度。当前,数据中心(云)和网络正在融合,能够在带宽、控制和计算资源间无缝整合是成败的关键;其次是开放的业务编排解决方案,并且能够提供多层次和多厂商支持;成功部署 EPN 的第 3 个要素是经验证的设计和性能指导(除非打算自己集成一切)。最后,移动、视频和托管业务等多种类型 NFV 是运营商有效利用云资源的最佳机会。

6 结束语

过去 30 年来,通信产业经历了重大的变革。IP 网原本是简单的计算机间通信,现在已经可以支持语音和视频等低时延服务,并符合语音网络的电信级可靠性要求,其低廉的单位比特成本也使得廉价、无时无地的高清视频通信成为了现实。在业界的不懈努力下,网络变得如此灵活和关键,现如今日常设备都将连接至万物互联,以尽享新应用、提高效率和改善消费者体验。

然而,要想跟上变革步伐,还有许多工作要做。电信运营商需放眼未来,考虑如何利用自身在网络中的独特优势

来加速业务创新,如何通过提供差异化体验来提高收入以及如何通过优化现有的网络基础设施来降低运营开支。全新的 EPN 架构将助力运营商实现美好愿景。

[作者简介]



Greg Smith,男,获得美国奥本大学电子工程学士学位、美国佐治亚理工学院电子工程硕士学位以及法国高等电力学院电信专业文凭,现任思科总部运营商部门高级经理,负责演进的可编程网络的推广。在此之前,还曾作为思科系统工程师、软件开发工程师、项目经理,在电信行业拥有 20 年的丰富经验。



Greg Nehib,男,思科总部运营商部门高级经理,负责演进的可编程网络、IP 与光融合以及基于 SDN 的多层网络优化。在此之前,还曾作为研发工程师、项目经理在行业的多个主要厂商任职,在电信行业拥有 20 年的丰富经验。

(收稿日期:2014-06-08)

· 简讯 ·

2014 年 7 月通信业主要指标完成情况(一)

指标名称	单位	本年本月止累计到达	比上年同期累计	本月
电信营业收入	亿元	7 970.3	3.9%	1 102.7
其中:电信主营业务收入	亿元	6 925.4	4.2%	968.0
电信固定资产投资完成额	亿元	1 604.8	6.0%	243.6
固定本地电话通话时长合计	万分钟	15 461 654.9	-13.7%	2 311 775.9
区间电话通话时长	万分钟	1 544 132.0	-17.5%	232 590.7
区内电话及拨号上网通话时长	万分钟	13 917 522.9	-13.3%	2 079 185.2
固定长途电话通话时长合计	万分钟	3 122 561.0	-9.7%	469 085.5
国内长途电话通话时长	万分钟	3 062 883.2	-9.3%	460 395.4
国际电话通话时长	万分钟	34 379.5	-31.3%	4 749.7
港澳台电话通话时长	万分钟	25 298.2	-21.6%	3 940.4
移动电话通话时长合计(含本地)	万分钟	170 746 053.7	2.1%	24 759 324.2
移动电话国内长途通话时长	万分钟	39 667 028.1	3.3%	5 729 307.1
移动电话国际电话通话时长	万分钟	75 368.4	2.8%	11 263.0
移动电话港澳台电话通话时长	万分钟	53 801.1	-4.7%	8 008.7
移动短信业务量	万条	44 365 996.5	-17.7%	6 476 279.8
移动互联网接入流量	万吉比特字节	103 630.3	56.1%	17 009.1

注:(1)收入增长率为营改增后未调整上年同期的收入同比增长;(2)固定长途电话通话时长和移动电话通话时长均包含相应的 IP 电话通话时长;(3)通话时长各项指标均为去话通话时长。

(来源:工业和信息化部运行监测协调局)