

## 下一代互联网体系创新的机遇和挑战

中国工程院院士 吴建平

现在到处都能看到互联网,但是互联网的核心技术是什么?我们是不是掌握了互联网的核心技术,我们在互联网核心技术上有多少发言权,这能深层次地反映我们的现状。国家发布《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》,其实给了我们一个发现和了解互联网核心技术的重要机会,为什么国家推动 IPv6,IPv6 在整个互联网里属于底层的,不是高层的应用,为什么要推动它?这个反映了互联网和它的核心技术在整个互联网经济的发展中具有非常重要的地位,上面的技术都承载在互联网上的,但是几十年前的互联网并没有想到现在的应用有这么多,所以它面临的技术挑战非常多。

互联网体系发展所面临的挑战

一是可扩展性。虽然 IPv6 只比 IPv4 多了地址,但在这么大的空间里去寻址,变成一个理论和实践工程都是非常大的挑战,IPv6 的地址空间比 IPv4 的地址空间有几个数量级的差别,它的技术难度和理论难度都大大增强。

二是安全性。安全性是目前互联网面临的挑战之一,上面所有的应用技术出现安全漏洞,归根到底都是发源于底层,底层的安全性为什么会出现隐患?是因为早期的互联网设计有很多的安全缺陷。目前很多安全公司、安全技术,都是基于现在的互联网来解决安全问题,是治病的,没有构造一个整体的互联网安全体系,这是我们安全面临的巨大问题。

三是高性能。我们永远都会觉得互联网的速度是慢的,不过速度快的表现根结不仅仅是传输速率快,互联网很多部分都影响了互联网的性能,我们需要找出来把它解决。

四是实时性。工业互联网一个最重要的要求是希望有实时的控制,很多工业控制系统实时性非常重要,工业互联网怎么去实现实时性,这是面临的重大挑战。

五是移动性。我们知道老百姓更多希望 WiFi 上网,因为 WiFi 既便宜又快速,但是大规模移动互联网也会有很多的缺陷。

这些挑战其实在互联网底层都是时时刻刻面临的,也在始终不断的完善,这是互联网要解决的核心技术难题。实际上互联网的核心技术是互联网的体系结构,是研究互联网各个部分的组成和相互关系的组合。它的核心是在网络层和传输层,而不在应用层和传输的通讯层,中间层是保证全网的通达,承上启下,是体系结构的核心。

在这里面,网络层次起了非常重要的作用。网络层次有三个非常重要的要素。

第一是传输格式,早期的 IPv4 是现在互联网传输格式的定义,IPv6 仅仅定义了新的传输格式,没有其他定义,但是这两个格式的定义把网络层过渡到了新一代。

第二是转换方式,转换方式没有变。

第三是路由控制,在传输格式定义的情况下,路由控制成了互联网的一个巨大创新点,这些创新点恰恰是我们解决这几个重大挑战的所在,解决互联网的核心问题要围绕这个方面来进行。

如今,互联网的体系结构面临一个新的创新平台。原来是在 IPv4 上解决互联网的几个重大挑战,现在逐渐过渡到 IPv6 上解决这些挑战,IPv6 确实给我们解决互联网的挑战带来了新的机会和平台。

在这里面有三个要素比较重要,第一个是要有大规模的实验平台,新的技术要进行实验,实验以后才能真正在商业上、互联网上进行创新。第二个是要有核心装备,互联网的核心装备要不断地突破摩尔定理。第三个就是创新,路由控制是互联网创新非常重要的立足点,在路由控制上可以实现

扩展性、安全性、实时性和移动性,路由控制是互联网创新的大平台,也是体系结构的核心所在。

创新是互联网体系的核心技术重点

互联网体系结构具有强大的生命力:第一,当初设计不是为了特殊的应用而设计的网络,是为了通用的应用而设计的,这是互联网的初衷。

第二,互联网的技术要运行在任何通讯手段上和网络生态上。恰恰是这两条形成了互联网的基因,向上支撑所有的应用,向下使用所有的网络和通讯手段。

第三,互联网的创新这么多年主要在边缘上创新,而不是在核心上创新,不为增加任何的新的应用和服务而改变网络,这是互联网的初心。这个事情很多人不一定认可,但是互联网这么多年是这么走下来的。

第四,必须要有足够的可扩展性,现在 IPv6 应对这个挑战,主要是为了扩大更大的范围。同时互联网为新的协议、新的技术、新的应用呈现一个开放的环境,向上、向下的开放呈现了今天的互联网。

互联网技术开发有它的独特核心,宗旨是保证互联网平稳的发展,解决互联网不断出现的新问题,主要领域也是围绕网络层和传输层来展开的。在 2012 年之前,中国确实保留了全球互联网 IPv6 的最大用户群,大概是四五百万,但是从 2012 年开始 IPv4 地址使用完开始,国际上 IPv6 的发展突飞猛进。2016 年 IETF 发了一个重要的声明,从 2016 年 11 月开始所有的互联网标准不强求支持 IPv4,但是必须支持 IPv6,这是一个非常重要的信号,也是大家共同的认识,这几年在国际上大量的发展和这个有密切的关系。

在互联网的核心技术上,我们是初学者,甚至比 CPU 操作系统还要浅薄,这是一个事实。我们也体会到了互联网体系的核心技术是创新的重点,这个需要国家长期支持,产学研协调创新是突破的关键。

对于国家相关规划部署的感受和体会

对于我国推动的 IPv6 下一代互联网规模部署的行动计划,我觉得非常重要。在总体要求里和指导思想里说的非常清楚,要把握全球信息化技术,宕机跃迁和网络技术设施演进升级难得的历史机遇,以协同推进 IPv6 部署为主线,以典型应用改造和特色应用创新为主攻方向,加快网络基础设施和应用基础设施的升级步伐,积极构建自主技术体系和产业生态,实现互联网先 IPv6 的演进升级,构建高速移动安全泛在的新一代信息基础设施,促进互联网与经济社会的深度融合,构筑未来发展的新优势,为网络强国建设奠定坚实的基础。

对此,我想谈一下我的体会,前面几条都是扩大规模、增加应用,推进 IPv6 的推广,但是在这个过程中,我们真的不能忘了 IPv6 给我们体系结构的创新,互联网核心技术的创新带来了千载难逢的机会。在扩大规模的同时,我们一定不能忘了提高我们的质量,在核心技术上我们要借机寻求大的进步,另外,发展和安全也是我们应该首先要抓的。

同时,对于关键前沿技术,设置下一代互联网技术创新项目,也提供了各种各样的技术,这些技术实际上都是可以紧紧围绕互联网体系结构展开的,这样才能抓住技术的立足点。

最后,我想再一次重申,推动 IPv6 大规模的部署,给我们体系结构的创新带来了难得的历史机遇,在这个里面我们要强调互联网是网络空间最重要的基础设施,互联网体系结构是互联网的核心技术,它和 CPU、操作系统一样,是第三大基础设施的核心技术。IPv6 下一代互联网对体系结构创新带来新的挑战 and 机遇,网络安全实际上要从根本上解决,必须在体系结构上进行创新,要设计构造一个安全的体系结构,来实现网络彻底的安全。IPv6 下一代互联网对拓展网络空间和解决网络安全是一个重大的发展机会,实现和落实我们国家的行动计划,是我们需要去努力的,我们需要进一步推进规模部署,创新互联网的体系结构。

(本文根据吴建平院士在 2017 全球网络技术大会上的演讲整理而成,未经本人确认。)