

对互联网革命性发展的战略构想*

侯自强

(中国科学院声学研究所 北京 100190)

摘要 互联网的发展有三种方法:演进法、重叠法和革命法。演进法和重叠法仍然基于 TCP/IP 协议,发展的是下一代互联网。而革命法则强调抛开 IP 协议,从零开始,发展的是互联网的全新一代。目前,我国尚未安排下一代互联网的国家计划,中国科学院应利用多学科优势率先开展前瞻性研究。

关键词 互联网,演进法,重叠法,革命法,战略构想



侯自强研究员

1 现互联网的局限性

互联网分层体系结构可以用一个沙漏模型描述。沙漏的腰部是 IP 层。IP 层之上是应用层,之下是承载层。

各种各样隶属不同部门的网络,只要支持 IP 协议都可以互连,成为互联网的承载网。IP 网的主要优点是各种应用业务与下面的承载网络无关。这非常有利于创新,是互联网保持活力和吸引力的源泉。如图 1。

IP 层将各种物理网络互相联结起来形成一个统一编址的大规模互联网,它定义了尽量少的公共服务接口和功能,最大地扩展了可互操作的网络数量和范围。为此,互联网采用无结构的拓扑以保证可靠性和联网的方便。网

络地址采用一维平铺、无结构的地址分配方式,地址按照类别无序地分配,即没有很好地规划,也没有考虑网络拓扑特征。地址结构与网络拓扑是相互独立的,它们的关联只能通过路由表确定。随着网络规模的增大,无序的网络结构将导致出现网络缺乏可扩展性和隔离能力,经常出现局部的事件造成全局的影响。BGP 协议的可扩展性问题越来越突出。

网络安全是互联网可持续健康发展的基础和保证。互联网对恶意攻击几乎不设防,安全体系先天不足。随着互联网逐步成为未来信息基础设施的核心,网络安全问题也日益突出。目前网络上威胁频次、影响、规模和代价明显增加,攻击的水平越来越高,

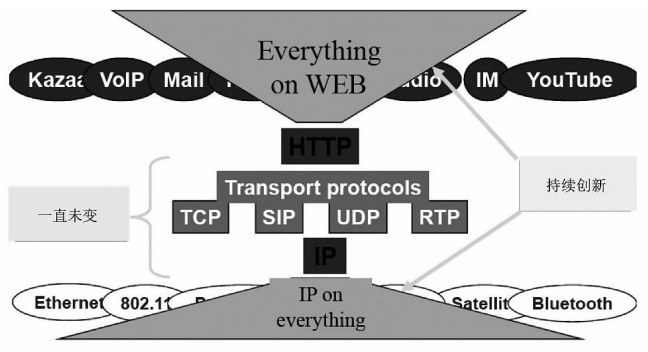


图 1 互联网的沙漏模型

* 收稿日期:2008 年 10 月 31 日

攻击的种类越来越多,这些严重影响到互联网的应用范围。

从图 1 的互联网沙漏模型可以看到多年来处于上下位置的承载层和应用层都有很大的创新变化,唯有中间的 IP 层没有改变。如何开展创新性研究,以克服 IP 的缺点和局限性而仍然保持其优点已迫在眉睫。

互联网的演进和发展有三种方法:演进法、重叠法和革命法。演进法和重叠法仍然基于 TCP/IP 协议,发展的是下一代互联网。而革命法则强调抛开 IP 协议从零开始,发展的是互联网下一代。如图 2 所示。



图 2 互联网的演进和发展

2 演进法发展

互联网从其出现就开始了改进和演化的进程。IETF 接受各种建议草案,以 RFC 方式制定发布标准。这是互联网的一种渐进式的演化,RFC 的内容涉及改进互联网的 QoS、安全、多播、会晤、流媒体、移动性乃至地址空间(IPv6)等各个方面。这种方法被称为演化法。当 RFC 涉及网络层时就要修改路由器的协议,一旦修改路由器协议,互通互联就会有问题,网络就成为专网,失去全球公共互联网无所不在的优势。结果是大量的 RFC 被电信运营商的可管理的 IP 专网采用,而公共互联网迄今为止仍然在运行最基本的 TCP/IP 协议。电信运营商要求发展可管理、可运营、能盈利的 IP 网,在这种可管理的 IP 网中采用了大量 RFC,以提供所

需要的 QoS 和安全性。进一步在此基础上发展下一代电信网 NGN。

与 NGN 不同,下一代互联网并没有明确的定义。一般泛指 IPv6 就是下一代互联网 NGI,但是 IPv6 并不能概括 NGI 的全部。

3 重叠法发展

当今的互联网如此庞大,遍及全球,任何对路由器协议的修改都将影响互通互联性。为此需要发展保持基本 TCP/IP 协议不变而能够改进互联网性能的方法。这就是重叠法。重叠法保持 TCP/IP 不变,原来的 3 层变成 3+ 层,在其上建立一个智能结点重叠

网做为 3+ 层,在此分布式管理平台上提供流量监控、流量控制、QoS、病毒防止和安全性服务。目前在互联网上迅速发展的各种 P2P 业务,从下载、Skype 电话到 P2P 流媒体互联网电视都是以重叠网的方式在互联网上提供的。智能结点重叠网可以提供从 P2PCDN 到

P2P-SIP 各种业务,解决 P2P 的可管可控的问题。今后电信运营商的 NGN/IMS 平台将主要为企业、大客户、VIP 提供服务,而面向广大消费者的宽带和互联网新媒体业务将运行在公共互联网上,由智能结点重叠网提供分布式管理服务。目前采用 DHT 的结构式重叠网已经日臻成熟,成为智能结点重叠网的主要模式。

4 革命法:从零开始发展互联网的下一代

今天互联网仍然在蓬勃发展中,基于互联网的现代服务业深入各个领域,无所不在的网络正在改变人们的生产和生活方式,三网融合和网络新媒体的兴起正在对人类文明进程产生重大影响。云计算将以公共事业



中国科学院

模式提供计算力服务,互联网将成为未来 u 社会的重要基础设施。

但是互联网在安全性和可扩展性等方面也有一些固有的弱点,演化法和重叠法能否克服这些弱点使互联网能够担负起其历史重任,各方面说法不一,还有待进一步发展检验。在美国一些从事基础研究的学院派提出了开展互联网下一代研究的计划 FIND(未来互联网设计项目)和 GENI(全球网络创新环境)。相对于演化法和重叠法,这种方法可以称为革命法。

FIND 是 NSF(美国国家自然科学基金会)网络系统与技术计划 NeTS(Networking Technology and Systems)的一个长期项目。做为互联网的下一代研究,与下一代互联网研究不同,它将突破原有互联网协议的束缚,重起炉灶发展未来互联网体系框架的研究,发展“IP 以后”网络。其主要研究内容包括:创立新的核心功能:跨越现有的数据通信、分组和电路交换模式设计新的命名、寻址和全部身份体系结构和网络管理模式。发展增强的能力:建立体系结构内的安全性;设计高可用性;平衡隐私和责任;设计发展地区差异和发挥区域价值。布设和结成新体系结构:设计新体系结构采用潜在技术(新的无线和光学技术)和使用泛在设备的新计算模式。建立高层次服务提取:例如使用信息对象,基于位置的服务和身份框架。建立新服务和应用:使大规模分布应用具有安全、鲁棒和可管理性;发展分布应用的原理和模式。发展新网络体系结构理论:研究网络复杂性、可扩展性和经济激励。

鉴于目前并没有成形的技术和想法用于实现新一代网络,而任何思想和技术要成功用于新一代网络必须经过大规模网络大流量的检验,为此 NSF 设立了一项科研计划 GENI,建立

一个分布式的网络创新环境,扩展新一代网络研究。而已经有的一些实验网络如 PlanetLab 等将为其提供思想和支持。

5 跨学科研究互联网下一代

互联网下一代的研究大多是以 2020 年为阶段目标。从零开始,采用全新的协议彻底解决安全性、可扩展性问题以提供无所不在的业务。说是要从零开始但很难摆脱现有互联网协议和体系结构的束缚,基本上还是基于目前信息通信技术 ICT 体系。要解决这一跨时代的问题必须跳出现有 ICT 的体系,开展基于物理学、生物学和社会科学的跨学科研究(社会计算、经济理论、博弈论、计算生物学和量子论),考虑信息的时空分布,拓展信息理论形成新的通信网络框架。中科院具有跨学科研究的优势,发展互联网的下一代是中科院的历史责任和机遇。

发展互联网下一代可以从生物学、计算生物学的研究中得到启发和帮助。互联网的沙漏時計模型与生物技术中新陈代谢的沙漏時計模型是相似的。如图 3 所示。

与 IP 网的 5 层模型类似,新陈代谢过程也可以以 5 层模型表示。各个层的对应关系如图 4 所示。由图中可以看出与 IP 对应的是酶级的转录规则。它们都处于模型的细腰部,起关键的控制作用。在 IP 网中,IP 的作用是通过选路,将原始网络中的各种部件

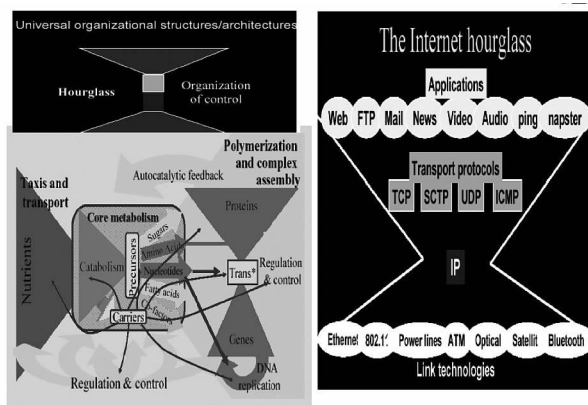


图 3 新陈代谢和互联网的沙漏模型

如路由器、链路、服务器、主机等连接起来,提供所需要的应用。而在新陈代谢中酶通过酶级的转录规则,将原始蛋白质,化学计量学网络中的 DNA、基因、酶、载体等部件组织起来产生各种营养和产品。互联网下一代

新陈代谢/生物技术	TCP/IP
5:应用:营养和产品	5:应用:各种应用
4:酶的变构规则;改变供需的健壮性	4:TCP:改变供需和包丢失的健壮性
3:酶级的转录规则	3:IP:网络网络的选路,路由器丢失的再选路
2:基因组:原始蛋白质化学计量学网络	2:物理:原始物理网络
1:部件目录:DNA,基因,酶,载体....	1:部件目录:路由器,链路,服务器,主机...

图 4 IP 与新陈代谢五层模型对比

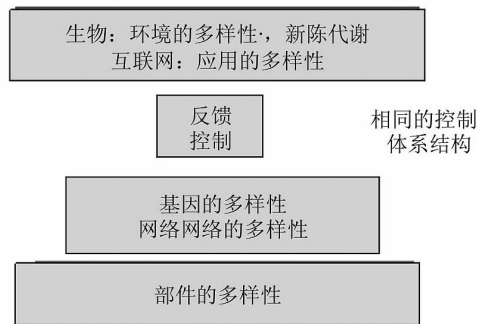


图 5 沙漏模型体系结构

最需要改进的是 IP,或许能从新陈代谢过程中酶级的转录规则中得到启示发展新的协议和算法。图 5 进一步说明了这两种沙漏模型的类似性。

现今的互联网上已经存在一虚拟社会,其具有现实社会的各种性质。研究表明互联网的一些公共性质和机制,如无尺度网络、长尾分布、长范围相关、自类似性、小世界现象、应用社区的 Pareto 分布等与生物、物理、社会、工程领域网络有很多类似性。因此开展基于物理学、生物学和社会科学的跨学科研究(社会计算、经济理论、博弈论、计算生物学和量子论)对于研究互联网下一代是非常重要的。

目前我国还没有安排研究发展互联网下一代的国家级计划,中科院利用多学科的优势率先开展前瞻性研究是非常必要的。

主要参考文献

- 1 Hou Ziqiang. "Network Beyond Internet" 2nd ICT Forum. June 2008 shanghai.
- 2 John Doyle. Network Complexity and Robustness. Proceedings of a Workshop on Statistics on Networks, ISBN: 0-309-65703-2, CD-ROM, (2007), 470.

Strategic Conception of the Development of the Network beyond Internet

Hou Ziqiang

(Institute of Acoustics, CAS 100190 Beijing)

There are three methods for the development of internet: evolutionary method, overlapping method and revolutionary method. Evolutionary method and overlapping method are still based on TCP / IP Protocol, aiming at the development of the next generation of internet (NGI). Revolutionary method develop network beyond Internet (NBI) by using Clean-slate approach. For the moment, China has not yet arranged the State plan for the NBI, so the Chinese Academy of Sciences should utilize its multidisciplinary predominance to take the lead in conducting the forward-looking study of NBI.

Keywords Internet, evolutionary method, overlay network, NGI, network beyond Internet, NBI, Clean-slate approach

侯自强 中国科学院声学研究所研究员。数字信号处理及通信技术专家。1937 出生。曾经任中科院秘书长、声学研究所所长。现任工业和信息化部通信科技委委员。曾获国家科技进步奖一等奖。E-mail: hou_ziqiang@yahoo.com.cn



中国科学院