



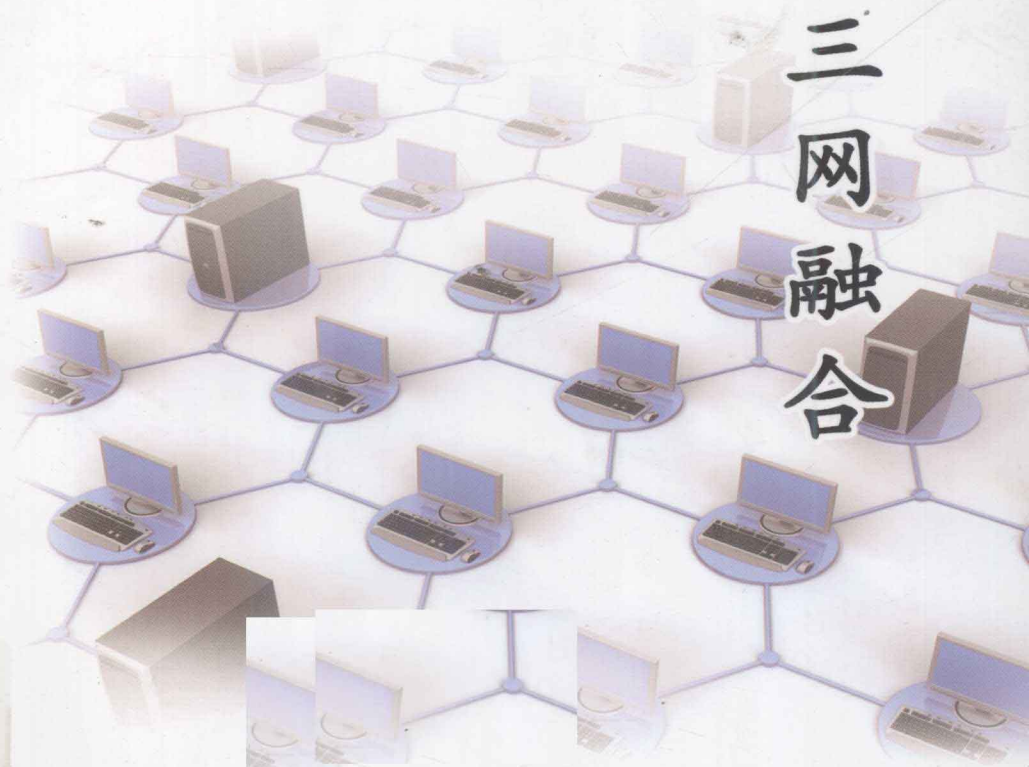
中国科协学会学术部 编

新

观点新学说学术沙龙文集

27

下一代网络及三网融合



中国科学技术出版社

新观点新学说学术沙龙文集②⑦

下一代网络及三网融合

中国科协学会学术部 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

下一代网络及三网融合/中国科协学会学术部编.
—北京:中国科学技术出版社,2010.11
(新观点新学说学术沙龙文集;27)
ISBN 978-7-5046-5041-2

I. ①下… II. ①中… III. ①计算机网络-文集
IV. ①TP393-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 219322 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081
电话:010-62173865 传真:010-62179148
<http://www.kjpbooks.com.cn>
科学普及出版社发行部发行
北京市迪鑫印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:6 字数:200 千字
2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷
印数:1-2000 册 定价:18.00 元
ISBN 978-7-5046-5041-2/TP·373

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

序 言

随着信息网络的发展,新信息网络的体系、机理、原理以及电信网、互联网与广播网的三网融合,成为国内外信息网络领域的研究重点和热点。2009年3月19~20日,中国科协学会学术部以“下一代网络及三网融合”为主题在北京举办了第27期新观点新学说学术沙龙。会议邀请了包含院士、专家、青年学者和学生在内的老中青三代专家学者就此问题进行自由讨论。会上,所有专家学者都踊跃发言,不但提出了自己的新观点新学说,而且对他人提出的观点、学说进行了质疑和热烈的讨论。会议讨论了现有信息网络的演进和完善机制、全新信息网络体系及其关键技术、三网融合的可行性方向等,并提出了很多新颖的观点。比如,针对三网融合的问题,李幼平院士提出了“网帮网”的思路;针对全新信息网络体系及其关键技术的研究,刘韵洁院士提出“后IP”的思想等。读者可以从本书中了解到与会专家学者提出的新观点新学说。希望通过本书的抛砖引玉,进一步激发广大同仁对相关问题的思考和研究,为提高我国在信息技术领域的国际地位、为我国建设创新型国家而不懈努力。

张宏科

2009年6月

目 录

关于欧洲互联网体系结构研究的观点	程时端(1)
未来计算机变革性的发展	戴 浩(4)
移动互联网对网络架构的影响	黄 兵(7)
当今互联网发展现状及其趋势研究	李幼平(11)
网络演进与发展的思考	刘韵洁(17)
下一代互联网的结构体系研究	罗军舟(21)
高速移动网络面临的机遇及挑战	牛志升(26)
未来网络研究思路与方法的思考	邱雪松(29)
电子信息网络的惊人发展	沙 踪(32)
未来网络新架构的技术问题研究	石志强(37)
下一代网络的通信机理和结构	孙利民(40)
未来网络体系架构的发展演变	王文东(43)
未来网络设计体系研究	张宏科(44)
下一代互联网发展趋势研究	张思东(51)
未来管理互联网的结构和机制	程时端(59)
下一代互联网中拥塞控制的研究	石志强(67)
专家简介	(75)
部分媒体报道	(83)



关于欧洲互联网体系结构研究的观点

◎程时端

网络体系结构的演进不同于系统设备的开发,网络需要整体连接,具有延续性,有了新技术不能把旧网络拆了重来,这里面涉及怎么演进过渡的问题。IP 并不是永存的,最终会消亡。但是现在要把 IP 都拿掉,我们用什么?这里面不得不考虑过渡的问题,怎么从前一代过渡到下一代?

大家知道,互联网体系结构的研究有两种途径,一种是革命,一种是演进。现在我讲演进的方式。

我介绍的背景材料是一个欧盟 FP7 计划中的项目,这个项目名称叫“EFIPSANS”,研究期从 2008 ~ 2010 年,目标是在 IPv6 基础上构建一个自治、自管理的网络,也就是说网络演进是基于 IPv6 来做的。

这个项目在欧盟中共有 14 个成员单位参加,北京邮电大学是其中唯一的非欧盟单位,总的经费是 1000 万欧元,欧盟拨款 700 万欧元,这是综合类的大项目。它的目标是基于 IPv6,设计一个将来可以自管理的互联网。

它的思路是从生物学、社会学、经济学角度来看网络。人体有两个功能,一个是认知和推理的功能,能够按照推理进行规划设计;另外一个是无意识的功能,发现了情况马上应对。我们的互联网原来没有脑子,基本上是被动应付环境里面出现的问题,本身没有学习和推理、决策的功能,都要靠人干预。现在我们想把认知推理加入到互联网,在 IPv6 网络的基础上,能不能把脑子加进去,改造成一个能够自我完善的网络? 就是这样的一个思路。什么叫自治网? 即一个可以自我认知、决策和管理的网络。其中新思想就是加进一个脑子,使得互联网有一个自我认知的功能,有一个决策功



能,可以自己控制网络,调整处理各种各样的异常情况。网络里面有很多环控制,出了情况可以进行调整。

目前,我们已做了一年,第一项工作是设计了一个未来自管理网络体系架构,叫做 GANA(通用自治网架构)。现在的互联网是一个单平面结构,主要是数据传送,我们在原数据平面之上,增加了三个平面:一个决策平面,一个分发平面,还有一个发现平面。这个结构使我想起原来的 ATM 网络,有三个平面,即用户平面、控制平面和管理平面,是把很多管理控制的功能加到网络里面,每个平面又分层次,形成一个三维结构图。新一代互联网的四面结构比 ATM 网络更为复杂,目前还没有画出立体图。分层分平面设计了很多控制元素,这些元素驱动了一个个控制环。

简单讲一下控制环,上面有一个决策单元,它负责收集网络情况,通过监测单元,检测到各种信息,例如拥塞、故障等。各种各样的检测信息送到决策单元,决策单元经过推理发布命令,控制一系列的被控制单元,进行重路由,重新发现邻居等各种各样的动作,这些平面又分成四个层:网络层、节点层、功能层、协议层,每层都有自己的控制环。网络里面有很多很多控制环,这使互联网能够有一个自我学习、认知和决策的功能,这个网络体系机构是不简单的,比现在网络要复杂得多。

这样做有什么好处?它能够做到自适应、自优化、自发现、自保护,能够重配置,使得我们网络的性能、灵活性、可靠性提高,减少运营开销等。

现在我们做的工作:第一,要定义网络自治行为,在什么情况下,什么样场景,有什么样的自治行为。第二,用结构化的方式,或者形式化的方式描述新的多平面多层网络结构,用元模型等工具。第三,要进行设计开发,实现一些演示系统,连成实验网。我们有一个重要的研究课题就是研究方案的可扩展性,如果将来组成 1000 个节点,甚至十万个节点的大网络,我们这个自治网络的性能会怎样?系统的控制管理开销有多大?

我们的研究任务覆盖了互联网基本的网络服务(包括路由和包转发),



高级的网络服务(包括 QoS、移动管理、故障管理、网络安全、抗毁等)和网络的管理功能。比如监测,网络怎么监测? 哪些地方放监测点? 怎么收集、分发监测信息?

目前,该项目正在进行设计、开发,要构成一个基于 IPv6 的自治网,这个网里面要演示各种自管理的特性。

最后一项工作就是标准化的工作,关起门做网络演进是不管用的,必须做一个标准,没有标准是不能推广的。现在我们这个研究组,在提出 GANA 结构的同时,在多个会议和刊物上发表文章,进行宣传。同时,我们对现有的 IPv6 协议进行分析,哪些协议需要扩展和需要改进,比如提出了 ICMPv6++, ND++, DHCPv6++, OSPFv3 等扩展的 IPv6 协议。项目组已在在欧洲的标准化组织 ETSI 中成立了“未来自治网络工程”工业规范组(AFI ISG),致力于推进自管理互联网的工业标准。项目还将向 IETF 提出建议草案,目前这个项目在欧洲很活跃,影响比较大。

这个项目分三年完成,2008 年作了一些需求分析、概念及设计,后两年会做进一步的开发和试验。作为参与者来看,觉得这个计划是演进的、有生命力的,但演进也并不容易。想把一个简单 IP 网,装一个脑子进去,分成这么多平面、这么多层次,中间引入了信令,另外还要把全网监测起来,这都不是容易的事情,但应该比革命路线实现起来要快一些。推倒 IP 绝对不是 5 年以内的事情,不可能一下子就没有 IP 了,在这个时间里面网络怎么办? 目前我们已经花这么多的钱和人力建了一个 IPv6 网络,应该尽量让它完善起来,使它能够做到自学习,自完善。这个思想是好的,但是实现起来也并不太容易,我也很关心这个方案的复杂性,如果开销大于收益就不合算了。我毫不怀疑我们可以做一个很好的演示网,如果将来整个全球使用,可能比 ATM 还复杂,但 ATM 怎么消失的大家都没有忘记,这是我个人的担心。我想这是一个很好的研究方向,今后在研究的过程中,这个方向的目标和路线应该还会调整和改进。



未来计算机变革性的发展

◎戴 浩

现在简单地介绍一下网络建设的体会。军用计算机网络通常分专网和公网两种,其发展途径与指导思想不完全相同。一种是走向后兼容的发展道路,从早期的 X.25 分组交换网过渡到帧中继,从帧中继过渡到 ATM,又从以 ATM 交换为主过渡到以 IP 路由为主,包括 MPLS。当核心网采用帧中继交换机时,就将 X.25 交换机推向边缘;当核心网采用 ATM 交换机时,就将帧中继交换机推向边缘,同时淘汰 X.25 交换机;当核心网采用高速路由器时,就将 ATM 交换机作为备份手段。还有一种发展道路是变革性、革命性的,例如从原来的主机—终端系统发展到专用的计算机网络,如 DECnet,再发展到走开放式的体系结构 TCP/IP 这样一种道路。这两种办法对于一个中小型企业级网络来说,我觉得都是可行的,因为包袱不大。

当时我提出来一个想法,向下兼容不能成为采用新技术的束缚,要采用新技术必然要有突破。事实上,网络里面的一、二、三期工程是不兼容的,不兼容带来一个问题是投资不能得到有效保护。那么,我们可以采取的办法是让它重叠运行,重叠执勤。新网执行的同时旧网继续执行两三年,慢慢设备到了生命周期就自然淘汰掉了。要过分兼容也有好办法,但是对于全球网络来说决策就要慎重了,因为保护投资是一个很重要的问题,我觉得发明一个新的网络体系结构还不是太难的事情,因为现在大家这方面做的工作很多,但是要解决新的体制和旧的体制怎么过渡兼容的问题,有时候比发明一个新的体系结构更难,或者任务更重。

IPv6 的一个明显特点就是 IPv6 技术早就出来了,但是兼容的政策,有



30多种过渡方法,到现在还没有一个真正能占主流,是用IPv6还是用IPv4大家争论不休。所以有人讲,这就像把高速运行中的汽车的轮胎换掉,是很困难的事情。这件事情要想不好,网络升级换代就不可能实现,这是我们网络下一步发展指导思想的问题。对下一代网络发展思想还没有正式文件,但是我们开过几次研讨会,曾经出现过两种不同意见。一种认为跟民网体制走,还有一种认为我们军网要搞独立的体系结构。国家要强调自主知识产权和亮点的问题,认为如果采用民用网络体系机构,安全问题会得不到保障。这个问题现在还没有完全统一认识,我觉得还可以继续研究。

我们再看看国外的情况。美军的网络发展与我们有类似问题,他们有一个计划叫“可信赖全球网络”,是2006年提出来的,想用推倒重来的思想研究网络发展,曾经搞了9个专题,向全世界研究团体、运营商征求意见,叫RFI,其中一个问题就是军网需要不需要单独体系机构。最后讨论的结果认为,虽然军网与民网有很多结构不一样的地方,但是这种差异没有达到非要重新设计两套网络体系结构的地步,即使要重新设计军用的NGN,民网同样有这样的要求。结论是未来的军网体制即使重新设计也还是要向民网靠拢,或者是在同一个体系下提供不同等级的安全保护。

美军对网络安全的考虑跟我们不太一样,美军有三个计算机网络:第一个叫非保密的IP路由网NIPRNET,是传敏感信息的;第二个是保密的IP路由网SIPRNET,这个网是传机密信息的;第三个叫联合全球情报通信系统JWICS,是传绝密级信息的。这三个网络基本上是按密级划分的,因而采用了不同等级的安全防护措施。美军的网络结构和它的安全措施因为不太公开,所以有的地方看得还不是很清楚。

美军正在执行的项目叫GIG(全球信息网格),要到2020年才能完成这个计划,这是一个很长远计划。曾经在21世纪初,2003年6月,美国防部的CIO提出要在2008年前完成从IPv4向IPv6的过渡,现在最后期限已经过去了,但他们并没有按计划完成任务。原先是决定停止采购IPv4路由



器,并逐步用 IPv6 的路由器去替换。但是从 2007 年的报道看,他们刚刚制定出一个 IPv6 路由器的标准规范,就是说还没有按预定计划采购 IPv6 的路由器。

IPv6 技术在美国的状况与我国正好相反。在美国,军队是最积极,我们国家是地方最积极。2007 年美国防部公布了一个“GIG 体系结构构想”v1.0,它描述了未来或下一代 GIG 的体系结构,即 2020 年前要做什么事情。构想里面有 9 条原则,第一条叫做“Internet & World Wide Web Like”,即保持跟互联网和万维网体系标准的相似性,同时增强机动性、保密性和优先级等军事特征。美军 GIG 是他们一个很大的信息基础设施,从这个构想看,里面的网络体系仍然是按照 IP 的体系结构在往前走,这个思路可能会对我们有一定的启发。

安全防护问题是军网一个基本要求,但不是仅仅靠技术措施就能解决的。我们以为,现在的互联网最大缺点是无政府、无组织、无纪律、无法律,但是军网在管理体制上确确实实有我们的优势,军网不允许无组织、无纪律。首先,我们早就把计算机接入的端口、IP 地址和 MAC 地址绑定起来了,用户上网一律采用实名制,这个完全能够做到。第二,我们在每个受控终端上面安装一个接入监控软件,也就是装一个“窃听器”,运行什么软件,有没有违规跟外网连接,这些信息都要收集汇总起来。这个软件还必须与操作系统绑定在一起,不允许卸载,连重装一次操作系统也不行。这就体现了有组织、可管理网络的一些思想。

所以,我觉得技术措施要和行政管理结合起来,才能保证网络安全,光靠技术保安全不可能达到彻底的安全。



移动互联网对网络架构的影响

◎ 黄 兵

首先,看看现在电信的发展趋势。截至 2008 年年底,国内电信市场固网宽带用户为 8500 万户,预计到 2011 年将达到 1.49 亿户。当前,互联网以固网互联网为主,移动互联网还没发展起来。截至 2008 年年底移动电话用户有 6.5 亿户,预计到 2011 年将达到 9.08 亿户。

现在国内 3G 发展得比较快,对 3G 的用户预计占移动用户的比例在 27.8% 以上,达到 2.5 亿户,这里包括了各种 3G 的制式。

2.5 亿户是个什么概念?以后用移动互联网的用户有可能超过固网的用户。上面讲到的固网用户到 2011 年将达到 1.49 亿户,是一个比较平稳的状态的增长,移动的增长会比较高。3G 移动互联网的主要应用模式和固网差不多,都是音乐、新闻和即时通信。如果用一个表预测流量,流量基本上按指数增长,数据业务收入逐渐成为运营商的一个主要收入来源。

数据业务收入与通话收入相比,日本比较高,数据业务占 30%,其中非短信的数据业务占 21%,这里数据业务是把短信业务算在里面的,中国移动是 25.7%,大部分是短信业务。现在一个主要的问题就是用户数,3G 移动互联网用户数达到 2.5 亿户就超过了固网宽带,数据流量也会逐渐的接近,但不可能超过固网,差距还是很大。当前移动互联网用户数和数据流量还非常少。我们承建了移动、联通数据网,移动数据网络,据我们了解,现在一个省同时并发移动上网用户数也就是几千个用户。相对固网是非常少的,数据流量也就是几兆、十几兆。以后移动互联网用户数需求量肯定会迅猛增加,这种增加会对网络架构产生比较大的影响。



现在的固网,随着宽带的增加,它的网络架构也要发生变化。BRAS 设备,也就是用户接入认证设备,在用户数少的时候相对集中放置,用户多了之后逐渐变成分布式部署。

现在移动互联网的主要问题是它尚不支持三层切换。二层切换是在移动网关范围内的切换。一个移动网络结构,分为接入层、城域、省网和骨干几个部分,基站上面 GGSN 就是一个网关设备,所谓二层切换就是在一个网关内切换,这个切换需要更换二层链路,但不更换 IP 地址。三层切换就是跨移动网关的切换,需要更换 IP 地址,无法做到不中断现有业务。网关非常少,一个省一般有一台,所以说只要在省内漫游,切换就是二层切换,跨省的才是三层切换,所以网关设备不支持三层切换也没问题。

对于现在的 3G,我不是很了解。以前的 GPRS(中国移动网络)不支持三层的切换,如果跨省就要断掉重新连接。现在三层切换数量比较少,所以问题也不大。随着移动互联网的普及,网关设备,GGSN 会逐渐下移,甚至会进入基站。若用户数很高,比如达到几十万、上百万户,如果网关还是集中放置,会给设备可靠性、处理能力会带来很大影响。跟固网相比,现在中国电信 BRAS 管理的并发用户是 1 万~2 万户,从以前一个省一台到现在一个城域就有很多台。

传统 IP 协议是不支持移动的,三层切换存在一个技术问题,困难在于 IP 地址的二义性。IP 地址作为终端位置标志,在切换到另一个网段的时候必须分配新的 IP 地址。

中国联通 CDMA 是做了一个 Mobile IP。作为身份标志,在移动切换时不能变,一个业务连接是五元组标志的。所以说要使业务连接不中断,IP 就不能变,这个是很矛盾的。Mobile IP 就是一个终端两个地址,家乡地址就是代表用户身份,另外一个就是转交地址移动过程中要变化的。

Mobile IP 存在什么问题呢? 用户每次切换要分配新的地址,地址分配时间是比较长的,要花 1~2 秒时间,切换时延就比较长。同时,存在路径迂



回,流量要到家乡代理转一下,而路由优化又需要移动终端之间建立一个信任关系。另外,终端要支持移动 IP,现在我们很多终端并不支持。

2008 年,业界又提出一个 Proxy Mobile IP,作为 Mobile IP 的改进,这个协议大概在 2009 年终稿。简单地说,就是给所有的用户规定了一个所谓的锚点,用户所有流量通过隧道方式发给锚点,但锚点数量非常少。如果所有流量要发到锚点去,那么对锚点可靠性影响比较大,所有流量要迂回到那边去,增加了延时,导致了网络迂回。比如从上海坐火车到南京,流量要经过上海转一圈再回来,这样就不经济,如果要大量部署,肯定存在很严重的问题。

刚才讲的移动性,应该说还没有特别好的解决方案。我认为,现在的解决方案是在用户数少、流量低的时候没有问题,可能在实验室也能模拟出来。但是真像刚才讲的那样,若移动互联网用户数超过固网的用户数,这种情况肯定存在问题。

另外就是路由表过大的问题,固网本来也已经存在这个问题,现在核心路由器上的路由表已经突破了 30 万条,若移动互联网再发展起来,这个问题肯定会更加严重。

现在中国电信分到的地址数量是 4700 多万,中国移动只有 500 多万个 IP 地址的数量,这个差距非常大。移动互联网发展的一个非常大的瓶颈就是 IP 地址的容量问题。

移动网络对用户身份认证信息能不能提供给互联网?传统的互联网对用户是没有认证的,但是移动网络本来对用户是有认证的。互联网 IP 地址,有两重属性,一个是位置,另一个是身份。虽然 IP 地址是位置标志,但是上层应用软件无法作为用户标志。首先地址是动态分配的,无法作为用户的长期标志;另外,用户访问服务器的时候,服务器虽然知道了用户的 IP 地址,但是 IP 地址无法查他的身份,IP 地址跟用户身份的对应关系是在 3A 服务器里面,一般的情况下不允许查询,也比较麻烦。怎么办?有很多网站



为了识别用户要建立自己的用户群。用户上每个网站都要注册,再登录。网站通过使用 Cookie 手段识别每一个用户,这样既不方便也不安全,因为很多终端安全属性高,把 Cookie 禁掉,网站就没有办法识别用户。传统的移动网络是基于用户真实身份的网络,每个用户都有一张 SIM 卡以及 IMSI 号,有一个严格认证的过程,不像传统互联网谁上都可以,移动网的用户是认证过的。但是如果移动网络还是用传统 IP 建立连接,还是有这样的问题,认证结果不能提供给 ICP。虽然给用户结果做了严格的认证,网站还是只知道 IP 地址,不知道用户身份。移动网络对用户认证的好处,必须提供给网站,否则我认为这也是一个浪费。现在移动网络 WAP 网关做了一个功能,ICP 询问用户身份可以把用户电话号码告诉你。但 WAP 协议以后会不会一直用下去? 这个不一定,使用起来也不是很方便,这也是一个问题。

我觉得未来的网络应该是由运营商保证用户身份的认证,其他业务提供商的 ICP 可以直接使用用户信息,这样用户使用起来非常方便,通过运营商认证,上任何网站都不用重新注册一个用户名。

最后,用户有权利选择提供真实的身份还是匿名,现在很多网站允许匿名,用户有权利选择,就像用户一个人可以蒙着脸去公园里面走,没有人管,但是蒙着脸到银行里面,可能就马上被赶出去了。所以,这是不同场合对安全需求不一样,像银行网站必须是真实身份,其他网站用户可以选择匿名还是不匿名。这是一个双向选择的过程,但这个应该在技术上实现,技术上应该提供这种可能。



当今互联网发展现状及其趋势研究

◎李幼平

中国工程院在研究一个问题,目前存储器越来越便宜,原来有“满城尽戴黄金甲”,现在是全国尽带存储器,U盘、SD卡到处都是有泛在的情况,无处不在的泛在存储有什么用?工程院信息学部得到支持,为我们开展了两个研究,参加的有倪光南、陈式刚、张尧学院士,2006年做了一个叫做网格构思的题目,2008年为推动先进文化,开始做一些Wi-Fi理论分析,后来做一些实验验证,在这个基础上我们九院和广科院一起做了一个项目。

实验有什么结果?我们已经掌握了某种主流文化泛在镜像的技术,它的好处就是弘扬先进技术。什么叫主流文化,指大概有几百种影响力最大的报刊、台站积聚而成的文化群体,这就叫多元化,这里面影响力最大的就是主流文化方法。泛在镜像是指卫星直接把文化群体的新鲜内容推送给ISP收存,提供电视机、手机收存,这样形成一个广播网帮助互联网节约带宽的全新局面,因为目前互联网带宽是一个很大的问题。

什么叫主流文化?我们用数量说明,因为自然科学家用定义很多,用数量表述一下什么是主流文化的认识。全国是这样一个多元化形式,有几百个网站,几百种报纸、电台能够吸引多数注意力,有重大社会影响力,我们叫主流资源,品种大概是少于1000种。数学上我们已经作了仔细分析,竞争的结果是符合利率的。因此总是少数资源占有大多数影响力,1000个资源24小时里面的重复量是多少,是一个巨大数字,但也是一个有限的数字。我们跟北京大学一起探讨后,根据他们5年的统计,做了一个数据,到目前为止中国的网站有上百万个,一天非视频内容就是30Gb,经过AVS压缩就



是 1000Gb 以内,因此就进入存储可能性。广播有一个特点,如果连续一天 24 小时播送,一个兆可以推送 10.8Gb 的字节量。结果就出来了,40 兆卫星转发器是 2G,每天可以推 400Gb,这个能力绰绰有余地用电磁波方式把当天所有新鲜内容都送给全国城乡。

因此产生了一个简单的想法,通过广播把主流文化注入互联网的 ISP,注入家庭电视机,甚至注入每个人的手机里面,这样有什么作用呢?有可能为互联网大幅度节省带宽,创造一个新的局面。

我们把三个组件,三个芯片整合起来,叫做镜像组件,关键的问题要计算,内容的计算是一个功能。这样怎么节省带宽呢?大部分主流文化通过广播网、内容计算到芯片存储起来了,如果没有存到芯片中才要用互联网查看。因此,要解决一个问题,要实现这个理想需要创新,这个创新就是关于语义代码的问题。自从 1960 年以来,网络都是互联网语义来给予信息量。我觉得这里要给语义代码平反,应该把语义代码都放在 IP 包里面去。刚才说泛在节省带宽思想有一个难题,如何沟通几亿多家庭对上千种资源的需求?解决这个问题的办法就是所谓的语义网的概念。我们的方法跟语义网不同,这是中国人自己想出来,内容地址的概念就是用 16 个字节有限元素的语义地址,称为“UCL”,去管理无线集合的自然语义。不是从主谓宾开始,而是前 8 个字节是基本定位,后 8 个字节叫本题定位。

用什么来全面管理泛在镜像网络?根据 16 字节标音涉及的话题是什么属哪一类?法律通过 UCL 监管发放许可证,终端也就是存储端根据 UCL 来确定是否下载,读者根据 UCL 选择浏览。总之,通过 UCL 的代码,是软件的一个创造和发明,来管理整个文化传播的全过程,在用户资源之间建立语义计算的连接,这样既保证了国家的文化安全,又保证人民享用方便。

由此有一个概念要解释,叫半连通广播,泛在镜像属于连通活版广播,借助大家熟悉的 ST 原理,一般教科书叫存储转发,这是因为中间有了存储环节。电台播出不用理会用户如何去用,使得电台播出和用户享用在时间、