

航天测控信息网上的 IPv6 应用

摘要:

多年前,***通信部和 863 就开展了相关的 IPv6 项目研究。但整个 IPv6 的军事应用、整体规划还处于初级阶段。现有的大部分军事网络都是基于 IPv4 协议。本文在介绍了作者工作特点和相关项目特点的同时,简要的介绍了现有的 IPv4 网络的特性、分析了 IPv4 的重要特征,并指出了 IPv4 网络的重要优点,以及 IPv4 网络的不足之处。之后简要的介绍了 IPv6 具有安全性、服务质量、移动性等优良特性,从而指出航天测控信息网络由 IPv4 向 IPv6 网迁移的必要性。本文重点分析了航天测控网络的现状、分析了 IPv6 对航天测控信息网影响,尤其是路由影响和服务质量、IP 安全性的影响。重点规划了当前航天测控信息的基础网络向 IPv6 网络迁移的 3 种重要措施,这三种措施分别为双协议栈、隧道技术、网络地址转换/协议转换技术。

全文:

中国 IPv6 进入实质性发展阶段的标志,是 2003 年中国下一代互联网示范工程(CNGI)的启动,该项目由国家发展和改革委员会委托中国工程院组织,由中国教育科研网、中国电信、中国联通、中国网通、中国科学院计算机网络中心、中国移动、中国铁通等单位共同承担。中国网通、中国移动、中国联通所负责的 CNG 在 2004 年已经完成,覆盖了 39 个结点,20 多个城市,建成了一个全球最大的 IPv6 的 CNGI。2006 年 9 月 23 日,清华大学 CNGI-CERNET2/6IX 项目通过验收;其它 CNGI 子项目也都纷纷过关。2008 年国家启动了 4 万亿的投资,用于提升国家关键技术的提升、同时拉动内需。CNGI 二期工程得以快速启动。本人作为 CNGI**驻地网一、二期项目负责人,同时为***科技集团公司第**研究所副所长,负责研究航天测控与自动化控制研究、并负责相关项目的实施工作。

1. 概述

IPv4 具有平台无关性、各数据报独立路由等特征,同时 IPv4 屏蔽了网络底层细节,对用户和应用程序呈现为结构和技术单一的虚拟网络,极大方便了网络的构建和应用程序的开

发。IPv4 的成功是目前网络广泛使用和飞速发展最关键的技术因素。

我所的航天测控网已完成了 IPv4 的网络部署。在整个使用过程中,随着用户数量不断增长以及对测控服务应用的要求不断提高,IPv4 的不足逐渐凸现出来。其中最尖锐的问题就是不断增长的对测控资源的巨大需求与 IPv4 地址空间不足的矛盾,以及我军未来的军用测控网和未来网络中心战的需求。另外 IPv6 有许多优良的特性,尤其在安全性、服务质量、移动性等方面优势明显,采用 IPv6 的网络将比现有的 IPv4 网络更具扩展性、更安全,更容易为用户提供高质量测控服务。

目前,总参通信部和 863 开展了相关的 IPv6 项目研究。但整个 IPv6 的军事应用、整体设计还在初级阶段。

2. IPv6 对航天测控信息网影响分析

我们主要通过三个方面对其影响进行分析。

(1) 我所设计的航天测控网现状

我所测控技术是随着武器装备的发展而发展起来的,随着我所卫星技术的发展和试验要求,上世纪 80 年代相继开发成功了用于低轨卫星飞行试验的超短波统一测控系统和用于同步卫星测控的 c 频段统一测控系统,实现了测轨和多业务服务能力,并建成了相应的测控传输网,基本满足了武器试验和卫星发射、在轨管理任务。九十年代开始了 s 频段统一测控系统和、低速信息传输网的建设。到目前为止,我所已先后建立超短波近地卫星测控网、国内 c 网、国际 c 网、国际 s 网等,可以为中低轨、地球同步轨道等多种航天器提供测控支持,并且圆满地完成了各次航天测控任务,以及卫星的定点后的各项管理任务。

(2) IPv6 对航天测控信息网影响分析

目前我所航天测控网只支持 IPv4 协议,为了让航天测控网支持 IPv6,需要对主干的网络设备进行升级,网络协议方面采用的主要技术有:

Dual IP Stack, NAT-PT, Tunnel, IPv6 路由等.要求有完整和强大的第三层交换能力,支持视频点播、视频会议等宽带多媒体业务,支持 Diffserv 模型、MPLS、QOS、组播路由协议 PIM、802.1 X、VoIP 等特征。

IPv6 对现有的 IPv4 航天测控网络的影响分析如下:

(a) 路由影响

IPv4 地址空间的拓扑结构只有二到三层,随着网络数目的增加路由器数目亦快速增长,决定数据传输路由的路由表的条目过度膨胀,庞大的路由表增加了路由查找和存储的开销,成为影响提高网性能的瓶颈。IPv6 技术改变了地址的分配方式。从用户拥有变成了 ISP 拥有。全局网络号分配给 ISP,用户的全局网络地址是 ISP 地址空间的子集。每当用户改变 ISP 时,全局网络地址必须更新为新 ISP 提供的地址。这样 ISP 能有效地控制路由信息,部分避免路由爆炸现象的出现。

具体航天测控网络而言,中心与各个测控站之间的基于全军光纤网的路由设置需要构建全新的 IPv6 的路由表。设定路由器以便能处理更长的地址串。而对于军事网络或其它独立的网络来说,只要完成路由表和其它地址参数的更改,IPv6 的选路将比 IPv4 有效得多。IPv6 协议改善了网络设备管理,减轻了管理员的负担。

(b) 服务质量影响

IPv4 定义之初没有考虑到流的概念,IPv6 在设计的时候就考虑了对流的支持。IP 头的格式里,有专门的 20bit 流标签域。主机发送报文时,如果需要把报文放到流中传输,只需在流标签里填入相应的流编号。否则在流标签里填零,作为一般的报文处理。路由器收到流的第一个报文时,以流编号为索引建立处理上下文,流中的后续报文都按上下文处理,加快了对报文处理的速度。具体航天测控网络而言,中心与各个测控站之间的服务质量基于任务优先级,遥测遥控的服务质量是优先级最高的,计划、视频,VoIP 功能的服务质量优先级较低。航天测控网络已经由各种功能单一的网络在向具有综合信息传输能力的网络的方向演变,由于军事活动的特殊性,要求网络有较高的安全性和可靠性,在信息传输的过程中要使信息的差错(丢失)率限制在事先约定好的水平以下。IPv6 数据包的头标中包含了一些新的信息,特别是 QoS 标记,用于区分需要相同处理的数据包,以此来促进实时性流量的处理,减少端到端的延迟。IPv6 报头中包含了一些关于控制 QoS 的信息(流类别和流标记)。通过路由器的配置可以实现优先级控制和 QoS 保证,将很大程度上改善服务质量。

(c) IP 安全性影响

在 IPv4 设计时,主要是考虑它在异构网络间进行数据的可靠、高效传输。出于使用目

的考虑, IPv4 只具备很少的安全性选项。IPv6 的安全性特性包括数据的加密与对于所传输的加密数据和未加密的数据进行的身份验证。IPv6 全面支持认证头标 (AH, Authentication header) 和“封装安全净荷 (ESP, Encapsulation Security Payload) 来保证信息在传输中的安全。采用 IPv6 后, 发送信息的设备就有了永久的 IP 地址, 很容易识别出发送信息的设备类型, 并可以实现真正的端到端的安全性。IPv4 中的安全性是由单独的安全协议在网络上层来实现的。

3. 从 IPv4 网迁移到 IPv6 网

如何完成从 IPv4 到 IPv6 的转换是航天测控网络的 IPv6 发展需要解决的第一个问题。IPv6 必须能够支持和处理 IPv4 体系的遗留问题。主要的迁移技术有下面 3 种:

(1) 双栈机制

双栈机制是处理过渡问题最简单的方式, 通过在一台设备上同时运行 IPv4 和 IPv6 协议栈使得设备能够处理两种类型的协议。主机根据目的 IP 地址来决定采用 IPv4 还是 IPv6 协议发送或接收数据包。在过渡的初始阶段, 所有支持 IPv6 的主机将同时具有 IPv4 协议栈。他们能够使用 IPv4 分组直接和 IPv4 节点通信, 也可以使用 IPv6 分组直接和 IPv6 节点通信。双协议栈并不一定要和隧道技术一起使用, 但创建隧道一定要有双栈技术的支持。

(2) 隧道技术

隧道技术目前是国际 IPv6 试验床 6-Bone 所采用的技术, 利用隧道技术可以通过现有的运行 IPv4 协议的 Internet 骨干网络(即隧道)将局部的 IPv6 网络连接起来。因而是 IPv4 向 IPv6 过渡的初期最易于采用的技术。

(3) 网络地址转换/协议转换技术

NAT-PT 是一种纯 IPv6 网络节点和 IPv4 网络节点主机之间的互通方式, 所有包括地址、协议在内的转换工作都由网络设备来完成。NAT-PT 机制就是在进行 IPv4/IPv6 地址转换((NAT)的同时在 IPv4 分组和 IPv6 分组之间进行报头和语义的翻译。(支持 NAT-PT 的网关路由器应具有 IPv4 地址池, 如果 IPv6 向 IPv4 域中转发数据报文, 它将从中随机分配一个全球唯一的 IPv4 地址给这个数据报文, 作为它新的信源地址, 同时协议翻译器将 IPv6 协议报文中的字段映射到 IPv4 协议报头的语义相近字段, 于是生成一个新的 IPv4 数据报文, 其信源地址和信宿地址均为 IPv4 地址格式, 以便网关路由器能正确将数据报文传送。

4. 小结

我所在 IPv6 测控信息网研究方面还处于规划阶段, 测控信息网面临着 IP 地址的整体规划迁移问题, 现在还没有一个称得上完美的解决方案。