

组播技术及其在测量船测控网络的应用

朱加勇 施宇星

(中国卫星海上测控部)

摘要 IP 组播技术实现了 IP 网络中点到多点的高效数据传送。介绍组播技术的相关基础知识和流行的组播协议 IGMP 协议, 基于二层组播协议 IGMP snooping, 阐述如何在测量船测控网络实现组播应用。

关键词 组播 二层交换机 IGMP snooping 虚拟局域网

中图分类号 TN919 **文献标识码** A **文章编号** 1674-5825 (2009) 03-0044-04

1 引言

测量船是我国航天测控网的重要组成部分。一次任务中, 测量船与中心进行联调时, 船中心机外测网发生设备的时延值突然增大到正常值的几倍甚至几十倍的情况。对交换机进行复位后故障消失。从故障现象和事后数据处理的结果来看, 这次故障是网络广播风暴引起的。外测网的设备软件和外测机实战软件均以 UDP 组播方式发送数据, 而较早采用的交换机不支持组播, 组播数据在网上是以广播方式发送的。外测网组播源较多, 广播数据量大, 引起广播风暴的概率就大。对于测控网络而言怎样才能减少广播风暴发生的概率呢? 根据交换机升级后的使用情况验证, 把组播技术应用到二层交换机是一个有效途径。

2 组播概述

2.1 组播技术的产生

传统的 IP 通信有两种方式。第一种是在一台源 IP 主机和一台目的 IP 主机之间进行, 即单播 unicast。第二种是在一台源 IP 主机和网络中所有其它的 IP 主机之间进行, 即广播 broadcast。如果要将信息发送给网络中的多个主机而非所有主机, 则要么采用广播方式, 要么由源主机分别向网络中的

多台目标主机以单播方式发送 IP 包。采用广播方式实现时, 不仅会将信息发送给不必要的主机而浪费带宽, 也可能由于路由回环引起严重的广播风暴。采用单播方式实现时, 由于 IP 包的重复发送白白浪费掉大量带宽, 也增加了服务器的负载。所以传统的单播和广播通信方式不能有效地解决单点发送多点接收的问题。IP 组播是指在 IP 网络中将数据包以尽力传送的形式发送到网络中的某个确定节点子集, 这个子集称为组播组 multicast group。IP 组播的基本思想是源主机只发送一份数据, 这份数据中的目的地址为组播组地址, 组播组中的所有接收者都可接收到同样的数据拷贝, 并且只有组播组内的主机可以接收该数据, 网络中其它主机不能接收该数据。组播用 D 类 IP 地址 224.0.0.0-239.255.255.255 来标识。

2.2 组播技术的基本原理

组播技术涵盖的内容相当丰富, 从地址分配、组成员管理到组播报文转发等诸多方面。

2.2.1 组播协议体系结构

根据协议的作用范围, 组播协议分为主机-路由器之间的协议, 即组播成员关系协议, 以及路由器-路由器之间协议, 主要是各种路由协议。组播成员关系协议包括因特网组管理协议 IGMP。组播路由协议又分为域内组播路由协议及域间组播路由

来稿日期: 2008-01-29

作者简介: 朱加勇(1975, 06—), 男, 本科, 工程师, 主要从事海上卫星测控工作。

协议两类。域内组播路由协议包括 PIM-SM、PIM-DM、DVMRP 等协议。域间组播路由协议包括 MBGP、MSDP 等协议。同时为了有效抑制组播数据在二层网络中的扩散引入了 IGMP Snooping 等二层组播协议。

2.2.2 因特网组播成员管理协议 IGMP (Internet Group Management Protocol)

IGMP 协议运行于主机和与主机相连的组播路由器之间。IGMP 实现的功能是双向的。一方面通过 IGMP 协议, 主机通知本地路由器希望加入并接收某个特定组播组的信息。另一方面路由器通过 IGMP 协议周期性地查询局域网内某个已知组的成员是否处于活动状态, 即该网段是否仍有属于某个组播组的成员, 实现所连网络组成员关系的收集与维护。通过 IGMP, 在路由器中记录的信息是某个组播组是否在本地有组成员, 而不是组播组与主机之间的对应关系。

通过以上对 IGMP 协议的简要分析, 我们可以看出组播有很多优点, 一个主机可以随时加入或退出某个组, 并不需要事先建立或解散一个组。同时, 组的规模扩大也很简单, 并不需要复杂的网络拓扑变化。组播技术在网络层的实现有利于带宽利用率的提高, 但当数据包到达网络边缘的二层交换机时, 由于二层交换机无法得到主机与组播组的对应关系, 它对于组播数据包只能采用广播的方式, 向所有端口发送数据包, 这正是二层组播协议要解决的问题。

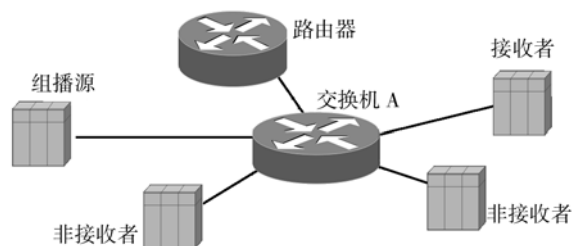
2.2.3 二层组播相关协议

两台主机通过以太网交换机进行通信时, 交换机中的核心硬件以太网控制器将根据数据帧的目的 MAC 地址, 查找源以太网端口的 MAC 地址表找到目的端口, 实现数据转发。如果该数据帧的目的 MAC 地址不在其 MAC 地址表中, 则以太网控制器将会把这个数据帧以广播方式发送到所有端口。传统的以太网交换机都是通过自动“学习”过程来存储源 MAC 地址从而实现数据帧交换的, 而组播 MAC 地址是不会作为源 MAC 地址在数据帧中出现的, 所以交换机的各个端口无法在地址表中找到这些地址, 就只能视为广播数据发送到各个端口, 这就显然失去了组播技术提出的意义。基于此方面的考虑, 便提出了基于网络第二层的组播相关协议。现在较为流行的有 CGMP (Cisco 组管理协议), IGMP Proxy (也叫 IGMP

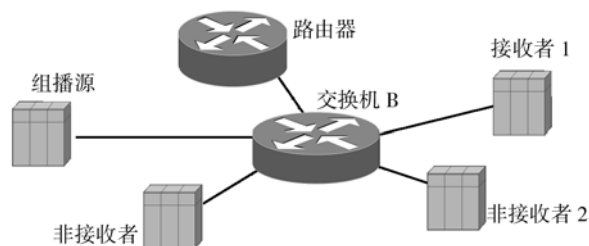
代理), GMRP (GARP 组播注册协议) 和 IGMP snooping (也叫 IGMP 侦听)。由于测控网络使用的 3Com 交换机支持 IGMP 侦听协议, 所以下面重点介绍 IGMP 侦听协议的原理。

IGMP 侦听是建立在 IGMP 协议基础之上的, 交换机分析每个接收到的组播数据帧 (IGMP 加入消息是以组播方式发送的), 看该数据是否是一个 IGMP 加入消息, 如果是则从该消息中就可以判断出发出该消息的主机想加入的组播组, 根据该组播组的 IP 地址形成组播 MAC 地址, 并把接收到该消息的端口加入出口列表, 这样一个组播转发项就创建完成了。完成之后交换机把刚才拦截的 IGMP 消息不加改变地再转发出去, 这样不停的侦听交换机就可以掌握网络上的组播成员情况, 并反映在自己内部的组播转发表里。以后就根据创建的组播转发表来进行数据的转发。下面举例来说明进行 IGMP 侦听和不进行 IGMP 侦听数据交换的区别。

(1) 交换机 A 不启用 IGMP 侦听。收到组播源发出的数据后, 由于目的地址为组地址, 而组地址不会被交换机“学习”到。所以尽管网段内只有一个接收者, 交换机还是把该数据向其他所有端口转发。



(2) 交换机 B 启用 IGMP 侦听。组播源、接收者 1 和接收者 2 在启动应用程序时会向路由器发送一个 IGMP 加入消息, 交换机 B 侦听到该消息后, 将它们的目的 MAC 地址存入该组地址的组播转发表里。当组播源向网上发送组播数据时, 交换机 B 根据组播转发表向加入该组的端口接收者 1 和接收者 2 转发数



据,而不会向其他端口转发。其效果等同于组播源、接收者 1 和接收者 2 组成了一个动态的虚拟局域网 (VLAN)。

IGMP 侦听存在一个问题,就是交换机必须分析每个组播数据帧判断该数据帧是否是 IGMP 加入消息,如果是则进行进一步分析,否则转发。这样对交换机的 CPU 来说是一项很繁重的任务。

3 组播技术在测控网络的应用分析

3.1 测控网络拓扑

通常,测控网中心机有三个子网,分别是外测网、S 波段遥测网和 C 波段遥测网。以下是测控网网络拓扑。

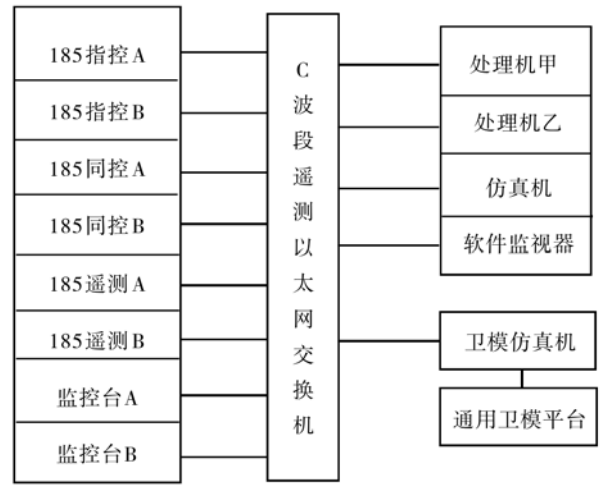


图 3 C 波段遥测网络结构图

从以上网络拓扑可以看出,外测网承担的负载最重,数据流量也最大。在载人航天任务中,跟踪过程中惯导、USB 伺服、USB 测距测速、外测中心机是频率为每秒 20 帧数据的外测组播源,CCP、外测中心机、遥测中心机是频率为每秒 1 帧数据的通信组播源,外测中心机和遥测中心机是频率为每秒 1 帧数据的指显组播源。如果交换机启用 IGMP 侦听,那么组播将被控制在一定的范围内,如外测数据只有加入外测组的设备才能接收,通信数据只有加入通信组的设备才能接收,指挥显示数据只有加入指挥显示组才能接收。这样效果等同于组成了以组地址划分的虚拟局域网。如果交换机不启用 IGMP 侦听,那么这些组播数据将全部广播在网络上,极大增加了网络负担,并且有可能造成广播风暴。

遥测网数据流量较小。以 S 波段遥测网为例,任务中只有遥测终端和监控台是稳定的组播源,并且它们发送数据的频率都不高。这种情况即使交换机不启用二层组播,采用广播方式也不会对网络造成很大的负担。

3.2 组播技术在测控网络应用情况

目前二层组播在测控网络应用的情况是,只有外测网交换机启用了二层组播协议 IGMP 侦听,遥测网交换机均未启用二层组播协议。S 波段遥测网交换机 3Com1000 不支持二层组播协议 IGMP 侦听。外测网交换机 3Com4300 和 C 波段遥测网交换机 3Com4400 支持 IGMP 侦听。由于 C 波段遥测网不直接和路由器相连,因此无法启用 IGMP 侦听。测控网络升级后分别执行 13 次载人航天飞行任务,实际应

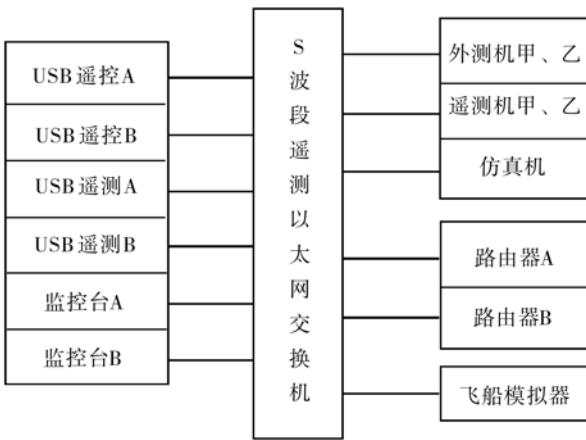


图 1 S 波段遥测网络结构图

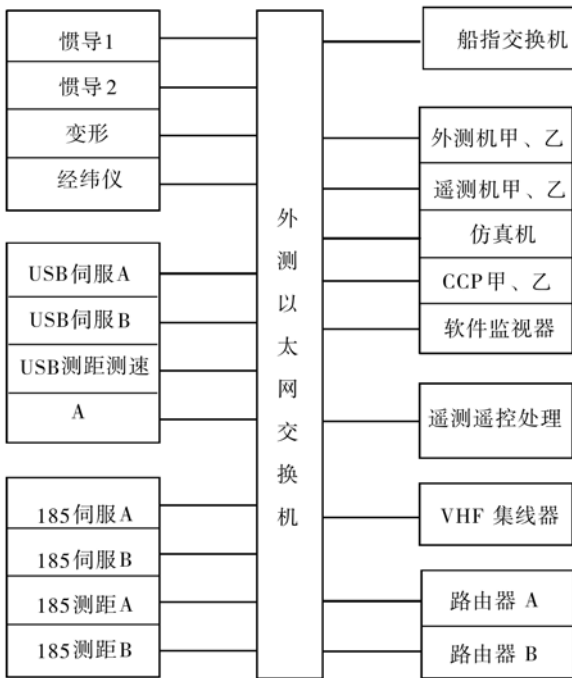


图 2 外测网络结构图

用证实了目前的网络配置安全可靠。

3.3 测控网络采用组播技术的优缺点分析

中心机外测网采用组播技术的优点是将广播数据变成了组播数据,极大减少了网络数据流量,也减少了发生广播风暴的概率。缺点是交换机必须分析每个组播数据帧,判断该数据帧是否是 IGMP 加入消息,这样对交换机的 CPU 来说是一项很繁重的任务,因此测控网络采用组播技术必须对交换机的性能进行严格的测试。

4 测控网络采用虚拟局域网方案是否可行

在讨论二层组播转发时,组播转发的效果等同于以组地址划分的虚拟局域网(VLAN)。从目前使用的网络交换机来看,如果交换机不启用 IGMP 侦听,而直接按组地址将其划分成若干个 VLAN 不可行。以外测网为例,从 3.1 节的分析得知,外测中心机加入了多个组地址。如果要划分 VLAN,那么外测中心机同样要加入多个 VLAN。如果采用的交换机是按端口号来划分 VLAN 的,其中一个端口只能加入一个 VLAN。这样外测中心机要加入多个 VLAN 显然

无法实现。

5 二层交换机启用 IGMP 侦听要注意的问题

IGMP 侦听是建立在 IGMP 协议基础之上的,IGMP 协议运行于主机和与主机相连的组播路由器之间。当交换机启用 IGMP 侦听时,前提是网络上存在路由器。当网络上不存在路由器时,交换机便无法侦听 IGMP 加入消息,不能实现组播。因此当交换机启用 IGMP 侦听时,必须保证路由器开机,并且交换机与路由器连接正常。

在分析二层组播协议时提到 IGMP 侦听存在一个问题,就是交换机必须分析每个组播数据帧,以判断该数据帧是否是 IGMP 加入消息,这样对交换机的 CPU 来说是一项很繁重的任务。因此当交换机启用 IGMP 侦听时必须对交换机进行严格的测试。

对于不支持组播的交换机和因为没有连接到路由器而不能启用组播的交换机,在执行任务时应尽可能减少上网微机的数量,只保证必须的设备上网,无关设备一律不要上网。这样可以减少广播数据量,降低广播风暴发生的概率。◇

The Application Of The Multicast Technology In The Network Of Tracking And Controlling Ship

ZHU Jiayong SHI Yuxing XU Haicheng

(Satellite Maritime Tracking and Controlling Department, China)

Abstract: IP multicast technology makes the more effective data transferring from single point to multi points in the IP network come true. The paper introduces basic knowledge of the multicast technology and some popular multicast protocol-IGMP protocol, which is based on two layers multicast protocol IGMP snooping and expounds how to realize the application of multicast in the network of tracking and controlling ship.

Key words: multicast, two-layer switcher, IGMP snooping, virtual local area network