

基于 GNS3 的帧中继仿真分析

曹雪峰

(河北民族师范学院 数学与计算机系,河北 承德 067000)

摘要:帧中继是常用的广域网协议,配置在路由器的串口,无法直接在主机上捕获帧中继报文,而学习网络协议的最好方法,就是通过对网络中捕获报文的分析,理解报文格式、协议的工作原理和交互过程。利用 GNS3 模拟软件搭建虚拟实验环境,设计了帧中继协议仿真实验,对帧中继网络进行配置,通过对链路中捕获帧中继报文的分析,阐述了帧中继数据帧结构、LMI 协议工作原理和 InARP 协议工作原理,加深了对帧中继协议的理解。从方法学的角度看,这些对于计算机网络协议的学习、研究和教学均有一定的指导意义和参考价值。

关键词:帧中继;协议分析;GNS3;本地管理接口;逆向地址解析协议

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)05-0254-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.066

Frame Relay Simulation and Analysis Based on GNS3

CAO Xue-feng

(Department of Mathematics and Computer, Hebei Normal College for Nationalities, Chengde 067000, China)

Abstract:Frame relay is a protocol that can be usually used over wide area network, to be deployed in serial port of router, can't directly capture the frame relay frames by the computer, but the best way to learn the network protocol is analysis of network packets captured, understands the format of packet, the principle and the interactive work process of protocol. The virtual experiment environment is constructed by GNS3 simulator, design the simulation experiment of the frame relay, configure the frame relay network, analyze frame relay frames that captured on the link, explain the format of frame relay frame, the principle of LMI protocol and the principle of InARP protocol, deepen the understanding of the frame relay. From the methodological point of view, it is significant for the study, research and instruction.

Key words:frame relay; protocol analysis; GNS3; local management interface; inverse address resolution protocol

0 引言

学习计算机网络协议的最好方法,就是通过对网络中捕获报文的分析,理解协议的报文格式、协议的工作原理和交互过程^[1~3]。帧中继是较为流行的广域网数据链路层协议,是在 X.25 分组交换网的基础上发展起来的快速分组交换技术,十分适合在广域网中连接局域网。帧中继协议运行在设备的串口,无法用 Wireshark 等协议分析软件捕获报文,不能通过捕获报文的方法进行协议分析^[4,5]。思科模拟软件 GNS3 是一款开源的网络模拟软件,适用于多种操作系统,它不仅能够完成对于一些复杂网络环境的模拟配置,还可以利用 Wireshark 来捕获虚拟网络拓扑中串口上通过的报文,从而使通过对帧中继数据帧分析来学习帧中

继协议成为可能^[6,7]。

1 帧中继的基本概念

1.1 数据终端设备和数据通信设备

数据终端设备(DTE):指的是位于用户网络接口用户端的设备,它能够作为信源、信宿或同时为二者^[8,9]。

数据通信设备(DCE):该设备及其与通信网络的连接构成了网络终端的用户网络接口。

DTE 与 DCE 之间的接口被称为用户—网络接口(UNI);网络与网络之间的接口被称为网络—网络接口(NNI)。

1.2 虚电路

帧中继的虚电路是源点到目的点的逻辑链路,它提供终端设备之间的双向通信路径,并由数据链路连接标识符唯一标识。从建立虚电路方式的不同将帧中继虚电路分为两种类型:永久虚电路(PVC)和交换虚电路(SVC),在已应用的帧中继网络中,一般只采用

收稿日期:2012-08-08;修回日期:2012-11-20

基金项目:承德市教育科学研究“十二五”规划课题(1101014)

作者简介:曹雪峰(1967-),男(满族),河北隆化人,硕士,副教授,研究方向为计算机网络技术。

PVC 业务。

1.3 数据链路连接标识符

数据链路连接标识符(Data Link Connection Identifier, DLCI)用于标识每一个 PVC。通过帧中继帧中地址字段的 DLCI,可以区分出该帧属于哪一条虚电路,这个值表示 DTE 设备和交换机之间的虚连接。

1.4 本地管理接口

本地管理接口(Local Management Interface, LMI)协议用于建立和维护路由器和交换机之间的连接。LMI 协议还用于维护虚电路,包括虚电路的建立、删除和状态改变。有 3 种不同的 LMI 信息格式:Q. 933A、ANSI 和 CISCO。不同的类型依赖电信公司交换机的配置,DTE 和 DCE 之间必须采用相同的 LMI 协议。

1.5 地址映射

帧中继虚电路是面向连接的,本地不同的 DLCI 连接到不同的对端设备,帧中继地址映射是把对端设备的协议地址(如 IP 地址)与连接对端设备的 DLCI 关联起来,以便高层协议使用对端设备的协议地址能够寻址到对端设备。地址映射可以静态配置,也可以动态建立。静态配置是手工把本地的 DLCI 和对端的 IP 地址相关联,一般用于简单的网络。动态建立是采用逆向地址解析协议(Inverse Address Resolution Protocol, InARP),把本地的 DLCI 和对端 IP 地址关联起来,适用于对端路由器支持 InARP 且网络较复杂的情况。

2 仿真分析

2.1 实验环境配置

2.1.1 搭建网络

按图 1 所示网络拓扑结构搭建网络,其中 R1、R2、R3 为 C3600 系列路由器,FR1、FR2、FR3 为路由器模拟的帧中继交换机^[10,11]。

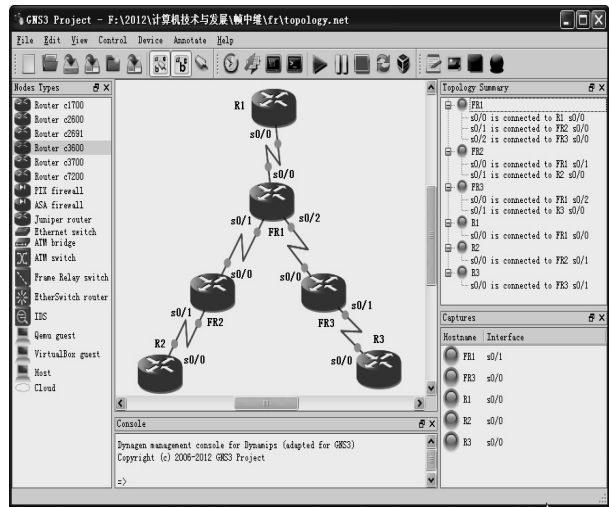


图 1 网络拓扑结构图

2.1.2 参数设置

路由器端口 IP 地址分配见表 1。

表 1 路由器端口 IP 地址分配

路由器	端口	IP 地址	子网掩码
R1	S0/0	192. 168. 1. 1	255. 255. 255. 0
R2	S0/0	192. 168. 1. 2	255. 255. 255. 0
R3	S0/0	192. 168. 1. 3	255. 255. 255. 0

帧中继交换机中 PVC 路由表配置见表 2。

表 2 帧中继交换机中 PVC 路由表配置

交换机	输入接口	输入 DLCI	输出接口	输出 DLCI
FR1	S0/0	50	S0/1	100
	S0/0	60	S0/2	120
	S0/1	100	S0/0	50
	S0/2	120	S0/0	60
FR2	S0/0	100	S0/1	101
	S0/1	101	S0/0	100
FR3	S0/0	120	S0/1	121
	S0/1	121	S0/0	120

2.1.3 设备配置

R1 路由器参考配置命令:

```
R1 (config)#interface serial 0/0
R1 (config-if)#ip address 192. 168. 1. 1 255. 255. 255. 0
R1 (config-if)#encapsulation frame-relay
R1 (config-if)#no shutdown
R1 (config-if)#

R2、R3 路由器参考 R1 进行配置。

FR1 帧中继交换机参考配置命令:
FR1 (config)#frame-relay switching
FR1 (config)#interface serial 0/0
FR1 (config-if)#encapsulation frame-relay
FR1 (config-if)#clock rate 64000
FR1 (config-if)#frame-relay intf-type dce
FR1 (config-if)#frame-relay route 50 interface serial 0/1 100
FR1 (config-if)#frame-relay route 60 interface serial 0/2 120
FR1 (config-if)#no shutdown
FR1 (config-if)#interface serial 0/1
FR1 (config-if)#encapsulation frame-relay
FR1 (config-if)#clock rate 64000
FR1 (config-if)#frame-relay intf-type nni
FR1 (config-if)#frame-relay route 100 interface serial 0/0 50
FR1 (config-if)#no shutdown
FR1 (config-if)#interface serial 0/2
FR1 (config-if)#encapsulation frame-relay
FR1 (config-if)#clock rate 64000
FR1 (config-if)#frame-relay intf-type nni
FR1 (config-if)#frame-relay route 120 interface serial 0/0 60
FR1 (config-if)#no shutdown

FR2、FR3 参考 FR1 进行配置。
```

2.1.4 捕获报文

在 R1 路由器上执行如下命令:ping 192.168.1.2 和 ping 192.168.1.3,同时运行 Wireshark 在 R1-FR1、R2-FR2、R3-FR3、FR1-FR2、FR1-FR3 五条链路上分别捕获报文。

2.2 帧中继协议分析

2.2.1 帧中继数据帧格式

在帧中继网络中把 IP 数据报从源主机传送到目的主机,需要把 IP 数据报封装在帧中继数据帧中。帧中继有两种封装格式:IETF 封装和 CISCO 封装^[10],CISCO 封装格式与 IETF 封装格式仅在 IP 与 IPX 帧的封装格式上有所不同。图 2 是 11 号 InARP 请求报文的帧中继首部各字段的内容^[12,13]。

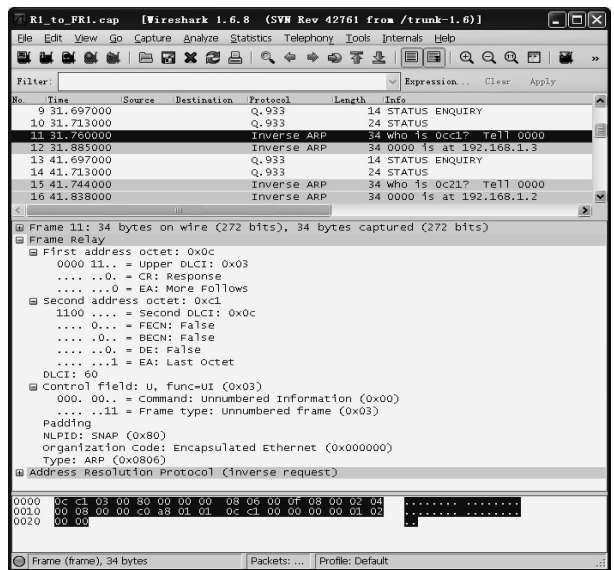


图 2 帧中继数据帧首部字段内容

2.2.2 LMI 工作过程分析

在帧中继网络中,不管是网络设备还是用户设备都需要知道 PVC 当前的状态,管理 PVC 状态的协议就是本地管理接口(LMI)协议。LMI 协议有两种消息报文:状态请求消息(status enquiry)和状态消息(status),使用 DLCI 为 0 或 1023 的 PVC 传送。

状态请求消息由 DTE 端发送,用来向 DCE 端请求 PVC 的状态和验证链路的完整性。状态消息是当 DCE 端收到状态请求消息后向 DTE 端发送的一个应答消息,用于报告 PVC 的状态或验证链路的完整性。LMI 协议的状态报告报文有三种类型:全状态(full status)报文、链路完整性验证(link integrity verification only)报文、异步 PVC 状态(single pvc asynchronous status)报文。链路完整性验证报文只用于验证链路的完整性,全状态报文除了用于验证链路的完整性还传递 PVC 的状态,异步 PVC 状态报文不具有状态请求消息,只是用于 PVC 状态改变时及时通知 DTE 端 PVC 的状态。例如图 2 中 9 号报文是链路完整性验证消息

请求报文,其 Message type 的值为 STATUS ENQUIRY (0x75),Report type 的值为 Link verify (1),而 13 号报文虽然也是消息请求报文,但它是全状态消息请求报文,其 Report type 的值为 Full Status (0)。10 号报文是全状态消息报文,其中有 50 和 60 两条 PVC 的状态信息,50 号 PVC 是非激活状态,60 号 PVC 是激活状态。

2.2.3 逆向地址解析协议工作原理

逆向地址解析协议(InARP)的主要功能是求解每条虚电路连接的对端设备的协议地址,包括 IP 地址和 IPX 地址等。如果知道了某条虚电路连接的对端设备的协议地址,在本地就可以生成对端协议地址与 DLCI 的映射,从而避免手工配置地址映射^[11]。

其工作过程是:每当发现一条激活的 PVC 时(本地接口已配置了协议地址),InARP 就在该 PVC 上发送 InARP 请求报文给对端,该请求报文中包含有本地的协议地址,如图 2 中的 11 号报文就是在已经激活的 DLCI 为 60 的 PVC 上发送的 InARP 请求报文,其含义就是 IP 地址为 192.168.1.1 的主机想知道 DLCI 为 60 的 PVC 所对应的对端主机的 IP 地址是多少。对端设备收到该请求后,可以获得本地的协议地址,从而生成目的端地址映射,并发送 InARP 响应报文进行响应,如图 2 中的 12 号报文,这样源端同样生成本地地址映射。

当收到 14 号全状态消息报文,知道 DLCI 为 50 的 PVC 也为激活状态后,InARP 就在 DLCI 为 50 的 PVC 上发送 15 号 InARP 请求报文给对端,其含义就是 IP 地址为 192.168.1.1 的主机想知道 DLCI 为 50 的 PVC 所对应的对端主机的 IP 地址是多少,16 号报文为它的 InARP 响应报文。

2.2.4 帧中继交换

通过上面的分析可以看到只要查找地址映射表,确定 DLCI 后就可以把上层报文封装到帧中继数据帧中,实现帧中继接入,即作为用户端承载上层报文,接入到帧中继网络中。接下来就要通过帧中继交换,直接在链路层通过 PVC 交换转发用户的报文。帧中继 PVC 交换是根据 PVC 路由表来完成的。

图 3 中 17 号报文是在 R1 上执行 ping 192.168.1.2 后,在 R1-FR1 链路上捕获的第一个 ICMP 请求报文,它所对应的 DLCI 为 50,这个 ICMP 请求报文经过 FR1 转发到达 FR2 时所对应的 DLCI 为 100,如图 4 中的 24 号报文,它是在 FR1-FR2 链路上捕获的同一个 ICMP 请求报文,这说明一条完整 PVC 是由一个或多个 PVC 段组成的,每个 PVC 段有不同的 DLCI,即使 DLCI 值相同,也是不同的 PVC 段。因此一个 IP 数据报在由源端经过帧中继网络转发到目的端的过程中,IP 数据报中源和目的 IP 地址是不变的,而帧中继数据

帧中的地址是变化的。

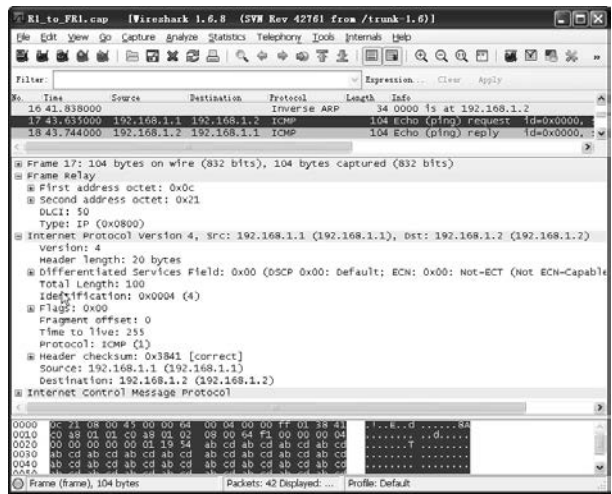


图 3 R1-FR1 上的 ICMP 请求报文

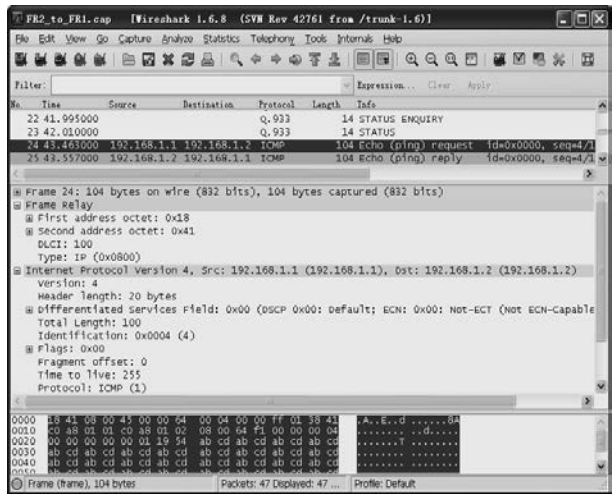


图 4 FR1-FR2 上的同一个 ICMP 请求报文

3 结束语

通过在 GNS3 模拟软件中设计并配置帧中继协议

仿真实验,采用协议分析的方法对帧中继数据帧结构、LMI 协议和 InARP 协议工作过程进行分析说明,加深了对理论知识理解,提高了理论联系实际的能力,对其他网络协议的研究和学习有一定的参考价值。

参考文献:

[1] Burns K. TCP/IP Analysis and Troubleshooting Toolkit[M]. Indianapolis:Wiley Publishing, Inc. ,2003.

[2] Chappell L A, Tittel E. TCP/IP 协议原理与应用 [M]. 马海军,吴 华,译.北京:清华大学出版社,2005:18-31.

[3] 周 斌,霍严梅,周春光,等. 网络协议分析实验课的教学改革[J]. 实验室研究与探索,2006,25(1) :56-59.

[4] Orebaugh A, Ramirez G, Burke J, et al. Wireshark & Ethereal Network Protocol Analyzer Toolkit [M]. Rockland: Syngress Publishing, Inc. ,2007.

[5] 潘文婵,章 韵. Wireshark 在 TCP/IP 网络协议教学中的应用[J]. 计算机教育,2010(6) :158-160.

[6] GNS3 OnLine Help[EB/OL]. 2012. <http://www.gns3.net/documentation>.

[7] 梁发洵. GNS3 在网络实验中的应用[J]. 电脑与电信,2010(10) :45-46.

[8] Atkins J, Norris M. Total Area Networking: ATM, IP, Frame Relay and SMDS Explained [M]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd,1999:43-62.

[9] 黄声烈. 帧中继实验的研究[J]. 实验技术与管理,2009,26(12) :47-49.

[10] Solie K. CCIE 实验指南(第一卷)[M]. 李 津,卓 林,译.北京:人民邮电出版社,2002:261-294.

[11] 曹雪峰. 计算机网络配置、管理与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2010:235-246.

[12] Bradley T, Brown C, Malis A G. Multiprotocol Interconnect over Frame Relay[S]. IETF RFC 1490, 1993.

[13] Bradley T, Brown C. Inverse Address Resolution Protocol[S]. IETF RFC 1293, 1992.

(上接第 253 页)

可以扩展销售渠道,提高企业的知名度,还可以获得高效率、高收益,节省企业的交易成本,增强企业的竞争力。该系统采用成熟的 SSH 框架技术设计,结构性好,灵活性强,对于其他行业电子交易平台系统也有很好的借鉴性。

参考文献:

[1] 杨 军. 钢铁物流电子商务系统的研究与应用[D]. 武汉:武汉理工大学,2010.

[2] 邹燕飞,罗鸿伟. 基于 Struts+Spring+Hibernate 缺陷管理系统实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(2) :146-148.

[3] 孙卫琴. 精通 Struts: 基于 MVC 的 Java Web 设计与开发 [M]. 北京:电子工业出版社,2004.

[4] Fowler M. Inversion of Control Containers and the Dependency

Injection Pattern [EB/OL]. 2003-04. <http://www.martinfowler.com/articles/injection.html>.

[5] Johnsonet R. Professional Java Development with the Spring Framework[M]. [s.l.]:Wrox,2005.

[6] 计文柯. Spring 技术内幕-深入解析 Spring 架构与设计原理[M]. 北京:机械工业出版社,2010.

[7] Kruszelnicki J. Persist data with Java Data Objects, Part I[J]. Javaworld,2002(3) :20-25.

[8] 孙卫琴. 精通 Hibernate:Java 对象持久化技术详解[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2010.

[9] 孟 晨,赵春亮,张建国. 泛型 DAO 模式在 Java Web 开发中的应用[J]. 计算机应用与软件,2012,29(1) :175-177.

[10] 李淑芳,胡克寒,张凤丽,等. 基于 SSH2 框架的高校科研网络管理系统的实现[J]. 计算机应用与软件,2010,27(7) :195-196.

基于GNS3的帧中继仿真分析

作者: [曹雪峰](#)
作者单位: [河北民族师范学院 数学与计算机系, 河北 承德 067000](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201305068.aspx