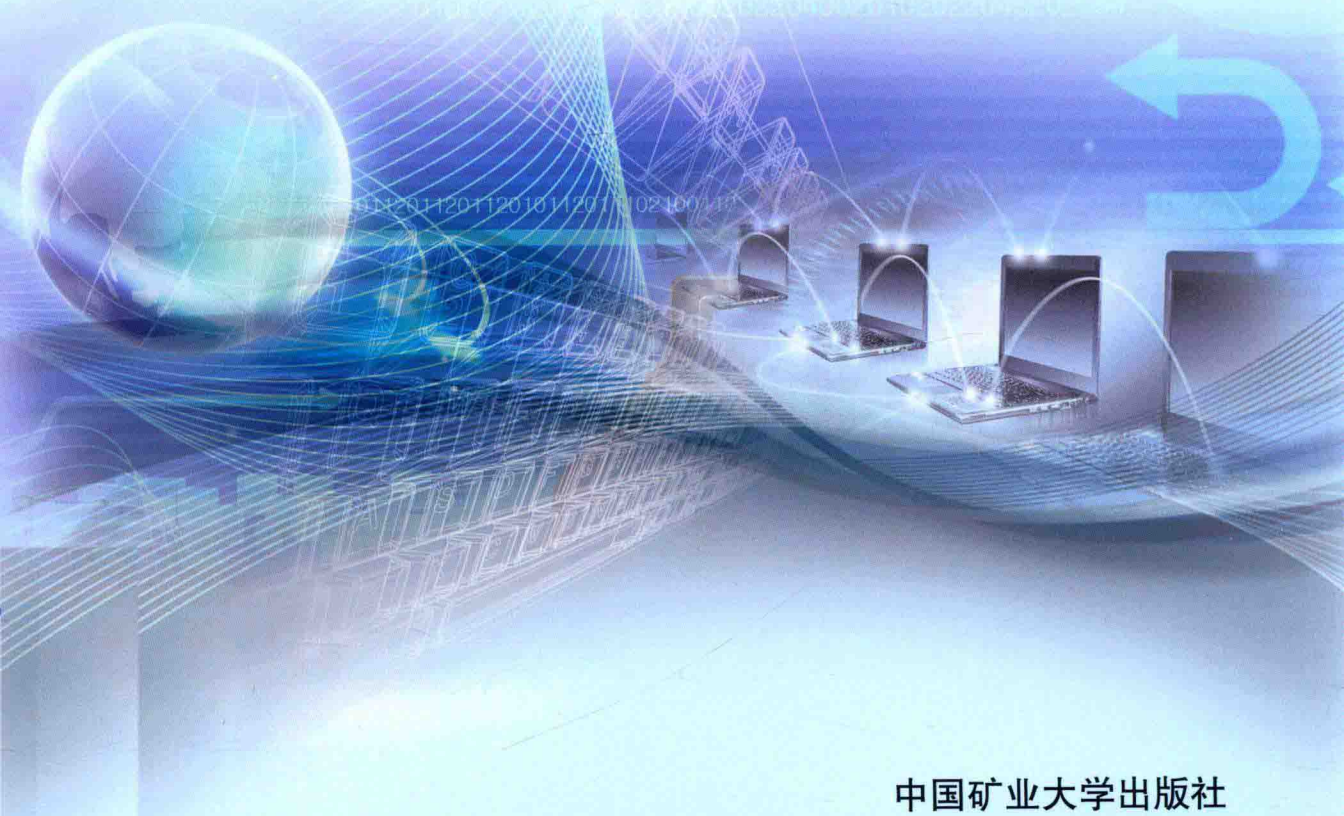
高等院校规划教材

Jisuanji Wangluo Shiyan Jiaocheng

计算机网络实验教程

高晓燕　陈振国　主编



中国矿业大学出版社

计算机网络实验教程

主　编　高晓燕　陈振国

中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书是计算机网络实践教学的指导类教材，全书共分四个单元，分别为网络协议篇、路由交换篇、知识巩固练习篇和附录部分。在网络协议篇和路由交换篇中由浅入深设计了31个实验项目，每个实验项目从实验目的、实验环境、实验原理、实验步骤、实验报告和实验思考题等方面进行内容组织，读者学习时可根据实际情况，任选书中的实验或项目进行组合。知识巩固练习篇给出了四套自测题目及其解答，可让读者对计算机网络的基础理论进行复习和巩固。

本书适合高等院校计算机类专业的本专科学生学习使用，可以作为“计算机网络”课程的实验教材，也可以作为“计算机网络实训”及“网络工程实训”等课程的实验指导书，同时可供从事计算机网络应用实践的广大科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实验教程/高晓燕，陈振国主编. —徐州：中国矿业大学出版社，2018.8

ISBN 978-7-5646-4069-9

Ⅰ. ①计… Ⅱ. ①高… ②陈… Ⅲ. ①计算机网络—高等学校—教材 Ⅳ. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第180321号

书　　名　计算机网络实验教程
主　　编　高晓燕　陈振国
责任编辑　陈　慧
出版发行　中国矿业大学出版社有限责任公司
（江苏省徐州市解放南路　邮编221008）
营销热线　(0516)83885307　83884995
出版服务　(0516)83885767　83884920
网　　址　http://www.cumtp.com　**E-mail**：cumtpvip@cumtp.com
印　　刷　徐州中矿大印发科技有限公司
开　　本　787×1092　1/16　**印张** 10　**字数** 250千字
版次印次　2018年8月第1版　2018年8月第1次印刷
定　　价　16.00元

前 言

计算机网络课程是目前高等院校计算机类相关专业广泛开设的一门专业核心课程。该课程具有如下几个特点：首先，涉及的知识点多，要求学生具有较宽广和深入的知识结构和基础；其次，内容的更新速度快，要求教师不断地将最新技术成果引入课程教学中；最后，计算机网络课程的教学内容相对抽象，各种网络协议比较难以理解，只有通过相应的实践才能更好地理解网络的各种协议。

针对以上特点，作者在多年从事计算机网络教学实践的基础上，结合当前较新的计算机网络技术成果，编写了本实验教程。本书适合高等院校计算机类专业的本专科学生学习使用，可以作为“计算机网络”课程的实验教材，也可以作为“计算机网络实训”及“网络工程实训”等课程的实验指导书，同时可供从事计算机网络应用实践的广大科技工作者参考。

全书共四个单元，分为网络协议篇、路由交换篇、知识巩固练习篇和附录部分：

第一单元，网络协议篇，包括以太网数据帧、地址解析协议、网际协议、DNS协议分析、DHCP 协议分析、HTTP 协议、FTP 协议分析、SMTP 和 POP3 协议等的单个协议分析实验，同时设计了 TCP/IP 协议的综合分析实验。

第二单元，路由交换篇，包括共享式和交换式以太网组网、虚拟局域网、路由器等的基本配置，同时涵盖了常见路由协议的组网实验、防火墙配置的实验、NAT 组网实验和 VPN 组网实验等内容，最后以子网规划与组网作为本部分的综合设计项目。

前两个单元由浅入深地设计了 31 个实验项目，每个实验项目从实验目的、实验环境、实验原理、实验步骤、实验报告和实验思考题等方面进行内容组织。

第三单元，知识巩固练习篇，设计了四套练习题，并给出了答案分析。

第四单元，附录部分，包括 Wireshark 的基本操作及相应的实验报告模板。

本教材的主要特色体现在：

(1) 覆盖面较广：涵盖网络各层的协议、网络工程和网络管理方面。

(2) 针对性较强:所有的实验项目在实际教学中经过检验,是精心挑选出来的。

(3) 实用性较好:每个实验项目都包含实验目的、步骤和环境,可供计算机网络教学实践参考。

本教材由高晓燕和陈振国一起策划、组织和编写,第一单元、自测题(一)(二)及附录部分由高晓燕编写,第二单元及自测题(三)(四)由陈振国编写。在教材编写中参考了大量的电子书稿和互联网的材料,方沐青同学协助进行了相关实验内容的测试工作,此外本教材的出版获得华北科技学院教材建设项目和河北省计算机实验示范中心建设项目的支持,在此一并表示感谢。

受限于编者水平且时间仓促,加上本教材的有关内容都在发展之中,书中难免存在错误和不足,敬请各位读者批评指正。

编 者

2018 年 5 月

目 录

第一单元　网络协议篇

Wireshark 的易用性很好，当在过滤器栏输入的表达式是正确的时候将显示绿色背景；如果显示红色背景，则说明表达式是错误的。同时，协议字段的表述提供了智能提示功能，当输入部分字符时，输入栏的下拉列表中会有字段的合法表述供选择。

以下的实验将以 Wireshark 作为主要的协议分析学习工具，主要是利用 Wireshark 的抓包和协议解析功能。

实验一　Wireshark 的使用

1. 实验目的

(1) 熟悉并掌握 Wireshark 的基本使用；

(2) 熟悉捕获各种协议数据包和查看 PDU 构成的方法。

2. 实验环境

Windows 操作系统及联网环境(主机有以太网网卡并连接 Internet)，安装有 Wireshark 1.4.9 中文版。

3. 实验步骤

(1) 启动浏览器。

为产生实验要捕获的分组，启动浏览器并在地址栏输入某个网页的 URL，如 http://www.cnpaf.net。

(2) 选择抓包网络接口。

启动 Wireshark 1.4.9 中文版，在软件运行窗口中可以看到本机的所有网络接口卡，用鼠标单击需要在其中抓取发送或接收分组的网络接口，选中的接口会高亮显示；或者单击 Interfaces List 栏，会弹出抓包接口对话框，列出本机所有的网络接口及其基本描述，勾选要抓包的接口即可，见图 1-1-1。

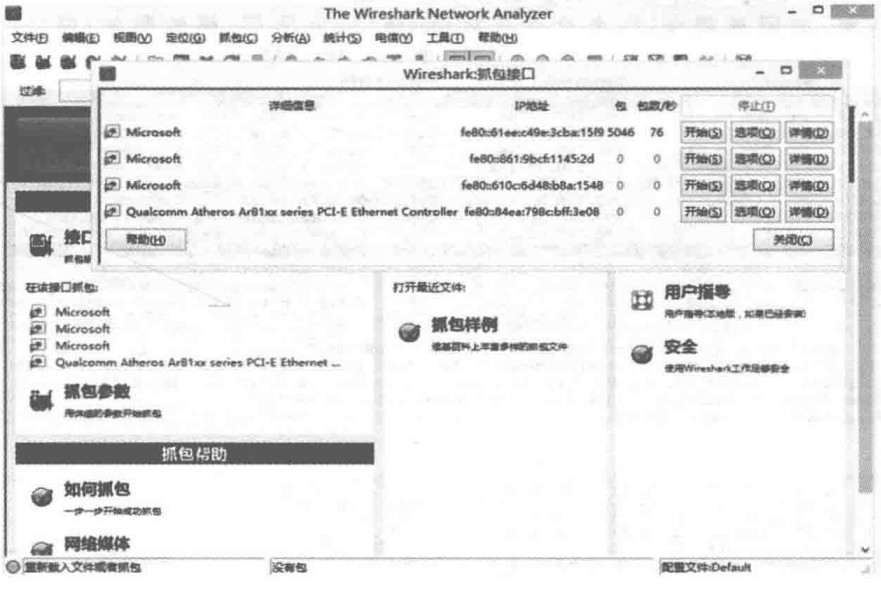


图 1-1-1　设置 Wireshark

(3) 分组捕获。

在软件运行窗口中单击 Start 栏或者单击工具栏的“启动”按钮(蓝绿色鲨鱼鳍状),启动抓包。这时由于浏览器已经完成网络连接和页面数据传送,在 Wireshark 中能看到的并非是网页数据的完整分组。单击工具栏中的“停止”按钮(红色方块),然后重新启动抓包,出现提示时单击“Continue without Saving”,不保存已经抓到的分组,随即在浏览器中刷新页面,这时会捕获到完整的访问网站 www.cnpaf.net 的数据包。当完整的页面下载完成后,随即停止抓包。见图 1-1-2 和图 1-1-3。

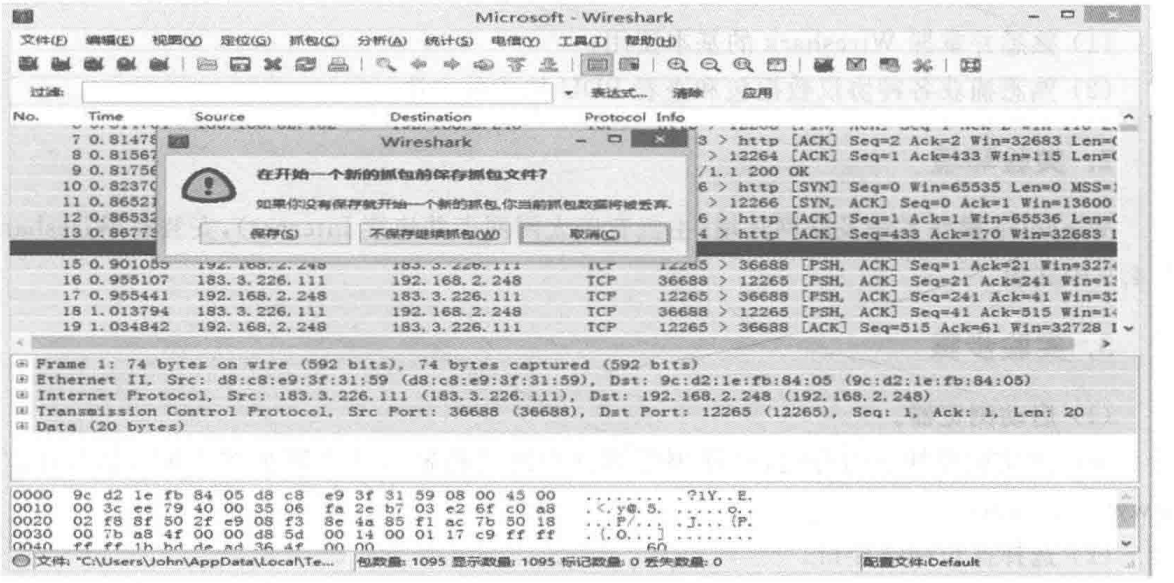


图 1-1-2 抓包过滤器设置(一)

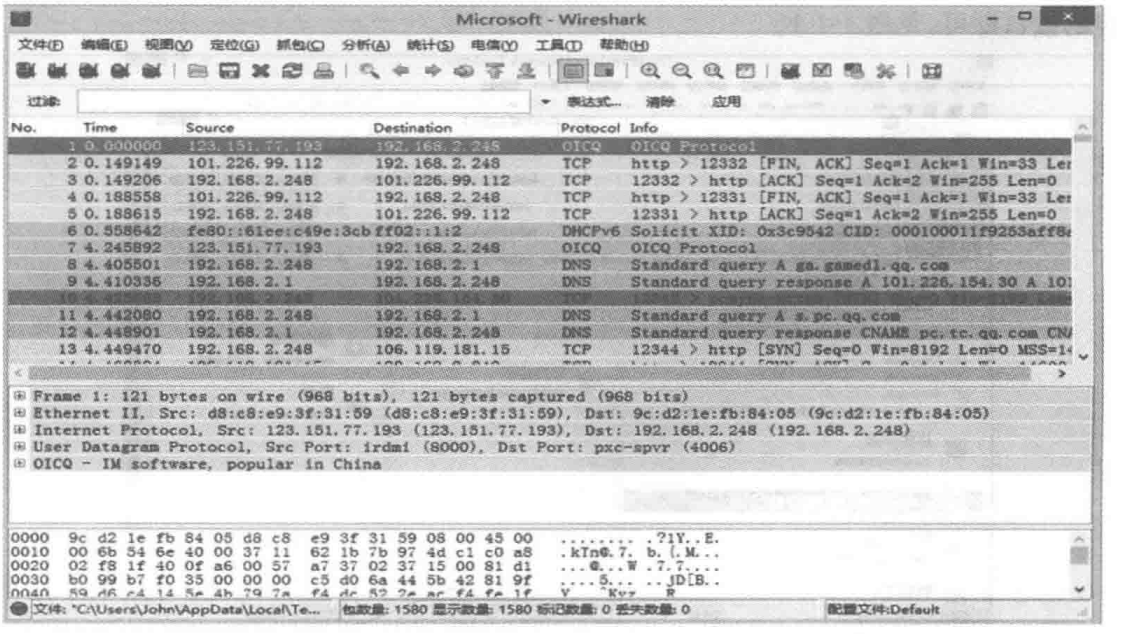


图 1-1-3 抓包过滤器设置(二)

(4) 过滤分组。

Wireshark 主窗口显示已捕获的本次通信的所有协议报文，如果只显示想要观察的那些类型的数据包，如指定的节点 IP 收发的分组，或指定的协议分组，则要使用显示过滤器过滤分组。在 Wireshark 工具栏下方的过滤器栏中输入过滤器表达式，如图 1-1-4 所示。如果过滤器表达式是正确的，即符合 BPF，则输入栏的背景色会是绿色的，否则是红色的。单击过滤器栏中的下三角按钮，可以查看最近输入的表达式。

实时输入“http”，单击 Apply 按钮或者按 Enter 键，分组列表窗格中只显示 HTTP 协议报文。选择分组列表窗格中的第一条 HTTP 报文，它是实验时计算机发向服务器(www. cnpaf. net)的 HTTP GET 报文。

图 1-1-4　Wireshark 的显示过滤器

(5) 查看分组。

选择报文的具体内容将显示在包明细窗格，以太网帧、IP 数据报、TCP 报文段以及 HTTP 报文首部信息都将显示。请仔细阅读，查看各层协议 PDU 的构成关系。

(6) 熟悉 Wireshark 的使用。

通过工具栏的各个按钮重新设置 Wireshark 工作的选项，设置抓包过滤器等来重复前面的抓包操作，进一步熟悉 Wireshark 的使用方法。

4. 实验报告

记录自己的实验过程和实验结果，分析实验结果，说明实验结果中看到的网络各层协议封装和分用的关系。

通过实验总结出过滤器的常见写法，说明抓包过滤器和显示过滤器的使用方法和结果有什么不同。

实验二 DIX Ethernet V2 帧格式分析实验

1. 实验目的

(1) 通过在 Packet Tracer 和 Wireshark 中查看分析链路层的以太网帧，进一步学习捕获查看网络通信信息的方法；

(2) 通过对 DIX Ethernet V2 帧的分析，进一步巩固对链路层帧结构的理解和掌握。

2. 实验环境

Windows 操作系统及联网环境(主机有以太网网卡并连接局域网或 Internet)，安装有 Packet Tracer 6.0 和 Wireshark 1.4.9 中文版。

3. 实验原理

以太网的帧格式如图 1-2-1 所示。

(1) 目的地址和源地址是 6 个字节，用来表示帧发送和接收硬件的地址(MAC 地址)。

(2) 类型字段用来标志上一层使用的是什么协议(IP，IPX)，以便把收到的 MAC 帧的数据上交给上一层的这个协议。

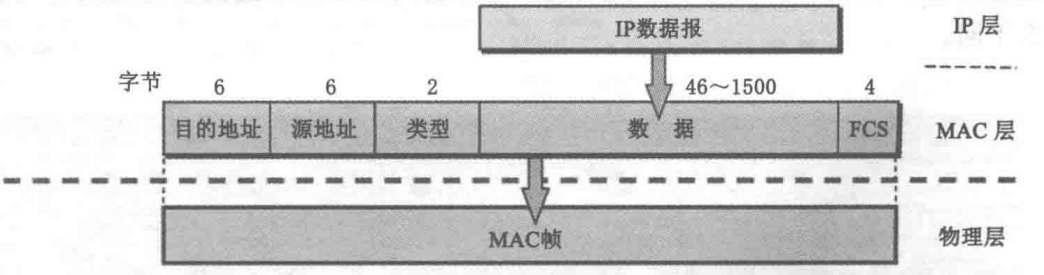


图 1-2-1 以太网的 MAC 帧格式

(3) 数据字段的正式名称是 MAC 客户数据字段最小长度 64 字节－18 字节的首部和尾部＝数据字段的最小长度。当数据字段的长度小于 46 字节时，应在数据字段的后面加入整数字节的填充字段，以保证以太网的 MAC 帧长不小于 64 字节。

(4) FCS 是帧检验序列，常用 CRC 方法获得。当传输媒体的误码率为 1×10^{-8} 时，MAC 子层可使未检测到的差错率小于 1×10^{-14}。

4. 实验步骤

(1) 在 Wireshark 中捕获分析以太网帧。

① 启动 Wireshark。

在 Windows 中启动 Wireshark，选定本地网络接口并启动抓包。

② 构造网络通信信息。

启动浏览器浏览网页或运行网络应用程序(如运行 QQ 或 ping 命令等)，在本机网络接口中产生网络通信信息。

③ 分析捕获的帧。

在 Wireshark 中查看捕获的以太网帧，并分析以太网帧结构。图 1-2-2 所示为在 Windows 主机浏览器中访问 Internet 网站时捕获的以太网帧示例，实验时请依据实际捕获的帧进行分析。注意，分析帧中每一个领域以及取值，观察帧的长度和 MAC 地址的构成，如 48 位 MAC 地址中 LG 和 IG 比特的含义、Type 字段的取值。

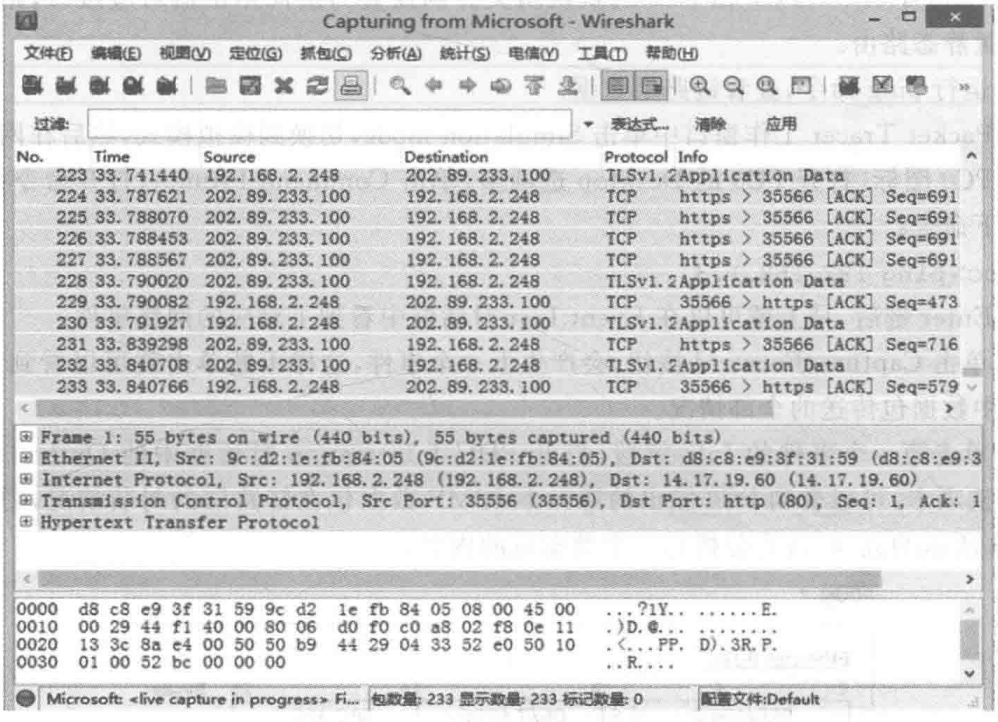


图 1-2-2　以太网帧格式

④ 任意访问一个网站，在捕获的输入帧中查看有没有帧长度刚好为 60 字节的帧，能否看到 Padding 字段，分析其成因。

如果没有，则可以反复多次捕获帧以获取，也可以用 ping-l 限定帧长来构造短帧。有时捕获的帧中会有小于最小帧长的帧出现，这是为什么呢？

(2) 在 Packet Tracer 中查看以太网帧。

① 需要安装 Packet Tracer 6.0。启动 Packet Tracer 中，按图 1-2-3 所示建立一个简单的网络并相应做好 IP 地址配置，也可以打开以前建立的网络拓扑来进行实验。

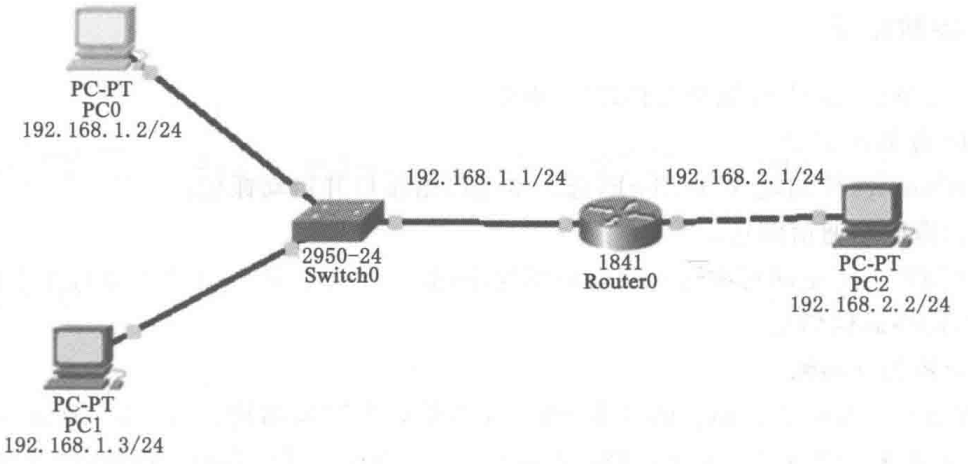


图 1-2-3 Packet Tracer 链路层实验

图 1-2-3 中，PC0、PC1 和 PC2 的默认网关分别设置为指向路由器对应接口，路由器可以只配置静态路由。

② 运行 ping 命令，查看链路层数据。

在 Packet Tracer 工作窗口中单击 Simulation mode，切换到模拟模式，然后在网络拓扑中单击 PC0 图标，打开 PC0 的 Desktop 选项卡，单击 Command Prompt，打开命令行窗口，输入以下命令：

```
pc>ping 192.168.1.3
```

按 Enter 键后，马上就可以在 Event List 对话框中看到了对应的网络事件。

③ 单击 Capture/Forward 按钮，会产生下一个事件，这样不断单击就可以看到 ping 程序运行中数据包传送的全部情况。

④ 单击第一个事件的 Info 字段，打开 PDU Information 对话框中的 Outbound PDU Details 选项卡，可以看到 PC0 发出的第一个 ICMP 数据包在链路层的封装情况，得到类似图 1-2-4 所示的数据，认真分析每一个数据域的内容。

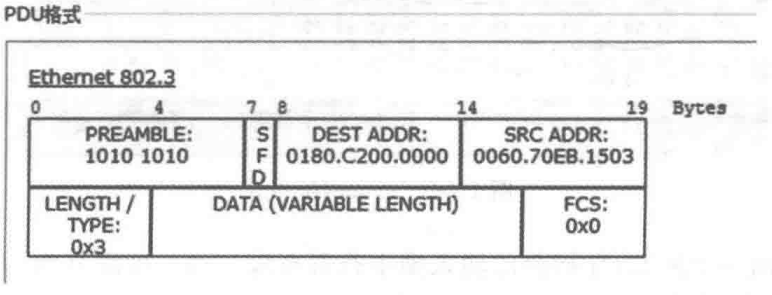


图 1-2-4 Packet Tracer 下查看以太网帧结构实例

5. 实验报告

记录自己的实验过程和实验结果，分析实验结果，比较说明用 Wireshark 和 Packet Tracer 捕获的以太网帧的异同，理解和掌握以太网帧结构。

6. 实验思考题

（1）图 1-2-1 所示示例中捕获的以太网帧类型为 0x0800，要怎样做才能捕获一个 0x0806 类型的帧？

（2）图 1-2-2 显示的帧结构中的内容和实际网络中的数据有区别吗？

实验三　IEEE802 帧格式分析实验

1. 实验目的

(1) 通过在 Packet Tracer 和 Wireshark 中查看分析链路层的 IEEE802 帧，学习了解不同的链路层帧格式；

(2) 观察 IEEE 802 帧不同于 Ethernet V2 的封装结构。

2. 实验环境

Windows 操作系统及联网环境(主机有以太网网卡并连接局域网或 Internet)，安装有 Packet Tracer 6.0、Wireshark 1.4.9 中文版和 GNS3(已配置好 IOS)。

3. 实验原理

为了使以太网帧和 IEEE 802.3 帧能够兼容，要处理好类型和长度的区别问题。解决方法是：如果该字段的值大于帧的最大长度(1518)则表示为类型，否则表示为长度，即 802.3 标准。具体的做法是以 1536(十六进制 0x0600)为界限，大于或等于该值认为是以太网，这时可以按类型处理，如 IP 为 0800H，IXP 为 8137H 等，两种帧格式的构成如图 1-3-1 和图 1-3-2 所示。

图 1-3-1　以太网的 MAC 帧

图 1-3-2　IEEE 802.3 MAC 帧格式

4. 实验步骤

(1) 在 Packet Tracer，建立如图 1-2-3 所示的实验网络。切换到模拟模式，直接单击 Capture/Forward 按钮，这时会看到从交换机 Switch0 发出的 STP 包。

① 任意选择一个 STP 协议包事件并单击 Info 字段，会弹出 PDU Information 对话框，单击 Outbound PDU Details 选项卡，可以看到类似图 1-3-1 所示的 PDU Formats。