

计算机网络综合实验

学 院 计算机学院

专 业： 软件工程

姓 名: 刘堉嘉 学 号: 180021105120

指导老师： 陈文文 职 称： 讲师

中国·珠海

二〇二〇 年 六 月

诚信承诺书

本人郑重承诺：本人承诺呈交的毕业设计《计算机网络综合实验》是在指导教师的指导下，独立开展研究取得的成果，文中引用他人的观点和材料，均在文后按顺序列出其参考文献，设计使用的数据真实可靠。

本人签名： 刘堉嘉

日期： 2020 年 7 月 2 日

计算机网络综合实验

摘 要

在客户端输入 www.baidu.com，在客户端拿到域名后，将域名解析为 ip 地址，客户端通过 DNS 解析拿到目标 ip 地址后，就会向地址发起请求。如果每个节点都能正常处理请求，则会从数据库开始一级一级向上返回处理结果，最终显示在用户的客户端。

关键词：

计算机网络、TCP/IP 协议、客户端、服务器、服务器、网关、域名解析

computer network course

Abstract

Input www.baidu.com in the client, after the client gets the domain name, it will resolve the domain name to IP address, after the client gets the target IP address through DNS resolution, it will send a request to the address. If each node can process the request normally, the processing result will be returned from the database to the client.

Keywords:

Computer network, TCP / IP protocol, client, server, server, gateway, domain name resolution

目 录

1 实验目的	6
2 实验内容	6
3 实验拓扑	6
4 实验过程及结果	7
4.1 基础设备配置	7
4.1.1 网络层配置.....	7
4.1.2 传输层配置.....	7
4.2 流程解析	8
4.2.1 前期对数据的封装.....	8
4.2.2 集线器广播分发.....	8
4.2.3 接收请求报文和 ARP 处理	9
4.2.4 交换机对数据报的处理.....	9
4.2.5 DNS 服务器解析获取 IP	10
4.2.6 建立 TCP 连接（三次握手）	10
4.2.7 处理 Http 报文	11
4.2.8 释放 TCP 连接（4 次挥手）	11
5 问题及讨论：	13
6 实验总结：	13
7 参考文献	13
8 谢 辞	13

1 实验目的

- 1.1 掌握计算机网络原理；
- 1.2 掌握数据传输过程中所涉及到的协议的相关内容；

2 实验内容

完成从客户端访问某个 WWW 服务器的全部过程的描述（客户端 1 刚刚开机）。

3 实验拓扑

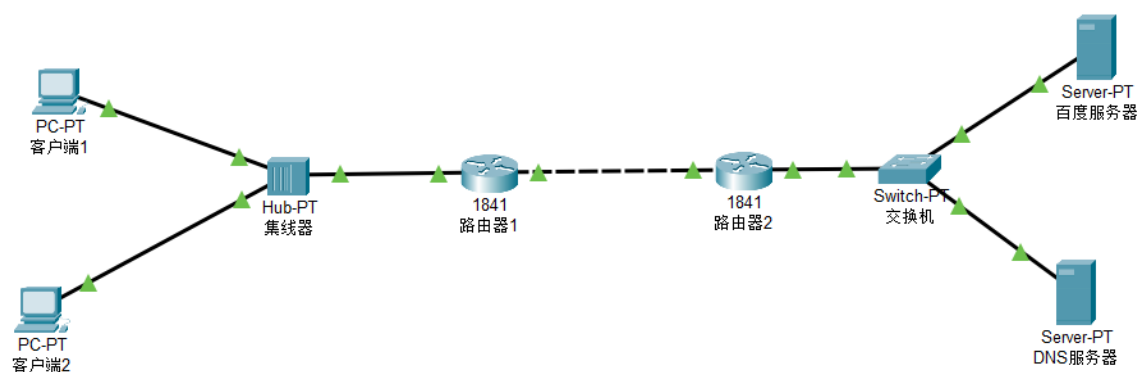


图 3-1 网络拓扑图

4 实验过程及结果

4.1 基础设备配置

4.1.1 网络层配置

服务器域名: <http://www.baidu.com>

服务器 index.html:

```
<html>
```

```
<center><font size='+2' color='blue'> 45_liu yu jia, 2020</font></center>
```

```
</html>
```

No.	Name	Type	Detail
0	www.baidu.com	A Record	172.16.45.41

图 4-1 DNS 服务器的解析配置

4.1.2 传输层配置

表 4-2 设备配置信息

节点	IP 地址	掩码	默认网关	DNS/子网
客 户 端 1: FastEthernet 0/0	10.45.45.49/28	255.255.255.240	10.45.45.62/28	DNS 172.16.45.42
客 户 端 2: FastEthernet 0/0	10.45.45.50/28	255.255.255.240	10.45.45.62/28	DNS 172.16.45.42
路 由 器 1: FastEthernet 0/0	10.45.45.62/28	255.255.255.240		子网 静态路由 10.45.45.48/28
路 由 器 1: FastEthernet 0/1	192.168.45.13/30	255.255.255.252		
路 由 器 2: FastEthernet 0/0	172.16.45.46/29	255.255.255.248		子网 静态路由 172.16.45.40/29
路 由 器 2: FastEthernet 0/1	192.168.45.13/30	255.255.255.252		
百 度 服 务 器 : FastEthernet 0	172.16.45.41/29	255.255.255.248	172.16.45.46/29	
DNS 服 务 器 : FastEthernet 0	172.16.45.42/29	255.255.255.248	172.16.45.46/29	

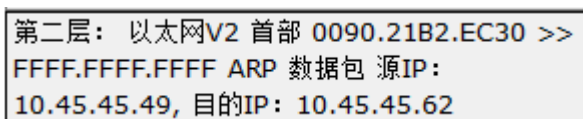
4.2 流程解析

4.2.1 前期对数据的封装

首先配置好拓扑图后，等待联通。打开客户端的浏览器输入 URL：http://www.baidu.com，客户端根据 5 层协议体系由应用层、传输层、网络层和数据链路层、物理层进行数据逐层的封装，回车后客户端首先应用层，浏览器启动 HTTP 服务，然后在传输层进行封装 TCP 首部，所以需要建立 TCP 连接请求报文，进而在网络层需要用到对应 www.baidu.com 的 IP 地址。

由于实验客户端刚刚开机，本地 DNS 缓存和 Hosts 没有对应的 IP 地址对应，所以客户端回到应用层发起 DNS 查询报文，在传输层采用 UDP 首部封装（无连接的，节省资源），然后到达网络层然后根据配置的 DNS 服务器的 IP：172.168.45.42/29（由于此次试验没有用到 DHCP 服务器的配置，所以手动配置了 DNS 服务器 IP）进行封装，然后到达 OSI 模型的链路层，客户端需要封装 DNS 服务器的 MAC 头部，然而在 ARP 缓存表上查询不到，客户端回到网络层进行 ARP 广播。

ARP 广播在网络层封装好 PDU，如图 4-3 所示。设置源地址为客户端 IP：10.45.45.49 到达网络内网关 10.45.45.62，在链路层封装好 MAC 头部，通过在物理层通过 F/0 口进行广播发送。



第二层：以太网V2 首部 0090.21B2.EC30 >>
FFFF.FFFF.FFFF ARP 数据包 源IP：
10.45.45.49, 目的IP: 10.45.45.62

图 4-3 ARP 广播到网关

4.2.2 集线器广播分发

数据报发送到集线器后，集线器进行数据分发，接收到的设备，对比封装的 IP 是否一样，不一样的话丢弃（客户端 2），一样的话接收（路由），将 IP 和 MAC 写入自己的 ARP 高速缓存，并且响应请求（发送回给客户端 1）。然后路由封装好后将报文发送回给集线器（由于集线器没有 MAC 缓存表，所以每一次都会广播分发），集线器进行广播，发送回给客户端 1。

客户端 1 收到 ARP 请求的应答之后，就将网关的 IP 地址和 mac 地址写入 ARP 高速缓存里，然后设备 ARP 进程从缓冲区取出数据包，将 PDU 封装到以太网帧，重新发送 DNS 请求到达网关。

4.2.3 接收请求报文和 ARP 处理

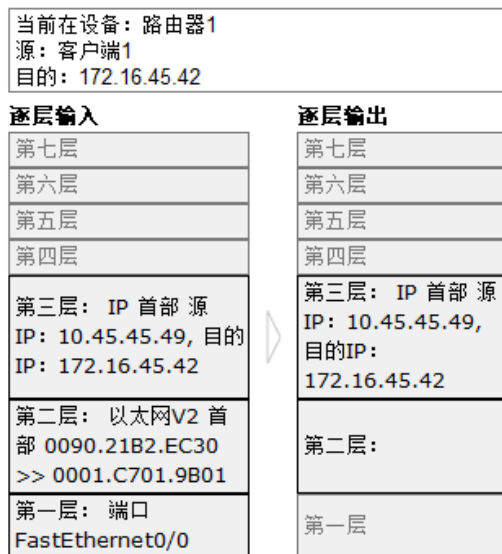


图 4-4 路由接收 DNS 报文

网关接收到 DNS 报文后，目的 MAC 地址和接收端口 MAC 匹配，所以解封 PDU 后，检索路由表中是否有目的 IP 地址（172.16.45.42），由于已经配置好静态路由（172.16.45.40/29），进而找到匹配的 IP 地址的路由记录，设备在 OSI 的网络层对 IP 数据报 TTL 值减少后，进入链路层进行下一步封装，目的 IP 地址的 MAC 地址不在 ARP 表中，进而丢弃当前数据包后，进行 ARP 广播查找。

得到路由器 2 的响应后获得路由器 2 的 IP 地址：192.168.45.14 和 MAC 。然后一段时间后，客户端 UDP 协议进行超时重传，进行 DNS 报文发送到达路由器 2 之后，同样的在 ARP 表找不对应的 MAC ，路由器 2 舍弃数据报后进行 ARP 广播。

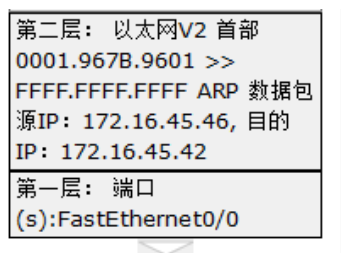


图 4-5 路由器 2 ARP 报文

4.2.4 交换机对数据报的处理

交换机接收到路由器 2 的报文后，由于是第一次，会将源 mac 和端口存储到 MAC 地址表中，然后将报文多广播到其余设备。DNS 服务器接收到解封 PDU，ARP 帧，目的 IP（172.16.45.12）和本地 IP 匹配，然后 DNS 服务器返回 ARP 答复发送到交换机。因为交换机的 MAC 地址池已经有了，所以不会进行广播，而进行单播给路由器 2，然后路由器接收。

4.2.5 DNS 服务器解析获取 IP

过段时间后，客户端 1 再次进行超时重传，成功发送到 DNS 服务器。DNS 服务器接收到进行解封出 PDU，然后在 DNS 中找到 www.baidu.com 先配置好的 IP: 172.16.45.13，然后封装到一个 UDP 的数据报响应报文回给客户端 1。由于路由器 2 的路由表中 没有客户端 1 (10.45.45.49) 的 ip 地址，所以同样的舍弃数据报后，发起 ARP 广播。然后一段时间后客户端 1 再次超时重传到 DNS 服务器，然后响应报文，这次正常到达客户端 1。客户端 1 匹配相同的 MAC 地址后网络层解封数据报，应用层接收 DNS 响应，获得对应的 www.baidu.com 对应的 IP 地址。

4.2.6 建立 TCP 连接（三次握手）

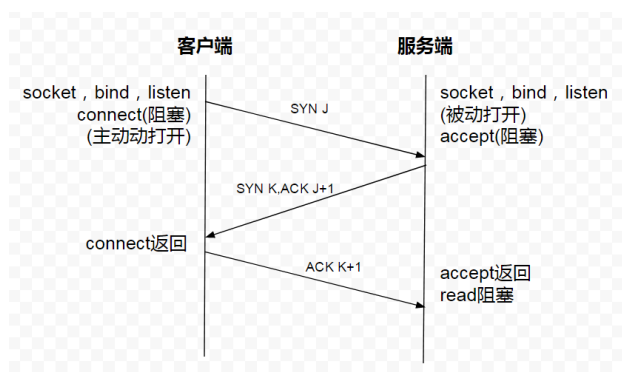


图 4-6 TCP 3 次握手图

第一次： 请求 TCP 连接

客户端 1 获得目的 IP 地址后，同样的应用层与服务器搭建 Http 连接，传输层建立 80 端口的 TCP 链接，设置窗口值和链接状态 SYN 报文等，封装 TCP 头部，网络层对 IP 进行头部封装，然后链路层对本地和网关的 MAC 地址进行封装，通过物理层进行传输。到达路由器 2 后，由于没有百度服务器（172.16.45.13）的 MAC 地址，所以会进行一次 ARP 广播，获得百度服务器的 IP 和 MAC 之后。过一段时间后，客户端 1 进行超时重传。

TCP 报文到达百度服务器后，百度服务器在 80 端口接收到一个 TCP SYN 报文段，接收连接并且设置连接状态为 SYN_RECEIVED。

第二次： 答复接收连接

百度服务器接收后，对报文进行响应。在传输层封装 TCP，可接受的最大窗口值为 16384 字节，然后设置 SYN=1 和 ACK=1，作为连接接受报文进行响应。

第三次：答复成功，发起 Http 请求

客户端 1 接收到百度服务器的响应后，设备在与(IP 地址 172.16.45.41, 端口 80)的连接上接收到一个 TCP SYN+ACK 报文段，得知服务器同意连接，设备设置连接状态为 ESTABLISHED。然后进行响应报文。首先客户端 1，封装 TCP，Sent 报文段信息为序号 1，ACK 号 1 代表，已经接收到成功连接的请求，发送 TCP 报文进行响应。

并且发送 HTTP GET 请求报文，TCP PSH 字段标记为 1，进行请求网页请求返回信息发送到百度服务器。

百度服务器接收到 TCP 报文 ACK 为 1,所以设置连接状态为 ESTABLISHED 建立 TCP 连接完成。

4.2.7 处理 Http 报文

紧接着百度服务器接收到 Http 请求报文，也就是接收到一个 TCP PUSH+ACK 报文段，百度服务器响应给对应的 http 响应报文，HTTP Response 中包含了显示网页所需的 HTML 文件，发送回给客户端进行响应。=



图 4-7 客户端接收信息显示

客户端 1 成功收到百度服务器响应的 TCP PUSH+ACK 报文段,且 ACK103 和序号为 1 对应得上,将 HTML 数据解析后在应用层处理后在浏览器进行显示。

4.2.8 释放 TCP 连接（4 次挥手）

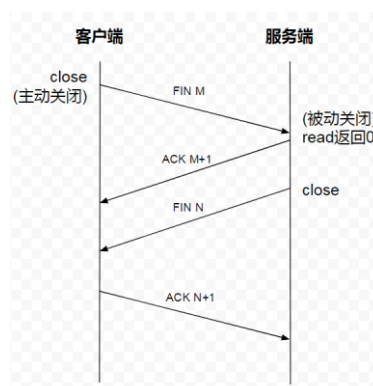


图 4-8 TCP 连接释放 4 次挥手

第一次挥手：发出连接释放请求

客户端 1 成功接收到 http 答复信息后，需要进行 TCP 断开连接，所以客户端 1 发起 TCP 报文，封装 Fin 报文，设备设置连接状态为 FIN_WAIT_1（终止等待 1）和 TCP FIN+ACK 报文段（FIN=1 表明此报文段的发送的数据已发送完毕，并要求释放运输连接）。序号 103，ACK 号 193 进行请求百度服务器释放连接，并且等待服务器响应。

第二次挥手：服务器被动接受释放连接

百度服务器接收到客户端的 TCP FIN+ACK 报文后，序号为 103 符合要求，服务器 TCP 连接被动断开，设置 ACK 为 103+1 也就是 104 表明已经收到客户端的报文了，设置连接状态为 CLOSE_WAIT（关闭等待状态），并且清空服务器缓冲区最后被发送的报文。此时服务器能发送不能接收数据。

若服务端还没准备连接释放，服务端发送 ACK+1 报文，客户端接收到后进入 FIN_WAIT2（终止等待 2）状态，等待服务端发出的连接释放报文段。

第三次挥手：服务器主动关闭

当百度服务器想释放后，需要发出确定释放连接成功报文，并且发送 TCP FIN+ACK 报文作为答复代表服务器关闭发送连接，进入 LAST_ACK（最后确认）状态，等待客户端的确认。

第四次挥手：客户端响应成功关闭

客户端接收到百度服务器的 Fin 报文答复后，匹配 ACK+1 符合，然后发送一个 TCP ACK 报文进行答复。

客户端成功断开连接，进入 TIME_WAIT 状态，待时间到了后关闭 TCP 链接，设置连接状态为 CLOSING，表示连接成功关闭。而百度服务器待接收到客户端 1 的 FIN+ACK 的报文后，对比 ACK 值 104 正常，设置连接状态为 CLOSED。

实际实验过程中第二次挥手与第三次挥手合并了，直接关闭服务器的接收和发送链接

5 问题及讨论:

1. 在分析 HTTP 数据包的时候不理解为什么和 TCP 包一起从客户端发送出来?

解决方法: 查相关书籍, 重新理解了三次握手。结束了前两次握手之后, 即客户端 1 接收到了百度服务器的确认报文段之后, 会再发出一个确认报文段, 与此同时, 客户端 1 已进入 ESTABLISHED (已建立连接) 状态, 并同时发出数据, 即发出一个 HTTP 请求报文段, 作为建立 TCP 连接的三次握手的第三个报文的数据, 发送给百度服务器。

2. 配置静态路由的一直错误?

解决方法: 看了老师视频的配置样例, 才知道路由的追寻是根据子网去查询的, 所以需要的是对应子网的 IP 而不是子网分配后的某个 ip。

6 实验总结:

1. 认识到了计算机网络的重要性。
2. 学到了 Cisco Packet Tracer Student 的使用方法, 让我深入了解了客户端与服务器之间的联系, 以及更加清楚三次握手和四次挥手的过程, 同时也对《计算机网络》这门课程有很大的帮助。
3. 最终实验还算比较顺利的完成, 这次实验让我收获了很多。我们所学的知识只有经过实践才能发挥它的价值。我在书本上了解了计算机网络的基本知识, 原以为就可以熟练掌握, 但事实却不是这样。在进行模拟实验时, 我遇到了很多问题, 它使我认识到自己的不足。在实验过程中, 我学到了很多, 不仅让我在理论上对网络有了新的认识, 在实践能力上也得到了提高, 真正做到了学以致用。

7 参考文献

[1] 谢希仁. 计算机网络 (第七版) [J]. 电子工业出版社, 2017. 1

[2] 中国电子科技集团公司第五十四研究所. 计算机与网络 [J]. 计算机与网络, 2019, 12(2)

8 谢 辞

经过这一次实验, 通过对报文的每一个步骤, 每一层所发生的封装报文变化, 对计网有了更加深刻的了解, 特别是在 TC 连接和 ARP 的连接上。并且更加直观的了解各个步骤的详细。也对思科软件的强大和便捷直观有了更好的体会, 用得也更 6 了。对同学询问一些了解对知识也理解更深刻了, 观看了老师多次为我们录制的实验视频对完成这个实验有了很大的帮助。