

**计算机网络**

**课程实验报告**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 | IP数据报的转发及收发 | | | | | |
| 姓名 | 许坤彬 | | 院系 | 计算学部 | | |
| 班级 | 2203103 | | 学号 | 2022113586 | | |
| 任课教师 | 聂兰顺 | | 指导教师 | 聂兰顺 | | |
| 实验地点 | G001 | | 实验时间 | 2024/10/31 | | |
| 实验课表现 | 出勤、表现得分(10) |  | 实验报告  得分(40) |  | 实验总分 |  |
| 操作结果得分(50) |  |
| 教师评语 | | | | | | |
|  | | | | | | |

****

|  |
| --- |
| 实验目的： |
| - 了解原始套接字的基本概念和使用方法。  - 掌握路由器进行 IP 数据报转发的基本原理。  - 实现于原始套接字的 IP 数据报的发送和接收  - 实现基于原始套接字的 IP 数据报转发，包括 AF\_INET 和 AF\_PACKET 原始套接字的  应用。 |
| 实验内容： |
| (1) 使用虚拟机实现多主机间的 UDP 数据报收发及转发  利用虚拟机搭建实验环境，掌握 Linux 下的 Socket 网络编程。  选做 1：改进程序，示例程序只实现了一个数据包（携带 1 条消息）的发、转、收过程，要求实现每条消息由控制台输入，并且不限制发送消息的数目。  (2) 基于单网口主机的 IP 数据转发及收发  在局域网中，模拟 IP 数据报的路由转发过程。通过原始套接字实现了完整的数据封装过程，实现了 UDP 头部、IP 头部、MAC 帧头部的构造。  选做 2：扩展实验的网络规模，由原始方案中 3 台主机增加到不少于 5 台主机，共同完成 IP 数据报转发及收发过程，要求采用转发表改进示例程序，增加程序通用性。  (3) 基于双网口主机的路由转发  构造了静态路由表，并实现了不同子网间的 IP 数据报查表转发过程。  选做 3：通过完善路由表，改进示例程序实现双向传输 |
| 实验过程： |
| 1. 实验环境  本次实验环境采用Ubuntu 22.04-server作为操作系统，使用vmware17创建虚拟机完成实验。使用C语言进行代码编写，gcc版本为11.4.0，使用vscode插件remote-ssh连接虚拟机ip进行代码编写。  2. 使用虚拟机实现多主机间的UDP数据报收发及转发  首先使用创建虚拟机，安装ubuntu22.04系统，在网络适配器上选择NAT模式，完成后利用vmware的虚拟机克隆方式，克隆出三台虚拟机，通过vmware的设置界面，为不同虚拟机分配不同的mac地址。  随后开始编写这一部分的代码，首先为了能够实现重复多次发送，需要为send\_ip程序增加一个while循环，并且每次通过询问用户是否需要再次发送，同时为了通过控制台输入的方式来完成信息的输入，通过fgets的方法从控制台缓冲中读取字符流。每次发送完都需要将meesage的内存空间释放，防止出现叠加的情况；接下来在forward\_ip程序中，首先需要将原本的逻辑修改为无限循环，即每次接收数据报检验并发送之后都要循环，从而实现多次接收转发；最后一部分是recv\_ip程序，同样需要为程序加上循环逻辑，同时注意每次使用缓冲区前通过memset(buffer, 0, sizeof(buffer))完成缓冲区的清零，防止上次接收到的字符串和这次接收到的字符串出现叠加。  3. 基于单网口主机的IP数据转发及收发  （1）路由转发表的实现  首先创建结构体router\_entry，其包含三个属性，分别是dest\_ip，next\_hop和iface，随后创建一个router\_entry的数组，作为路由表。在每次router接收到数据报时，首先根据数据中的dest\_ip在路由表中进行匹配寻找，找到之后返回一个指向对应router\_entry的指针。  （2）通过ARP协议获取对应下一跳ip的MAC地址  通过ioctl(sockfd, SIOCGARP, &req)可以从arp缓存中获得下一跳IP地址对应的MAC地址，这里MAC地址的获得分为两种情况，一种是IP地址的MAC地址已经被缓存在ARP的cache中，则通过这个函数可以直接获得MAC地址；一种则是IP地址对应的MAC地址没有被缓存到ARP的cache中，则此时需要先发送一个ARP广播请求，然后监听返回的ARP响应，从响应中获取MAC地址，并将其存储在ARP的缓存中。利用源IP、源mac、目的IP和网卡接口类型来构造ARP广播请求，进而使用socket的sendto方法发送，随后利用recvfrom进行接收。在这里sockfd需要同时处理UDP协议和ARP协议，所以需要通过sockfd = socket(AF\_PACKET, SOCK\_RAW, htons(ETH\_P\_ALL));来创建套接字。  （3）主机拓展  在这一个过程中只需要将原本作为路由器的虚拟机克隆两份，从而得到一共五台虚拟机，修改router.c中的路由表，使得数据报能够依次通过三个路由器到达接收 |
| 实验结果： |
|  |
| 问题讨论： |
|  |
| 心得体会： |
| 结合实验过程和结果给出实验的体会和收获。 |