

**计算机网络**

**课程实验报告**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 | IPv4分组收发实验  IPv4分组转发实验 | | | | | |
| 姓名 |  | | 院系 | 计算机科学与技术学院信息安全 | | |
| 班级 |  | | 学号 |  | | |
| 任课教师 | 聂兰顺 | | 指导教师 | 聂兰顺 | | |
| 实验地点 | 格物213 | | 实验时间 | 2021-11-13 8:00-9:45 | | |
| 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： |
| 本次实验的主要目的。  1.IPv4分组收发实验  IPv4 协议是互联网的核心协议，它保证了网络节点（包括网络设备和主机）在网络层能够按照标准协议互相通信。IPv4 地址唯一标识了网络节点和网络的连接关系。在我们日常使用的计算机的主机协议栈中，IPv4 协议必不可少，它能够接收网络中传送给本机的分组，同时也能根据上层协议的要求将报文封装为 IPv4 分组发送出去。  本实验通过设计实现主机协议栈中的 IPv4 协议，让学生深入了解网络层协议的基本原理，学习 IPv4 协议基本的分组接收和发送流程。  另外，通过本实验，学生可以初步接触互联网协议栈的结构和计算机网络实验系统，为后面进行更为深入复杂的实验奠定良好的基础。  2.IPv4分组转发实验  本实验需要将实验模块的角色定位从通信两端的主机转移到作为中间节点的路由器上，在IPv4分组收发处理的基础上，实现分组的路由转发功能。  网络层协议最为关注的是如何将IPv4分组从源主机通过网络送达目的主机，这个任务就是由路由器中的 IPv4 协议模块所承担。路由器根据自身所获得的路由信息，将收到的IPv4分组转发给正确的下一跳路由器。如此逐跳地对分组进行转发，直至该分组抵达目的主机。IPv4 分组转发是路由器最为重要的功能。  本实验设计模拟实现路由器中的 IPv4 协议，可以在原有 IPv4 分组收发实验的基础上，增加 IPv4 分组的转发功能。对网络的观察视角由主机转移到路由器中，了解路由器是如何为分组选择路由，并逐跳地将分组发送到目的主机。本实验中也会初步接触路由表这一重要的数据结构，认识路由器是如何根据路由表对分组进行转发的。 |
| 实验内容： |
| 概述本次实验的主要内容，包含的实验项等。  1.IPv4分组收发实验  根据计算机网络实验系统所提供的上下层接口函数和协议中分组收发的主要流程，独立设计实现一个简单的 IPv4 分组收发模块。要求实现的主要功能包括：  1) IPv4 分组的基本接收处理，能够检测出接收到的 IP 分组是否存在如下错误：校验和错、TTL 错、版本号错、头部长度错、错误目标地址；  2) IPv4 分组的封装发送；  注：不要求实现 IPv4 协议中的选项和分片处理功能  实验内容主要包括：  1) 实现 IPv4 分组的基本接收处理功能  对于接收到的IPv4分组，检查目的地址是否为本地地址，并检查IPv4分组头部中其它字段的合法性。提交正确的分组给上层协议继续处理，丢弃错误的分组并说明错误类型。  2) 实现 IPv4 分组的封装发送  根据上层协议所提供的参数，封装 IPv4 分组，调用系统提供的发送接口函数将分组发送出去。  2.IPv4分组转发实验  在前面 IPv4 分组收发实验的基础上，增加分组转发功能。具体来说，对于每一个到达本机的 IPv4 分组，根据其目的 IPv4 地址决定分组的处理行为，对该分组进行如下的几类操作：  1) 向上层协议上交目的地址为本机地址的分组；  2) 根据路由查找结果，丢弃查不到路由的分组；  3) 根据路由查找结果，向相应接口转发不是本机接收的分组。    实验内容主要包括：  1) 设计路由表数据结构。  设计路由表所采用的数据结构。要求能够根据目的 IPv4 地址来确定分组处理行为（转发情况下需获得下一跳的 IPv4 地址）。路由表的数据结构和查找算法会极大的影响路由器的转发性能，有兴趣的同学可以深入思考和探索。  2) IPv4 分组的接收和发送。  对前面实验（IP 实验）中所完成的代码进行修改，在路由器协议栈的IPv4模块中能够正确完成分组的接收和发送处理。具体要求不做改变，参见“IP 实验”。  3) IPv4 分组的转发。  对于需要转发的分组进行处理，获得下一跳的 IP 地址，然后调用发 送接口函数做进一步处理。 |
| 实验过程： |
| 以文字描述、实验结果截图等形式阐述实验过程，必要时可附相应的代码截图或以附件形式提交。  IPv4数据包头部字段格式  IMG_256  1.IPv4分组收发实验  （1）接收流程  在接口函数 stud\_ip\_recv( )中：  ① 检查接收到的 IPv4 分组头部的字段，包括版本号（Version）、头部长度（IP Head length）、生存时间（Time to live）以及头校验和（Header checksum）字段。对于出错的分组调用 ip\_DiscardPkt( )丢弃，并说明错误类型。    首先从分组pBuffer中根据IPv4数据包头部各字段大小和格式提取各字段内容到相应的变量中，然后检查各字段正确性。  TTL必须大于0，IPv4版本号为4，头部长度一般且最小为5（20字节，其中头部长度为1代表4字节32位）。对于头部校验和，连带校验和字段重新计算校验和，检查其是否为16位1；每16位进行加和（包括校验和字段，使用32位保存和），将加和的进位（高16位）再加回和（低16位），然后将结果取反，结果全1则未出错，否则出错。  ② 检查 IPv4 分组是否应该由本机接收。如果分组的目的地址是本机地址或广播地址，则说明此分组是发送给本机的；否则调用ip\_DiscardPkt( )丢弃，并说明错误类型。  检查IPv4地址是否为本机地址getIpv4Address()或广播地址（全1） 。  以上两步出错时，调用ip\_DiscardPkt( )并附加错误类型号。  ③ 如果 IPV4 分组应该由本机接收，则提取得到上层协议类型，调用 ip\_SendtoUp( )接口函数，交给系统进行后续接收处理。  接收函数流程图：  qt_temp  （2）发送流程  在接口函数 stud\_ip\_Upsend( )中：  ① 根据所传参数（如数据大小），来确定分配的存储空间的大小并申请分组的存储空间。  ② 按照 IPv4 协议标准填写 IPv4 分组头部各字段，标识符（Identification）字段可以使用一个随机数来填写。  基本与接收函数相同；  计算校验和时，由于每次计算16位，需要从主机字节序转为网络字节序。  ③ 完成 IPv4 分组的封装后，调用 ip\_SendtoLower( )接口函数完成后续的发送处理工作，最终将分组发送到网络中。  发送函数流程图：  qt_temp  2.IPv4分组转发实验  （1）路由表初始化和增加  使用STL中的vector全局变量表示路由表，插入简单，遍历时间复杂度不差，没有设计新的数据结构；由于使用全局变量，路由表初始化函数没有内容。  路由添加需要创建新的结构体节点，然后加入路由表（vector.push\_back()）。  向路由表添加路由表项函数流程图  qt_temp  （2）转发处理流程：  在 stud\_fwd\_deal ( )函数中，需要完成下列分组接收处理步骤：  1) 查找路由表。根据相应路由表项的类型来确定下一步操作，错误分组调用函数 fwd\_DiscardPkt ( )进行丢弃，上交分组调用接口函数 fwd\_LocalRcv ( )提交给上层协议继续处理，转发分组进行转发处理。注意，转发分组还要从路由表项中获取下一跳的 IPv4  地址。  2) 转发处理流程。对 IPv4 头部中的 TTL 字段减 1，重新计算校验和，然后调用下层接口 fwd\_SendtoLower ( )进行发送处理。  转发处理函数流程图：  qt_temp |
| 实验结果： |
| 采用演示截图、文字说明等方式，给出本次实验的实验结果。  1.IPv4分组收发实验  QQ图片20211115121243  QQ图片20211115121253  2.IPv4分组转发实验  QQ图片20211115121150  QQ图片20211115121200  实验成绩：  QQ图片20211115121502 |
| 问题讨论： |
| 对实验过程中的思考问题进行讨论或回答。  发送IPv4分组计算头部校验和时总是出错：  因为IPv4分组需要转发给下层然后发送出去，而每次计算校验和时使用unsigned short类型即16位进行计算，需要更改为网络字节序再进行计算，否则在接收端计算校验和时会总是出错。 |
| 心得体会： |
| 结合实验过程和结果给出实验的体会和收获。  通过本实验学习了IPv4的数据包头部字段内容和格式，IP分组各字段计算方法和接收转发流程，路由表的建立和路由信息添加，路由的检索，深入了解网络层协议的基本原理。 |