

姓名 吴忠恒 班级 物联网 19-1 班 学号 2019216864

章节 第五章——网络层

1. 阐述 IP 协议的作用，说明 IP 报文首部结构中各字段的作用

IP 是 TCP/IP 体系中的网络层协议，其设计目的是提高网络的可扩展性。IP 协议主要解决了两个方面的问题，一是解决互联网问题，实现大规模、异构网络的互联互通；二是分割顶层网络应用和底层网络技术之间的耦合关系，以利于两者的独立发展。根据端到端的设计原则，IP 只为主机提供一种无连接、不可靠的、尽力而为的数据包传输服务。

IP 协议报头主要由版本、首部长度、区分服务、总长度、标识、标志、片偏移、生存时间、协议、首部检验和、源地址、目的地址、可选字段（长度可变）、填充几个部分组成。它们的作用如下所示：

- (a) 版本：4 位，表示 IP 协议版本，通常为 0100 (v4)，若为 0110 则表示为 v6 版
- (b) 首部长度：4 位，表示 IP 包首部长度，最短 20 字节，最长 60 字节
- (c) 区分服务：8 位，以前称为服务类型，从未使用过。1998 年改称区分服务。用于指明要求网络提供的服务，目前主要包括 D、T、R 等三种，分别代表延迟、吞吐量和可靠性要求。即使如此，依然没有真正使用。
- (d) 总长度：16 位，包括了首部长度和数据长度，最长为 65535 个字节。
- (e) 标识：16 位，数据报计数器，用于区分数据报的唯一标识符。在数据报传向目的地址时，如果将数据报被分为多个片段，那么每个片段都有相同的标识符。
- (f) 标志：3 位，最高位保留；中间位是不分片标志，DF=1 则不允许分片。最低位是有更多分片标志，除最后一个分片 MF=0 以外外其余都是 MF=1
- (g) 片偏移：12 位，表示分片后，该片在原分组中的相对位置。片偏移以 8 个字节为偏移单位。
- (h) 可选字段：在整个包头长度不超过 60 个字节的情况下，可选字段的长度可变，主要用来进行一些测试工作。主要包括：安全性 (security)、松散源路由 (Loose source routing)、严格源路由 (Strict source routing)、路由记录 (Record route)、时间戳 (Timestamps) 等。
- (i) 填充：长度不定，根据可选字段的长度，填充若干个 0，使得包头长度为 32 的整倍数。

2. IP 地址有什么作用？什么是保留地址？指出 A、B、C 三类 IP 地址各有哪些保留地址

IP 地址的作用是给每个连接在这个网络上的主机、路由器或其他设备分配的一个在全世界范围唯一的 32 位标识符。

保留地址也称为私有地址，各独立网络可以重复使用的 IP 地址，即网络边界路由器（通常就是网关）不会向目标地址为这些保留地址的主机转发 IP 分组。也就是说，保留地址不会穿越内部网络。

A, B, C 三类保留地址如下

- (a) A 类：10.0.0.0 （1 个网络）
- (b) B 类：172.16.0.0—172.31.0.0 （16 个网络）
- (c) C 类：192.168.0.0—192.168.255.0 （256 个网络）

3. 某公司有一个 C 类地址：192.16.12.0，请根据如下要求进行网络规划。

- $\therefore 2^3 = 8 > 7$ \therefore 子网号为 3
- $\therefore 2^4 - 2 = 14 > 11$ \therefore 主机号位数为 4
- $\therefore 256 - 2^4 = 240$ \therefore 子网掩码为 255.255.255.240

4. 已知 IP 地址：192.168.23.35/21，请说明其所属网络前缀，并给出该网络前缀所在 CIDR 地址块的范围

192.168.23.35/21 的网络前缀是 192.168.20.0，其所在 CIDR 地址块的范围为 192.168.20.0 到 192.168.23.255

5. 阐述 ICMP 协议的作用和及其报文结构

ICMP 的目的就是希望对 IP 包无法传输时提供报告，这些差错报告帮助发送方了解网络中发生了什么问题，以确定应用程序后续操作。其主要实现了网络错误通告，网络拥塞通告，故障处理协助和超时通告等几个功能。

一个 ICMP 报文包括 IP 报头、ICMP 报头和 ICMP 数据报文三个部分。ICMP 报文包含在 IP 数据报中，属于 IP 的一个用户，IP 头部就在 ICMP 报文的前面，所以一个 ICMP 报文包括 IP 头部、ICMP 头部和 ICMP 报文，IP 头部的 Protocol 值为 1 就说明这是一个 ICMP 报文，ICMP 头部中的类型（Type）域用于说明 ICMP 报文的作用及格式，此外还有一个代码（Code）域用于详细说明某种 ICMP 报文的类型，所有数据都在 ICMP 头部后面，其长度是可变的。

6. 在 Windows 中，实用 tracert 可以实现路由追踪目的。请说明 tracert 程序是获得路由的原理，以及说明 tracert 是如何知道发出的探测报文到达目的主机的。

Tracert 是 Windows 平台上的一个实用程序，可以实现从源主机到目的主机之间数据报文所经过的路由，即可以实现路由追踪。

Tracert 完全基于 ICMP 协议实现路由追踪，基本原理是：从 TTL=1 开始，Tracert 不断从源 IP 向目标 IP 发出类型为 8 代码为 0 的 ICMP 查询报文，并逐次增加 TTL 值。Tracert 根据不同 TTL 值时各路由器返回的“TTL=0”（类型为 11 代码为 0）的差错报文，即可知道经过了哪些路由器。

7. IP 地址与 MAC 地址有什么区别？

- (a) MAC 地址是物理地址，IP 地址是逻辑地址。MAC 地址是不可改变的，IP 地址是可以更改的；
- (b) MAC 地址具有唯一性，每个硬件出厂时候的 MAC 地址是固定的；IP 地址不具备唯一性，因此，很多应用软件是围绕 MAC 地址开发的。
- (c) MAC 地址是由网卡生产厂商向 IEEE 申请的，IP 地址是由 ISP 向当地的管理机构申请的。

8. 阐述 ARP 协议的作用及其报文结构

ARP 是根据 IP 地址获取物理地址的一个 TCP/IP 协议。主机发送信息时将包含目标 IP 地址的 ARP 请求广播到网络上的所有主机，并接收返回消息，以此确定目标的物理地址。

ARP 的报文格式如下：

- (a) 硬件地址类型：该字段表示物理网络类型，即标识数据链路层使用的是那一种协议，其中 0x0001 为以太网。
- (b) 协议地址类型：该字段表示网络地址类型，即标识网络层使用的是那一种协议，其中 0x0800 表示为 ip。
- (c) 硬件地址长度：表示源和目的物理地址的长度，单位是字节。
- (d) 协议地址长度：表示源和目的的协议地址的长度，单位是字节。
- (e) 操作：记录该报文的类型，其中 1 表示 ARP 请求报文，2 表示 ARP 响应报文。
- (f) 源站的物理地址和目的地址为发送请求报文的主机填写。
- (g) 目的站物理地址在请求报文中为空，目的 ip 为需要进行转换的 ip。在回应报文中，目的地址为，ARP 请求者的地址。目的 ip 为请求者的 ip。

9. 禁用主机的 ARP 协议后，最直观的现象是什么？为什么？

无法上网。由于 ARP 是负责将 IP 地址翻译为物理地址的地址协议，被禁用后主机无法获取 IP 地址对应的物理地址，也就不能将信息发送到对应主机，从而导致主机无法上网。

10. **免费 ARP 有什么作用？**

主机主动使用自己的 IP 地址作为目标地址发送 ARP 请求，此种方式称免费 ARP。免费 ARP 有两个方面的作用：

- (a) 用于检查重复的 IP 地址正常情况下应当不能收到 ARP 回应，如果收到，则表明本网络中存在与自身 IP 地址重复的地址。
- (b) 用于通告一个新的 MAC 地址发送方换了块网卡，MAC 地址变了，为了能够在 ARP 表项老化前就通告所有主机，发送方可以发送一个免费 ARP。