第四章

IP协议

主要负责将数据包发送给最终的目标计算机

能让世界上任何两台计算机之间进行通信

·IP即网际协议

更高级的IP协议（IPv6）

IP相当于OSI参考模型的第三层------网络层

网络层的主要作用是“实现终端节点之间的通信”，也叫“点对点通信”

网络层可以跨越不同的数据链路，也可实现两节点之间的数据包传输

配有IP地址的设备叫做主机

配有IP地址，又有路由控制能力（指中转分组数据包）的设备叫做路由器

节点是主机和路由器的总称

网络层与数据链路层的关系

数据链路层提供直连两个设备之间的通信功能

网络层负责在没有直连的两个网络之间进行通信传输

·IP基础知识

IP大致分为三大作用模块：

1. IP寻址
2. 路由（最终节点为止的转发）
3. IP分组与组包

IP地址属于网络层地址

IP地址用于：连接到网络中的所有主机中识别出进行通信的目标地址

所以，在TCP/IP通信中所有主机或路由器必须设定自己的IP地址

路由控制

指将分组数据发送到最终目标地址的功能

一个数据包之所以能够成功地到达最终的目标地址，全靠路由控制

发送数据至最终目标

Hop译为中文为“跳”，指网络中的一个区间。IP包正是在网络中的一个眺间被转发。IP路由也叫作多条路由。在每一个区间内决定着包在下一跳被转发的路径

多跳路由是指路由器或主机在转发IP数据包时只指定下一个路由器或主机，而不是将最终目标地址为止的所有通路全都指定出来

路由控制表

数据链路的地址可被抽象为IP地址

为了将数据包发给目标主机，所有主机都维护这路由控制表。IP包将根据这个路由表各个数据链路上传输

数据链路的抽象化

对不同的数据链路的相异特性进行抽象化也是IP的重要作用

不同数据链路有各自最大的传输单位，所以IP进行分片处理

IP属于面向无连接型

IP采用无连接型的原因

1. 为了简化
2. 为了提速

为了提高可靠性，上一层的TCP采用面向有链接型

IP负责将数据发给目标主机

TCP负责保证对端主机确实收到信息

·IP地址的基础知识

IP地址的定义

IP地址（IPV4）由32位正整数来表示

每一块网卡（NIC）都得设置IP地址

IP地址由网络和主机两部分标识组成

网络标识在数据链路的每个段配置不同的值。网络标识必须保证相互连接的每个段的地址不相重复

主机标识则不允许在同一个网段内重复出现

IP地址的分类

A类

首位是“0”开头的地址，从第一位到第八位是它的网络标识

B类

前两位为“10”的地址，从第一位到第十六位是它的网络标识

C类

前三位为“100”的地址，从第一位到底24位是它的网络标识

D类

前四位为“1110”的地址，从第一位到底32位是它的网络标识

广播地址

用于在同一个链路中相互连接的主机之间发送数据包

将IP地址中的主机地址全部设置为1，就成了广播地址

广播分为：

1. 本地广播

在本网络内地广播

2.直接广播

在不同网络之间的广播叫做直接广播

IP多播

同时发送提高效率

多播使用D类地址

子网掩码

引入子网以后，一个IP地址就有了两种识别码：

1. IP地址本身
2. 表示网络部的子网掩码

是一个32位的数字

IP地址不再受限于自己的类别，而是可以用子网掩码自由的定位自己的网络标识长度

子网掩码可以自由指定网络标识的长度

CIDR与VLSM

CIDR：

可以采用任意长度分割IP地址的网络标识和主机标识

VLSM：

可以随机修改组织内各个部门的子网掩码长度的机制

全局地址与私有地址

配有私有IP地址的主机连网时，通过NAT进行通信

全局地址要在整个互联网范围内保持唯一，但私有地址不需要

·路由控制

在发送数据过程中需要类似于“指明路由器或主机”的信息，以便真正发往目标地址。保存这种信息的就是路由控制表

路由控制表的形成方式有两种：

1. 管理员手动设置（静态路由控制）
2. 路由器与其他路由器相互交换信息时手动刷新（动态路由控制）

该表由路由协议制作而成

IP协议始终认为路由表是正确的

IP地址与路由控制

IP地址的网络地址部分用于进行路有控制

路有控制表中记录着网络地址与下一步应该发送至路由器的地址

默认路由

是指路由表中任何一个地址都能与之匹配的记录

主机路由

整个IP地址的所有位都将参与路由

多被用于不希望通过网络地址路由的情况

环回地址

同一台计算机上的程序之间进行网络通信时所是用的一个默认地址

·IP分割处理与在构成处理

数据链路不同，MTU（最大传输单元）则相异

IP报文的分片与重组

在目标主机端重组分片了的IP数据报文

路径MTU发现

路径MTU：

指从发送端主机到接收端主机之间不需要分片时最大MTU的大小

路径MTU发现：

从发送主机按照路径MTU的大小将数据报分片后进行发送

·IPv6

IPv6的必要性

为了解决IPVC4地址耗尽的问题而被标准化的网际协议

IPv6的特点

·IP地址的扩大与路由控制表的集合

·性能提升

·支持即插即用功能

·采用认证与加密功能

·多播，Mobile IP成为扩展功能

IPv6中IP地址的标记方法

IP地址长度为128位

IPv6地址的结构

通过IP地址的前几位标识IP地址的种类

全局单播地址

是指世界上唯一的一个地址

前64比特为网络标识，后64比特为主机标识

链路本地单播地址

在同一个链路内的唯一的地址

唯一本地地址

是不进行互联网通信时所使用的地址

IPv6分段处理

IPv6的分片处理只在作为起点的发送端主机上进行，路由器不参与分片

·IPV4首部

版本（Version）

由4比特构成，表示标识IP首部的版本号

首部长度（IHL）

由4比特构成，表明IP首部的大小，单位为4字节（32比特）

区分服务

由8比特构成，用来表明服务质量

DSCP段与ECN端

DSCP（差分服务代码点）是TOS的一部分

ECN（显示拥塞通告）用来报告网络拥堵情况，由两个比特组成

总长度

表示IP首部与数据部分合起来的总字节数

标识

由16比特构成，用于分片重组

同一个分片的标识指相同，不同分片的标识值不同

即使ID相同，如果目标地址，源地址或协议不同的话，也会被认为是不同的分片

标志

由3比特构成，表示包被分片的相关信息

片偏移

由13比特构成，用来标识被分片的每一个分段相对于原始数据的位置

生存时间

由8比特构成，指可以中转多少个路由器的意思

每经过一个路由器，TTL会减少1，直到变成0则是丢弃该包

协议

由8比特构成

表示的是IP包传输层的上层协议编号

首部校验和

由16比特构成，也叫IP首部校验和

只校验数据报的首部，不校验数据部分

用来确保IP数据不被破坏

源地址

由32个比特（4个字节）构成，表示发送端IP地址

目标地址

由32个比特（4个字节）构成，表示接收端IP地址

可选项

长度可变，通常只在进行实验或诊断时使用，包含：

·安全级别

·源路径

·路径记录

·时间戳

填充

通过向字段填充0，调整为32比特的整数倍

数据

存入数据

将IP上层协议的首部也作为数据进行处理

·IPv6首部

为了减轻路由器的负担，省略了首部校验和字段

IPV6的首部及可选项都由8字节构成

版本（version）

由4比特构成，在这个字段上的值为6

通信量类

相当于TOS字段，由8比特构成

流标号

由20比特组成，准备用于服务质量控制

只有流标号，源地址以及目标地址三项完全一致时，才被认为是一个流

有效载荷长度

指包的数据部分

下一个首部

相当于IPV4中的协议字段

由8比特构成

通常表示IP的上一层协议是TCP或UDP

跳数限制

由8比特构成

数据每经过一次路由器就减1，减到0则丢弃数据

源地址

由128比特构成，表示发送端IP地址

目标地址

由128比特构成，表示接收端IP地址

·IPv6扩展首部

IPv6的首部长度固定，无法将可选项加入其中

所以有了IPv6扩展首部

可以是任意长度

还可以包含扩展首部协议以及下一个扩展首部字段

IPv6首部中没有标识以及标志字段，在需要对IP数据报进行分片时，可以使用扩展首部