

4-10:

【4-09】 IP 数据报中的首部检验和并不检验数据报中的数据。这样做的最大好处是什么？坏处是什么？

解答：好处是，不检验数据部分可以加快检验的过程，使转发分组更快。

坏处是，数据部分出现差错时不能及早发现。即使到达终点，目的主机中的 IP 也仍然不检查数据部分是否正确。当 IP 数据报的数据部分送交上面的运输层时，运输层的 TCP 才检查收到的数据有无差错。

4-11:

【4-11】 设 IP 数据报使用固定首部，其各字段的具体数值如图 T-4-11 所示（除 IP 地址外，均为十进制形式表示）。试用二进制运算方法计算应当写入到首部检验和字段中的数值（用二进制形式表示）。

4	5	0	28	
1			0	0
4	17		首部检验和（待计算后写入）	
10.12.14.5				
12.6.7.9				

图 T-4-11 IP 数据报首部各字段的数值

解答：把以上的数据写成二进制数字，按每 16 位对齐，然后计算反码运算的和：

4, 5 和 0	→	01000101	00000000
28	→	00000000	00011100
1	→	00000000	00000001
0 和 0	→	00000000	00000000
4 和 17	→	00000100	00010001
0	→	00000000	00000000
10.12	→	00001010	00001100
14.5	→	00001110	00000101
12.6	→	00001100	00000110
7.9	→	00000111	00001001
和	→	01110100	01001110
检验和	→	10001011	10110001

本题只要仔细一些，就不会算错。但务请注意进位。

例如，最低位相加，一共有 4 个 1，相加后得二进制的 100，把最低位的 0 写下，作为和的最低位。进位中的 0 不必管，进位中的 1 要与右边第 3 位相加。

右边第 2 位相加时，只有一个 1，相加后得 1，没有进位。把 1 写在右边第 2 位上。

右边第 3 位相加时，共有 4 个 1 和一个进位的 1，即总共 5 个 1，相加后得 101。把这个和最右边的 1 写在和的右边第 3 位上。进位的 1 应当与右边第 5 位的数字相加，等等。

4-18:

【4-18】 设某路由器建立了如下转发表：

前缀匹配	下一跳
192.4.153.0/26	R ₃
128.96.39.0/25	接口 m0
128.96.39.128/25	接口 m1
128.96.40.0 /25	R ₂
192.4.153.0/26	R ₃
* (默认)	R ₄

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：

- (1) 128.96.39.10
- (2) 128.96.40.12
- (3) 128.96.40.151
- (4) 192.4.153.17
- (5) 192.4.153.90

试分别计算其下一跳。

解答：下面我们只给出每一小题中的一次匹配检查过程。目的是学会方法。

(1) 路由器收到的分组的目的地址 $D_1 = 128.96.39.10$ 。检查转发表的第 2 行。

	128 . 96 . 39 . 10
目的主机 IP 地址	10000000 01100000 00100111 00001010
第 2 行的子网掩码	11111111 11111111 11111111 10000000
按位 AND 运算	10000000 01100000 00100111 00000000
得出结果	128 . 96 . 39 . 0
	← 前缀 25 位 →

所得结果匹配，故选择下一跳为接口 m0。

(2) 路由器收到的分组的目的地址 $D_2 = 128.96.40.12$ 。检查转发表的第 4 行。

	128 . 96 . 40 . 12
目的主机 IP 地址	10000000 01100000 00101000 00001100
第 4 行的子网掩码	11111111 11111111 11111111 10000000
按位 AND 运算	10000000 01100000 00101000 00000000
得出结果	128 . 96 . 40 . 0
	← 前缀 25 位 →

所得结果匹配，故选择下一跳为 R₂。

(3) 路由器收到的分组的地址 $D_3 = 128.96.40.151$ 。检查转发表的第 4 行。

目的主机 IP 地址	128	96	40	151
第 4 行的子网掩码	10000000	01100000	00101000	10010111
按位 AND 运算	11111111	11111111	11111111	10000000
得出结果	10000000	01100000	00101000	10000000
	128	96	40	128
	← 前缀 25 位 →			

所得结果不匹配。再试其他行，都不匹配。因此选择下一跳为默认接口 R_4 。

(4) 路由器收到的分组的地址 $D_4 = 192.4.153.17$ 。检查转发表的第 1 行。

目的主机 IP 地址	192	4	153	17
第 1 行的子网掩码	11000000	00000100	10011001	00010001
按位 AND 运算	11111111	11111111	11111111	11000000
得出结果	11000000	00000100	10011001	00000000
	192	4	153	0
	← 前缀 26 位 →			

所得结果匹配，故选择下一跳为 R_3 。

(5) 路由器收到的分组的地址 $D_5 = 192.4.153.90$ 。检查转发表的第 3 行。

目的主机 IP 地址	192	4	153	90
第 3 行的子网掩码	11000000	00000100	10011001	01011010
按位 AND 运算	11111111	11111111	11111111	10000000
得出结果	11000000	00000100	10011001	00000000
	192	4	153	0
	← 前缀 25 位 →			

所得结果不匹配。再试其他行，都不匹配。故选择下一跳为默认接口 R_4 。

4-20:

【4-20】 一个数据报长度为 4000 字节（固定首部长度）。现在经过一个网络传送，但此网络能够传送的最大数据长度为 1500 字节。试问应当划分为几个短些的数据报片？各数据报片的数据字段长度、片偏移字段和 MF 标志应为何数值？

解答：数据报的总长度减去首部长度，得出 IP 数据报的数据部分长度为：

$$4000 - 20 = 3980 \text{ B}$$

划分出一个数据报片（要考虑首部有 20 字节长）： $3980 - 1480 = 2500 \text{ B}$ ，剩下的数据长度大于 MTU。

再划分出一个数据报片： $2500 - 1480 = 1020 \text{ B}$ ，剩下的数据长度小于 MTU。

故划分为 3 个数据报片，其数据字段长度分别为 1480，1480 和 1020 字节。

片偏移字段的值分别为 0， $1480 / 8 = 185$ 和 $2 \times 1480 / 8 = 370$ 。

MF 字段的值分别为 1，1 和 0。

4-48:

【4-48】 如图 T-4-48(a)所示, 网络 145.13.0.0/16 划分为四个子网 N_1 , N_2 , N_3 和 N_4 。这四个子网与路由器 R 连接的接口分别是 m0, m1, m2 和 m3。路由器 R 的第五个接口 m4 连接到互联网。

(1) 试给出路由器 R 的路由表。

(2) 路由器 R 收到一个分组, 其目的地址是 145.13.160.78。试解释这个分组是怎样被转发的。

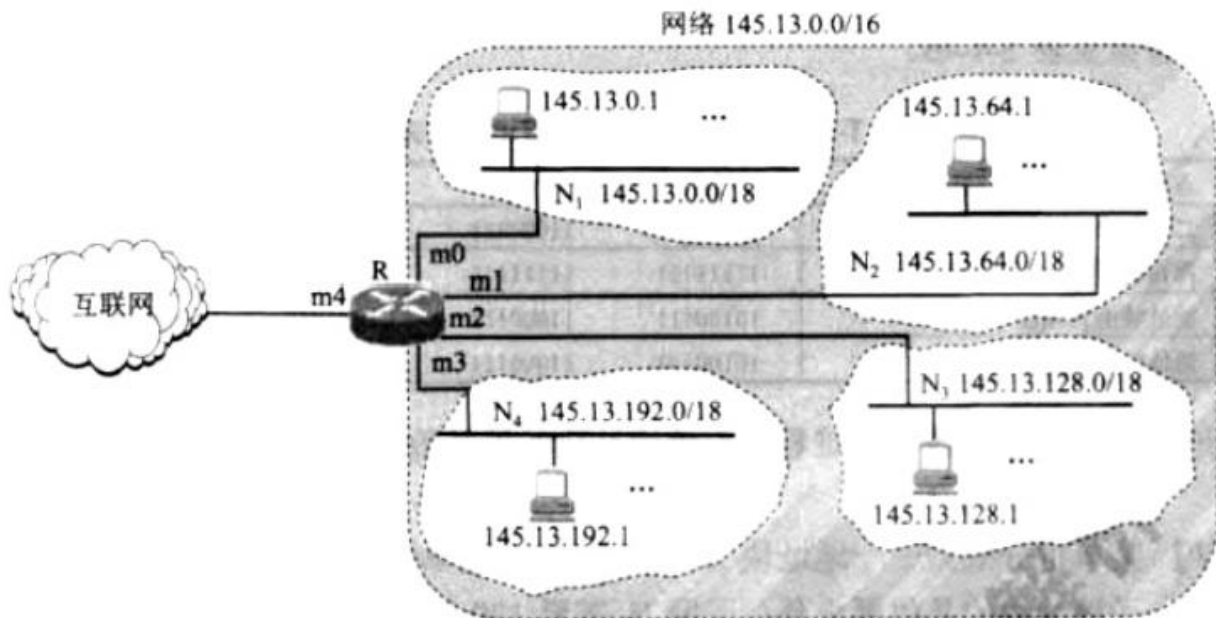


图 T-4-48(a) 网络 145.13.0.0/18 划分为四个子网 N_1 , N_2 , N_3 和 N_4

解答：对上述两个问题给出如下答案。

(1) 路由器 R 的路由表如表 T-4-48 所示。

表 T-4-48 路由器 R 的路由表

网络前缀	下一跳
145.13.0.0/18	直接交付, 接口 m0
145.13.64.0/18	直接交付, 接口 m1
145.13.128.0/18	直接交付, 接口 m2
145.13.192.0/18	直接交付, 接口 m3
0.0.0.0/0	默认路由器, 接口 m4

表 T-4-48 中前四行的子网掩码都是 18 个连 1, 接着后面是 14 个连 0。

只要到达的分组的地址不在表中给出的前四个地址中, 就统统送交默认路由器 (通过路由器的接口 m4)。请注意, 最后一行的网络前缀是 0.0.0.0/0。这样的网络前缀和任何一个 IP 地址进行按位 AND 运算, 其结果都必定是 0, 即一定是匹配的。这时就通过接口 m4 交给默认路由器来处理。

(2) 路由器 R 收到一个分组, 其目的主机的 IP 地址是 145.13.160.78。

路由表前四行的子网掩码都是 18 个 1。现在用目的主机 IP 地址与路由表第 1 行的子网掩码按位进行 AND 运算, 如图 T-4-48(b) 所示, 得出的结果是 145.13.128.0/18。

目的主机 IP 地址	145 . 13 . 160 . 78
第 1 行的子网掩码	10010001 00001101 10100000 01001110
按位 AND 运算	11111111 11111111 11000000 00000000
得出结果	10010001 00001101 10000000 00000000
	145 . 13 . 128 . 0 /18

图 T-4-48(b) 用目的主机 IP 地址与子网掩码按位进行 AND 运算的结果

结果 145.13.128.0/18 和表 T-4-48 第一行的目的网络地址不匹配。

往下不必再运算了, 因为路由表中每一行的子网掩码都是一样的, 所以就用此结果和每一行的网络前缀相比较即可。很容易看出, 上面的结果与第 3 行的网络前缀匹配。因此, 收到的分组应从路由器的接口 m2 转发, 实际上就是直接交付连接在网络 N₃ 上的目的主机。

4-49:

【4-49】收到一个分组, 其目的地址 D = 11.1.2.5。要查找的路由表中有这样三项:

路由 1 到达网络 11.0.0.0/8

路由 2 到达网络 11.1.0.0/16

路由 3 到达网络 11.1.2.0/24

试问在转发这个分组时应当选择哪一个路由?

解答：把收到的分组的地址以及路由 1~3 的目的网络都表示为二进制数字，网络前缀使用粗体字加上下画线（见表 T-4-49）。这里没有把最长前缀放在最前面。

表 T-4-49 用二进制数字表示的目的网络

目的地址 D	11.1.2.5	00001011	00000001	00000010	00000101
路由 1 的目的网络	11.0.0.0/8	<u>00001011</u>	00000000	00000000	00000000
路由 2 的目的网络	11.1.0.0/16	<u>00001011</u>	<u>00000001</u>	00000000	00000000
路由 3 的目的网络	11.1.2.0/24	<u>00001011</u>	<u>00000001</u>	<u>00000010</u>	00000000

当查找路由 1 时，目的网络的掩码是 8 个 1 和 24 个 0，即 255.0.0.0。和 D 进行按位 AND 操作时，得到 11.0.0.0，结果是匹配的。

当查找路由 2 时，目的网络的掩码是 16 个 1 和 16 个 0，即 255.255.0.0。和 D 进行按位 AND 操作时，得到 11.1.0.0，结果也是匹配的。

当查找路由 3 时，目的网络的掩码是 24 个 1 和 8 个 0，即 255.255.255.0。和 D 进行按位 AND 操作时，得到 11.1.2.0，结果也是匹配的。

那么应当选择哪一个路由呢？根据最长前缀匹配准则，应当选择路由 3，因为路由 3 的目的网络前缀为 24，是三个都匹配的结果中前缀最长的一个。

4-51:

【4-51】已知一个 CIDR 地址块为 200.56.168.0/21。

(1) 试用二进制形式表示这个地址块。

(2) 这个 CIDR 地址块包括多少个 C 类地址块？

解答：

(1) $200.56.168.0/21 = \underline{\underline{11001000\ 00111000\ 10101000\ 00000000}}$ （有下画线的粗体数字表示网络前缀）。

(2) C 类地址块的网络号是 24 位，比上面的 CIDR 地址块多 3 位。因此这个 CIDR 地址块包含 $2^3 = 8$ 个 C 类地址块。

4-65:

【4-65】一个路由器连接到三个子网，这三个子网共同的前缀是 225.2.17/24。假定子网 N_1 要有 62 台主机，子网 N_2 要有 105 台主机，而子网 N_3 要有 12 台主机。试分配这三个子网的前缀。

解答：先分配最大的子网 N_2 。105 台主机需要的主机号的位数是 7 位，因此 N_2 的前缀是：225.2.17.0/25，其地址范围是 225.2.17.0~225.2.17.127。

其次是子网 N_1 。62 台主机需要的主机号的位数是 6 位，因此 N_1 的前缀是：

225.2.17.128/26，其地址范围是 225.2.17.128~225.2.17.191。

最小子网是 N_3 。12 台主机需要的主机号的位数是 3 位，因此 N_3 的前缀是：

225.2.17.192/28，其地址范围是 225.2.17.192~225.2.17.207。