

# 计算机网络作业答案 (2020)

刘威

华中科技大学电子信息与通信学院

Email: liuwei@hust.edu.cn

2020.10

# 目录

4 第四章 高级网络互联	2
4.1 互连与路由	2
4.1.1 [1] 3-72	2
4.1.2 [1] 3-74	4
4.1.3 IP 地址划分综合 3	5
4.2 高级互联	8
4.2.1 [1] 4-5	8
4.2.2 [1] 4-20	9
4.2.3 路由算法对比	9
4.2.4 路由报文封装	10

# Chapter 4

## 第四章 高级网络互联

### 4.1 互连与路由

#### 4.1.1 [1] 3-72

##### 〔题目〕

表4.1是一个使用 CIDR 的路由表。地址字节为 16 进制。C4.50.0.0/12 中的 “/12” 表示网络掩码的前 12 位为 1，即 FF.F0.0.0。注意，最后 3 个记录覆盖每一个地址，因此可代替一条缺省路由。请说明下列地址将被送到的下一跳各是什么：

- (a) C4.5E.13.87
- (b) C4.5E.22.09
- (c) C3.41.80.02
- (d) 5E.43.91.12
- (e) C4.6D.31.2E
- (f) C4.6B.31.2E

##### 〔解答〕

根据最长前缀匹配原则 (Longest Prefix Matching)，需要将到来的 IP 分组分别与前缀 20 的子网掩码进行运算和比对，如果与路由器中的某一条记录匹配则根据该记录转发，否则进行依次与前缀 14、12、2、1 的子网掩码进行运算和比对。运算过程如表格4.2所示。

最终的具体结果为：

- (a) C4.5E.13.87 下一跳是路由器 B
- (b) C4.5E.22.09 下一跳是路由器 A

表 4.1: R1 路由表

网络/掩码长	下一跳
C4.50.0.0/12	A
C4.5E.10.0/20	B
C4.60.0.0/12	C
C4.68.0.0/14	D
80.0.0.0/1	E
40.0.0.0/2	F
0.0.0.0/1	G

表 4.2: 根据最长前缀匹配原则查找路由表的过程

序号	目的地址	匹配前缀长度	目的网络	查表下一跳
a	C4.5E.13.87	20	C4.5E.10.00	B
b	C4.5E.22.09	20	C4.5E.20.00	无
		14	C4.5C.00.00	无
		12	C4.50.00.00	A
c	C3.41.80.02	20	C3.41.80.0	无
		14	C3.40.0.0	无
		12	C3.40.0.0	无
		2	C0.0.0.0	无
		1	80.0.0.0	E
d	5E.43.91.12	20	5E.43.90.0	无
		14	5E.40.0.0	无
		12	5E.40.0.0	无
		2	40.0.0.0	F
e	C4.6D.31.2E	20	C4.6D.30.0	无
		14	C4.6C.0.0	无
		12	C4.60.0.0	C
f	C4.6B.31.2E	20	C4.6B.30.0	无
		14	C4.68.0.0	D

- (c)C3.41.80.02 下一跳是路由器 E
- (d)5E.43.91.12 下一跳是路由器 F
- (e)C4.6D.31.2E 下一跳是路由器 C
- (f)C4.6B.31.2E 下一跳是路由器 D

#### 4.1.2 [1] 3-74

##### 〔题目〕

一个 ISP 有一个 B 类地址，基于 CIDR 方法将一部分地址分配给一家新公司。新公司网络中的三个部门的机器需要 IP 地址：工程部、市场部和销售部。这三个部分计划中的增长如下：工程部在第一年开始时有 5 台机器，伺候每周增加一台；市场部最多需要 16 台机器；销售部的每两个客户需要一台机器。第一年开始时，公司没有客户，但是销售模式指出第二年开始，公司将有 6 个客户，并且，此后每周增加一个新客户的概率为 60%，失去一个客户的概率为 20%，或者以 20% 的概率维持原数目不变。

(a) 如果市场部使用它所有的 16 个地址，并且销售部和工程部向计划预期的那样，那么，至少在 7 年内，支持此公司增长的计划的地址范围是什么？

(b) 这样的地址分配可以维持多长时间？当公司的地址空间用完时，如何给三个部门分配地址？

(c) 如果在 7 年内不使用 CIDR 编址方法，那么，新公司还有什么得到地址空间的选择？

##### 〔回答〕

关于网络地址划分的问题，在系统方法的教材 [1] 上谈的不多，推荐参阅吴功宜的教材 [2] 的 P206-217 页的相关内容以及案例。

(a) 每个部门预计的机器数量增长如下：

- 工程部：最初 5 个主机，每一周至多增加 1 个，1 年为 52 周，因此其 7 年需求量为  $5 + 52 * 7 = 369$  个主机
- 市场部：至多需要 16 台机器
- 销售部：需要为每两个客户配置 1 个主机。在第一年，没有客户。第二年，有 6 个客户。每周增加的客户比例是  $1 * 60\% - 1 * 20\% + 0 * 20\% = 0.4$ 。所以该部门的 7 年的需求  $(6 + 0.4 * 52 * 6) / 2 = 65.4 \approx 66$  个主机

综上所述：总的机器数要求为  $369 + 16 + 66 = 451$  个主机，因此这家新公司需要范围 512 的 IP 地址。

(b) 地址使用过程中:

假设支持 512 台主机的 IP 地址可以持续  $x$  年, 则需要满足  $(5 + 52 * x) + (6 + 0.4 * 52 * (x - 1))/2 + 16 \leq 512$ , 解该不等式得出  $x \leq 8.03$ , 即最多使用 8 年。届时的地址分配方案是:

- 工程部:  $5 + 52 * 8 = 421$
- 市场部: 16
- 销售部:  $(6 + 0.4 * 52 * (x - 1))/2 = 75.8 \approx 75$

(c) 申请地址范围:

由于 B 类和 C 类支持 65534 个主机地址和支持 254 个地址, 该公司可能要求得到一个 B 类或两个 C 类网络地址。

4.1.3 IP 地址划分综合 3

〔题目〕

某企业内部网络获得 200.30.40.0/24 的 C 类 IP 地址, 其内部网络的构成如下图所示。三个局域网各有最多 60 台主机。问: (1) 子网划分后三个局域网的主机 IP 地址范围; (2) 约定各局域网将网络地址加 1 的 IP 地址做为默认网关地址, 试规划三个路由器各接口的 IP 地址; (3) 路由器 R2 和 R1 的路由表。

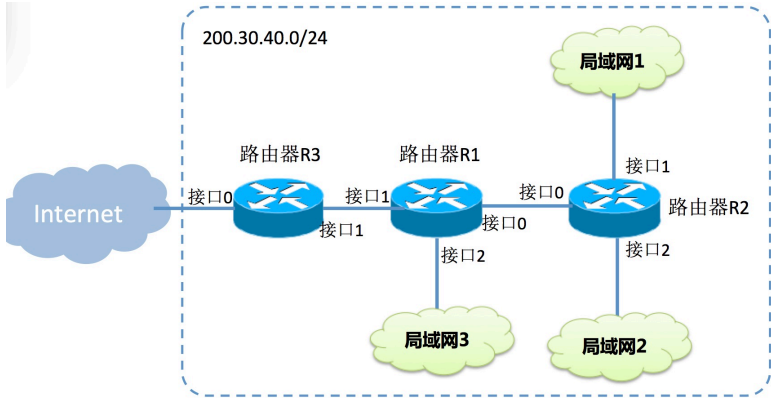


图 4.1: 网络示意图

〔回答〕

(1) 三个局域网的主机 IP 地址

三个子网各自需求 60 台主机, 考虑到额外 3 个地址的需求, 各需求总数为 63, 不超过

2<sup>6</sup>。故而可以将 C 类网段均分为四个 64 主机的小网段，满足三个局域网以及路由器之间的组网需求，网络掩码前缀为  $32 - 6 = 26$ 。此题并没有固定答案，下面给出了一种划分方法。

表 4.3: 局域网 IP 地址划分

网络	网络地址/掩码	网关地址
局域网 1: 60 台主机	200.30.40.0/26	R2 的接口 1 地址 200.30.40.1
局域网 2: 60 台主机	200.30.40.64/26	R2 的接口 2 地址 200.30.40.65
局域网 3: 60 台主机	200.30.40.128/26	R1 的接口 2 地址 200.30.40.129

(2) 三个路由器各接口的 IP 地址

路由器 R1, R2 和 R3 之间有两条直连链路，需要分配网络。两端接口 IP 需求 2 个，加上网络地址和广播地址，每个直连网络需要 IP 地址至少 4 个，即 2<sup>2</sup> 个。网络掩码前缀为  $32 - 2 = 30$ 。对剩下的 200.30.40.192/26 网络进行进一步划分：

表 4.4: 直连网络 IP 地址划分

网络	网络地址/掩码	直连路由器地址
R1-R3 直连网络	200.30.40.192/30	R1 接口 1 为 200.30.40.193, R3 接口 1 为 200.30.40.194
R1-R2 直连网络	200.30.40.196/30	R1 接口 0 为 200.30.40.197, R2 接口 0 为 200.30.40.198

划分结果如下图所示：

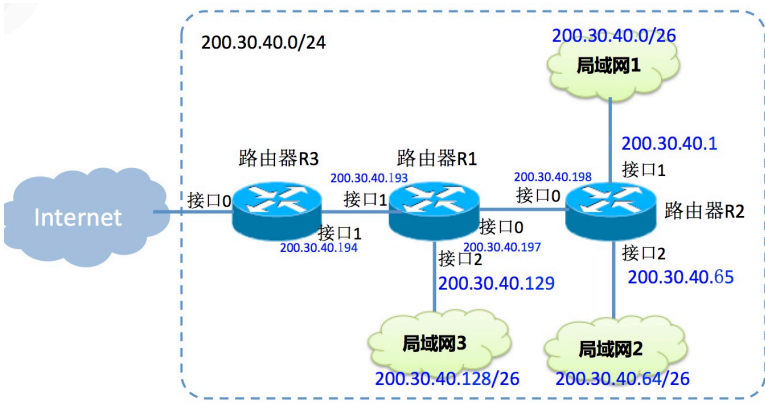


图 4.2: 网络示意图

(3) 请给出路由器 R1 和 R2 的路由表。

表 4.5: 路由器 R1 的路由表

目的网络	下一跳 IP 地址	接口
200.30.40.0/25	200.30.40.198	接口 0
200.30.40.196/30	-	接口 0
200.30.40.128/26	-	接口 2
200.30.40.192/30	-	接口 1
0.0.0.0/0	200.30.40.194	接口 1

表 4.6: 路由器 R2 的路由表

目的网络	下一跳 IP 地址	接口
200.30.40.0/26	-	接口 1
200.30.40.64/26	-	接口 2
200.30.40.196/29	-	接口 0
0.0.0.0/0	200.30.40.197	接口 0



## 4.2 高级互联

### 4.2.1 [1] 4-5

#### 〔题目〕

假设 P、Q 和 R 是网络服务提供商，各自的 CIDR 地址分别为 C1.0.0.0/8、C2.0.0.0/8 和 C3.0.0.0/8。每个提供商的客户最初接收的地址分配是提供商地址的一个子集。P 有如下客户：

PA，分配地址 C1.A3.0.0/16

PB，分配地址 C1.B0.0.0/12

Q 有如下客户：

QA，分配地址 C2.0A.10.0/20

QB，分配地址 C2.0B.0.0/16

假设没有其他提供商和客户。

(a) 给出 P、Q 和 R 的路由表，假设每个提供商都和另外两个提供商连接。

(b) 现在假设 P 连接 Q，Q 连接 R，但 P 和 R 不直接连接。给出 P 和 R 的路由表。

(c) 假设除现有链路外，客户 PA 需要一条到达 Q 的直接链路，且 QA 需要一条到达 P 的直接链路。给出 P 和 Q 的路由表，忽略 R。

#### 〔回答〕

(a) 根据最长前缀匹配，可知 P、Q 和 R 的路由表分别如下：

表 4.7: P 的路由表

目的地址	下一跳
C2.0.0.0/8	Q
C3.0.0.0/8	R
C1.A3.0.0/16	PA
C1.B0.0.0/12	PB

表 4.8: Q 的路由表

目的地址	下一跳
C1.0.0.0/8	P
C3.0.0.0/8	R
C2.0A.10.0/20	QA
C2.0B.0.0/16	QB

表 4.9: R 的路由表

目的地址	下一跳
C1.0.0.0/8	P
C2.0.0.0/8	Q

(b) 与 (a) 稍有不同在于 P 的路由表中修改去 R 的路由信息，需要经由 Q 转发；以及 R 的路由表中修改去 P 的路由信息，需要经由 Q 转发，修改的信息如下：

(c) 由于现需要 PA 与 Q 以及 QA 与 P 的直连，故修改相应的路由表如下：

P: C3.0.0.0/8 Q

R: C1.0.0.0/8 Q

表 4.10: P 的路由表

目的地址	下一跳
C2.0.0.0/8	Q
C2.0A.10.0/20	QA
C1.A3.0.0/16	PA
C1.B0.0.0/12	PB

表 4.11: Q 的路由表

C1.0.0.0/8	P
C1.A3.0.0/16	PA
C2.0A.10.0/20	QA
C2.0B.0.0/16	QB

### 4.2.2 [1] 4-20

〔题目〕

判断以下 IPv6 地址的表示是否正确。

- (a)::0F53:6382:AB00:67DB:BB27:7332
- (b)7803:42F2:::88EC:D4BA:B75D:11CD
- (c)::4BA8:95CC::DB97:4EAB
- (d)74DC::02BA
- (e)::00FF:128.112.92.116

〔回答〕

- (a) 正确；
- (b) 错误，没有::: 这种缩写形式；
- (c) 错误，:: 这种缩写形式只可用于一个地址中连续多个 0 的集合；
- (d) 正确；
- (e) 正确。

### 4.2.3 路由算法对比

〔题目〕

绘制一个表格比较三种路由算法距离向量路由、链路状态路由、路径向量路由的区别。

〔解答〕

表 4.12: 不同路由算法的对比

路由算法	拓扑数据结构	拓扑信息收集	路由计算	拓扑信息更新
距离向量路由	构造描述到其他节点的距离向量	在邻居节点间交换距离向量	Bellman-Ford	周期性交换
链路状态路由	构造描述到相邻节点的链路状态信息	链路状态信息向所有节点进行可靠洪泛	Dijkstra	周期性检测拓扑变化，必要时洪泛
路径向量路由	构造描述到其他节点的路径向量	与临近网络交换路径向量	路径计算	周期性通报路径变化，必要时增量更新路径向量

4.2.4 路由报文封装

〔题目〕

RIP、OSPF、BGP 三种路由协议的报文都是直接封装在 IP 报文中么？这样设计有什么考虑？

〔解答〕

RIP 是基于距离向量的分布式路由协议，其拓扑信息采集过程依赖于相邻节点定期的距离向量交换。为了提升信息交换的效率、降低不必要的时延开销，RIP 采用 UDP 报文向邻居节点发送路由信息。虽然 UDP 不能保证传输的可靠性，但是 RIP 周期性触发信息交换的特性，使得单次传输的可靠性对其影响不大。

OSPF 是基于链路状态的分布式路由协议，其拓扑信息的分发需要在自治系统内进行洪泛。直接采用 IP 报文，可以降低洪泛时路由器处理的开销。虽然 IP 不提供传输的可靠性保证，但是 OSPF 协议设计了一些机制实现周期性的邻域拓扑检测，支持链路状态报文的接收确认。

BGP 做为自治系统间的路由协议，需要携带大量的路由信息，并且对信息的及时性要求较高。BGP 采用 TCP 协议保持较长的会话连接，持续进行较大数据的交换，并且能够保证数据传输的可靠性。

## 参考文献

- [1] Larry L. Peterson, Bruce S. Davie [著], 王勇, 张龙飞等 [译] 计算机网络: 系统方法 (第五版). Morgan Kaufmann, 机械工业出版社, 2015.
- [2] 吴功宜. 计算机网络 (第三版). 清华大学出版社, 2011.
- [3] 谢希仁. 计算机网络 (第六版). 电子工业出版社, 2014.