

计算机网络编程

第5章 IP地址的合法性判断

信息工程学院 方徽星
fanghuixing@hotmail.com

大纲

- 设计目的
- 相关知识
- 例题分析

1. 设计目的

- IP地址是TCP/IP协议在网络层使用的地址
- IP地址唯一地标识一台接入Internet的主机
- 根据IP地址的基本结构，通过分析IP地址来了解地址格式与类型，深入理解网络层协议的工作过程

OSI参考模型



IP地址

2. 相关知识—IP地址的基本概念

OSI参考模型

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

IPv4地址的结构



地址	抽象级别	层次	可变性
IP地址	逻辑地址	网络层	可变
MAC地址	物理地址	数据链路层	固定不变

2. 相关知识—IP地址的基本概念

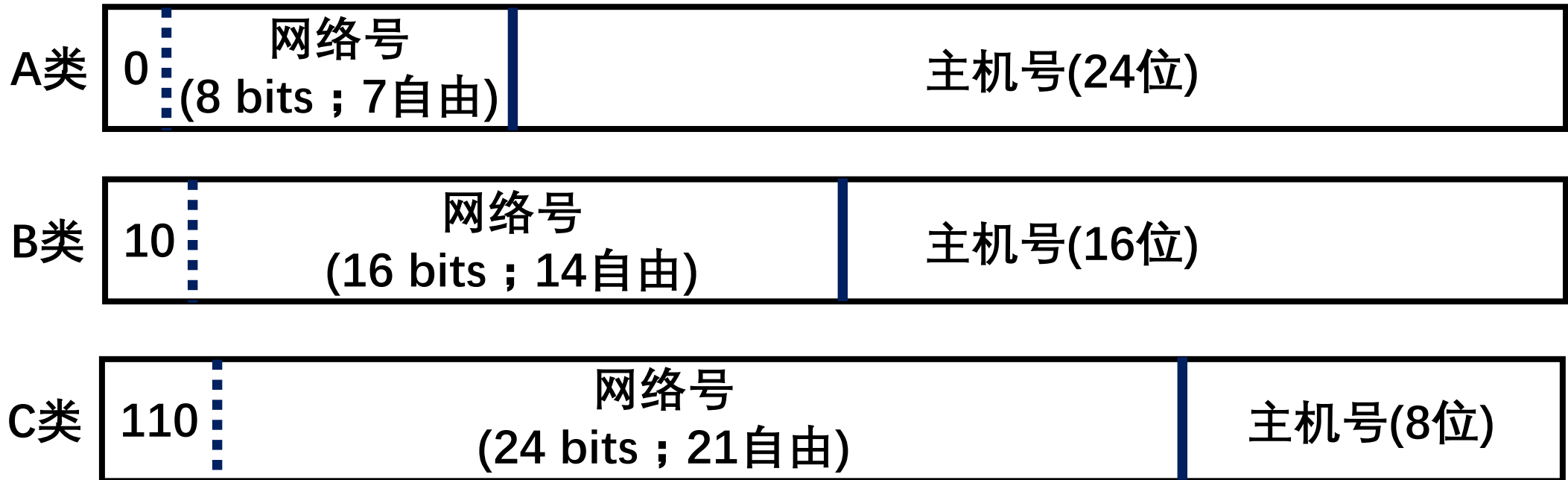
IP地址的点分十进制表示: X.X.X.X, 每个X是占8个二进制位, 00000000表示0, 11111111表示255, $X \in [0, 255]$

IPv4 地址示例

Dotted-Quad Representation	Binary Representation
0.0.0.0	00000000 00000000 00000000 00000000
1.2.3.4	00000001 00000010 00000011 00000100
10.0.0.255	00001010 00000000 00000000 11111111
165.195.130.107	10100101 11000011 10000010 01101011
255.255.255.255	11111111 11111111 11111111 11111111

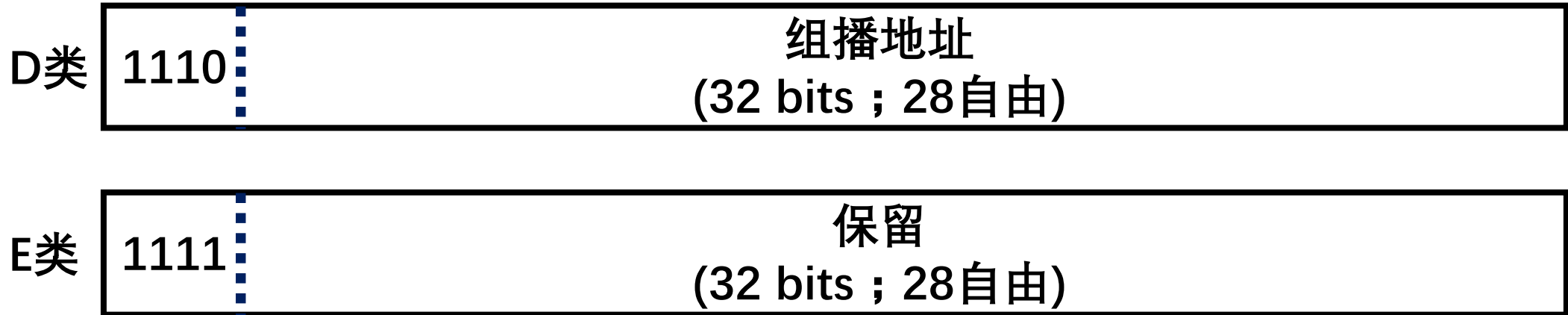
2. 相关知识—IP地址的分类方法

- IPv4地址的最初分类方法



2. 相关知识—IP地址的分类方法

- IPv4地址的最初分类方法



参考：

- <https://tools.ietf.org/html/rfc1112>
- <https://tools.ietf.org/html/rfc1365>
- <http://www.kohala.com/start/typos.tcpipiv1.txt>

2. 相关知识—IP地址的分类方法

- IPv4地址的最初分类方法

IPv4 地址空间划分

Class	Address Range	High-Order Bits	Use	Fraction of Total	Number of Nets	Number of Hosts
A	0.0.0.0–127.255.255.255	0	Unicast/special	1/2	128	16,777,216
B	128.0.0.0–191.255.255.255	10	Unicast/special	1/4	16,384	65,536
C	192.0.0.0–223.255.255.255	110	Unicast/special	1/8	2,097,152	256
D	224.0.0.0–239.255.255.255	1110	Multicast	1/16	N/A	N/A
E	240.0.0.0–255.255.255.255	1111	Reserved	1/16	N/A	N/A

容易产生地址浪费和分配不均的问题

(注：每类网络的首尾地址一般不可用)

2. 相关知识—其他IP地址类型

特殊IP地址

- 直接广播地址



1. 将IP包以广播形式发送给特定网络中的所有主机
2. 直接广播地址只能作为IP包中的目的地址
3. 参考：RFC0919、RFC1812、RFC2644
4. 路由器可能直接忽略

2. 相关知识—其他IP地址类型

特殊IP地址

- 受限广播地址(255.255.255.255)



1. 将IP包以广播形式发送给本地网络中的所有主机
2. 不会被路由器转发

2. 相关知识—其他IP地址类型

特殊IP地址

- “本网络中的特定主机”地址



参考 : <https://tools.ietf.org/html/rfc1122>

2. 相关知识—其他IP地址类型

特殊IP地址

Walter Goralski.
*The Illustrated
Network, Second
Edition: How TCP/IP
Works in a Modern
Network.* Morgan
Kaufmann, 2017

Special Address	NetID	HostID	Example	Use
Network itself	Non-0	All zeros (0 s)	192.168.14.0	Used by routers: on a host, means “some host,” but it is not used.
Directed broadcast	Non-0	All ones (1 s)	192.168.14.255	Destination only: used by routers to send to all host on this network.
Limited broadcast	All 1 s	All 1 s	225.255.255.255	Destination only: direct broadcast when NetID is not known.
This host on this network	All 0 s	All 0 s	0.0.0.0	Source only: used when host does not know its IPv4 address.
Specific host on this network	All 0 s	Non-0	0.0.0.46	Destination only: defined, but not used
Loopback	127	Any	127.0.0.0	Destination only: packet is not sent out onto network.

2. 相关知识—其他IP地址类型

专用（私有）IP地址

- <https://tools.ietf.org/html/rfc1918>
 - 10.0.0.0 ~ 10.255.255.255 (10.0.0.0/8, or 10/8 prefix)
 - 172.16.0.0 ~ 172.31.255.255 (172.16.0.0/12, or 172.16/12 prefix)
 - 192.168.0.0 ~ 192.168.255.255 (192.168.0.0/16, or 192.168/16 prefix)
- ✓ 路由器认为这些地址是内部网络使用的IP地址，不会向Internet转发该IP包；
- ✓ 如果出于安全等原因，组建专用的内部网络，不准备连接到Internet；
- ✓ 或转发IP包到外部时希望使用网络地址转换(NAT)，则可以使用专用IP地址

2. 相关知识—IP地址技术的发展

• 子网地址划分(RFC940)

- IP地址的有效利用率问题， A、B类网络号数量少， 容易耗尽地址
- 考虑路由器的工作效率
- 借用主机号的一部分作为子网号， 划分出更多的子网IP地址， 而对外部路由器的寻址没有影响



2. 相关知识—IP地址技术的发展

- **子网地址划分(RFC940)**

- 为了从划分子网的IP地址中提取子网号，提出子网掩码的概念

子网掩码的表示方法：网络号与子网号置1，主机号置0

未划分子网

IP地址：142.16.2.21 10001110 00010000 00000010 00010101

掩码：255.255.0.0 11111111 11111111 00000000 00000000

IP地址：142.16.0.0 10001110 00010000 00000000 00000000

网络号：142.16；无子网

2. 相关知识—IP地址技术的发展

- **子网地址划分(RFC940)**

- 为了从划分子网的IP地址中提取子网号，提出子网掩码的概念

子网掩码的表示方法：网络号与子网号置1，主机号置0

划分子网

IP地址：142.16.2.21 10001110 00010000 00000010 00010101

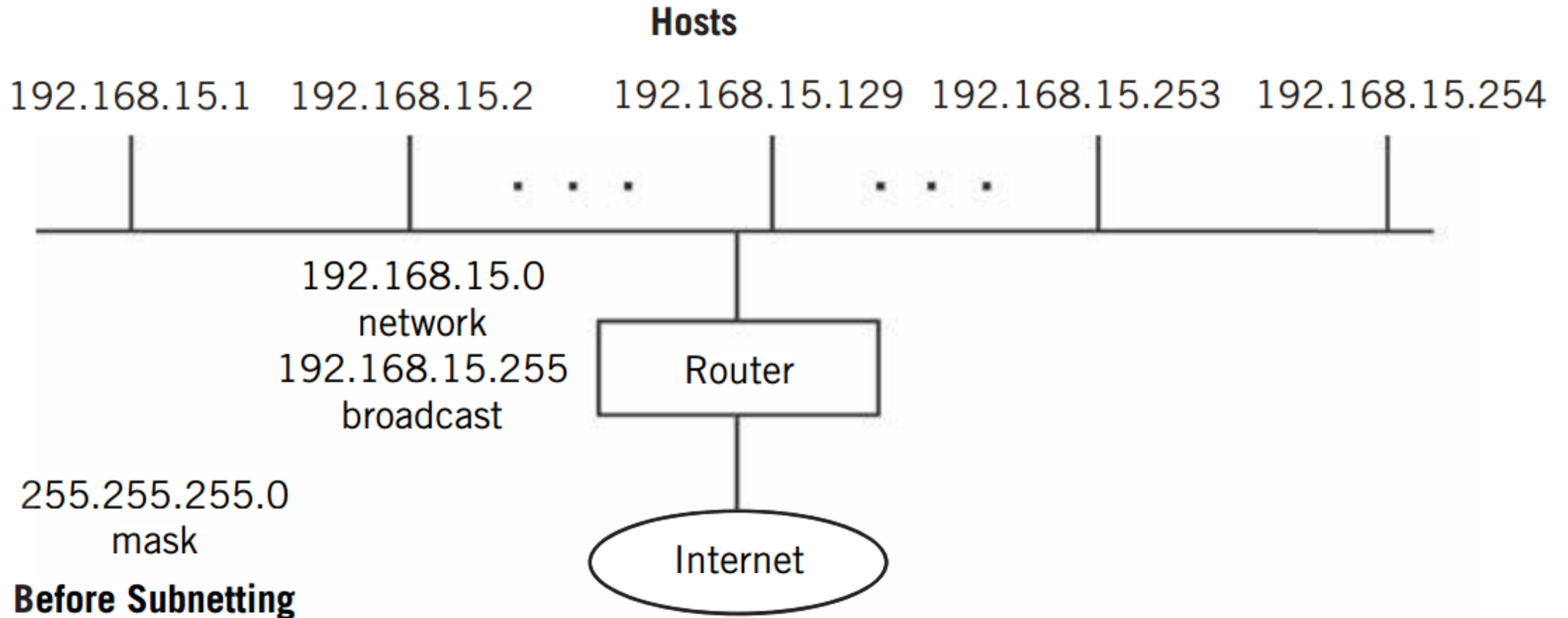
掩码：255.255.255.0 11111111 11111111 11111111 00000000

IP地址：142.16.2.0 10001110 00010000 00000010 00000000

网络号：142.16；子网号：2

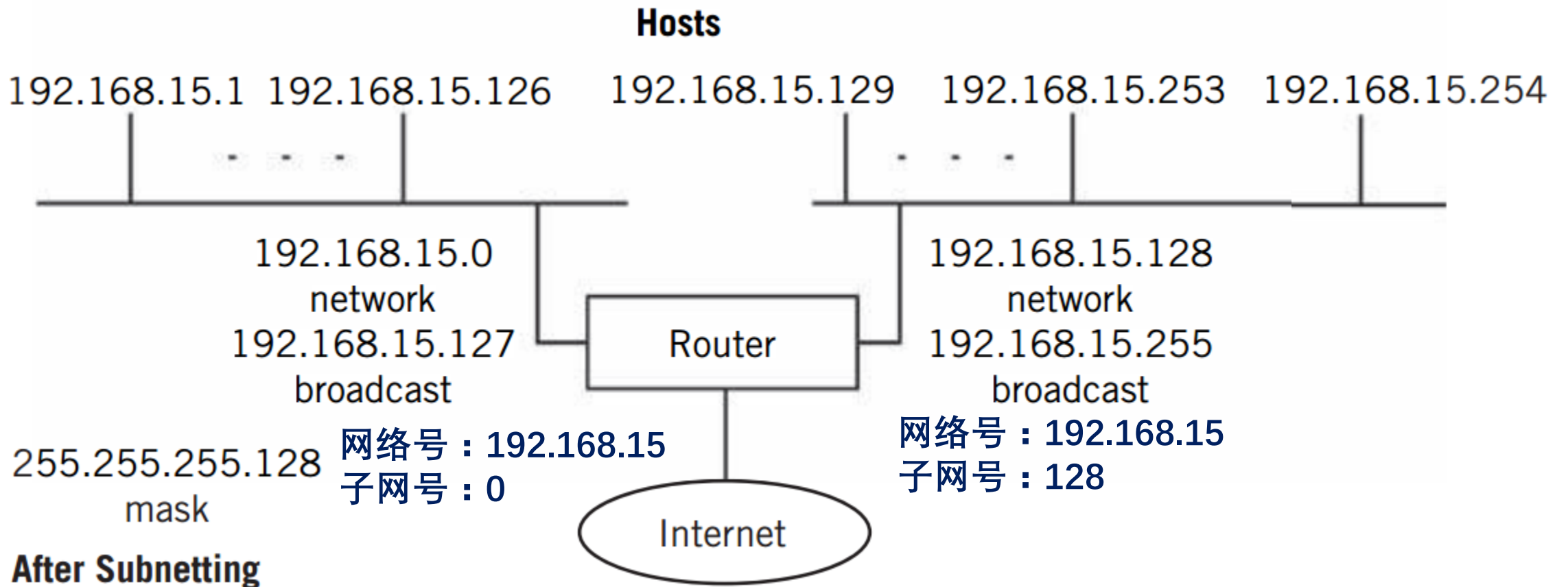
2. 相关知识—IP地址技术的发展

- 子网地址划分(RFC940)



2. 相关知识—IP地址技术的发展

- 子网地址划分(RFC940)



2. 相关知识—IP地址技术的发展

- **无类别域间路由**

- 斜线记法：<IP地址>/<网络前缀>
- 200.16.23.1/20，前20位是网络前缀，后12位是主机号
- 主机号全0或全1的地址不分配给主机

2. 相关知识—IP地址技术的发展

- **网络地址转换**

- 主要用于动态IP地址分配：ISP(互联网服务提供商)、ADSL、有线电视与无线移动接入
- 维护内部IP地址与外部IP地址在转换过程中的对应关系
 - NAT：只完成专用IP地址与全局IP地址的转换
 - NAT：还转换TCP或UDP的端口号

3. 例题分析—设计要求

- 根据IPv4协议规定的IP地址的标准格式，编写程序对输入的IP地址进行分析，判断IP地址的合法性与地址类型
- 整个过程**不借助**任何inet函数
 - inet_addr：将字符串形式的IP地址转换成32位整数型数据
 - inet_ntoa：将网络字节序整数型IP地址转换成字符串形式
- 只需判断A类、B类和C类地址

3. 例题分析—设计要求

- 具体要求

- 程序为命令行程序。例如，可执行文件名为IpAddress.exe，则程序的命令行格式为：

IpAddress ip_address

其中， ip_address为输入的IP地址

- 将IP地址的类型显示在控制台上，具体格式为：

X.X.X.X的类型为：X类地址

3. 例题分析—设计要求

- 具体要求

- 有良好的编程规范与注释。编程所使用的操作系统、语言和编译环境不限，但是在提交的说明文档中需要加以注明
- 撰写说明文档，包括程序的开发思路、工作流程、关键问题、解决思路以及进一步的改进等内容

3. 例题分析—关键问题

- 判断IP地址的合法性
 - 需要自行编写函数执行判断过程,而不能使用inet系列函数
 - 伪代码：课本P52~P53

错误类型	错误例子
总长度超过15位	123.234.123.2345
含非法字符	123\$234.123.234
分隔符个数不等于3	123.12.123
分隔符连续出现	123.12..123
以分隔符结尾	123.12.123.
第一个数字是0	0.234.123.234
任一数字超过4位	1.234.123.2346
任一数字大于255	1.234.123.256

3. 例题分析—关键问题

- 判断IP地址的类型
 - 在IP地址合法性检查之后

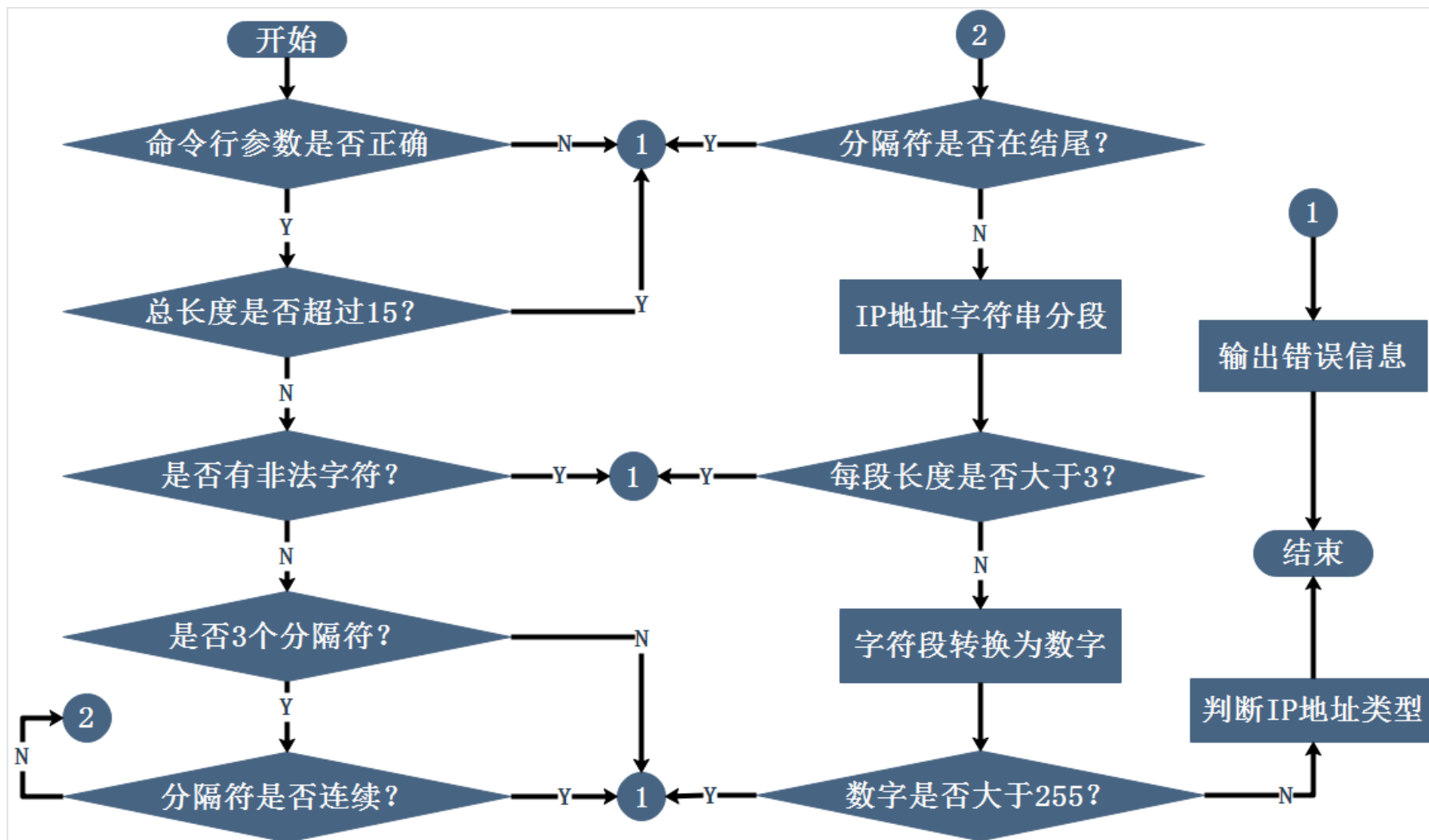
规则：

- A类地址：1.0.0.0 ~ 127.255.255.255**
- B类地址：128.0.0.0 ~ 191.255.255.255**
- C类地址：192.0.0.0 ~ 223.255.255.255**

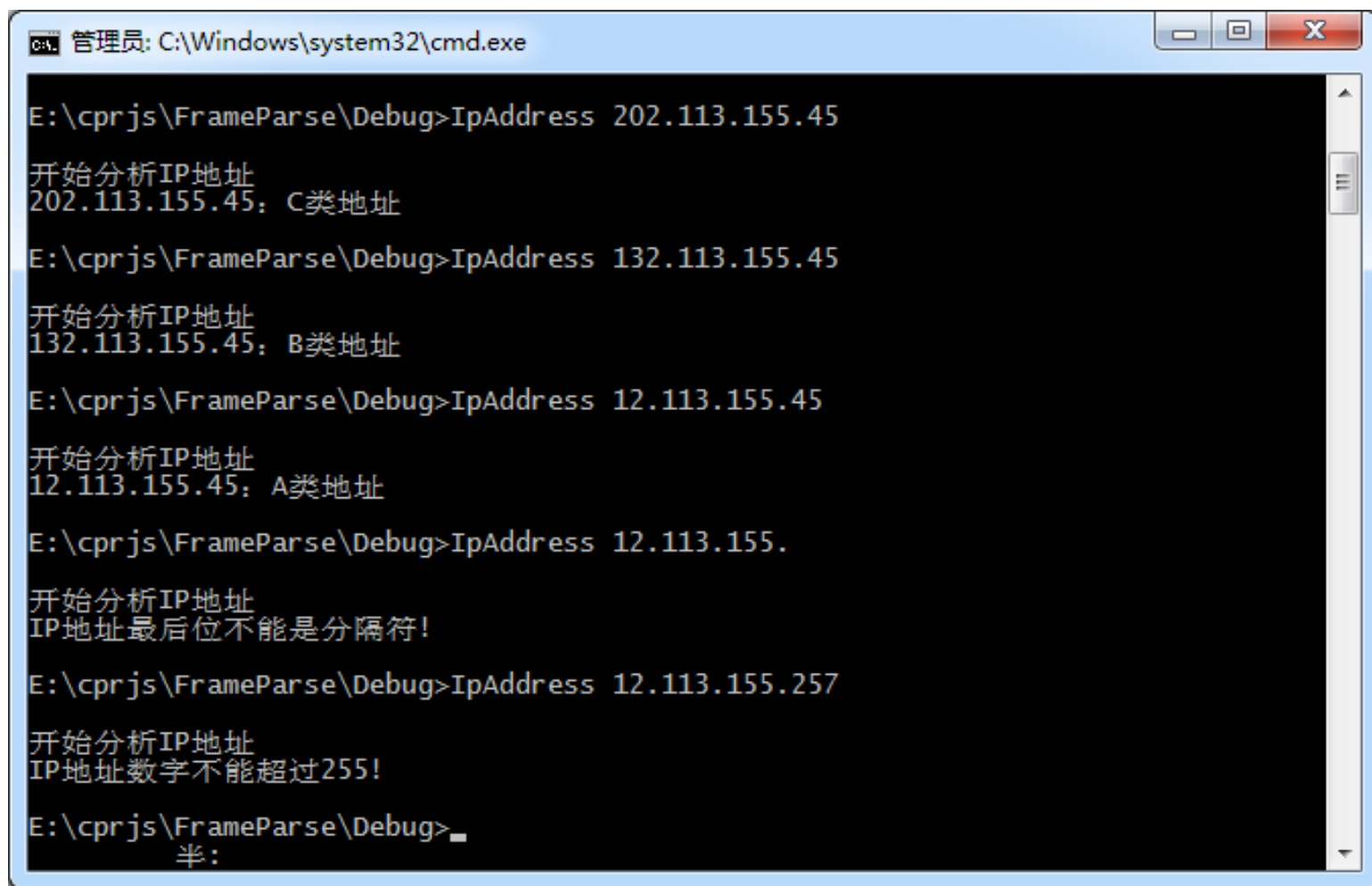
不在上述范围，则判定为其他类型

3. 例题分析—关键问题

- 程序流程图



程序演示



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

E:\cprjs\FrameParse\Debug>IpAddress 202.113.155.45
开始分析IP地址
202.113.155.45: C类地址

E:\cprjs\FrameParse\Debug>IpAddress 132.113.155.45
开始分析IP地址
132.113.155.45: B类地址

E:\cprjs\FrameParse\Debug>IpAddress 12.113.155.45
开始分析IP地址
12.113.155.45: A类地址

E:\cprjs\FrameParse\Debug>IpAddress 12.113.155.
开始分析IP地址
IP地址最后位不能是分隔符!

E:\cprjs\FrameParse\Debug>IpAddress 12.113.155.257
开始分析IP地址
IP地址数字不能超过255!

E:\cprjs\FrameParse\Debug>
```

练习

- 课本-第59页

本章小结

- 设计目的
 - 分析IP地址来了解地址格式与类型， 深入理解网络层协议的工作过程
- 相关知识
 - IP地址结构、分类、特殊IP地址、专用IP地址
- 例题分析
 - 判断IP地址的合法性， 类型