第3讲 | ifconfig：最熟悉又陌生的命令行

笔记本：	P.趣谈网络协议		
创建时间：	2018/5/23 9:14	**更新时间：**	2018/5/23 9:15
作者：	**hongfenghuoju**		

第3讲 | ifconfig：最熟悉又陌生的命令行

2018-05-23 刘超

上一节结尾给你留的一个思考题是，你知道怎么查看 IP 地址吗？

当面试听到这个问题的时候，面试者常常会觉得走错了房间。我面试的是技术岗位啊，怎么问这么简单的问题？

的确，即便没有专业学过计算机的人，只要倒腾过电脑，重装过系统，大多也会知道这个问题的答案：在 Windows 上是 ipconfig，在 Linux 上是 ifconfig。

那你知道在 Linux 上还有什么其他命令可以查看 IP 地址吗？答案是 ip addr。如果回答不上来这个问题，那你可能没怎么用过 Linux。

那你知道 ifconfig 和 ip addr 的区别吗？这是一个有关 net-tools 和 iproute2 的“历史”故事，你刚来到第三节，暂时不用了解这么细，但这也是一个常考的知识点。

想象一下，你登录进入一个被裁剪过的非常小的 Linux 系统中，发现既没有 ifconfig 命令，也没有 ip addr 命令，你是不是感觉这个系统压根儿没法用？这个时候，你可以自行安装 net-tools 和 iproute2 这两个工具。当然，大多数时候这两个命令是系统自带的。

安装好后，我们来运行一下 ip addr。不出意外，应该会输出下面的内容。

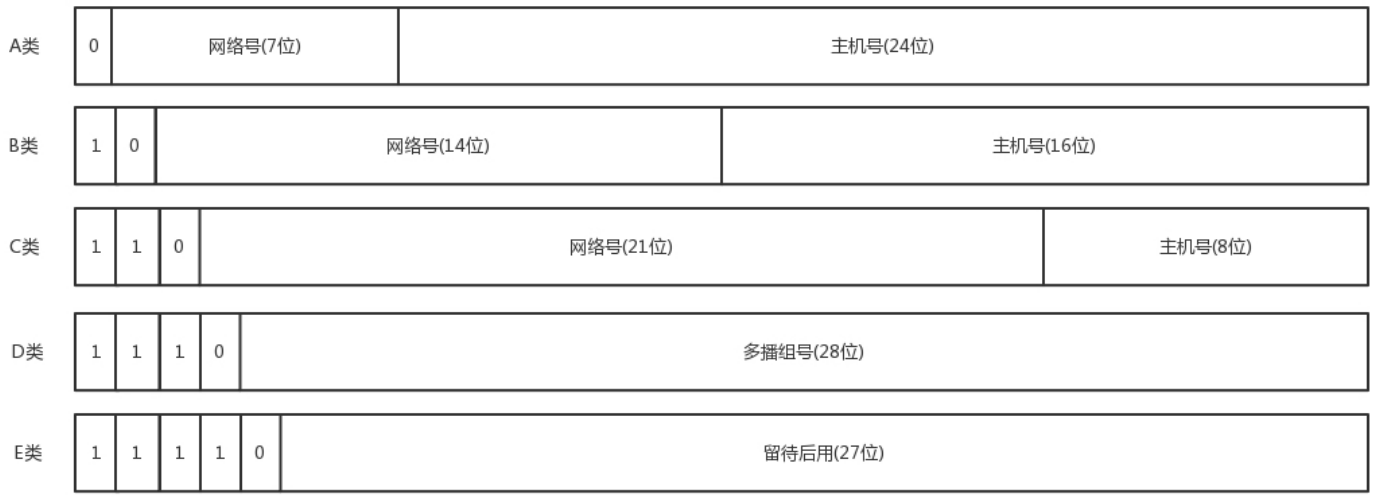
```
root@test:~# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether fa:16:3e:c7:79:75 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.100.122.2/24 brd 10.100.122.255 scope global eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::f816:3eff:fec7:7975/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

这个命令显示了这台机器上所有的网卡。大部分的网卡都会有一个 IP 地址，当然，这不是必须的。在后面的分享中，我们会遇到没有 IP 地址的情况。

IP 地址是一个网卡在网络世界的通讯地址，相当于我们现实世界的门牌号码。既然是门牌号码，不能大家都一样，不然就会起冲突。比方说，假如大家都叫六单元 1001 号，那快递就找不到地方了。所以，有时候咱们的电脑弹出网络地址冲突，出现上不去网的情况，多半是 IP 地址冲突了。

如上输出的结果，10.100.122.2 就是一个 IP 地址。这个地址被点分隔为四个部分，每个部分 8 个 bit，所以 IP 地址总共是 32 位。这样产生的 IP 地址的数量很快就不够用了。因为当时设计 IP 地址的时候，哪知道今天会有这么多的计算机啊！因为不够用，于是就有了 IPv6，也就是上面输出结果里面 inet6 fe80::f816:3eff:fec7:7975/64。这个有 128 位，现在看来是够了，但是未来的事情谁知道呢？

本来 32 位的 IP 地址就不够，还被分成了 5 类。现在想想，当时分配地址的时候，真是太奢侈了。



在网络地址中，至少在当时设计的时候，对于 A、B、 C 类主要分两部分，前面一部分是网络号，后面一部分是主机号。这很好理解，大家都是六单元 1001 号，我是小区 A 的六单元 1001 号，而你是小区 B 的六单元 1001 号。

下面这个表格，详细地展示了 A、B、C 三类地址所能包含的主机的数量。在后文中，我也会多次借助这个表格来讲解。

类别	IP地址范围	最大主机数	私有IP地址范围
A	0.0.0.0-127.255.255.255	16777214	10.0.0.0-10.255.255.255
B	128.0.0.0-191.255.255.255	65534	172.16.0.0-172.31.255.255
C	192.0.0.0-223.255.255.255	254	192.168.0.0-192.168.255.255

这里面有个尴尬的事情，就是 C 类地址能包含的最大主机数量实在太少了，只有 254 个。当时设计的时候恐怕没想到，现在估计一个网吧都不够用吧。而 B 类地址能包含的最大主机数量又太多了。6 万多台机器放在一个网络下面，一般的企业基本达不到这个规模，闲着的地址就是浪费。

无类型域间选路（CIDR）

于是有了一个折中的方式叫作无类型域间选路，简称CIDR。这种方式打破了原来设计的几类地址的做法，将 32 位的 IP 地址一分为二，前面是网络号，后面是主机号。从哪里分呢？你如果注意观察的话可以看到，10.100.122.2/24，这个 IP 地址中有一个斜杠，斜杠后面有个数字 24。这种地址表示形式，就是 CIDR。后面 24 的意思是，32 位中，前 24 位是网络号，后 8 位是主机号。

伴随着 CIDR 存在的，一个是广播地址，10.100.122.255。如果发送这个地址，所有 10.100.122 网络里面的机器都可以收到。另一个是子网掩码，255.255.255.0。

将子网掩码和 IP 地址进行 AND 计算。前面三个 255，转成二进制都是 1。1 和任何数值取 AND，都是原来数值，因而前三个数不变，为 10.100.122。后面一个 0，转换成二进制是 0，0 和任何数值取 AND，都是 0，因而最后一个数变为 0，合起来就是 10.100.122.0。这就是网络号。将子网掩码和 IP 地址按位计算 AND，就可得到网络号。

公有 IP 地址和私有 IP 地址

在日常的工作中，几乎不用划分 A 类、B 类或者 C 类，所以时间长了，很多人就忘记了这个分类，而只记得 CIDR。但是有一点还是要注意的，就是公有 IP 地址和私有 IP 地址。

类别	IP地址范围	最大主机数	私有IP地址范围
A	0.0.0.0-127.255.255.255	16777214	10.0.0.0-10.255.255.255
B	128.0.0.0-191.255.255.255	65534	172.16.0.0-172.31.255.255
C	192.0.0.0-223.255.255.255	254	192.168.0.0-192.168.255.255

我们继续看上面的表格。表格最右列是私有 IP 地址段。平时我们看到的数据中心里，办公室、家里或学校的 IP 地址，一般都是私有 IP 地址段。因为这些地址允许组织内部的 IT 人员自己管理、自己分配，而且可以重复。因此，你学校的某个私有 IP 地址段和我学校的可以是一样的。

这就像每个小区有自己的楼编号和门牌号，你们小区可以叫 6 栋，我们小区也叫 6 栋，没有任何问题。但是一旦出了小区，就需要使用公有 IP 地址。就像人民路 888 号，是国家统一分配的，不能两个小区都叫人民路 888 号。

公有 IP 地址有个组织统一分配，你需要去买。如果你搭建一个网站，给你学校的人使用，让你们学校的 IT 人员给你一个 IP 地址就行。但是假如你要做一个类似网易 163 这样的网站，就需要有公有 IP 地址，这样全世界的人才能访问。

表格中的 192.168.0.x 是最常用的私有 IP 地址。你家里有 Wi-Fi，对应就会有一个 IP 地址。一般你家里地上网设备不会超过 256 个，所以 /24 基本就够了。有时候我们也能见到 /16 的 CIDR，这两种是最常见的，也是最容易理解的。

不需要将十进制转换为二进制 32 位，就能明显看出 192.168.0 是网络号，后面是主机号。而整个网络里面的第一个地址 192.168.0.1，往往就是你这个私有网络的出口地址。例如，你家里的电脑连接 Wi-Fi，Wi-Fi 路由器的地址就是 192.168.0.1，而 192.168.0.255 就是广播地址。一旦发送这个地址，整个 192.168.0 网络里面的所有机器都能收到。

但是也不总都是这样的情况。因此，其他情况往往就会很难理解，还容易出错。

举例：一个容易“犯错”的 CIDR

我们来看 16.158.165.91/22 这个 CIDR。求一下这个网络的第一个地址、子网掩码和广播地址。

你要是上来就写 16.158.165.1，那就大错特错了。

/22 不是 8 的整数倍，不好办，只能先变成二进制来看。16.158 的部分不会动，它占了前 16 位。中间的 165，变为二进制为10100101。除了前面的 16 位，还剩 6 位。所以，这 8 位中前 6 位是网络号，16.158.<101001>，而<01>.91 是机器号。

第一个地址是 16.158.<101001><00>.1，即 16.158.164.1。子网掩码是 255.255.<111111><00>.0，即 255.255.252.0。广播地址为 16.158.<101001><11>.255，即 16.158.167.255。

这五类地址中，还有一类 D 类是组播地址。使用这一类地址，属于某个组的机器都能收到。这有点类似在公司里面大家都加入了一个邮件组。发送邮件，加入这个组的都能收到。组播地址在后面讲述 VXLAN 协议的时候会提到。

讲了这么多，才讲了上面的输出结果中很小的一部分，是不是觉得原来并没有真的理解 ip addr 呢？我们接着来分析。

在 IP 地址的后面有个 scope，对于 eth0 这张网卡来讲，是 global，说明这张网卡是可以对外的，可以接收来自各个地方的包。对于 lo 来讲，是 host，说明这张网卡仅仅可以供本机相互通信。

lo 全称是loopback，又称环回接口，往往会被分配到 127.0.0.1 这个地址。这个地址用于本机通信，经过内核处理后直接返回，不会在任何网络中出现。

MAC 地址

在 IP 地址的上一行是 link/ether fa:16:3e:c7:79:75 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff，这个被称为MAC 地址，是一个网卡的物理地址，用十六进制，6 个 byte 表示。

MAC 地址是一个很容易让人“误解”的地址。因为 MAC 地址号称全局唯一，不会有两个网卡有相同的 MAC 地址，而且网卡自生产出来，就带着这个地址。很多人看到这里就会想，既然这样，整个互联网的通信，全部用 MAC 地址好了，只要知道了对方的 MAC 地址，就可以把信息传过去。

这样当然是不行的。一个网络包要从一个地方传到另一个地方，除了要有确定的地址，还需要有定位功能。而有门牌号码属性的 IP 地址，才是有远程定位功能的。

例如，你去杭州市网商路 599 号 B 楼 6 层找刘超，你在路上问路，可能被问的人不知道 B 楼是哪个，但是可以给你指网商路怎么去。但是如果你问一个人，你知道这个身份证号的人在哪里吗？可想而知，没有人知道。

MAC 地址更像是身份证，是一个唯一的标识。它的唯一性设计是为了组网的时候，不同的网卡放在一个网络里面的时候，可以不用担心冲突。从硬件角度，保证不同的网卡有不同的标识。

MAC 地址是有一定定位功能的，只不过范围非常有限。你可以根据 IP 地址，找到杭州市网商路 599 号 B 楼 6 层，但是依然找不到我，你就可以靠吼了，大声喊身份证 XXXX 的是哪位？我听到了，我就会站起来说，是我啊。但是如果你在上海，到处喊身份证 XXXX 的是哪位，我不在现场，当然不会回答，因为我在杭州不在上海。

所以，MAC 地址的通信范围比较小，局限在一个子网里面。例如，从 192.168.0.2/24 访问 192.168.0.3/24 是可以用 MAC 地址的。一旦跨子网，即从 192.168.0.2/24 到 192.168.1.2/24，MAC 地址就不行了，需要 IP 地址起作用了。

网络设备的状态标识

解析完了 MAC 地址，我们再来看 < BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP > 是干什么的？这个叫作net_device flags，网络设备的状态标识。

UP 表示网卡处于启动的状态；BROADCAST 表示这个网卡有广播地址，可以发送广播包；MULTICAST 表示网卡可以发送多播包；LOWER_UP 表示 L1 是启动的，也即网线插着呢。MTU1500 是指什么意思呢？是哪一层的概念呢？最大传输单元 MTU 为 1500，这是以太网的默认值。

上一节，我们讲过网络包是层层封装的。MTU 是二层 MAC 层的概念。MAC 层有 MAC 的头，以太网规定连 MAC 头带正文合起来，不允许超过 1500 个字节。正文里面有 IP 的头、TCP 的头、HTTP 的头。如果放不下，就需要分片来传输。

qdisc pfifo_fast 是什么意思呢？qdisc 全称是queueing discipline，中文叫排队规则。内核如果需要通过某个网络接口发送数据包，它都需要按照为这个接口配置的 qdisc（排队规则）把数据包加入队列。

最简单的 qdisc 是 pfifo，它不对进入的数据包做任何的处理，数据包采用先入先出的方式通过队列。pfifo_fast 稍微复杂一些，它的队列包括三个波段（band）。在每个波段里面，使用先进先出规则。

三个波段（band）的优先级也不相同。band 0 的优先级最高，band 2 的最低。如果 band 0 里面有数据包，系统就不会处理 band 1 里面的数据包，band 1 和 band 2 之间也是一样。

数据包是按照服务类型（Type of Service，TOS）被分配多三个波段（band）里面的。TOS 是 IP 头里面的一个字段，代表了当前的包是高优先级的，还是低优先级的。

队列是个好东西，后面我们讲云计算中的网络的时候，会有很多用户共享一个网络出口的情况，这个时候如何排队，每个队列有多粗，队列处理速度应该怎么提升，我都会详细为你讲解。

小结

怎么样，看起来很简单的一个命令，里面学问很大吧？通过这一节，希望你能记住以下的知识点，后面都能用得上：

- IP 是地址，有定位功能；MAC 是身份证，无定位功能；

- CIDR 可以用来判断是不是本地人；
- IP 分公有的 IP 和私有的 IP。后面的章节中我会谈到“出国门”，就与这个有关。

最后，给你留两个思考题。

1. 你知道 net-tools 和 iproute2 的“历史”故事吗?
2. 这一节讲的是如何查看 IP 地址，那你知道 IP 地址是怎么来的吗?