

第2讲 | 网络分层的真实含义是什么？

2018-05-21 刘超



第2讲 | 网络分层的真实含义是什么？

朗读人：刘超 11'10" | 5.13M

长时间从事计算机网络相关的工作，我发现，计算机网络有一个显著的特点，就是这是一个不仅需要背诵，而且特别需要将原理烂熟于胸的学科。很多问题看起来懂了，但是就怕往细里问，一问就发现你懂得没有那么透彻。

我们上一节列了之后要讲的网络协议。这些协议本来没什么稀奇，每一本教科书都会讲，并且都要求你背下来。因为考试会考，面试会问。可以这么说，毕业了去找工作还答不出这类题目的，那你的笔试基本上也就挂了。

当你听到什么二层设备、三层设备、四层 LB 和七层 LB 中层的时候，是否有点一头雾水，不知道这些所谓的层，对应的各种协议具体要做什么“工作”？

这四个问题你真的懂了吗？

因为教科书或者老师往往会打一个十分不恰当的比喻：为什么网络要分层呀？因为不同的层次之间有不同的沟通方式，这个叫作协议。例如，一家公司也是分“层次”的，分总经理、经理、组

长、员工。总经理之间有他们的沟通方式，经理和经理之间也有沟通方式，同理组长和员工。有没有听过类似的比喻？

那么第一个问题来了。请问经理在握手的时候，员工在干什么？很多人听过 TCP 建立连接的三次握手协议，也会把它当知识点背诵。同理问你，TCP 在进行三次握手的时候，IP 层和 MAC 层对应都有什么操作呢？

除了上面这个不恰当的比喻，教科书还会列出每个层次所包含的协议，然后开始逐层地去讲这些协议。但是这些协议之间的关系呢？却很少有教科书会讲。

学习第三层的时候会提到，IP 协议里面包含目标地址和源地址。第三层里往往还会学习路由协议。路由就像中转站，我们从原始地址 A 到目标地址 D，中间经过两个中转站 A->B->C->D，是通过路由转发的。

那么第二个问题来了。A 知道自己的下一个中转站是 B，那从 A 发出来的包，应该把 B 的 IP 地址放在哪里呢？B 知道自己的下一个中转站是 C，从 B 发出来的包，应该把 C 的 IP 地址放在哪里呢？如果放在 IP 协议中的目标地址，那包到了中转站，怎么知道最终的目的地址是 D 呢？

教科书不会通过场景化的例子，将网络包的生命周期讲出来，所以你就会很困惑，不知道这些协议实际的应用场景是什么。

我再问你一个问题。你一定经常听说二层设备、三层设备。二层设备处理的通常是 MAC 层的东西。那我发送一个 HTTP 的包，是在第七层工作的，那是不是不需要经过二层设备？或者即便经过了，二层设备也不处理呢？或者换一种问法，二层设备处理的包里，有没有 HTTP 层的内容呢？

最终，我想问你一个综合的问题。从你的电脑，通过 SSH 登录到公有云主机里面，都需要经历哪些过程？或者说你打开一个电商网站，都需要经历哪些过程？说得越详细越好。

实际情况可能是，很多人会答不上来。尽管对每一层都很熟悉，但是知识点却串不起来。

上面的这些问题，有的在这一节就会有一个解释，有的则会贯穿我们整个课程。好在后面一节中我会举一个贯穿的例子，将很多层的细节讲过后，你很容易就能把这些知识点串起来。

网络为什么要分层？

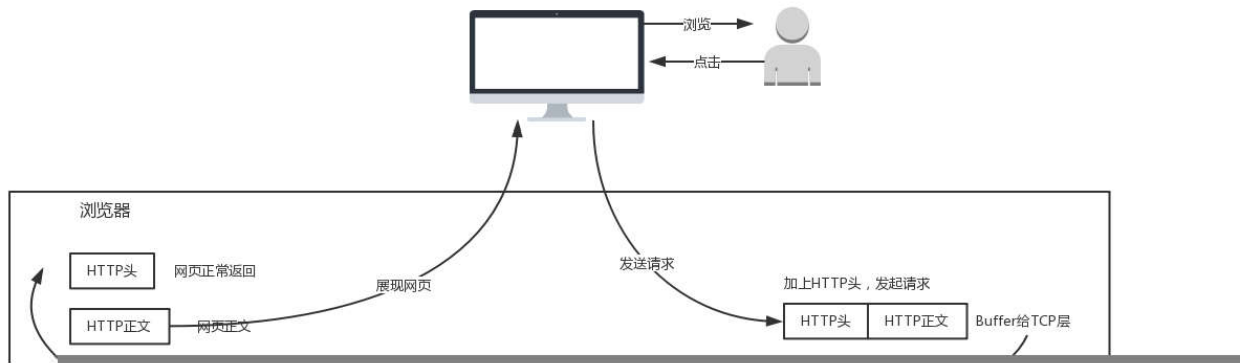
这里我们先探讨第一个问题，网络为什么要分层？因为，是个复杂的程序都要分层。

理解计算机网络中的概念，一个很好的角度是，想象网络包就是一段 Buffer，或者一块内存，是有格式的。同时，想象自己是一个处理网络包的程序，而且这个程序可以跑在电脑上，可以跑在服务器上，可以跑在交换机上，也可以跑在路由器上。你想象自己有很多的网口，从某个口拿进一个网络包来，用自己的程序处理一下，再从另一个网口发送出去。

当然网络包的格式很复杂，这个程序也很复杂。复杂的程序都要分层，这是程序设计的要求。比如，复杂的电商还会分数据库层、缓存层、Compose 层、Controller 层和接入层，每一层专注做本层的事情。

程序是如何工作的？

我们可以简单地想象“你”这个程序的工作过程。



当一个网络包从一个网口经过的时候，你看到了，首先先看看要不要请进来，处理一把。有的网口配置了混杂模式，凡是经过的，全部拿进来。

拿进来以后，就要交给一段程序来处理。于是，你调用`process_layer2(buffer)`。当然，这是一个假的函数。但是你明白其中的意思，知道肯定是有这么个函数的。那这个函数是干什么的呢？从 Buffer 中，摘掉二层的头，看一看，应该根据头里面的内容做什么操作。

假设你发现这个包的 MAC 地址和你的相符，那说明就是发给你的，于是需要调用 `process_layer3(buffer)`。这个时候，Buffer 里面往往就没有二层的头了，因为已经在上一个函数的处理过程中拿掉了，或者将开始的偏移量移动了一下。在这个函数里面，摘掉三层的头，看看到底是发送给自己的，还是希望自己转发出去的。

如何判断呢？如果 IP 地址不是自己的，那就应该转发出去；如果 IP 地址是自己的，那就是发给自己的。根据 IP 头里面的标示，拿掉三层的头，进行下一层的处理，到底是调用 `process_tcp(buffer)` 呢，还是调用 `process_udp(buffer)` 呢？

假设这个地址是 TCP 的，则会调用 `process_tcp(buffer)`。这时候，Buffer 里面没有三层的头，就需要查看四层的头，看这是一个发起，还是一个应答，又或者是一个正常的数据包，然后分别由不同的逻辑进行处理。如果是发起或者应答，接下来可能要发送一个回复包；如果是一个正常的数据包，就需要交给上层了。交给谁呢？是不是有 `process_http(buffer)` 函数呢？

没有的，如果你是一个网络包处理程序，你不需要有 `process_http(buffer)`，而是应该交给应用去处理。交给哪个应用呢？在四层的头里面有端口号，不同的应用监听不同的端口号。如果发现浏览器应用在监听这个端口，那你发给浏览器就行了。至于浏览器怎么处理，和你没有关系。

浏览器自然是解析 HTML，显示出页面来。电脑的主人看到页面很开心，就点了鼠标。点击鼠标的动作被浏览器捕获。浏览器知道，又要发起另一个 HTTP 请求了，于是使用端口号，将请求发给了你。

你应该调用 `send_tcp(buffer)`。不用说，Buffer 里面就是 HTTP 请求的内容。这个函数里面加一个 TCP 的头，记录下源端口号。浏览器会给你目的端口号，一般为 80 端口。

然后调用 `send_layer3(buffer)`。Buffer 里面已经有了 HTTP 的头和内容，以及 TCP 的头。在这个函数里面加一个 IP 的头，记录下源 IP 的地址和目标 IP 的地址。

然后调用 `send_layer2(buffer)`。Buffer 里面已经有了 HTTP 的头和内容、TCP 的头，以及 IP 的头。这个函数里面要加一下 MAC 的头，记录下源 MAC 地址，得到的就是本机器的 MAC 地址和目标的 MAC 地址。不过，这个还要看当前知道不知道，知道就直接加上；不知道的话，就要通过一定的协议处理过程，找到 MAC 地址。反正要填一个，不能空着。

万事俱备，只要 Buffer 里面的内容完整，就可以从网口发出去了，你作为一个程序的任务就算告一段落了。

揭秘层与层之间的关系

知道了这个过程之后，我们再来看一下原来困惑的问题。

首先是分层的比喻。所有不能表示出层层封装含义的比喻，都是不恰当的。总经理握手，不需要员工在吧，总经理之间谈什么，不需要员工参与吧，但是网络世界不是这样的。正确的应该是，

总经理之间沟通的时候，经理将总经理放在自己兜里，然后组长把经理放自己兜里，员工把组长放自己兜里，像套娃娃一样。那员工直接沟通，不带上总经理，就不恰当了。

现实生活中，往往是员工说一句，组长补充两句，然后经理补充两句，最后总经理再补充两句。但是在网络世界，应该是总经理说话，经理补充两句，组长补充两句，员工再补充两句。

那 TCP 在三次握手的时候，IP 层和 MAC 层在做什么呢？当然是 TCP 发送每一个消息，都会带着 IP 层和 MAC 层了。因为，TCP 每发送一个消息，IP 层和 MAC 层的所有机制都要运行一遍。而你只看到 TCP 三次握手了，其实，IP 层和 MAC 层为此也忙活好久了。

这里要记住一点：**只要是在网络上跑的包，都是完整的。可以有下层没上层，绝对不可能有上层没下层。**

所以，对 TCP 协议来说，三次握手也好，重试也好，只要想发出去包，就要有 IP 层和 MAC 层，不然是发不出去的。

经常有人会问这样一个问题，我都知道那台机器的 IP 地址了，直接发给他消息呗，要 MAC 地址干啥？这里的关键就是，没有 MAC 地址消息是发不出去的。

所以如果一个 HTTP 协议的包跑在网络上，它一定是完整的。无论这个包经过哪些设备，它都是完整的。

所谓的二层设备、三层设备，都是这些设备上跑的程序不同而已。一个 HTTP 协议的包经过一个二层设备，二层设备收进去的是整个网络包。这里面 HTTP、TCP、IP、MAC 都有。什么叫二层设备呀，就是只把 MAC 头摘下来，看看到底是丢弃、转发，还是自己留着。那什么叫三层设备呢？就是把 MAC 头摘下来之后，再把 IP 头摘下来，看看到底是丢弃、转发，还是自己留着。

小结

总结一下今天的内容，理解网络协议的工作模式，有两个小窍门：

- 始终想象自己是一个处理网络包的程序：如何拿到网络包，如何根据规则进行处理，如何发出去；
- 始终牢记一个原则：只要是在网络上跑的包，都是完整的。可以有下层没上层，绝对不可能有上层没下层。

最后，给你留两个思考题吧。

1. 如果你也觉得总经理和员工的比喻不恰当，你有更恰当的比喻吗？
2. 要想学习网络协议，IP 这个概念是最最基本的，那你知道如何查看 IP 地址吗？

欢迎你留言和我讨论。趣谈网络协议，我们下期见！



版权归极客邦科技所有，未经许可不得转载

精选留言



云学

73

通信协议就像没有天桥的双子楼，要从A座的24层到达B座24层就得先下楼梯再上楼梯，其他协议也是如此，比如4G

2018-05-21



丹丹

53

为啥有了ip还需要mac地址，因为没有mac地址网络包发不出去？这个解释还是很模糊看不懂啊

2018-05-21



小雨

18

很像发快递的过程（http，应用层），你向顺丰下单(第一次请求),顺丰接单(应答),你向手机小伙联系(回应应答)，你将消息放进盒子里(开始封装请求，会话层)，快递员封装一层盒子贴上快递单带回网店(传输层)，到快递点检查是否区域快件（网络层），将快件交给运输车（链路层），各个快递转运中心（物理层），快件到达收件市转运中心（物理层），转运输车（链路层），到达区域分发（网络层），网点派送（传输层），快递员方面签收（会话层），拆开检查（表示层），收到快递（应用层）。

2018-05-22



维尼Bernie

13

对于我这样的热门者，觉得这篇不冗余，而且写的很好，原因是这是一篇bigpicture，对后续的学习很有指导意义。

2018-05-21





MichaelJY

11

刚看完，感觉被面试到又gg了.....

我感觉网络层之间的关系可以类比信封发送和接收的过程。邮递员，邮局相当于网络各层。整体下来都是装包和拆包。

查看ip，我一般用ipconfig/ifconfig.....，感觉又有坑点，希望通过整个网络协议的学习，达到知而不惑

2018-05-21

qinyingsun

9

mac地址局域网寻址，ip地网络寻址，感觉这个作用对理解也很重要

2018-05-21



我是谁

8

感觉两个问题老师还可以答的更深，不知道是不是篇幅限制：

- 1.网络为什么要分层；
 - 2.有了ip地址，还要mac地址做什么。
- 希望老师能够就这两方面给各同学更多的解答

2018-05-21

作者回复

接下来，会从物理层，二层，三层，一层层讲上去的

2018-05-21



loveluckystar

6

我觉得传输包的过程就是一次快递打包的过程。店家发货，把商品交给快递，快递层层包装，运输给用户。用户拿到以后，并不知道是什么，只知道是给自己的，然后层层拆包装拿到商品

2018-05-21



蠢蠢欲动的腹肌

5

很多朋友都有疑惑为什么有ip还需要mac地址，其实在老师第一篇文章中已经有了一定的解释，第一篇底下的留言也有不错的说明，个人理解是ip可以保证要发送的包在网络中传输，到达目标服务器所在的局域网的网关，但是到了网关后，ip就没有用了，因为局域网中的ip对应的机器是不确定的，可能今天对应A机器，明天对应B机器。所以在局域网中使用ip寻址是不严谨的，这时就需要mac地址来唯一对应一台机器，这样网络包就可以准确的传输到需要的主机上了。

另想请教老师，在网关之间传输的时候，下一个网关的ip是如何存储的，这是文章中的问题，但是好像没发现答案，谢谢

2018-05-23

作者回复

这在后面网关一节有回答

2018-05-23

return

👍 5

我觉得就像古代战报传送一样。将军发命令，秘书写。在找人包装盖章，再找人发送，每过一个关卡都要盖公函。到了皇城 一层一层往上。先看是发给那个部门的，去掉一层直接把内容发到上一级。最终到了皇上手里，他无需知道是经过了哪些驿站关卡。只需要知道是哪个将军发的，发的什么。用中文写的还是英文写的就OK了

2018-05-21

晓聪

👍 4

实心俄罗斯套娃

2018-05-21



Daniel

👍 3

可以类比为方法调用过程中的入栈和出栈

2018-05-23

草帽，

👍 3

这一节听的懵懵懂的，

2018-05-21

| 作者回复

没关系，但是一定要记住这些原则，否则后面会糊涂

2018-05-21

桐仲康

👍 2

就想我们之前写信一样，ip地址是收信人的地址，mac地址对写信人不可见，就是各个邮政局的地址，信件在各个邮政局间传递，mac地址不断变化，最后到达收信人手中。

2018-05-23

霏哥

👍 1

有个问题一直没找到解答，就是子网掩码为/32 或者255.255.255.255 那么对应的ip应该怎么理解

2018-05-23

| 作者回复

这种ip常是vip

2018-05-23

Leo

👍 1

因为ip地址是可以随时变化的，而mac地址是机器厂商给每个网卡配置的，是独一无二的，所以需要通过ip地址找到对应的mac地址再传输。并且这个过程所用的方法是ARP协议，即地址解析协议。通过广播的方式找到对应的mac地址。实际过程很复杂，因为ip地址会改变，所以同一个ip对应的mac地址也会变，需要用到其他技术来缓存，看地址是否失效，失效则需要重新使用arp广播查找mac地址

2018-05-22



Geek_5443a0

👍 1

合适的例子，送快递吧.....拿盒子包起来，分拣，装车，送过去，然后卸货，拆盒子，最后回去送到目标手上

2018-05-21

Michael

👍 1

老师您好，有几个问题不太明白

1.按理说下层的协议不需要知道上层的协议，那ip层转给上层的时候应该不是if判断而且一个回调函数？

2.假设有很多tcp请求某个服务器A，各请求的端口不同，对于操作系统来说，是有一个统一的入口处理这些请求，然后检查机器上是否有这个端口再做转发处理，在操作系统这个层面他的大致流程是什么样的呢？

2018-05-21

cs五行八卦

👍 1

不可能有上层没下层我能理解（因为是完整的），但什么情况下会出现有下层没上层的通信，这点想不明白

2018-05-21

| 作者回复

例如你自己写socket编程，其实没有用到现有应用层的协议。当然你可以说你自己定义的包格式就是应用层。我的意思主要针对上次给的层级图

2018-05-21



Geek_9807b5

👍 1

终于等到你还好我没放弃。终于能听到权威的老师以架构分层的方式讲解网络。我个人对网络分层的理解也是类似的。听您讲解之前，我将网络比喻为七层架构。

2018-05-21