

访问 WEB 网页 www.google.com 完整流程（白睿）

1. 获取本机 IP 地址和当前网络信息：DHCP 协议

Bob 的主机生成 DHCP 发现报文，封装至目的端口 67、源端口 68 的 UDP 报文段，再封装至目的 IP（255.255.255.255）、源 IP（0.0.0.0）的 IP 数据报中，最后封装至源 MAC 为自己 MAC、目的 MAC 为（ff: ff: ff: ff: ff: ff）的以太网帧中广播。本网段 DHCP 服务器（一般就是本网段的那个路由器）收到广播帧后，从中提取出 UDP 报文段，从而从 UDP 报文段中抽取出 DHCP 发现报文，然后 DHCP 服务器用 DHCP 提供报文 进行响应，该报文包含分配给该主机的 IP 地址、IP 租用时间和当前网段子网掩码、默认网关 IP、本地 DNS 服务器 IP，该报文依然使用全 F 的 IP 广播地址，向该子网所有节点广播。Bob 的主机收到后，广播发送 DHCP 请求报文，DHCP 服务器收到后响应 DHCP ACK 报文。Bob 收到后，记录自己的 IP、该网段子网掩码、本地 DNS 服务器 IP，并在自己的转发表中记录默认网关 IP。

2. 获取网关路由器的 MAC 地址：ARP 协议

Bob 封装源 IP 为自己 IP、目的 IP 为网关路由器 IP（在进行第一步的时候已获取）的 ARP 查询报文，再封装至源 MAC 地址为自己 MAC、目的 MAC 为（ff: ff: ff: ff: ff: ff）的以太网帧中广播。网关路由器收到后在自己的 ARP 表上记录下 Bob 主机 IP 和其 MAC 地址的对应关系，并将该包递交至网络层，发现目的 IP 地址匹配其接口的 IP 地址，所以返回 ARP 应答报文，该应答报文源 IP 为该接口 IP，目的 IP 为 Bob 主机的 IP，封装进源 MAC 为其接口的 MAC 地址，目的 MAC 为 Bob 主机的 MAC 地址的帧中点对点递交给 Bob 的主机。Bob 收到后，将网关路由器接口 IP 和 MAC 地址存入其 ARP 缓存。

3. 获取 www.google.com 的 IP 地址：DNS 查询

为了获得目的网页的 IP 地址，Bob 需要使用提供域名到 IP 地址转换功能的 DNS 协议。Bob 分别将自己的 IP 和本地 DNS 服务器 IP 与该网段子网掩码做按位与运算，发现结果不相同，说明其不在当前网络。Bob 封装 DNS 查询报文，目的 IP 为本地 DNS 服务器 IP，目的 MAC 为网关路由器 MAC。网关路由器收到后，根据目的 IP 地址和按 AS 内路由选择协议 RIP/OSPF 和 AS 间路由选择协议 BGP 以及经管理员人工配置三方面最终形成的转发表进行最长前缀匹配并转发之，经过多个路由器，直到递交到本地 DNS 服务器。（整个过程中源 IP 和目的 IP 始终不变，但是 MAC 地址会每次改变为每条链路两端点的具体 MAC 地址）本地 DNS 服务器检索数据库（这是本地 DNS 有缓存的情况）本地 DNS 在根名称服务器中查询可以解析 .com 的顶级域名称服务器的域名，在顶级域名称服务器中查询可

以解析 google.com 的权威名称服务器的域名，在权威名称服务器中找到 www.google.com 对应的 IP 地址（A 类型），本地 DNS 服务器缓存记录，并将包含该域名到 IP 地址映射的 DNS 应答报文返回给 Bob。Bob 从报文中获得该 IP 地址。

4.与服务器建立 TCP 连接

Bob 向刚获取的目的 IP、80 端口发送 TCP SYN 报文，封装网关路由器 MAC 并发送。经过层层转发后，目的主机 80 端口的 TCP 欢迎套接字收到报文，为之新建一个专用 TCP 套接字，并返回 TCP SYNACK 报文，Bob 收到后进入 TCP 连接状态。

5.HTTP 请求

Bob 的浏览器生成包含要获取的 URL 的 HTTP GET 报文，通过 TCP 套接字发送至目的主机。目的主机的 HTTP 服务器从 TCP 套接字读取到该报文，生成包含其请求的 Web 对象的 HTTP 响应报文中返回。Bob 的浏览器程序从套接字中读取 HTTP 响应，从其中提取网页的 HTML，显示到屏幕上。

1、发现 DHCP:

Bob 笔记本电脑操作系统创建一个 DHCP 请求消息并将其封装到 UDP 报文段内, 再将其 UDP 报文段封装到 IP 数据包内然后封装到以太网帧中, 以源 IP(0.0.0.0) 进行全网广播, 此时源 MAC 为 (00: 16: D3: 23:68:8A) 目的 MAC 为全 F。路由器接口接收 DHCP 请求报文, 然后给其分配 IP。DHCP 产生一个 DHCP ACK 报文, 包括所请求的 IP (68.85.2.101), 子网掩码 (68.80.2.0/24), 默认网关 IP (68.85.2.1), DNS 服务器 IP (68.87.71.226), 将其报文发送给 BOB 的主机。Bob 接收这个报文后, 将自己的 IP, DNS 服务器 IP 记录下来, 同时将默认网关的 IP 记录在自己的转发表中。

2、DNS 查询 google 的 IP。

此时将 DNS 服务器的 IP 和子网掩码与一下, 并将自己的 IP 和子网掩码与一下, 将其结果作对比, 如果发现一致则在同一个网段中, 直接进行全网广播得到其 MAC 地址, 否则, 则表示不在一个网段内, 客户端发送一个全网广播, 源 IP 和源 MAC 是自己, 目的 IP 是 DNS 服务器的, 目的 MAC 是网关的 MAC。到达网关后路由发现目的 IP 不是自己, 将下一个网段的 IP 和子网掩码与一下, 并与其比较, 如果不同则同上依次进行下去, 直到相同为止, 如果一样则将其广播出去, 到达目的主机后目的主机发现目的 IP 是自己的但目的 MAC 不是自己的便把自己的 MAC 地址打包传给客户主机。接下来 Bob 的主机将发送 DNS 查询报文目的 IP 是 DNS 服务器, 目的 MAC 是网关路由。DNS 服务器提取 DNS 查询, 在 DNS 数据库中查找谷歌的域名, 如果找到谷歌 IP 地址的原纪录, DNS 服务器则形成一个 DNS 回复报文 (包括主机名到地址的映射), 封装之后发送到 BOB 的主机上。BOB 的电脑从 DNS 回复报文中提取谷歌的 IP, 然后创建一个被用来发送 HTTP 报文的 TCP 套接字进程, 准备连接谷歌服务器。

3、创建 TCP 连接, 通过 HTTP 获取网页:

BOB 的电脑创建 TCP SYN 报文段到 HTTP 服务器封装后发送给谷歌服务器 (目的 IP 的谷歌服务器的, 目的 MAC 是网关的) (此时使用了边界网关路由协议)。谷歌服务器接收到 TCP SYN 报文后将将其分用到 80 端口, 并封装一个包含 TCP SYN ACK 的报文传送给 BOB 主机之前创建的 TCP 套接字中。BOB 创建 HTTP GET 信息并将其写进套接字和 GET 信息一起成为 TCP 有效载荷的一部分, 封装后发送给 google。谷歌从中读取 GET 信息后创建 TCP 回应报文, 该报文封装到 HTTP 报文的主体内, 然后发送到套接字传送给 BOB 的主机, BOB 的 Web 浏览器从套接字读取 HTTP 回复报文, 再从 HTTP 的响应报文的主体部分中提取网页的 html 程序, 最后显示网页。

