

北 京 邮 电 大 学  
计 算 机 科 学 与 技 术 学 院

《下一代 Internet 技术与协议》  
实验报告

姓名：\_\_\_\_\_毛子恒\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_2019211397\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_2019211306\_\_\_\_\_

2021 年 6 月

## 实验报告

实验名称	IPv6 地址无状态自动配置实验		
实验目的	学习分析 IPv6 地址获取过程		
实验完成人	毛子恒	完成时间	2022. 6. 1
实验环境	MacBook Pro (13-inch, 2020, Four Thunderbolt 3 ports) 示意图略 macOS Monterey 12.4 Wireshark Version 3.6.5		
实验步骤与结果分析			
<div>1. 断开校园网的连接，最好断开的时间长一些，关闭无线网络的自动连接校园网的选项，开启终端的 IPv6 协议，启动 Wireshark 抓包软件，选择准备连接校园网的网卡，启动抓包。</div> <div>2. 恢复校园网的连接，在命令行模式，用 ifconfig 检查此网卡是否已经获取了 IPv6 地址，并对 IPv6 地址信息进行记录和截图。</div> <pre>en6: flags=8963&lt;UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,PROMISC,SIMPLEX,MULTICAST&gt; mtu 1500   options=6467&lt;RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,TSO4,TSO6,CHANNEL_IO,PARTIAL_CSUM,ZEROINVERT_CSUM&gt;   ether b0:0c:d1:cc:34:d4   inet6 fe80::1833:952d:eee5:dc9f%en6 prefixlen 64 secured scopeid 0xf   inet 10.206.29.162 netmask 0xffffffe0 broadcast 10.206.29.191   inet6 2001:da8:215:c6ed:ca7:9a91:232b:ab50 prefixlen 64 autoconf secured   inet6 2001:da8:215:c6ed:789e:3d8f:28e0:f6d1 prefixlen 64 autoconf temporary   nd6 options=201&lt;PERFORMNUD,DAD&gt;   media: autoselect (1000baseT &lt;full-duplex&gt;)   status: active</pre> <p>其中 WLAN 部分含有所需的 IPV6 地址 fe80::1833:952d:eee5:dc9f 和 2001:da8:215:c6ed:ca7:9a91:232b:ab50。</p> <div>3. 关闭 Wireshark 抓包，对抓包的内容进行分析，筛选出 IPv6 协议报文，结合抓到的报文，对本终端的 IPv6 地址获取过程进行分析。</div> <pre>&gt; Frame 4: 62 bytes on wire (496 bits), 62 bytes captured (496 bits) on interface en6, id 0 &gt; Ethernet II, Src: HewlettP_cc:34:d4 (b0:0c:d1:cc:34:d4), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02) &gt; Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1833:952d:eee5:dc9f, Dst: ff02::2   0110 .... = Version: 6   &gt; .... 0000 0000 .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)   .... 1100 0000 0010 0000 0000 = Flow Label: 0xc0200   Payload Length: 8   Next Header: ICMPv6 (58)   Hop Limit: 255   Source Address: fe80::1833:952d:eee5:dc9f   Destination Address: ff02::2 &gt; Internet Control Message Protocol v6   Type: Router Solicitation (133)   Code: 0   Checksum: 0x0451 [correct]   [Checksum Status: Good]   Reserved: 00000000</pre> <p>路由器请求 RS (Router Solicitation) 报文：很多情况下主机接入网络后希望尽快获取网络前缀进行通信，此时主机可以立刻发送 RS 报文，网络上的设备将回应 RA 报文。</p> <p>Source Address 为源 IP 地址：fe80::1833:952d:eee5:dc9f</p>			

Destination Address 为目的 IP 地址: ff02::2。

Next Header 为 58(ICMPv6)

Header 中含有类型: 133, 代码: 0, 校验和和保留部分

```
> Frame 244: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface en6, id 0
> Ethernet II, Src: Hangzhou_56:de:e1 (00:23:89:56:de:e1), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
< Internet Protocol Version 6, Src: fe80::223:89ff:fe56:dee1, Dst: ff02::1
  0110 .... = Version: 6
  > .... 1111 1100 .... = Traffic Class: 0xfc (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
  .... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x0000
  Payload Length: 64
  Next Header: ICMPv6 (58)
  Hop Limit: 255
  Source Address: fe80::223:89ff:fe56:dee1
  Destination Address: ff02::1
  [Source SLAAC MAC: Hangzhou_56:de:e1 (00:23:89:56:de:e1)]
< Internet Control Message Protocol v6
  Type: Router Advertisement (134)
  Code: 0
  Checksum: 0x5542 [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Cur hop limit: 64
  < Flags: 0x00, Prf (Default Router Preference): Medium
    0... .... = Managed address configuration: Not set
    .0.. .... = Other configuration: Not set
    ..0. .... = Home Agent: Not set
    ...0 .... = Prf (Default Router Preference): Medium (0)
    .... .0.. = Proxy: Not set
    .... ..0. = Reserved: 0
  Router lifetime (s): 1800
  Reachable time (ms): 0
  Retrans timer (ms): 0
  < ICMPv6 Option (Source link-layer address : 00:23:89:56:de:e1)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: Hangzhou_56:de:e1 (00:23:89:56:de:e1)
  < ICMPv6 Option (MTU : 1500)
    Type: MTU (5)
    Length: 1 (8 bytes)
    Reserved
    MTU: 1500
  < ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:da8:215:c6ed::/64)
    Type: Prefix information (3)
    Length: 4 (32 bytes)
    Prefix Length: 64
    < Flag: 0xc0, On-link flag(L), Autonomous address-configuration flag(A)
      1... .... = On-link flag(L): Set
      .1.. .... = Autonomous address-configuration flag(A): Set
      ..0. .... = Router address flag(R): Not set
      ...0 0000 = Reserved: 0
    Valid Lifetime: 2592000
    Preferred Lifetime: 604800
    Reserved
    Prefix: 2001:da8:215:c6ed::
```

路由器通告 (Router Advertisement) 报文: 路由器周期性地通告它的存在以及配置的链路和网络参数, 或者对路由器请求消息作出响应。路由器通告消息包含在连接(on-link)确定、地址配置的前缀和跳数限制值等。

Source Address: fe80::223:89ff:fe56:dee1

Destination Address: ff02::1。

M: M 位为 0 表示无状态自动配置生成 IPv6 地址。

O: O 位为 0 表示除了 IPv6 地址以外的其他参数需要通过无状态自动配置获取。

Router Lifetime: 与默认路由器关联的生存期, 此处为 1800s。Router Lifetime 仅适用于作为默认路由器的路由器应用; 对包括在其他消息字段或选项中的信息不适用。需要对它们的信息规定时间限制的选项有它们自己的生存期字段。

Reachable time: 此时间以毫秒计, 在收到可达性确认后节点假定该邻居是可到达的。此值为 0 意味着没有 (由此路由器) 作出规定。

Retrans Timer: 重发的 Neighbor Solicitation 消息间隔时间, 以毫秒计。此值为 0 意味着没有 (由此路由器) 作出规定。

源链路层地址：00:23:89:56:de:e1

前缀信息：2001:da8:215:c6ed::/64

auto-config：如果该位为1表示该前缀可以用于无状态自动配置，如果为0不能用于无状态自动配置。

on-link：指定0-flag标识位。若配置该参数，则只会本地链路内的主机RA报文中的前缀不是分配给本地链路的。主机若想该前缀指定的地址发送报文时，需要经过默认路由器转发。

根据RA地址前缀信息和链路地址生成IPv6地址：

2001:da8:215:c6ed:ca7:9a91:232b:ab50

```
> Frame 245: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface en6, id 0
> Ethernet II, Src: HewlettP_cc:34:d4 (b0:0c:d1:cc:34:d4), Dst: IPv6mcast_ff:2b:ab:50 (33:33:ff:2b:ab:50)
< Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::1:ff2b:ab50
  0110 .... = Version: 6
  > .... 0000 0000 .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  .... 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x000000
  Payload Length: 32
  Next Header: ICMPv6 (58)
  Hop Limit: 255
  Source Address: ::
  Destination Address: ff02::1:ff2b:ab50
< Internet Control Message Protocol v6
  Type: Neighbor Solicitation (135)
  Code: 0
  Checksum: 0xa93e [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Reserved: 00000000
  Target Address: 2001:da8:215:c6ed:ca7:9a91:232b:ab50
  < ICMPv6 Option (Nonce)
    Type: Nonce (14)
    Length: 1 (8 bytes)
    Nonce: 27801ade6926
```

邻居请求 (NeighborSolicitation)：节点发送邻居请求消息来请求邻居的链路层地址，以验证它先前所获得并保存在缓存中的邻居链路层地址的可达性，或者验证它自己的地址在本地链路上是否是唯一的。

Source Address：::

Destination Address：ff02::1:ff2b:ab50。

135 类型 (NS) 头中含有目的地址：2001:da8:215:c6ed:ca7:9a91:232b:ab50

```
> Frame 667: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface en6, id 0
> Ethernet II, Src: Raspberr_ea:3d:d0 (dc:a6:32:ea:3d:d0), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
< Internet Protocol Version 6, Src: fe80::ddca:8842:3a9b:eb5f, Dst: ff02::1
  0110 .... = Version: 6
  > .... 0000 0000 .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  .... 1011 0010 1001 1001 0011 = Flow Label: 0xb2993
  Payload Length: 32
  Next Header: ICMPv6 (58)
  Hop Limit: 255
  Source Address: fe80::ddca:8842:3a9b:eb5f
  Destination Address: ff02::1
< Internet Control Message Protocol v6
  Type: Neighbor Advertisement (136)
  Code: 0
  Checksum: 0x4ecb [correct]
  [Checksum Status: Good]
  > Flags: 0x20000000, Override
  Target Address: 2001:da8:215:c6ed:80d4:8032:ce3c:69fa
  < ICMPv6 Option (Target link-layer address : dc:a6:32:ea:3d:d0)
    Type: Target link-layer address (2)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: Raspberr_ea:3d:d0 (dc:a6:32:ea:3d:d0)
```

邻居通告 (NeighborAdvertisement)：邻居请求消息的响应。节点也可以发送非请求邻居通告来指示链路层地址的变化。

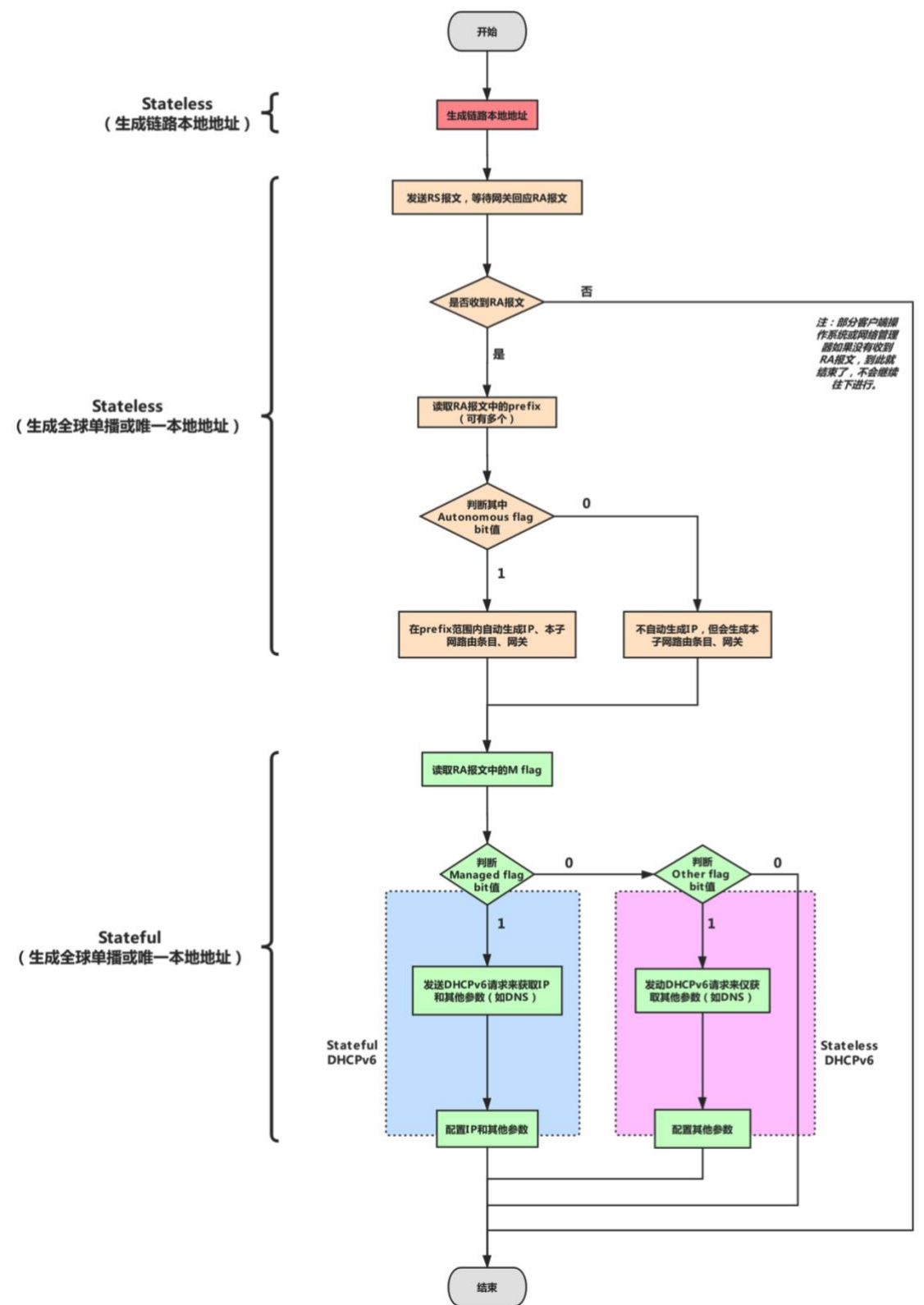
Source Address：fe80::ddca:8842:3a9b:eb5f

Destination Address：ff02::1

136 类型 (NA) 头中含有目的地址：2001:da8:215:c6ed:80d4:8032:ce3c:69fa

选项中有目的结点物理地址：dc:a6:32:ea:3d:d0

### 分析与思考



NDP 协议替代了 IPv4 的 ARP 和 ICMP 路由器发现，ICMPv6 报文实现地址解析，跟踪邻居状态，重复地址检测，路由器发现以及重定向等功能。