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：\_\_\_\_\_陈朴炎\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_2021211138\_\_\_

班级：\_\_\_2021211307\_\_\_

2024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 | | 理解IPv6地址无状态自动配置的过程及原理 | | |
| 实验完成人 | | 陈朴炎 | 完成时间 | 2024.6.2 |
| 实验环境 | 画出实验环境示意图，如下，一台本地PC，以及路由器（忽略ip地址） | | | |
| 实验步骤与结果分析 | | | | |
| 开启wifi且不连接到网络，ipconfig如下：    之后连接到校园网，可以看到一下子捕获了很多ipv6的报文：    使用ipconfig查看是否已经获取到了ipv6地址，如下，为2001:da8:215:3c0a:e420:3f1b:48f5:a3ca：    关闭wireshark抓包，下面进行无状态IPv6地址分配过程解析和报文解析  IPv6地址= 前缀+ 接口标识  前缀：相当于v4地址中的网络ID  接口标识：相当于v4地址中的主机ID  **1. RS请求报文**  为配置接口，主机需要前缀信息，因此，它会发送一条路由请求RS消息。该消息以组播的方式发送给所有路由器。所有的路由器组播地址为ff02::2，所以，我们需要在一开始找到目的地址为ff02::2的报文进行解析（或者在过滤器中输入icmpv6.type == 133）。如下所示      从这个IPv6的报文里来看，它的源地址为fe80::8d07:9caf:314b:9530，目的地址为ff02::2，源地址刚好就是我们在命令行中ipconfig里的本地链接IPv6地址。因为RS报文是从终端设备发送给路由器的请求消息，所以这个报文的源地址就是链路本地地址，而目的地址则是所有路由器的组播地址。下面再看这个报文的其他信息：    从这个ICMP报文中，可以看出，这个报文的类型是Router Solicitation，因为RS报文的类型就是133。  **2. 路由器RA回应报文**  网络中的路由器接收到RS消息后，或定期发送路由器通告（Router Advertisement, RA）消息，向网络中的所有设备通告网络前缀信息。RA消息包含多个信息选项，包括前缀信息选项，其中包含网络前缀和有效期。还可能包括默认网关信息、MTU信息等。  现在我们来一起看看RA报文：  在过滤器中输入ipv6 and icmpv6.type==134，得到如下报文    可以看到，该报文的目的地址就是我们本机的本地连接地址。    点开看详细信息，如上图所示。可以看到，在ICMPv6报文中，这个报文的Type值为134，表示这个是Router Advertisement RA报文。    在报文选项中，可以查看到这个网络的前缀信息：  2001:da8:215:3c0a::/64，表示前缀信息选项，包括：  Prefix：2001:da8:215:3c0a::，表示网络前缀。  Prefix Length：64，表示前缀长度为64位。    而这个ICMPv6报文选项则告诉了我们路由器的源链路地址10:4f:58:6c:0c:00。  **3. Nerghbor Solicitation NS消息**  在设备生成链路本地地址后，会发送一个邻居请求（Neighbor Solicitation, NS）消息来执行重复地址检测（DAD），以确保该地址在本地链路中是唯一的。    我们使用过滤条件：ipv6 and icmpv6.type==135  可以看到，在我们刚连上网时，第一条捕获到的报文就是NS报文，这条报文的源地址为我们的本地链路地址。这是因为当设备启动并连接到网络时，首先生成一个链路本地地址。这通常通过将设备的MAC地址转换为EUI-64格式，然后将其嵌入到前缀FE80::/10中生成。    NS报文中，ICMPv6类型值为135，code通常为0（表示未使用），reserved字段通常为0。target地址为本地的链接地址，从上图可以看出这正是我们本地的链路地址。目标地址为ff02::1:ffxx:xxxx，这表示链路本地范围内的多播地址。因为在生成本地链接地址之后，需要重复地址检测来确保这个地址能唯一标识这个网卡。  我们看到，第8、9、10这三个包的源地址都为::，这表示未指定地址，::在IPv6中表示未指定地址，它等价于全零地址（0:0:0:0:0:0:0:0或缩写为::）。  在重复地址检测（DAD）过程中，设备正在检查某个地址是否唯一，因此它不能使用该地址作为源地址。此时，设备会使用未指定地址作为NS包的源地址。在这个过程中，设备会发送一个NS消息，目标地址是新生成的地址，对应的多播地址是ff02::1:ffxx:xxxx。  **4. NA Neighbor Advertisement消息**  NA消息用来响应邻居请求，当设备接收到NS消息后，如果目标地址匹配自身地址，它会发送NA消息进行响应。NA消息用来重复地址检测（DAD），当设备检测到其他设备在使用相同的地址时，发送NA消息通知地址冲突。NA消息还用来主动通告，设备主动发送NA消息来更新或通知其他设备关于地址、链路层地址或状态的变化。  在wires hark中，我们输入过滤条件ipv6 and icmpv6.type==136来查看NA消息。    从这些报文来看，No.2的报文是用来回应第一次发送的NS请求报文  No.15是回应的最后一个从主机发出来的NS请求报文。  而No.28的，源地址为本地链接地址，No.29的源地址为PC的IPv6地址，No.30的源地址为PC的临时IPv6地址。  如何从报文来看我们的设备链路地址是否有重复呢？  我们检查NS消息对应的NA报文，并且NS消息的源地址是::，目标地址是设备生成的链路本地地址。  在发送NS消息后，设备等待一定时间，通常是1秒钟。  捕获并分析网络上的NA消息，如果在等待时间内收到针对目标地址的NA消息，表示该地址已经在网络中被使用，即地址重复。  如果未收到NA消息，则表示该地址在网络中是唯一的，可以使用。  很明显，从结果来看，我们中间的三个NS报文都没有收到对应的回复，所以可以肯定的是这个链接地址是唯一的。  现在我们一起看No.2的NA报文：    这个邻居通告（NA）报文的关键信息如下：  源地址：fe80::104f:5883:856c:c00，这是发送NA消息的设备的链路本地地址。  目的地址：fe80::8d07:9caf:314b:9530，这是接收NA消息的设备的链路本地地址。  目标地址：fe80::104f:5883:856c:c00，这是发送NA消息的设备的链路本地地址。  Router flag (R)：1，表示发送设备是一个路由器。  Solicited flag (S)：1，表示这是对邻居请求（NS）消息的响应。  Override flag (O)：1，表示该消息应覆盖任何现有的缓存条目。  链路层地址：10:4f:58:6c:0c:00，这是发送设备的MAC地址。  这个NA消息是对邻居请求（NS）消息的响应，确认了源设备（路由器）的链路本地地址和MAC地址，同时通过设置标志位表示该信息应覆盖现有的缓存条目。  下面我们来看No.28的这个报文，它的目的地址为ff02::1。    这个邻居通告（NA）报文的关键信息如下：  源地址：fe80::8d07:9caf:314b:9530，这是发送NA消息的设备的链路本地地址。  目的地址：ff02::1，这是一个IPv6多播地址，表示所有节点。  目标地址：fe80::8d07:9caf:314b:9530，这是发送NA消息的设备的链路本地地址。  Override flag (O)：1，表示该消息应覆盖任何现有的缓存条目。  链路层地址：74:4c:a1:b2:cd:3f，这是发送设备的MAC地址。  这个NA消息的作用是向网络上的其他设备宣布发送设备的存在，并提供其链路本地地址和对应的链路层地址（MAC地址）。由于目的地址是ff02::1，表示该消息是发送给网络上的所有节点，因此它是一个通告，表示发送设备的链路本地地址为fe80::8d07:9caf:314b:9530，对应的链路层地址为74:4c:a1:b2:cd:3f。  后面还有通告得到IPv6地址(No.29)和临时IPv6地址(No.30)，这里就不再赘述。 | | | | |
| 分析与思考 | | | | |
| 通过本次实验，我们详细研究了IPv6无状态地址自动配置过程及邻居发现协议的工作机制，理解了RA、NS和NA消息在其中的关键作用。实验表明，SLAAC和ND协议为设备提供了自动化和高效的IP地址配置与管理机制，显著提升了网络配置和管理的自动化程度和可靠性。  在实验中，我理解了IPv6无状态地址自动配置的过程：当IPv6设备首次连接到网络时，它会自动生成一个链路本地地址。接着，设备发送一个邻居发现协议（NDP）的邻居请求NS报文，以确认该地址在网络中是唯一的。如果没有收到任何邻居应答NA报文，则表明该地址没有冲突，设备可以使用此链路本地地址。随后，设备监听路由器发送的路由通告RA报文，从中获取网络前缀和其他配置信息。设备利用这些信息，通过将网络前缀与一个自动生成的接口标识符结合，形成一个全局唯一的IPv6地址。同样，设备会发送NS报文以检测这个新生成的IPv6地址是否存在冲突。若在一定时间内未收到NA报文，设备即可确认此地址的唯一性并进行使用，完成无状态地址自动配置过程。  同时，我也体会到了IPv6无状态地址配置的优势：简化了终端设备的网络配置过程，不需要手动配置IP地址，减少了配置错误的可能性。通过RA和NS/NA消息，设备可以自动化管理IP地址的分配和冲突检测，提高了网络管理的效率。  而NDP协议也非常重要， NS/NA消息确保了网络中每个IPv6地址的唯一性，避免了地址冲突。NA消息主动通告设备的存在和地址信息，使得网络中的设备能够互相了解彼此的存在，确保通信的正常进行。 | | | | |