

# 华东师范大学计算机科学技术系上机实践报告

课程名称：计算机网络

年级：2022级

上机实践成绩：

指导教师：洪道诚

姓名：朱宇笑

创新实践成绩：

实验名称：动态主机配置协议 (DHCP)

学号：10225001410

上机实践日期：2023.11.10

座位编号：F

组号：6

上机实践时间：2学时

## 实验 9 动态主机配置协议 (DHCP)

### 【实验目的】

1. 掌握 DHCP 的报文格式
2. 掌握 DHCP 的工作原理

### 【学时分配】

2 学时

### 【实验环境】

采用网络拓扑结构一

### 【实验原理】

#### 一. DHCP 简介

DHCP（动态主机配置协议）提供了一种动态分配 IP 地址的机制。DHCP 主要用于大型网络环境和配置 IP 比较困难的地方。DHCP 服务器自动为客户端指定 IP 地址，使得普通用户上网变得更为方便。DHCP 分配的 IP 地址的租期可设定为 1 分钟到 100 年间，超过租期后，服务器可把该 IP 地址重新分配给别的主机。DHCP 使用 UDP 协议封装，使用 UDP 的熟知端口 67 和 68（分别用于服务器和客户端）。

#### 二. DHCP 报文格式

下图为 DHCP 的报文格式：

图 9-1 DHCP 报文格式

操作码 (1 字节)	硬件地址类型 (1 字节)	硬件地址长度 (1 字节)	跳数 (1 字节)
事务 ID (4 字节)			

---

秒数 (2 字节)	标志 (2 字节)
客户端 IP 地址 (4 字节)	
你 (客户端) 的 IP 地址 (4 字节)	
服务器 IP 地址 (4 字节)	
代理服务器 IP 地址 (4 字节)	
客户端硬件地址 (16 字节)	
服务器主机名称 (64 字节)	
引导文件名 (128 字节)	
选项 (64 字节)	

- 操作码：规定报文是请求报文还是应答报文。1 代表请求报文，2 代表应答报文。
- 硬件地址类型：表示正在使用的硬件技术的类型。1 代表以太网。
- 硬件地址长度：规定硬件地址的字节长度。在以太网中，该字段的值为 6。
- 跳数：规定了报文所能经过的最大跳数。
- 事务 ID：携带一个由客户端使用的整数，来匹配应答和请求。它的值由客户端随机生成，服务器在发送应答时返回给客户端同一个值。当客户端检查请求数据包并在发送的事务 ID 中发现差异时，客户端的硬件地址就可以用来确保该响应是发给该客户端的。
- 秒数：它表示从客户端开始引导起到目前为止，共经过的秒数。
- 标志：该字段强制服务器将它的应答广播给客户端。客户端不能处理单播应答，因为它不能识别自己的 IP 地址。
- 客户端 IP 地址：如果该客户已经知道自身的 IP 地址，它将写入“客户 IP 地址”字段。否则，它将该字段设置为 0。
- 你（客户端）的 IP 地址：服务器用该客户的 IP 地址写入“你的 IP 地址”字段。
- 服务器 IP 地址：由服务器填写，该服务器的 IP 地址。
- 代理服务器的 IP 地址：如果使用了某个代理服务器，则该代理服务器就填写“代理服务器的 IP 地址”字段。
- 客户端硬件地址：指定客户端的硬件地址。
- 服务器主机名称：该字段是一个空值终止串，由服务器填写。
- 引导文件名：服务器在该字段填入包括用于系统引导的文件名及其所在位置的路径全名。
- 选项：该字段包含额外的子字段，比如指定 DHCP 服务器和客户端之间接口类型的字段，以及表示租借时间长短的字段。下图所示为一种子字段的格式，该子字段规定了在客户端和服务端间交换的报文。

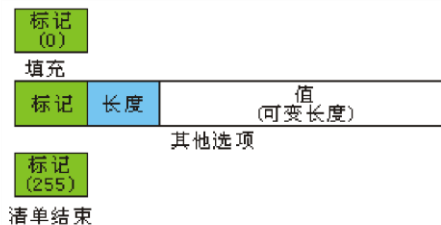


图 9-2 选项格式

### 三. 静态地址分配与动态地址分配

#### 1. 静态地址分配

静态地址分配方法将物理地址与 IP 地址绑定在一起，DHCP 服务器将这个绑定文件存放在静态数据库中。当有主机请求 DHCP 服务器分配 IP 时，DHCP 服务器首先检查静态数据库。若静态数据库存在所请求的物理地址条目，则将相应的 IP 地址返回给客户。

#### 2. 动态地址分配

DHCP 服务器还有第二个数据库，它拥有可用 IP 地址池。当一个 DHCP 客户请求临时的

IP 地址时，DHCP 服务器就查找可用 IP 地址池，然后指派在可协商的期间内有效的 IP 地址。

从 DHCP 服务器获得的动态 IP 地址是临时地址。DHCP 发出一个租用，指明了租用的时间。当租用时间到了，客户就更新租用或者停止使用这个 IP 地址。服务器对更新可选择同意或不同意。若服务器不同意，客户就停止使用这个地址。

## 四. 状态转换

### 1. 转换状态

DHCP 客户端可以从一个状态转换到另一个状态，这取决于收到的报文和发送的报文，如下图所示：

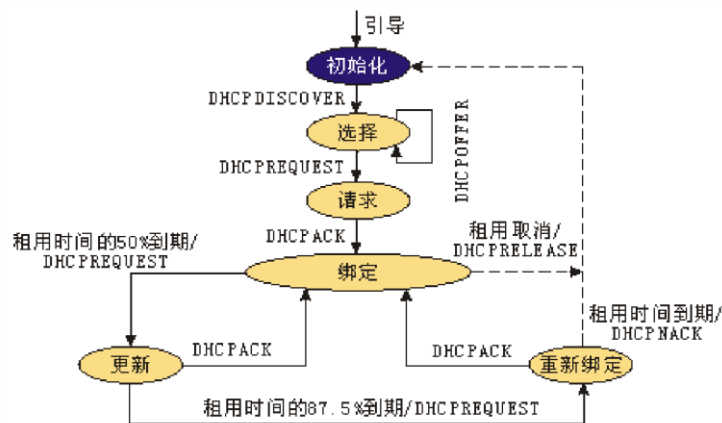


图 9-3 DHCP 的转换图

### 2. 初始化状态

当 DHCP 客户端首次启动时，它处于初始化状态。客户使用 UDP 端口 67 广播 DHCPDISCOVER 报文（带有 DHCPDISCOVER 选项的请求报文）。

### 3. 选择状态

在发送 DHCPDISCOVER 报文后，客户就进入选择状态。接收到 DHCPDISCOVER 的 DHCP 服务器，用 DHCPOFFER 进行响应。在这些报文中，服务器提供了 IP 地址。它们还提供了租用时间，其默认值是 1 小时。发送 DHCPOFFER 报文的服务器，把提供的 IP 地址锁定，使这个地址不会再提供给任何其它的客户。客户选择所提供的地址中的一个，并向所选择的服务器发送 DHCPREQUEST 报文。然后就进入请求状态。如果客户没有收到 DHCPOFFER 报文，它就再尝试 4 次，每一次间隔 2s。如果对这些 DHCPDISCOVER 中的任何一个都没有回答，客户就睡眠 300s 后再试。

### 4. 请求状态

客户继续留在请求状态，直到它从服务器收到 DHCPACK 报文为止，这个报文在客户的物理地址和它的 IP 地址之间进行了绑定。收到 DHCPACK 报文后，客户进入绑定状态。

### 5. 绑定状态

在这种状态下，客户在租用时间到期之前可以使用这个 IP 地址。当到达租用时间的

50%时，客户就发送另一个 DHCPREQUEST 报文请求更新。客户进入更新状态。在绑定状态时，客户可以取消租用，并进入到初始化状态。

## 6. 更新状态

在更新状态下，如果客户收到更新租用协定的 DHCPACK 报文，客户就把计时器复位，然后回到绑定状态。如果没有收到 DHCPACK 报文，并且到达租用时间的 87.5%时，那么客户就进入重新绑定状态。

## 7. 重新绑定状态

在重新绑定状态下，如果客户收到 DHCPNACK 报文或租用时间到期，则回到初始化状态，并尝试得到另一个 IP 地址。如果客户收到 DHCPACK，它就进入到绑定状态，并把计时器复位。

## 五. DHCP 运行过程

### (1) 发现阶段：

即 DHCP 客户寻找 DHCP 服务器的阶段。DHCP 客户以广播方式（因为 DHCP 服务器的 IP 地址对于客户来说是未知的）发送 DHCPDISCOVER 发现报文来寻找 DHCP 服务器，如下图所示：

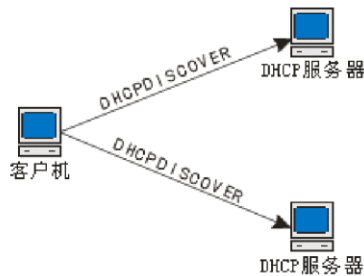


图 9-4 DHCP 发现阶段

### (2) 提供阶段：

即 DHCP 服务器为 DHCP 客户端提供 IP 地址的阶段。在网络中接收到 DHCPDISCOVER 发现报文的 DHCP 服务器都会做出响应，它从尚未出租的 IP 地址中挑选一个分配给 DHCP 客户，向 DHCP 客户发送一个包含出租的 IP 地址和其它设置的 DHCPOFFER 提供报文，如下图所示：

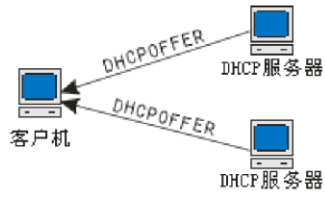


图 9-5 DHCP 提供阶段

(3) 选择阶段:

即 DHCP 客户端选择某台 DHCP 服务器提供的 IP 地址的阶段。如果有多台 DHCP 服务器

向 DHCP 客户端发来的 DHCP OFFER 提供报文，则 DHCP 客户只接受第一个收到的 DHCP OFFER 提供报文，然后它就以广播方式回答一个 DHCP REQUEST 请求报文，该报文中包含向它所选定的 DHCP 服务器请求 IP 地址的内容。之所以要以广播方式回答，是为了通知所有的 DHCP 服务器，他将选择某台 DHCP 服务器所提供的 IP 地址，如下图所示：

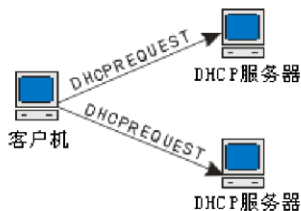


图 9-6 DHCP 选择阶段

#### (4) 确认阶段:

即 DHCP 服务器确认所提供的 IP 地址的阶段。当 DHCP 服务器收到 DHCP 客户回答的 DHCP REQUEST 请求报文之后，它便向 DHCP 客户发送一个包含它所提供的 IP 地址和其它设置的 DHCP ACK 确认报文，告诉 DHCP 客户可以使用它所提供的 IP 地址。然后 DHCP 客户便将其 TCP/IP 协议与网卡绑定，另外，除 DHCP 客户选中的服务器外，其它的 DHCP 服务器都将收回曾提供的 IP 地址，如下图所示：

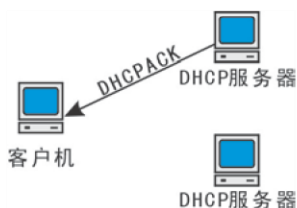


图 9-7 DHCP 确认阶段

#### (5) 重新登录:

以后 DHCP 客户端每次重新登录网络时，就不需要再发送 DHCP DISCOVER 发现报文了，而是直接发送含有前一次所分配的 IP 地址的 DHCP REQUEST 请求报文。当 DHCP 服务器收到这一报文后，它会尝试让 DHCP 客户继续使用原来的 IP 地址，并回答一个 DHCP ACK 确认报文。如果此 IP 地址已无法再分配给原来的 DHCP 客户使用时（比如此 IP 地址已分配给其它 DHCP 客户使用），则 DHCP 服务器给 DHCP 客户回答一个 DHCP NACK 否认报文。当原来的 DHCP 客户收到此 DHCP NACK 否认报文后，它就必须重新发送 DHCP DISCOVER 发现报文来请求新的 IP 地址。

#### (6) 更新租约:

DHCP 服务器向 DHCP 客户出租的 IP 地址一般都有一个租借期限，期满后 DHCP 服务器便会收回出租的 IP 地址。如果 DHCP 客户要延长其 IP 租约，则必须更新其 IP 租约。DHCP 客户启动时和 IP 租约期限过一半时，DHCP 客户都会自动向 DHCP 服务器发送更新其 IP 租约的报文。

## 【实验步骤】

### 练习 1 使用 DHCP 获取 IP 地址

在实验中每组 A~F 主机的接口 IP 地址分别设置为 172.16.0.n1、172.16.0.n2、172.16.0.n3、172.16.0.n4、172.16.0.n5、172.16.0.n6(其中 n 为组别号,取值范围为 1~12),子网掩码设置为 255.255.0.0,默认网关设置为空。

本练习每台主机为一组。现仅以主机 A 所在组为例,其它组的操作参考主机 A 所在组的操作。

- 记下本机的 IP 地址,在命令行方式下,输入下面的命令:  
“netsh interface ip set address name=“本机网卡的接口名” source=dhcp”。
- 启动协议分析器捕获数据,并设置过滤条件(提取 DHCP 协议)。
- 在命令行方式下,输入命令“ipconfig /release”。
- 在命令行方式下,输入命令“ipconfig /renew”。
- 察看 DHCP 会话分析,填写下表。

表 9-1 实验结果

报文序号	操作码的值	DHCP 消息类型的值	租借时间的值(若有)	源 IP 地址	目的 IP 地址
0	1 (请求)	8 (DHCP 通知)		172.16.0.180	255.255.255.255
1	1 (请求)	7 (DHCP 发行)		172.16.0.180	172.16.0.253
2	1 (请求)	1 (DHCP 探测)		0.0.0.0	255.255.255.255
3	2 (应答)	2 (DHCP 提供)	600	172.16.0.253	172.16.0.180
4	1 (请求)	3 (DHCP 请求)		0.0.0.0	255.255.255.255
5	2 (应答)	5 (DHCP 确认)	600	172.16.0.253	172.16.0.180
6	1 (请求)	8 (DHCP 通知)		172.16.0.180	255.255.255.255
7	1 (请求)	8 (DHCP 通知)		172.16.0.180	255.255.255.255



6. 等待时间超过租用时间（上表中的“租借时间”的值）的 50%后，察看捕获的数据包。

- 各报文中字段“操作码”、“DHCP 消息类型”的值分别是多少？该请求报文的作用是什么？

报文序号	操作码的值	DHCP 消息类型的值	租借时间的值(若有)	源 IP 地址	目的 IP 地址
12	1 (请求)	3 (DHCP 请求)		172.16.0.180	172.16.0.253
13	2 (应答)	5 (DHCP 确认)	600	172.16.0.253	172.16.0.180

客户端会以单播形式向 DHCP 服务器发送 DHCP Request 报文来续租 IP 地址。如果收到 DHCP 服务器发送的 DHCP ACK 报文，则按相应时间延长 IP 地址租期。如果没有，还是保持使用该 IP 地址。

### 练习 2 模拟重新登录

本练习一人一组，现仅以主机 A 为例，其它主机参考主机 A 的操作。

1. 主机 A 启动协议编辑器，编辑一个 DHCPRequest 数据包，其中：

MAC 层：

源 MAC 地址：本机 MAC 地址

目的 MAC 地址：服务器 MAC 地址

IP 层：

源 IP 地址：本机 IP 地址

目的 IP 地址：服务器 IP 地址（默认为 172.16.0.253）

总长度：IP 层及其上层协议长度

校验和：在其它所有字段填充完毕后计算并填充

UDP 层：

源端口：68

目的端口：67

有效负载长度：UDP 层及其上层协议长度

计算校验和，其它字段默认

DHCP 层：

操作码：1

标志：0000

客户端 IP 地址：主机 B 的 IP 地址（产生分配冲突）

你的 IP 地址：0.0.0.0

客户端硬件地址：本机的 MAC 地址

追加选项块：

选项代码：53

长度：1

DHCP 消息类型：3

2. 主机 A 启动协议分析器捕获数据并设置过滤条件（提取 DHCP 协议）。
3. 发送主机 A 编辑好的数据包。
4. 察看主机 A 捕获的数据。
  - 各报文中字段“操作码”、“DHCP 消息类型”的值分别是多少？

#### 思考问题：

1. DHCP 协议适合于什么情况下使用？请举例说明。
2. DHCP 协议为何使用 67、68 两个熟知端口进行 UDP 通信？

操作码：1（请求）

DHCP 消息类型：3（DHCP 请求）

思考问题：

1. DHCP 适合用于需要自动分配网络设备 IP 地址以及其他网络配置信息的情况。它简化了网络管理，特别是在大型网络环境中。

以下是几种情况下适合使用 DHCP 的例子：

1. 家庭网络：在家庭网络中，DHCP 可用于自动分配家里各种设备（如电脑、手机、智能电视等）的 IP 地址和其他网络配置，无需手动设置每个设备的网络参数。

2. 企业网络：在企业级网络中，DHCP 能够有效地管理大量设备的 IP 地址。例如，在办公室中连接到局域网的各种设备（如计算机、打印机、IP 电话等）可以通过 DHCP 自动获取 IP 地址和其他网络信息。

3. 公共无线网络：如咖啡店、酒店或机场提供的公共无线网络，DHCP 能够为连接到该网络的用户自动分配 IP 地址，使其能够快速便捷地连接并使用网络服务，而无需手动配置网络设置。

4. 临时网络配置：在临时性活动或活动现场设置网络时，DHCP 可帮助快速配置网络，避免了需要手动配置每个设备的繁琐过程。

2. 端口 67：DHCP 服务器使用端口 67 来监听客户端的广播消息。当客户端启动时，它会发送一个广播请求，寻找可用的 DHCP 服务器。这些广播消息将发送到端口 67。

端口 68：DHCP 客户端使用端口 68 来接收 DHCP 服务器的响应。一旦 DHCP 服务器收到了客户端的广播请求，并决定为其分配 IP 地址和其他配置信息，它会以单播形式发送响应，这些响应消息将发送到客户端的端口 68。

使用这两个特定端口的 UDP 通信方式，使得 DHCP 服务器和客户端能够有效地进行交互和通信。端口 67 用于客户端寻找 DHCP 服务器，而端口 68 则用于 DHCP 服务器向客户端发送响应信息。