

CCNA Routing and Switching 5.0

Routing and Switching Essentials – Chapter 10

DHCP

Jeng-Yueng Chen

Hsiuping University of Science and Technology

簡介

完成本章之後，你將能夠：

- 解釋中小型企業網路中的 DHCPv4 操作。
- 將路由器設定為 DHCPv4 伺服器。
- 將路由器設定為 DHCPv4 客戶端。
- 排除交換網路中 IPv4 的 DHCP 設定故障。
- 解釋 DHCPv6 的工作原理。
- 設定中小型企業的無狀態 DHCPv6。
- 設定中小型企業的有狀態 DHCPv6。
- 對交換網路中的 IPv6 DHCP 設定進行故障排除。

購買或租用



DHCP 伺服器可簡化桌上型電腦和移動終端裝置的 IP 位址分配。

10.1

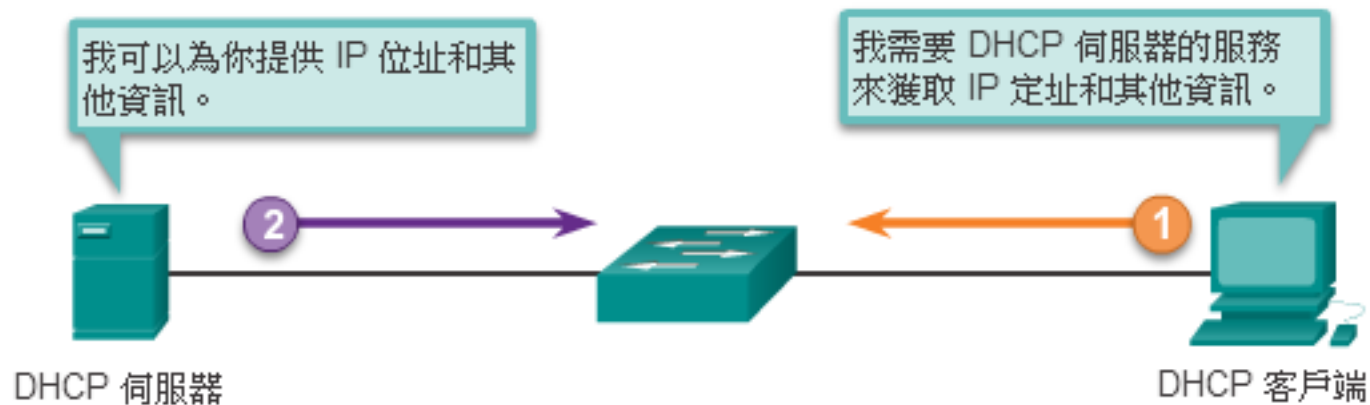
動態主機設定協定v4

DHCPv4 簡介

- DHCPv4 動態分配 IPv4 位址和其他網路設定資訊
- 對於小的分支辦公室或 SOHO 族，不妨設定一台 Cisco 路由器來提供 DHCPv4 服務，而不必使用專用伺服器
 - Cisco IOS 功能集 (稱為 **Easy IP**) 就是一個不錯的選擇，它可提供全功能的 DHCPv4 伺服器
- DHCPv4 包括三種不同的位址分配機制，以便靈活地分配 IP 位址：
 - **手動分配** - 管理者為客戶端指定預分配的 IPv4 位址，DHCPv4 只是將該 IPv4 位址傳達給裝置
 - **自動分配** - DHCPv4 從可用位址儲存區中選擇靜態 IPv4 位址，自動將它永久性地分配給裝置。不存在租期問題，位址是永久性地分配給裝置
 - **動態分配** - DHCPv4 動態地從位址儲存區中分配或租出 IPv4 位址，使用期限為伺服器選擇的一段有限時間，或者直到客戶端不再需要該位址為止

DHCPv4 簡介

- 動態分配是最常用的 DHCPv4 機制，使用動態分配時，客戶端從伺服器租用資訊，期限為管理性定義的一段時間
 - 管理者在設定 DHCPv4 伺服器時，可為其設定不同的租期屆滿時間
 - 租期屆滿後，客戶端必須申請另一位址，但通常是把同一位址重新分配給客戶端



DHCPv4 工作原理

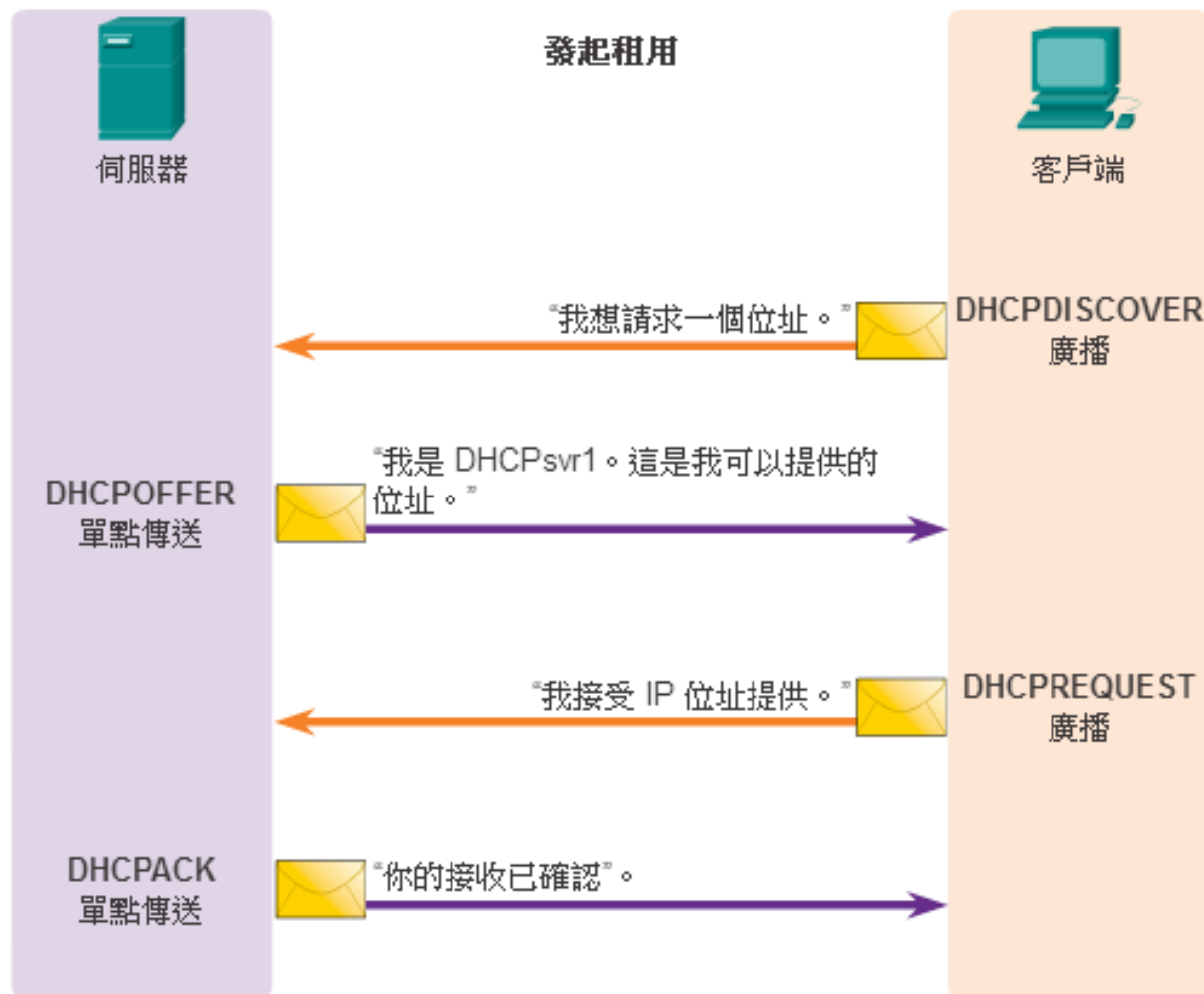
- DHCPv4 在客戶端/伺服器模式下工作
 - 當客戶端與 DHCPv4 伺服器通訊時，伺服器會將 IPv4 位址分配或出租給該客戶端。然後客戶端使用租用的 IP 位址連線到網路，直到租期屆滿
 - 客戶端必須定期聯繫 DHCP 伺服器以續展租期。這種租用機制確保移動或關閉的客戶端不保留它們不再需要的位址
 - 租期屆滿後，DHCP 伺服器會將位址還回位址儲存區，如有必要，可將其再次分配
- 當客戶端啟動時（或要連線網路），它開始進行四步過程以獲取租約
 - **DHCP 發現 (DHCPDISCOVER)** - DHCPDISCOVER 訊息找到網路上的 DHCPv4 伺服器。由於客戶端啟動時沒有有效的 IPv4 資訊，因此，它將使用第 2 層和第 3 層廣播位址與伺服器通訊
 - **DHCP 提供 (DHCPOFFER)** - 當 DHCPv4 伺服器收到 DHCPDISCOVER 訊息時，會保留一個可用 IPv4 位址以租賃給客戶端。伺服器還會新增一個 ARP 條目，該條目包含請求客戶端的 MAC 位址和客戶端的租用 IPv4 位址。DHCPv4 伺服器將繫結 DHCPOFFER 訊息發送到請求客戶端。以伺服器的第 2 層 MAC 位址為來源位址，以客戶端的第 2 層 MAC 位址為目的位址將 DHCPOFFER 訊息作為單點傳送發送



DHCPv4 工作原理

- **DHCP 請求 (DHCPREQUEST)** - 當客戶端從伺服器收到 DHCPOFFER 時，會發回一條 DHCPREQUEST 訊息。此訊息用於發起租用和租約更新。用於發起租用時，將 DHCPREQUEST 當作已提供參數所選定伺服器的繫結接受通知，並隱藏拒絕任何其他可能已為客戶端提供了繫結服務的伺服器。許多企業網路使用多台 DHCPv4 伺服器。DHCPREQUEST 訊息以廣播的形式發送，將繫結提供接受情況告知此 DHCPv4 伺服器和任何其它 DHCPv4 伺服器
- **DHCP 確認 (DHCPACK)** - 收到 DHCPREQUEST 訊息後，伺服器使用 ICMP ping 檢驗該位址的租用資訊以確保該位址尚未使用，為客戶端租用新增新的 ARP 條目，並以單點傳送 DHCPACK 訊息作為回復。除訊息類型欄位不同外，DHCPACK 訊息與 DHCPOFFER 訊息別無二致。客戶端收到 DHCPACK 訊息後，記錄下設定資訊，並為所分配的位址執行 ARP 查找。如果沒有對 ARP 的回覆，客戶端就會知道 IPv4 位址是有效的，並開始像使用自己的位址一樣使用該位址

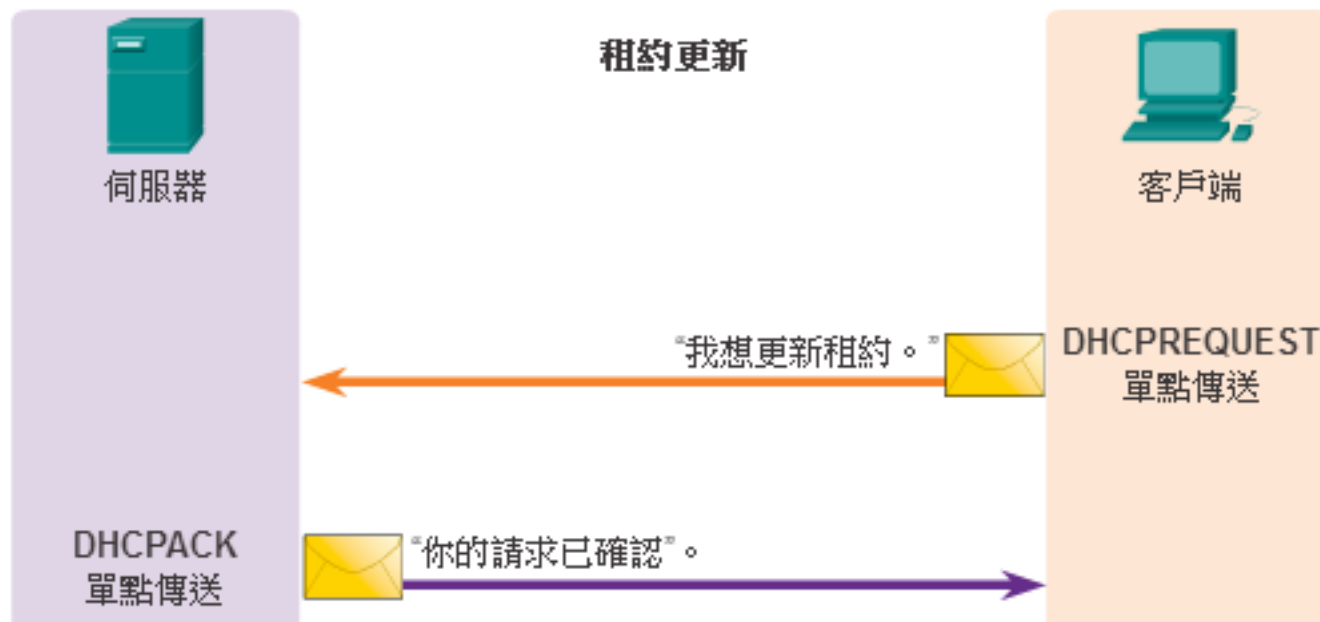
DHCPv4 工作原理



DHCPv4 工作原理

- 租約更新

- **DHCP 請求 (DHCPREQUEST)** - 租期屆滿後，客戶端將 DHCPREQUEST 訊息直接發送到最初提供 IPv4 位址的 DHCPv4 伺服器。如果在指定的時間內沒有收到 DHCPACK，客戶端會廣播另一個 DHCPREQUEST，這樣，另外一個 DHCPv4 伺服器便可續展租期。
- **DHCP 確認 (DHCPACK)** - 收到 DHCPREQUEST 訊息後，伺服器透過傳回一個 DHCPACK 來檢驗租用資訊



DHCPv4 訊息格式

- DHCPv4 訊息格式用於所有 DHCPv4 事務
- DHCPv4 訊息封裝在 UDP 傳輸協定中
 - 從客戶端發出的 DHCPv4 訊息使用 UDP 來源連接埠 68 和目的連接埠 67
 - 從伺服器發往客戶端的 DHCPv4 訊息使用 UDP 來源連接埠 67 和目的連接埠 68

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
你的 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組			
伺服器 IP 位址 (SIADDR) - 4 位元組			
關道 IP 位址 (GIADDR) - 4 位元組			
客戶端硬體位址 (CHADDR) - 16 位元組			
伺服器名稱 (SNAME) - 64 位元組			
啟動檔名 - 128 位元組			
DHCP 選項 - 變數			

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
伺服器 IP 位址 (SIADDR) - 4 位元組			

操作 (OP) 代碼 - 指定通用訊息類型。1 表示請求訊息，2 表示回復訊息

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組	旗標 - 2 位元組		
IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
位址 (YIADDR) - 4 位元組			

硬體類型 - 確定網路中使用的硬體類型。例如，1 表示乙太網路，15 表示訊框中繼，20 表示序列線路。這與 ARP 訊息中使用的代碼相同

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		分數 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR)			
你的 IP 位址 (YIADDR)			

硬體位址長度 - 指定位址的長度

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
你的 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組			

跳數 - 控制訊息的轉發。客戶端傳輸請求前將其設定為 0

跳數 - 控制訊息的轉發。客戶端傳輸請求前將其設定為 0

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR)		子網掩碼 (子網掩碼)	
你的 IP 位址 (YIADDR)			

事務識別碼 - 客戶端使用事務識別碼將請求和從 DHCPv4 伺服器接收的回覆進行匹配

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
伺服器 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組			

秒數 - 確定從客戶端開始嘗試獲取或更新租用以來經過的秒數。當有多個客戶端請求未得到處理時，DHCPv4 伺服器會使用秒數來排定回覆的優先順序

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組		你的 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組	

旗標 - 發送請求時，不知道自己 IPv4 位址的客戶端會使用旗標。只使用 16 位元中的一位元，即廣播旗標。此欄位中的 1 值告訴接收請求的 DHCPv4 伺服器或中繼代理應將回覆作為廣播發送

DHCPv4 訊息格式

客戶端 IP 位址 - 當客戶端的位址有效且可用時，客戶端在租約更新期間（而不是在獲取位址的過程中）使用客戶端 IP 位址。當且僅當客戶端在繫結狀態下有一個有效的 IPv4 位址時，該客戶端才會將其 IPv4 位址放在此欄位中，否則，它會將該欄位設定為 0。

DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
你的 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組			
伺服器 IP 位址 (SIADDR) - 4 位元組			
目標 IP 位址 (DIADDR) - 4 位元組			

你的 IP 位址 - 伺服器使用該位址將 IPv4 位址分配給客戶端

你的 IP 位址 - 伺服器使用該位址將 IPv4 位址分配給客戶端

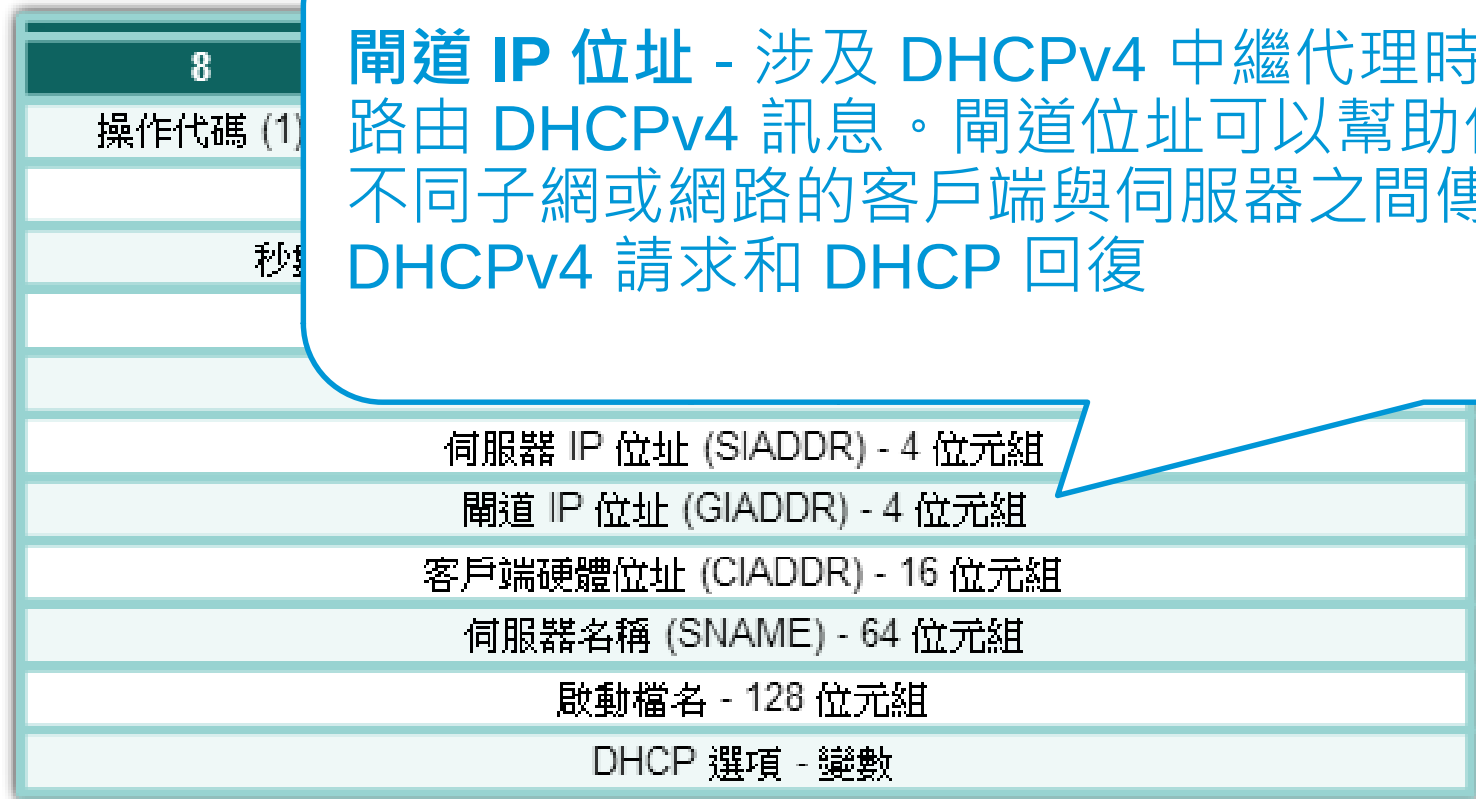
DHCPv4 訊息格式

8	16	24	32
操作代碼 (1)	硬體類型 (1)	硬體位址長度 (1)	跳數 (1)
事務識別碼			
秒數 - 2 位元組		旗標 - 2 位元組	
客戶端 IP 位址 (CIADDR) - 4 位元組			
你的 IP 位址 (YIADDR) - 4 位元組			
伺服器 IP 位址 (SIADDR) - 4 位元組			
目標 IP 位址 (DIADDR) - 4 位元組			

伺服器 IP 位址 - 伺服器使用該位址確定在 bootstrap 程序的下一步驟中客戶端應當使用的伺服器位址，它既可能是也可能不是發送該回覆的伺服器。發送伺服器始終會把自己

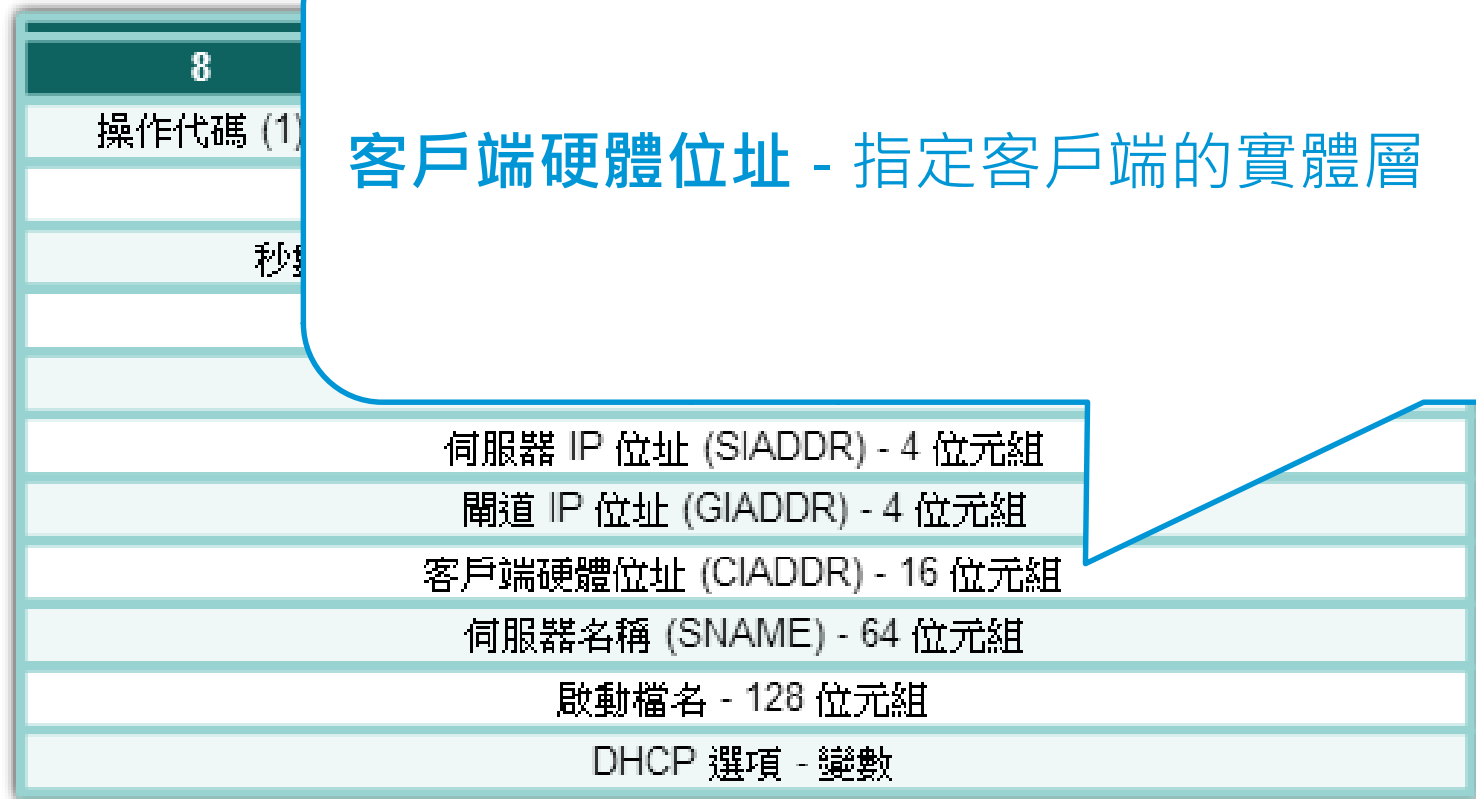
伺服器 IP 位址 - 伺服器使用該位址確定在 bootstrap 程序的下一步驟中客戶端應當使用的伺服器位址，它既可能是也可能不是發送該回覆的伺服器。發送伺服器始終會把自己的 IPv4 位址放在稱作“伺服器識別碼”的 DHCPv4 選項欄位中

DHCPv4 訊息格式

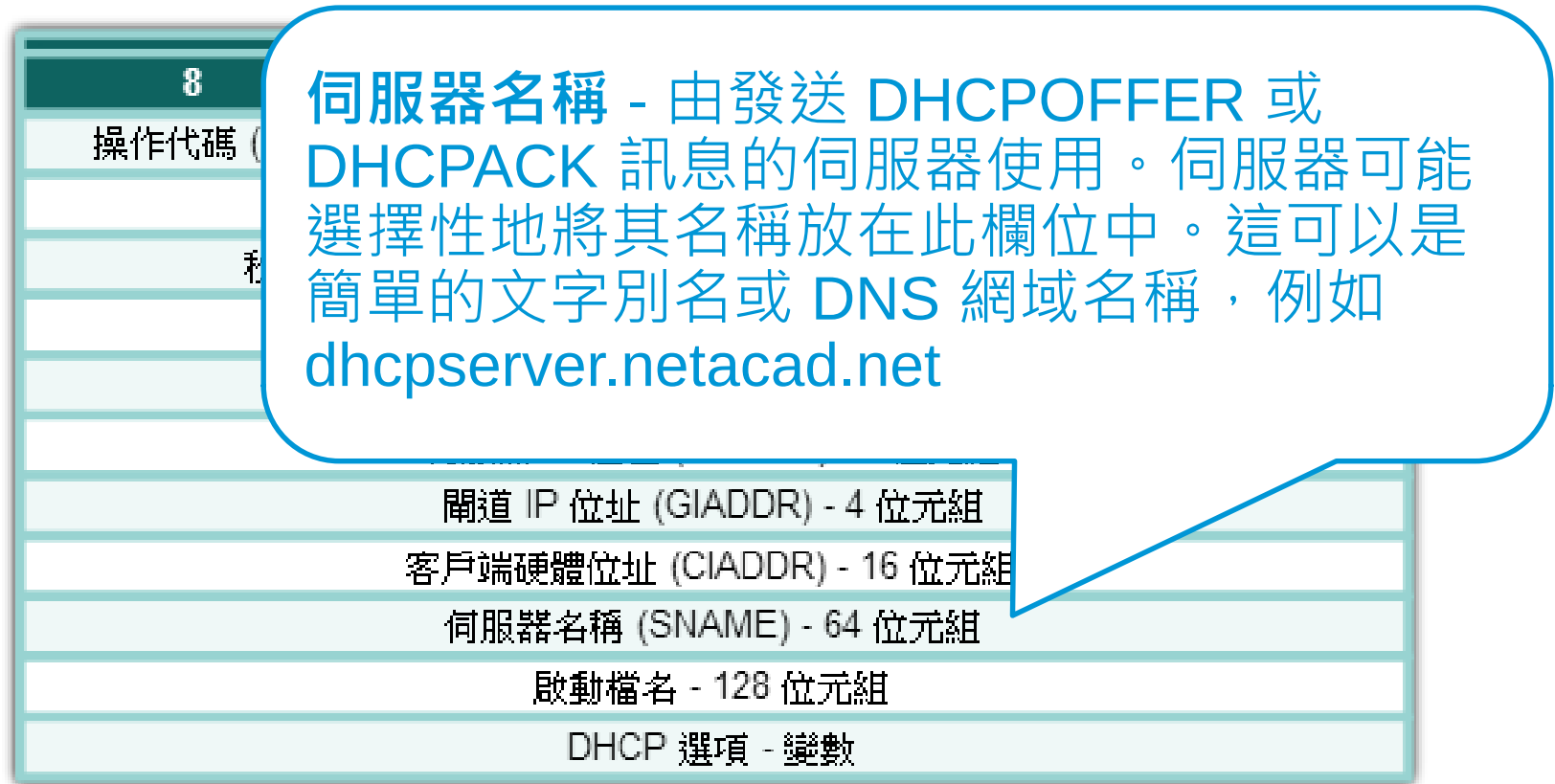


閘道 IP 位址 - 涉及 DHCPv4 中繼代理時會路由 DHCPv4 訊息。閘道位址可以幫助位於不同子網或網路的客戶端與伺服器之間傳輸 DHCPv4 請求和 DHCP 回復

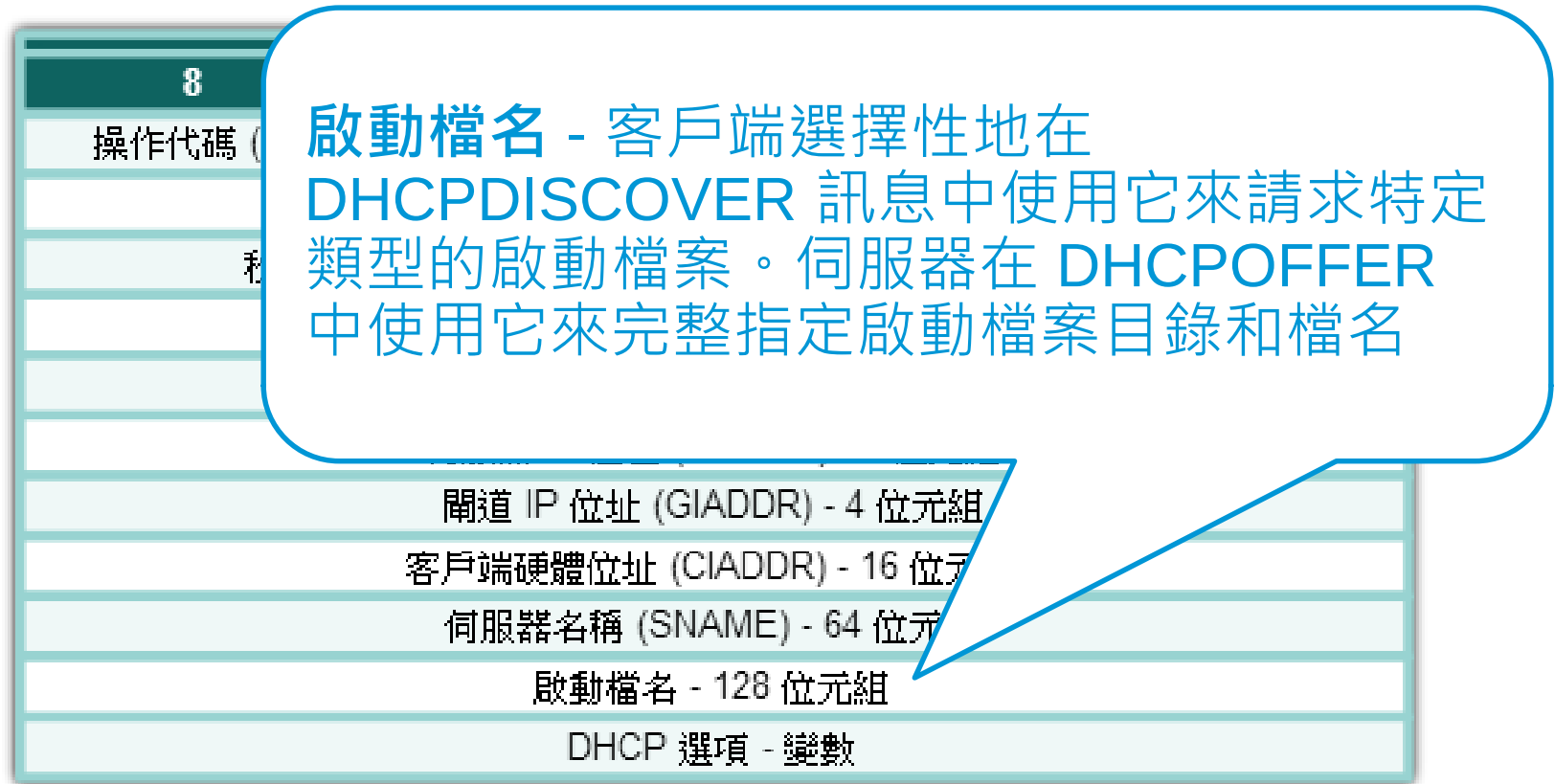
DHCPv4 訊息格式



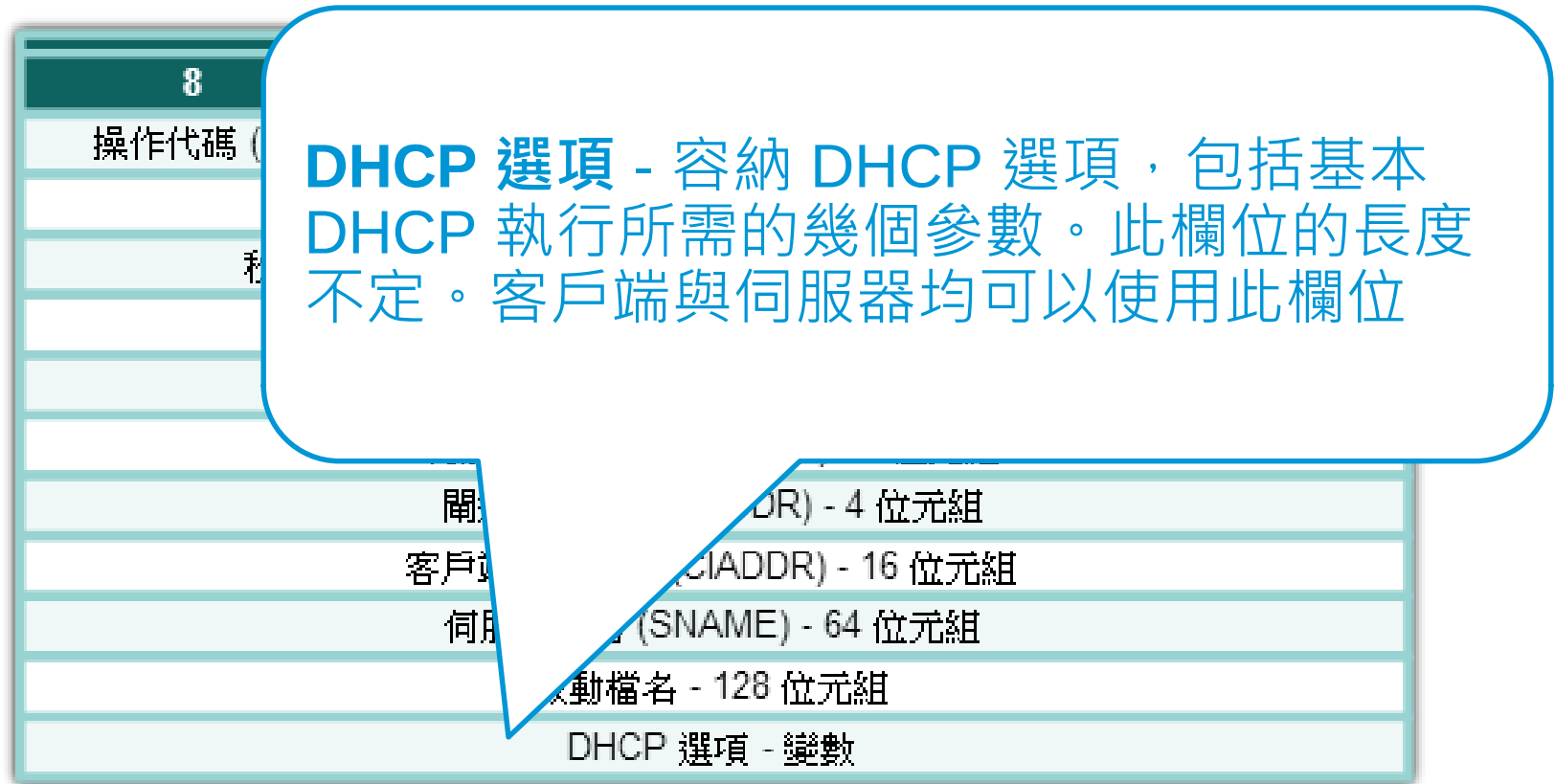
DHCPv4 訊息格式



DHCPv4 訊息格式



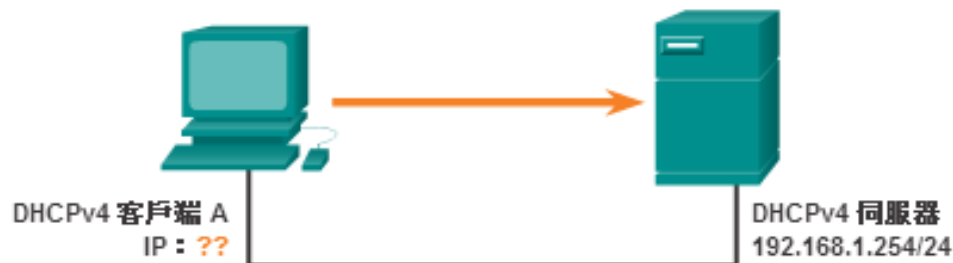
DHCPv4 訊息格式



DHCPv4 發現並提供訊息

- 如果客戶端設定為動態接收其 IPv4 設定並要連線網路，它會從 DHCPv4 伺服器請求定址值
- 當客戶端啟動或偵聽到活動網路連線時，會在其本地網路上傳輸 **DHCPDISCOVER** 訊息
 - 由於客戶端無法知道它屬於那一個子網，因此 DHCPDISCOVER 訊息是一個 IPv4 廣播（目的 IPv4 位址為 255.255.255.255）
 - 客戶端還沒有設定 IPv4 位址，因此使用來源 IPv4 位址 0.0.0.0
 - 客戶端 IPv4 位址 (CIADDR)，預設閘道位址 (GIADDR) 和子網路遮罩均有標記，這表示使用了位址 0.0.0.0

DHCPv4 發現並提供訊息



乙太網路訊框	IP	UDP	DHCPDISCOVER
DST MAC: FF:FF:FF:FF:FF:FF SRC MAC: MAC A	IP SRC: 0.0.0.0 IP DST: 255.255.255.255	UDP 67	CIADDR: 0.0.0.0 GIADDR: 0.0.0.0 Mask: 0.0.0.0 CHADDR: MAC A

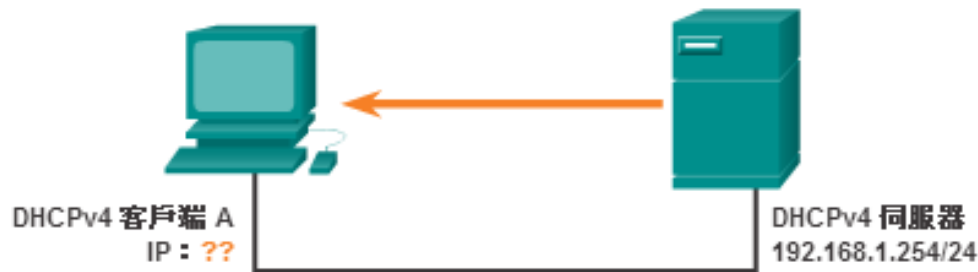
MAC : 媒體存取控制位址
CIADDR : 客戶端 IP 位址
GIADDR : 閘道 IP 位址
CHADDR : 客戶端硬體位址

DHCP 客戶端發送帶有 DHCPDISCOVER 封包的定向 IP 廣播。在本例中，DHCP 伺服器在同一網段，它將處理此請求。伺服器注意到 GIADDR 欄位是空白，因此得知客戶端處在同一網段上。伺服器還會記錄請求封包中的客戶端的硬體位址。

DHCPv4 發現並提供訊息

- 當 DHCPv4 伺服器收到 DHCPDISCOVER 訊息時，它以 DHCPOFFER 訊息回應
 - 此訊息包含客戶端的初始設定資訊，這些資訊包括伺服器提供的 IPv4 位址，子網路遮罩，租期，以及 DHCPv4 伺服器提供的 IPv4 位址
 - 可以設定 DHCPOFFER 訊息以包括其它資訊，例如租用更新時間和 DNS 位址
 - DHCP 伺服器透過給 CIADDR 和子網路遮罩分配值來回應 DHCPDISCOVER。使用客戶端硬體位址 (CHADDR) 構建訊框，並將訊框發送給請求客戶端

DHCPv4 發現並提供訊息



乙太網路訊框	IP	UDP	DHCP 回覆
DST MAC: MAC A SRC MAC: MAC Serv	IP SRC: 192.168.1.254 IP DST: 192.168.1.10	UDP 68	CIADDR: 192.168.1.10 GIADDR: 0.0.0.0 Mask: 255.255.255.0 CHADDR: MAC A

MAC : 媒體存取控制位址
CIADDR : 客戶端 IP 位址
GIADDR : 閘道 IP 位址
CHADDR : 客戶端硬體位址

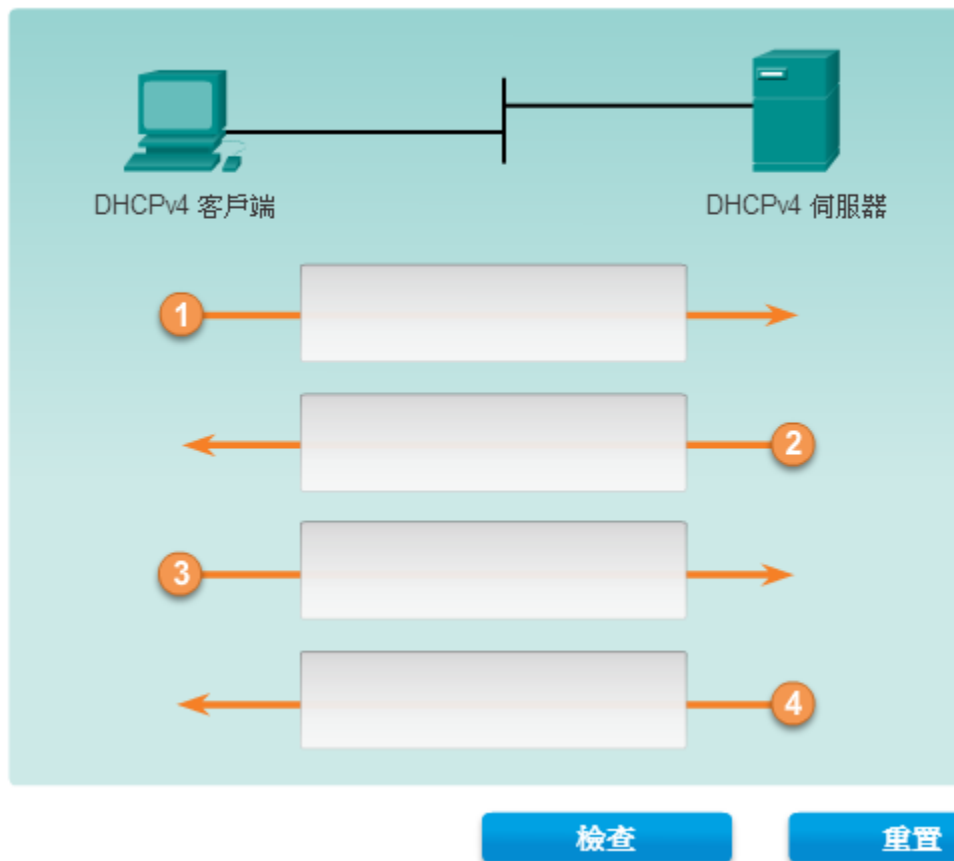
DHCP 伺服器從該網段的可用位址儲存區中選取一個 IP 位址，以及與網段有關的參數和其他全域參數。DHCP 伺服器將它們放入 DHCP 封包的相應欄位。DHCP 伺服器會使用 A 的硬體位址（在 CHADDR 中）構造一個適當的訊框發送到客戶端。

練習 10.1.1.5

練習 - 確定 DHCPv4 工作原理的步驟

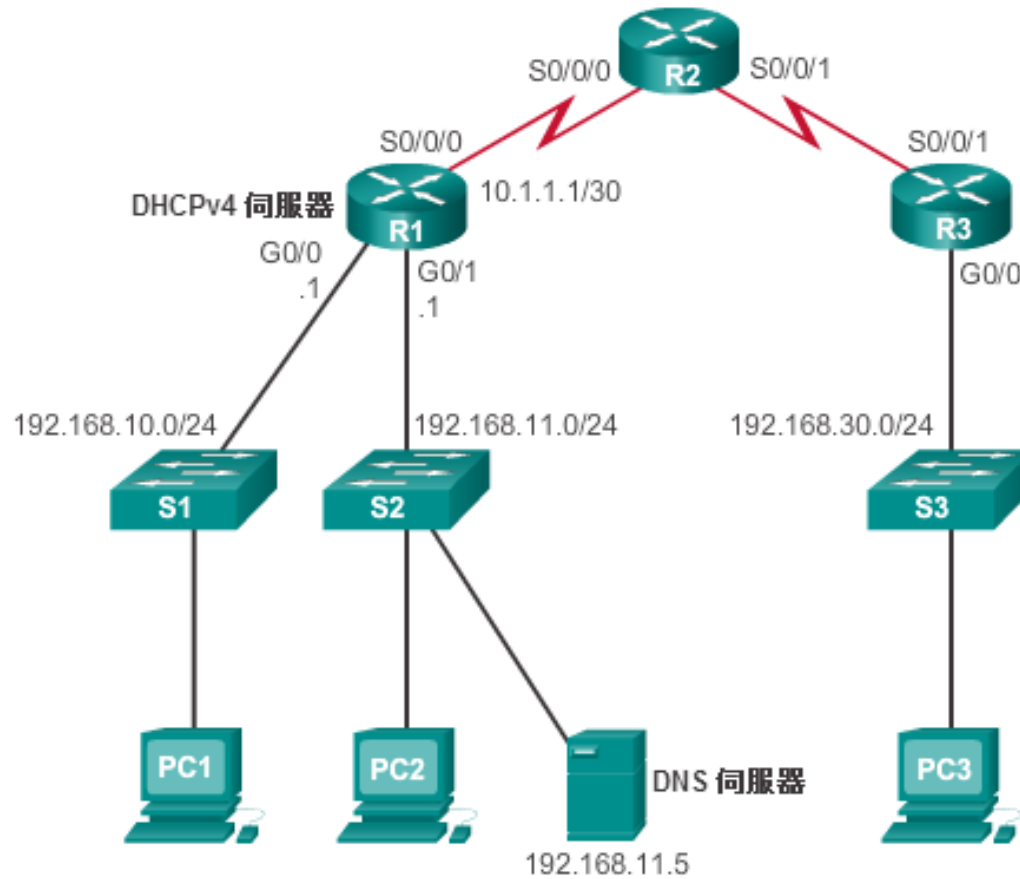
請按順序排列發起 DHCPv4 租用的步驟。
請根據圖中的帶圈數字，將每個發起 DHCPv4 租用的步驟
拖到相應的欄位。

- DHCPACK
DHCP 確認
- DHCPDISCOVER
DHCP 發現
- DHCPREQUEST
DHCP 請求
- DHCPOFFER
DHCP 服務



設定基本的 DHCPv4 伺服器

- Cisco IOS DHCPv4 伺服器從路由器內的指定位址儲存區分配 IPv4 位址給 DHCPv4 客戶端，並管理這些 IP 位址



設定基本的 DHCPv4 伺服器

- 第 1 步：排除 IPv4 位址

- 除非設定為排除特定位址，否則路由器將充當 DHCPv4 伺服器分配 DHCPv4 位址儲存區中的所有 IPv4 位址
- 通常，將儲存區中的某些 IPv4 位址分配給需要靜態位址分配的網路裝置。因此，這些 IPv4 位址不應分配給其他裝置
- 要排除特定位址，請使用 **ip dhcp excluded-address** 命令
- 可以透過指定範圍內的低位址和高位址來排除單個位址或多個位址。排除位址應包括分配給路由器、伺服器、印表機和其他已手動設定的裝置的位址

```
R1(config)# ip dhcp excluded-address low-address [high-address]
```

```
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9  
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
```

設定基本的 DHCPv4 伺服器

- 第 2 步：設定 DHCPv4 儲存區

- 設定 DHCPv4 伺服器包括定義待分配的位址儲存區
- ip dhcp pool *pool-name*** 命令新增了一個包含指定名稱的儲存區，並將路由器的 DHCPv4 設定模式中，透過提示 **Router(dhcp-config)#** 確定該模式

```
R1(config)# ip dhcp pool pool-name  
R1(dhcp-config)#
```

```
R1(config)# ip dhcp pool LAN-POOL-1  
R1(dhcp-config)#
```

設定基本的 DHCPv4 伺服器

- 第 3 步：設定特定任務

- 必須設定位址儲存區和預設閘道路由器
- 使用 **network** 敘述定義可用位址範圍
- 使用 **default-router** 命令定義預設閘道路由器。通常，閘道是最接近客戶端裝置的路由器的 LAN 介面。雖然只需要一個閘道，但是如果有多個閘道，你最多可以列出八個位址

- 其他 DHCPv4 儲存區命令為選擇性命令

- 使用 **dns-server** 命令設定 DHCPv4 客戶端可用的 DNS 伺服器 IPv4 位址
- **domain-name domain** 命令用於定義網域名稱
- 使用 **lease** 命令可以更改 DHCPv4 租期。預設租用值為一天
- **netbios-name-server** 命令用於定義 NetBIOS WINS 伺服器

設定基本的 DHCPv4 伺服器

需完成的任務	命令
定義位址儲存區。	<code>network network-number [mask /prefix-length]</code>
定義預設路由器或閘道。	<code>default-router address[address2...address8]</code>

選擇性執行的任務	命令
定義 DNS 伺服器。	<code>dns-server address[address2...address8]</code>
定義網域名稱。	<code>domain-name domain</code>
定義 DHCP 租期的持續時間。	<code>lease {days [hours] [minutes] infinite}</code>
定義 NetBIOS WINS 伺服器。	<code>netbios-name-server address[address2...address8]</code>

```
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
R1(config)# ip dhcp pool LAN-POOL-1
R1(dhcp-config)# network 192.168.10.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)# default-router 192.168.10.1
R1(dhcp-config)# dns-server 192.168.11.5
R1(dhcp-config)# domain-name example.com
R1(dhcp-config)# end
R1#
```

設定基本的 DHCPv4 伺服器

- 在支援 DHCPv4 服務的各版本 Cisco IOS 軟體上預設啟用 DHCP 服務
 - 要停用此服務，請使用 **no service dhcp** 全域設定模式命令
 - 使用 **service dhcp** 全域設定模式命令可重新啟用 DHCPv4 服務過程
 - 如果沒有設定參數，啟用服務將不會有效果

檢驗 DHCPv4

- **show running-config | section dhcp** 命令輸出顯示了設定的 DHCPv4 命令
 - **| section** 參數只顯示了與 DHCPv4 設定相關聯的命令

```
R1# show running-config | section dhcp
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
ip dhcp excluded-address 192.168.11.1 192.168.11.9
ip dhcp excluded-address 192.168.11.254
ip dhcp pool LAN-POOL-1
  network 192.168.10.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.10.1
  dns-server 192.168.11.5
  domain-name example.com
ip dhcp pool LAN-POOL-2
  network 192.168.11.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.11.1
  dns-server 192.168.11.5
  domain-name example.com
R1#
```

檢驗 DHCPv4

- 使用 **show ip dhcp binding** 命令可檢驗 DHCPv4 的執行
 - 此命令顯示 DHCPv4 服務已提供的全部 IPv4 位址與 MAC 位址繫結清單
- 使用 **show ip dhcp server statistics** 檢驗路由器正在接收或發送訊息
 - 此命令顯示關於已發送和接收的 DHCPv4 訊息數量的計數資訊
 - 統計資訊也顯示了 DHCPDISCOVER、DHCPREQUEST、DHCP OFFER 和 DHCPACK 活動

```
R1# show ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address      Client-ID/      Lease expiration  Type
                Hardware address/
                User name

R1# show ip dhcp server statistics
Memory usage      23543
Address pools      1
Database agents    0
Automatic bindings 0
Manual bindings    0
Expired bindings    0
Malformed messages 0
Secure arp entries 0

Message           Received
BOOTREQUEST        0
DHCPDISCOVER        0
DHCPREQUEST         0
DHCPDECLINE         0
DHCPRELEASE         0
DHCPIFORM           0

Message           Sent
BOOTREPLY           0
DHCP OFFER          0
```

檢驗 DHCPv4

- 在 PC1 和 PC2 開機並完成啟動過程後發出命令

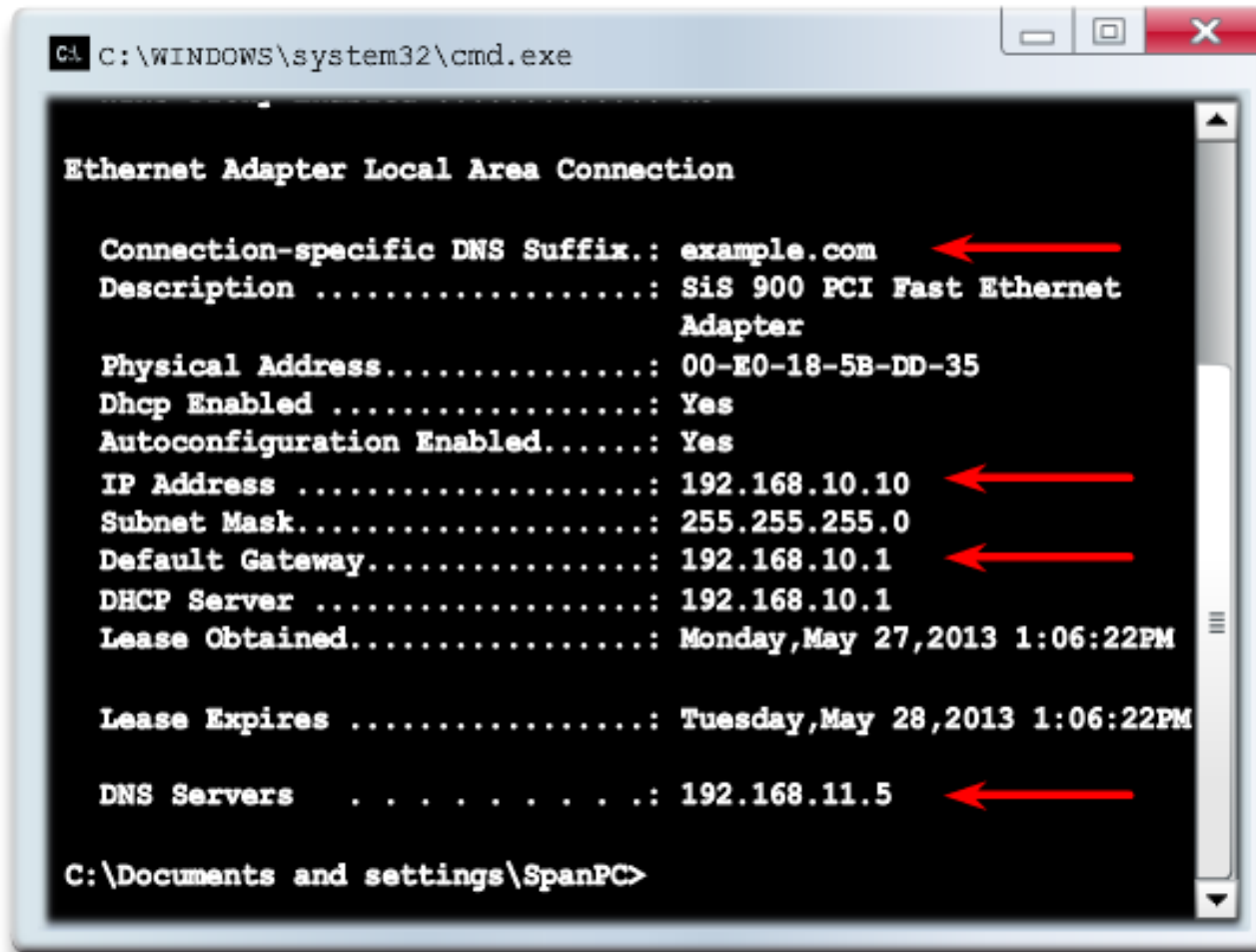
```
R1# show ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address      Client-ID/      Lease expiration    Type
                Hardware address/
                User name
192.168.10.10    0100.e018.5bdd.35  May 28 2013 01:06 PM Automatic
192.168.11.10    0100.b0d0.d817.e6  May 28 2013 01:10 PM Automatic

R1# show ip dhcp server statistics
Memory usage      25307
Address pools      2
Database agents    0
Automatic bindings 2
Manual bindings    0
Expired bindings    0
Malformed messages 0
Secure arp entries 0

Message           Received
BOOTREQUEST        0
DHCPDISCOVER        8
DHCPREQUEST         3
DHCPDECLINE         0
DHCPRELEASE         0
DHCPINFORM          0
```


檢驗 DHCPv4

- 發出 **ipconfig /all** 命令時顯示 TCP/IP 參數



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Ethernet Adapter Local Area Connection

Connection-specific DNS Suffix.: example.com
Description .....: SiS 900 PCI Fast Ethernet Adapter
Physical Address.....: 00-E0-18-5B-DD-35
Dhcp Enabled .....: Yes
Autoconfiguration Enabled.....: Yes
IP Address .....: 192.168.10.10
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.10.1
DHCP Server .....: 192.168.10.1
Lease Obtained.....: Monday, May 27, 2013 1:06:22PM

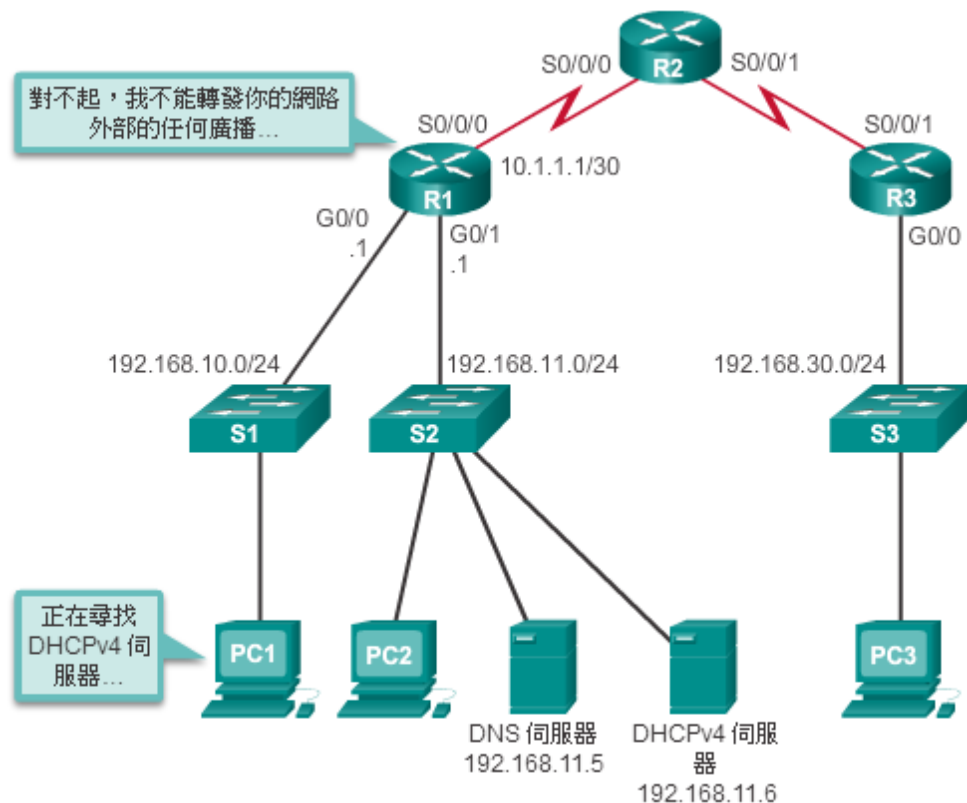
Lease Expires .....: Tuesday, May 28, 2013 1:06:22PM

DNS Servers . . . . .: 192.168.11.5

C:\Documents and settings\SpanPC>
```

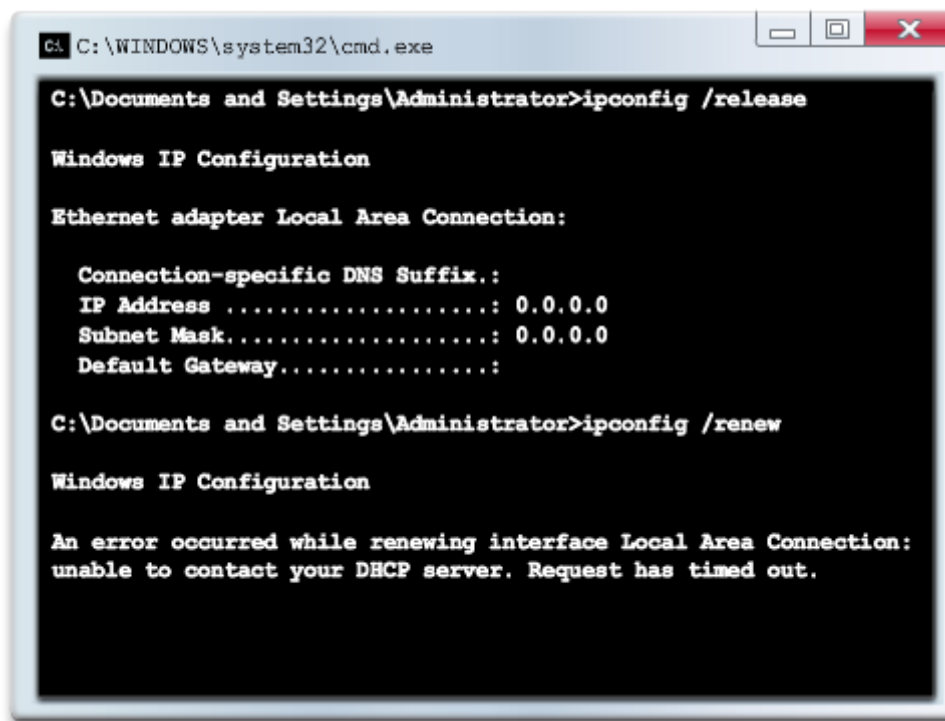
DHCPv4 中繼

- 在複雜的階層式網路中，企業伺服器通常位於伺服器群中
 - 這些伺服器可為網路提供 DHCP、DNS、TFTP 和 FTP 服務
 - 網路客戶端通常不像這些伺服器一樣處在同一子網上
 - 為了定位伺服器並接收服務，客戶端通常使用廣播訊息



DHCPv4 中繼

- PC1 正在嘗試更新其 IPv4 位址。為此，它發出 **ipconfig /release** 命令
 - IPv4 位址得到釋放，且位址顯示為 0.0.0.0
 - 發出 **ipconfig /renew** 命令。此命令使 PC1 廣播 DHCPDISCOVER 訊息
 - 輸出顯示 PC1 無法定位 DHCPv4 伺服器。由於路由器不轉發廣播，因此請求未成功



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /release

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix.:
    IP Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .:

C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /renew

Windows IP Configuration

An error occurred while renewing interface Local Area Connection:
unable to contact your DHCP server. Request has timed out.
```

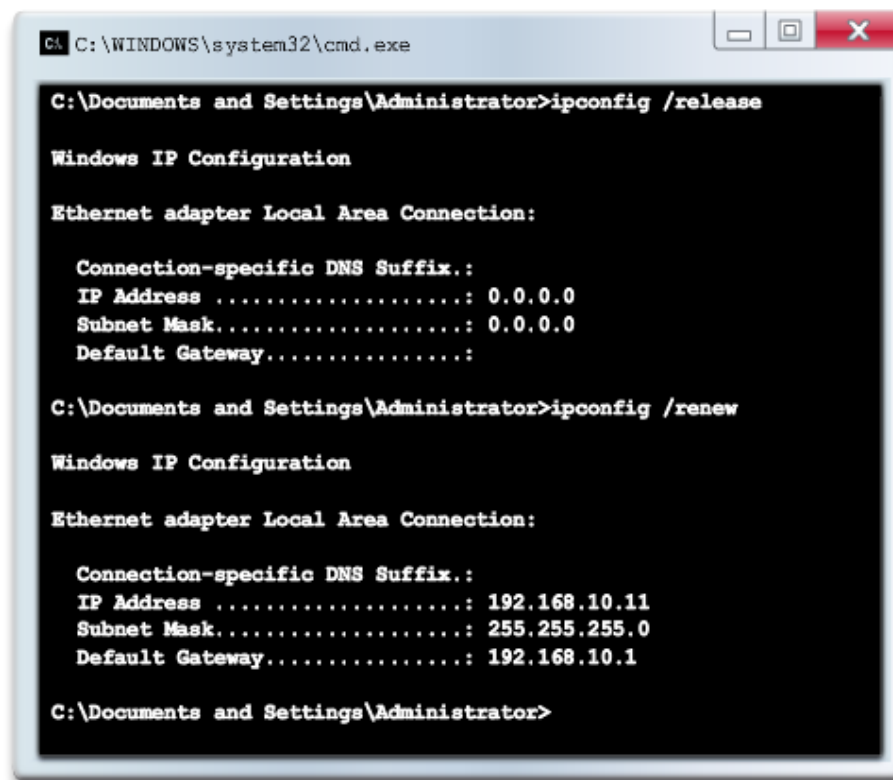
DHCPv4 中繼

- 對此問題的一個解決方案是，管理者在所有子網上均增加 DHCPv4 伺服器。但是，在數台電腦上執行這些服務會帶來成本上和管理上的額外成本
- 更好的解決方案是設定 Cisco IOS 助手位址 (helper address)
 - 此解決方案使路由器能夠將 DHCPv4 廣播轉發至 DHCPv4 伺服器
 - 當路由器轉發位址分配/參數請求時，它充當 DHCPv4 中繼代理的角色

```
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ip helper-address 192.168.11.6
R1(config-if)# end
R1# show ip interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by setup command
  MTU is 1500 bytes
  Helper address is 192.168.11.6
<省略部分輸出>
```

DHCPv4 中繼

- DHCPv4 不是唯一一種可透過設定路由器來中繼的服務
- **ip helper-address** 命令預設轉發下列八種 UDP 服務：
 - 連接埠 37：時間
 - 連接埠 49：TACACS
 - 連接埠 53：DNS
 - 連接埠 67：DHCP/BOOTP 客戶端
 - 連接埠 68：DHCP/BOOTP 伺服器
 - 連接埠 69：TFTP
 - 連接埠 137：NetBIOS 名稱服務
 - 連接埠 138：NetBIOS 封包服務



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /release

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix.:
    IP Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .:

C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /renew

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix.:
    IP Address . . . . .: 192.168.10.11
    Subnet Mask . . . . .: 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . .: 192.168.10.1

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

實驗 10.1.2.4

- 在本實驗中，你需要完成以下目標：
 - 第 1 部分：建立網路並設定裝置的基本設定
 - 第 2 部分：設定 DHCPv4 伺服器 and DHCP 中繼代理



在路由器上設定基本 DHCPv4



實驗 10.1.2.5

- 在本實驗中，你需要完成以下目標：
 - 第 1 部分：建立網路並設定裝置的基本設定
 - 第 2 部分：更改 SDM 首選項
 - 第 3 部分：設定 DHCPv4
 - 第 4 部分：為多個 VLAN 設定 DHCP
 - 第 5 部分：啟用 IP 路由



在交換器上設定基本 DHCPv4



將路由器設定為 DHCPv4 客戶端

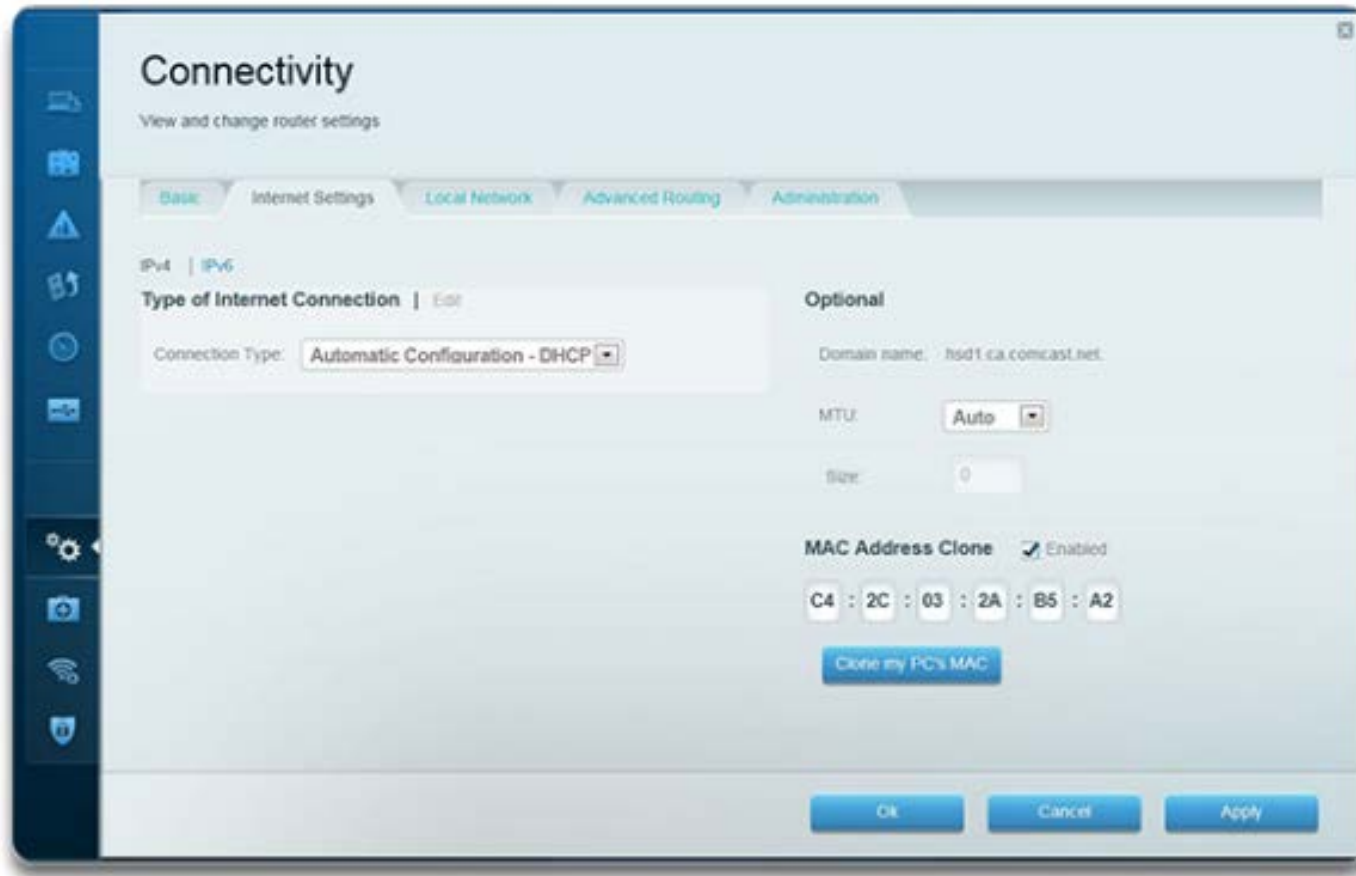
- 有時，必須將小型辦公室/家庭辦公室 (SOHO) 中的 Cisco 路由器和分支站點以與客戶端電腦類似的方式設定為 DHCPv4 客戶端
 - 要將乙太網路介面設定為 DHCP 客戶端，請使用 **ip address dhcp** 介面設定模式命令



```
SOHO(config)# interface g0/1
SOHO(config-if)# ip address dhcp
SOHO(config-if)# no shutdown
SOHO(config-if)#
*Jan 31 17:31:11.507: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface
GigabitEthernet0/1 assigned DHCP address 209.165.201.12, mask
255.255.255.224, hostname SOHO
SOHO(config-if)# end
SOHO# show ip interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 209.165.201.12/27
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by DHCP
<省略部分輸出>
```


將 SOHO 路由器設定為 DHCPv4 客戶端

- 在大多數情況下，設定 SOHO 路由器是為了從 ISP 自動獲取 IPv4 位址



Packet Tracer 10.1.3.3



使用 Cisco IOS 設定 DHCPv4



故障排除任務

- DHCPv4 問題可能有多種起因，例如作業系統、網卡驅動程式或 DHCP 中繼代理的軟體弱點等，但是最常見的原因是設定問題
- 故障排除任務 1：解決 IPv4 位址碰撞 - 兩台客戶端使用同一 IPv4 位址的情況，造成碰撞
 - **show ip dhcp conflict** 命令顯示 DHCPv4 伺服器記錄的所有位址碰撞
 - 伺服器使用 **ping** 命令檢測客戶端
 - 客戶端使用位址解析協定 (ARP) 檢測碰撞。如果檢測到位址碰撞，碰撞位址將從儲存區中刪除，在管理者解決此碰撞問題之前不予分配

R1# **show ip dhcp conflict**

IP address Detection Method Detection time

192.168.10.32 Ping Feb 16 2013 12:28 PM

192.168.10.64 Gratuitous ARP Feb 23 2013 08:12 AM

故障排除任務

- **故障排除任務 2：檢驗實體連線** - 使用 **show interface interface** 命令確認充當客戶端預設閘道的路由器介面正常執行
 - 如果介面狀態不是開啟，則該連接埠不傳輸流量，包括 DHCP 客戶端請求
- **故障排除任務 3：使用靜態 IP 位址測試連線** - 排除任何 DHCPv4 故障時，請在一台客戶端工作站上設定靜態 IPv4 位址資訊來檢驗網路連線。如果工作站不能利用靜態設定的 IPv4 位址存取網路資源，則問題的根源不是 DHCPv4。此時，需要排除網路連線故障
- **故障排除任務 4：檢驗交換器連接埠設定** - 如果 DHCPv4 客戶端在啟動時無法從 DHCPv4 伺服器獲得 IPv4 位址，請手動強制客戶端發送 DHCPv4 請求，以嘗試從 DHCPv4 伺服器獲得 IPv4 位址
 - 如果客戶端與 DHCPv4 伺服器之間有一台交換器，但是客戶端卻無法獲得 DHCP 設定，那麼交換器連接埠設定問題可能是導致故障的原因。這些原因可能包括來自主幹與通道、**STP** 和 **RSTP** 的問題
 - **PortFast** 設定和邊緣連接埠設定解決常見的伴隨 Cisco 交換器初始安裝出現的 DHCPv4 客戶端問題

故障排除任務

- **故障排除任務 5：測試同一子網或 VLAN 上 DHCPv4 執行 - 辨別**
當客戶端與 DHCPv4 處於同一子網或 VLAN 時 DHCPv4 能否正常工作十分必要。當客戶端位於同一子網或 VLAN 時，如果 DHCPv4 正常工作，那麼問題可能出在 DHCP 中繼代理上。如果在 DHCPv4 伺服器所處的子網或 VLAN 上測試 DHCPv4 後，問題仍然存在，則真正的問題可能是在 DHCPv4 伺服器

檢驗路由器 DHCPv4 設定

- 第 1 步：檢驗 **ip helper-address** 命令設定在正確的介面上。它必須存在於包含 DHCPv4 客戶端工作站的 LAN 的入站介面上，並且必須指向正確的 DHCPv4 伺服器
 - **show running-config** 命令的輸出檢驗 DHCPv4 中繼 IPv4 位址正在引用 DHCPv4 伺服器位址 192.168.11.6
 - **show ip interface** 命令還可用於檢驗介面上的 DHCPv4 中繼

```
R1# show running-config | section interface GigabitEthernet0/0
interface GigabitEthernet0/0
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.11.6
  duplex auto
  speed auto
R1#

R1# show running-config | include no service dhcp
R1#
```

檢驗路由器 DHCPv4 設定

- 第 2 步：檢驗並沒有設定全域設定命令 **no service dhcp**
 - 此命令會停用路由器上的所有 DHCP 伺服器和中繼功能
 - 命令 **service dhcp** 不會出現在執行設定中，因為它是預設設定

```
R1# show running-config | section interface GigabitEthernet0/0
interface GigabitEthernet0/0
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
  ip helper-address 192.168.11.6
  duplex auto
  speed auto
R1#

R1# show running-config | include no service dhcp
R1#
```


除錯 DHCPv4

```
R1(config)# access-list 100 permit udp any any eq 67
R1(config)# access-list 100 permit udp any any eq 68
R1(config)# end
R1# debug ip packet 100
IP packet debugging is on for access list 100
*IP: s=0.0.0.0 (GigabitEthernet0/1), d=255.255.255.255, len 333,
rcvd 2
*IP: s=0.0.0.0 (GigabitEthernet0/1), d=255.255.255.255, len 333,
stop process pak for forus packet
*IP: s=192.168.11.1 (local), d=255.255.255.255
(GigabitEthernet0/1), len 328, sending broad/multicast

<省略部分輸出>

R1# debug ip dhcp server events
DHCPD: returned 192.168.10.11 to address pool LAN-POOL-1
DHCPD: assigned IP address 192.168.10.12 to client
0100.0103.85e9.87.
DHCPD: checking for expired leases.
DHCPD: the lease for address 192.168.10.10 has expired.
DHCPD: returned 192.168.10.10 to address pool LAN-POOL-1
```

debug ip dhcp server events 命令報告伺服器事件，例如位址分配和資料庫更新。它還用於解碼 DHCPv4 接收和傳輸

實驗 10.1.4.4

- 在本實驗中，你需要完成以下目標：
 - 第 1 部分：建立網路並設定裝置的基本設定
 - 第 2 部分：DHCPv4 問題故障排除



排除 DHCPv4 故障



10.2

動態主機設定協定v6

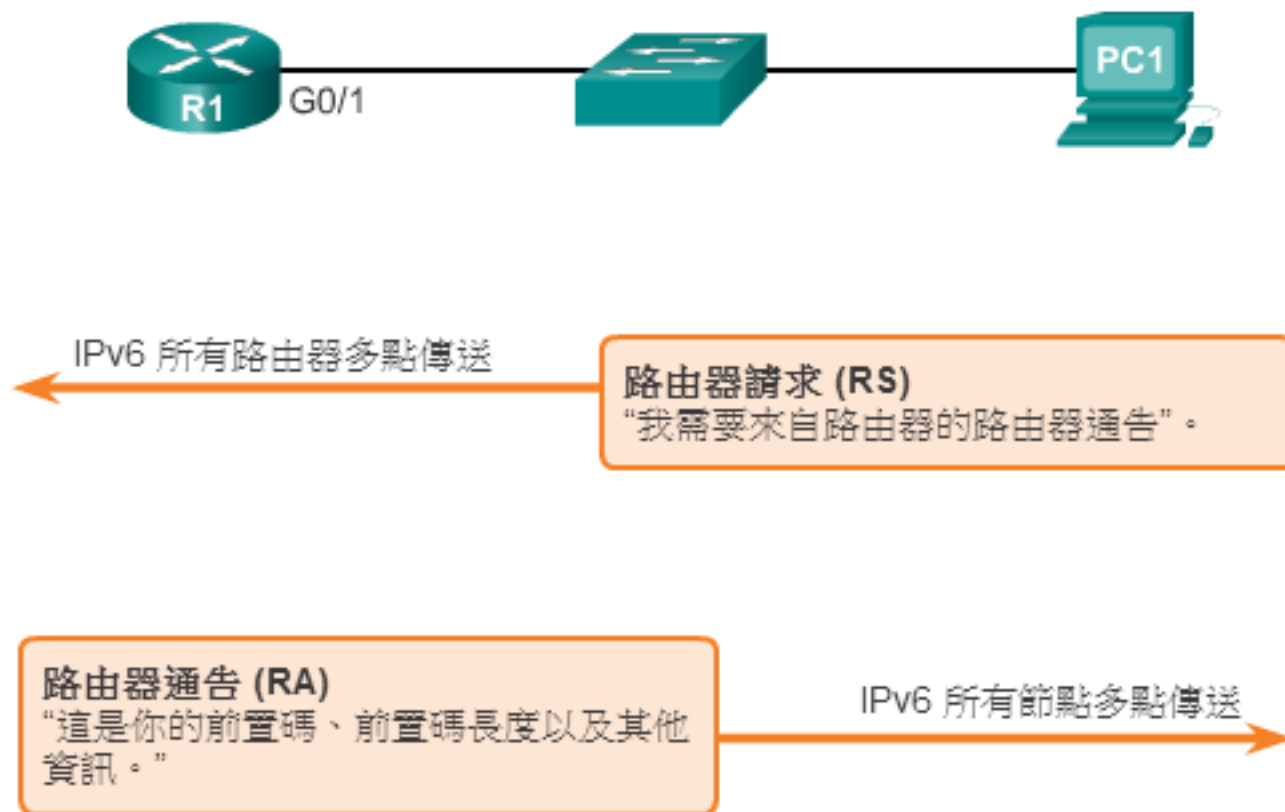
無狀態位址自動設定 (SLAAC)

- 動態分配 IPv6 全域單點傳送位址有兩種方法：
 - 無狀態位址自動設定 (SLAAC)
 - IPv6 的動態主機設定協定（有狀態 DHCPv6）
- SLAAC 是一種可以在沒有 DHCPv6 伺服器服務的情況下獲取 IPv6 全域單點傳送位址的方法
 - SLAAC 的核心是 ICMPv6
 - SLAAC 使用 ICMPv6 路由器請求訊息 (Router Solicitation) 和路由器通告訊息 (Router Advertisement) 提供通常本由 DHCP 伺服器提供的定址和其他設定資訊

無狀態位址自動設定 (SLAAC)

- **路由器請求 (RS) 訊息** - 當設定客戶端以使用 SLAAC 自動獲取其定址資訊時，該客戶端會將 RS 訊息發送至路由器。將 RS 資訊發送至 IPv6 所有路由器多點傳送位址 **FF02::2**
- **路由器通告 (RA) 訊息** - 路由器發送 RA 訊息來提供所設定客戶端的定址資訊，以自動獲取其 IPv6 位址。RA 訊息包括本地資料段的前置碼和前置碼長度。客戶端使用此資訊新增自己的 IPv6 全域單點傳送位址。路由器定期發送 RA 訊息或回應 RS 訊息。預設情況下，思科路由器每隔 200 秒發送一次 RA 訊息。始終將 RA 訊息發送到 IPv6 所有節點多點傳送位址 **FF02::1**
- SLAAC 是無狀態的。無狀態服務意味著沒有維護網路位址資訊的伺服器。與 DHCP 不同，沒有 SLAAC 伺服器知道那些 IPv6 位址正在使用中，那些位址是可用的

無狀態位址自動設定 (SLAAC)



SLAAC 執行

- 發送 RA 訊息之前必須將路由器啟用為 IPv6 路由器。要啟用 IPv6 路由，請使用以下命令設定路由器：

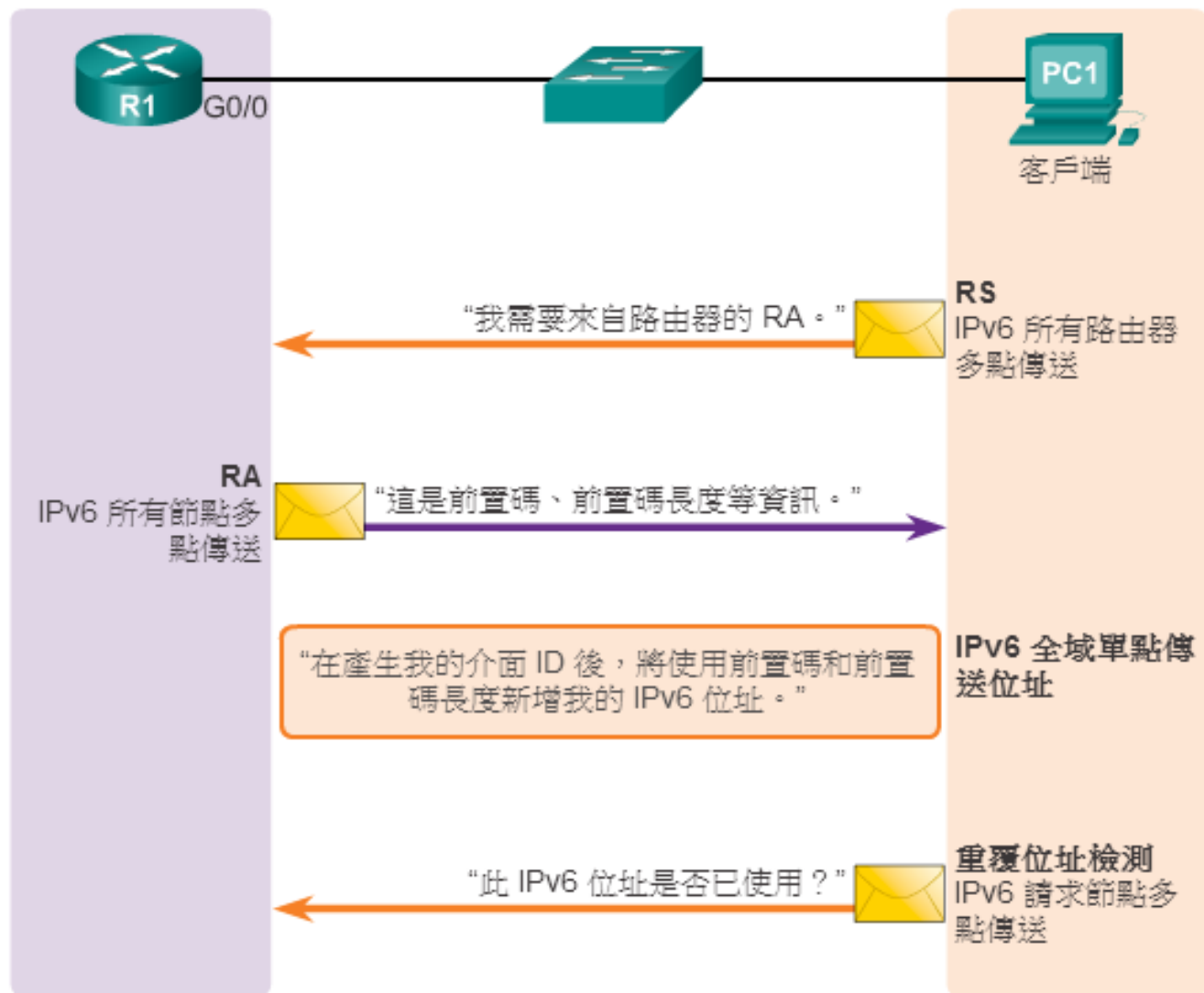
```
Router(config)# ipv6 unicast-routing
```

- 設定 PC 以自動獲取 IPv6 定址。自啟動開始，PC 尚未收到任何 RA 訊息，因此，它發送 RS 訊息至**所有路由器多點傳送位址 FF02::2**來通知本地 IPv6 路由器它需要 RA
- 路由器接收 RS 訊息並以 RA 訊息作為回應。RA 訊息中包括網路的前置碼和前置碼長度。以路由器的鏈路本地位址為 IPv6 來源位址將 RA 訊息發送至 **IPv6 所有節點多點傳送位址 FF02::1**
- PC 收到包含本地網路前置碼和前置碼長度的 RA 訊息。PC 會使用此資訊新增自己的 IPv6 全域單點傳送位址。PC 現在有一個 64 位元網路前置碼，但是還需要一個 64 位元**介面 ID (IID)** 來新增全域單點傳送位址

SLAAC 執行

- PC 可以使用兩種方式新增自己的唯一 IID：
 - **EUI-64** - PC 將使用 EUI-64 程序透過其 48 位元 MAC 位址新增一個 IID
 - **隨機產生** - 該 64 位元 IID 可以是客戶端作業系統隨機產生的數值
- PC 可以將 64 位元前置碼與 64 位元 IID 相結合新增一個 128 位元 IPv6 全域單點傳送位址
- PC 會將路由器的鏈路本地位址當作其 IPv6 預設閘道位址
- 由於 SLAAC 是無狀態過程，因此，在 PC 可以使用這個新增的 IPv6 位址之前必須檢驗它是否是唯一的位址
 - PC 將自己的位址當作目標 IPv6 位址發送了一條 ICMPv6 鄰居請求訊息。如果沒有其他裝置以鄰居通告訊息作為回應，那麼該位址就是唯一的，並且可以由 PC 使用
 - 如果 PC 接收到鄰居通告，那麼該位址就不是唯一的，作業系統必須產生另一個可用的新介面 ID
 - 此過程是 ICMPv6 鄰居發現的一部分，稱為**重覆位址檢測 (Duplicate Address Detection, DAD)**

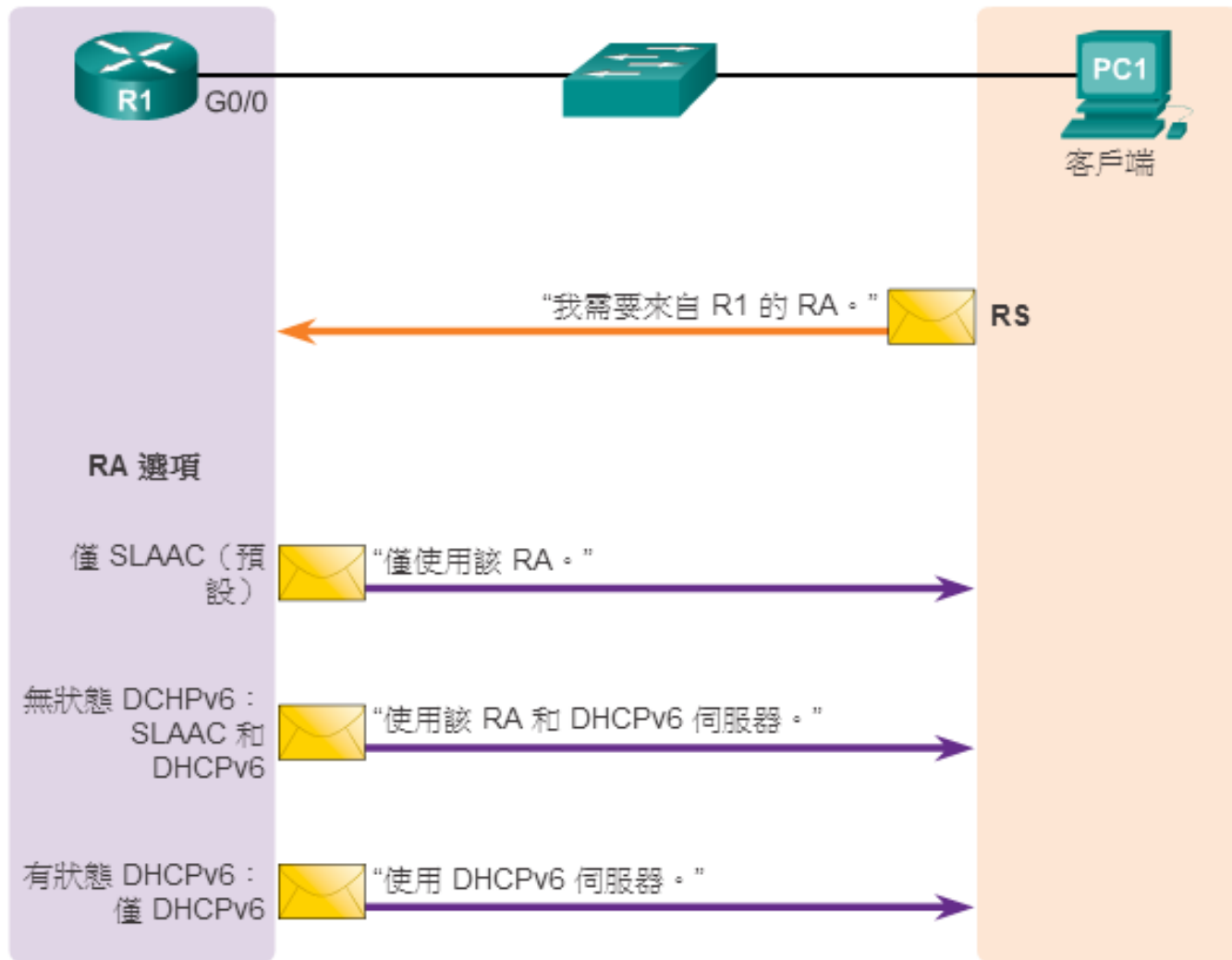
SLAAC 執行



SLAAC 和 DHCPv6

- 是否要設定客戶端以使用 SLAAC、DHCPv6 或兩者的組合來自動獲取其 IPv6 定址資訊取決於 RA 訊息中的設定
 - ICMPv6 RA 訊息包含兩個旗標，表明客戶端應使用那個選項
 - 這兩個旗標是管理位址設定旗標（M 旗標）和其他設定旗標（O 旗標）
- 使用 M 旗標和 O 旗標的不同組合，RA 訊息會包含 IPv6 裝置的三個定址選項之一
 - SLAAC（僅路由器通告）
 - 無狀態 DHCPv6（路由器通告和 DHCPv6）
 - 有狀態 DHCPv6（僅 DHCPv6）
- RFC 4861 建議所有 IPv6 裝置在所有單點傳送位址（包括使用 SLAAC 或 DHCPv6 設定的位址）上執行重覆位址檢測 (DAD)
- **注意：**雖然 RA 訊息指定了客戶端在動態獲取 IPv6 位址時應使用的過程，但是客戶端作業系統也可能選擇忽略 RA 訊息，並且只使用 DHCPv6 伺服器的服務

SLAAC 和 DHCPv6



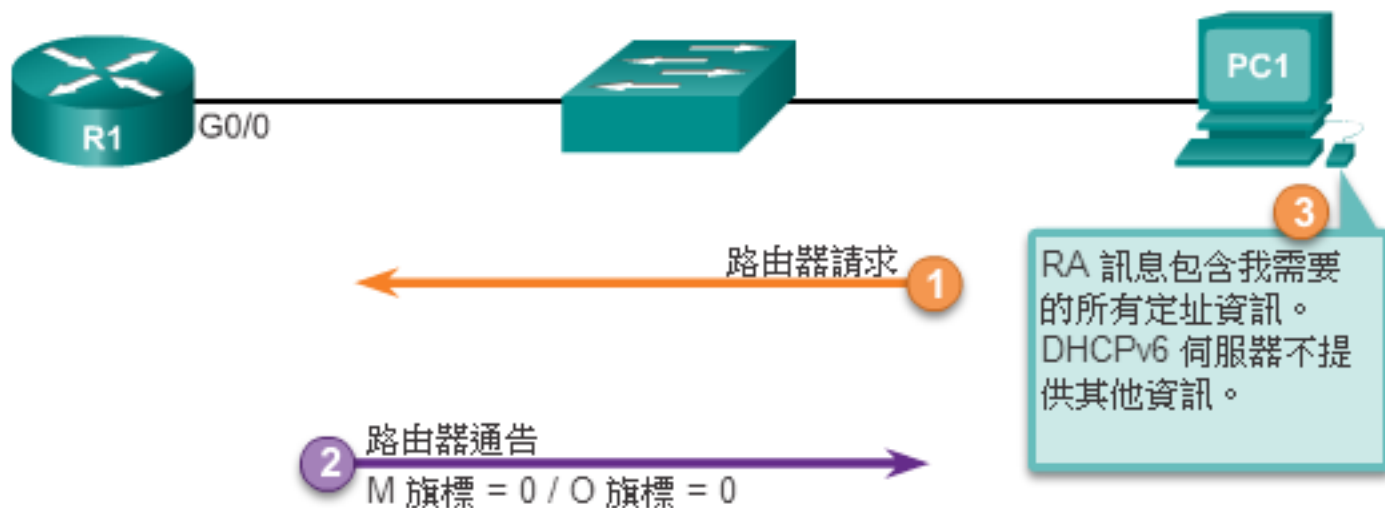
SLAAC 選項

- SLAAC 是 Cisco 路由器上的預設選項
 - M 旗標和 O 旗標在 RA 中均設定為 0
 - 此選項指示客戶端僅使用 RA 訊息中的資訊。包括前置碼、前置碼長度、DNS 伺服器、MTU 和預設閘道資訊
 - 使用 EUI-64 或隨機產生的值並組合來自 RA 的前置碼和介面 ID 新增 IPv6 全域單點傳送位址
- 要重新啟用一個可能已經設定到另一個選項的 SLAAC 介面，需要將 M 旗標和 O 旗標重置為其初始值 0
 - 使用以下介面設定模式命令完成以上操作

```
Router(config-if)# no ipv6 nd managed-config-flag
```

```
Router(config-if)# no ipv6 nd other-config-flag
```

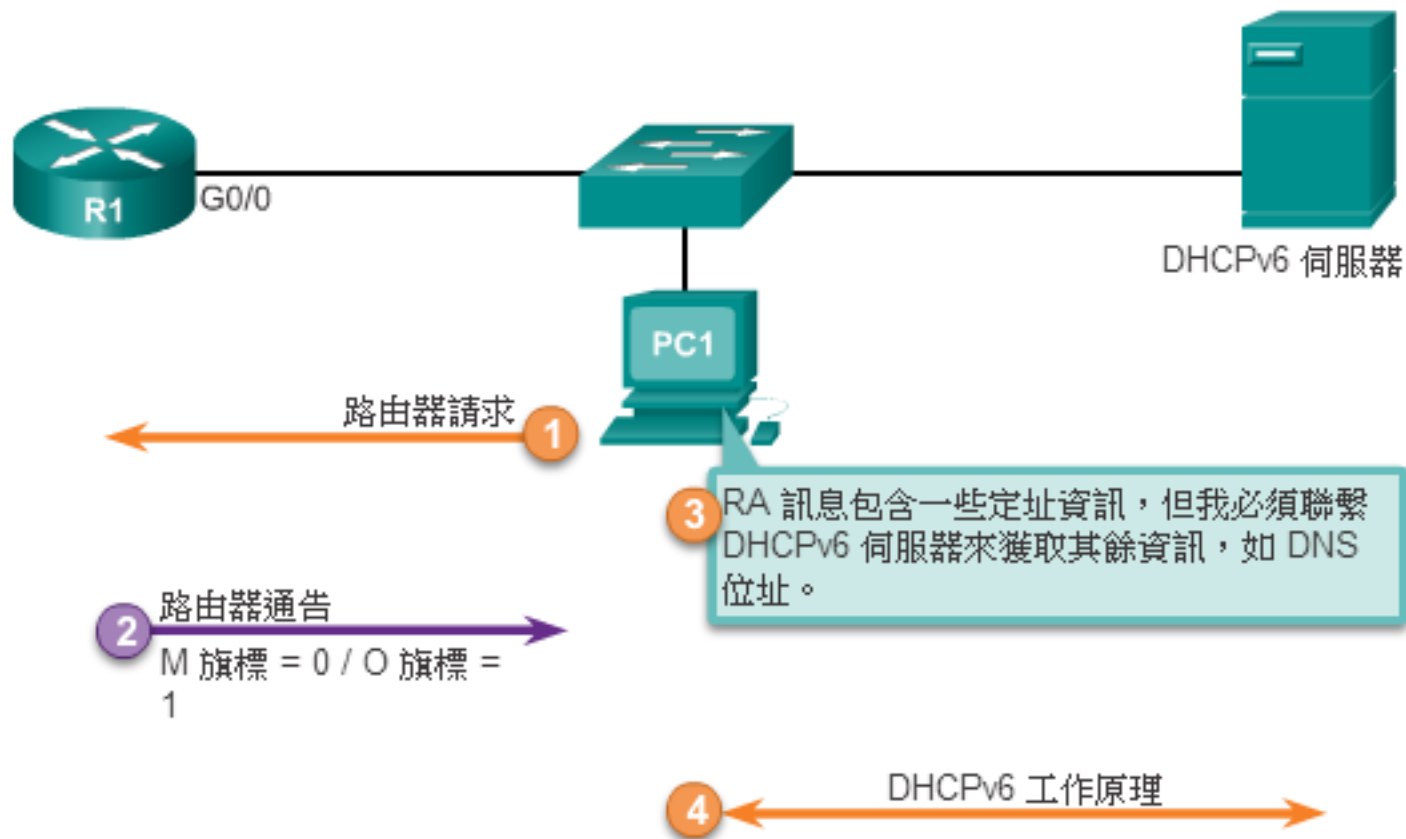
SLAAC 選項



無狀態 DHCPv6 選項

- 無狀態 DHCPv6 選項通知客戶端使用 RA 訊息中的資訊來進行定址，但是其他設定參數從 DHCPv6 伺服器獲取
 - 客戶端使用 RA 訊息中的前置碼和前置碼長度，以及 EUI-64 或隨機產生的 IID 新增其 IPv6 全域單點傳送位址
 - 客戶端隨後會與無狀態 DHCPv6 伺服器通訊以獲取 RA 訊息中未提供的其他資訊。例如，這可能是 DNS 伺服器 IPv6 位址清單
 - 此過程稱為無狀態 DHCPv6，因為伺服器不維護任何客戶端狀態資訊（例如，可用的和已分配的 IPv6 位址清單）
 - 無狀態 DHCPv6 伺服器只提供客戶端的設定參數，不提供 IPv6 位址的設定參數
- 對於無狀態 DHCPv6，將 O 旗標設定為 1，而 M 旗標保留預設設定 0
 - O 旗標的 1 值用於通知客戶端無狀態 DHCPv6 伺服器提供其他設定資訊。
 - 要修改路由器介面上發送的 RA 訊息以表示無狀態 DHCPv6，請使用以下命令：
`Router(config-if)# ipv6 nd other-config-flag`

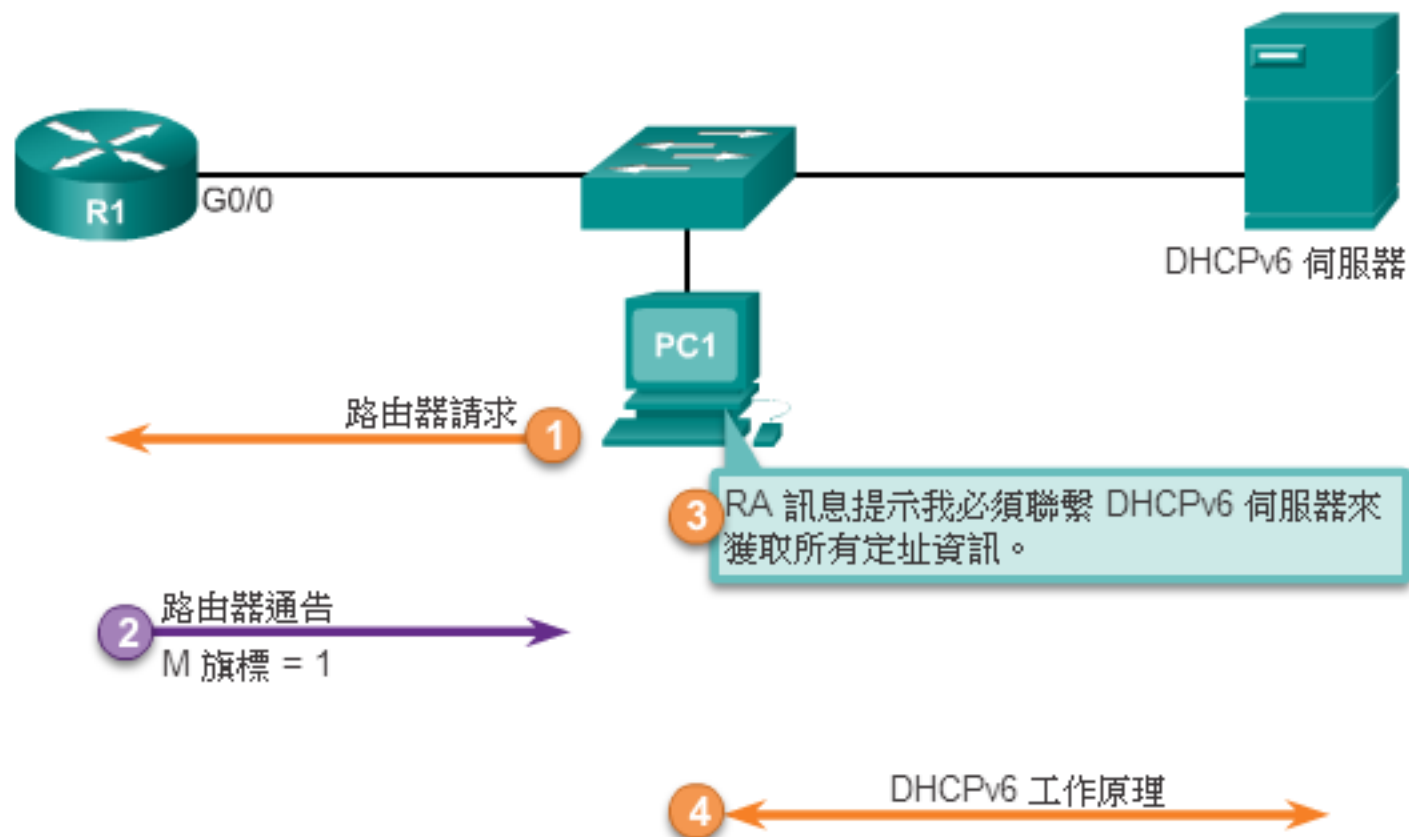
無狀態 DHCPv6 選項



有狀態 DHCPv6 選項

- RA 訊息會通知客戶端不使用 RA 訊息中的資訊
 - 所有定址資訊和設定資訊必須從有狀態 DHCPv6 伺服器獲取
 - 這稱為有狀態 DHCPv6，因為 DHCPv6 伺服器維護 IPv6 狀態資訊。這與分配 IPv4 位址的 DHCPv4 伺服器類似。
 - M 旗標表示是否要使用有狀態 DHCPv6。不包含 O 旗標
 - 以下命令用於將 M 旗標從 0 更改為 1 以顯示有狀態 DHCPv6：
`Router(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag`

有狀態 DHCPv6 選項



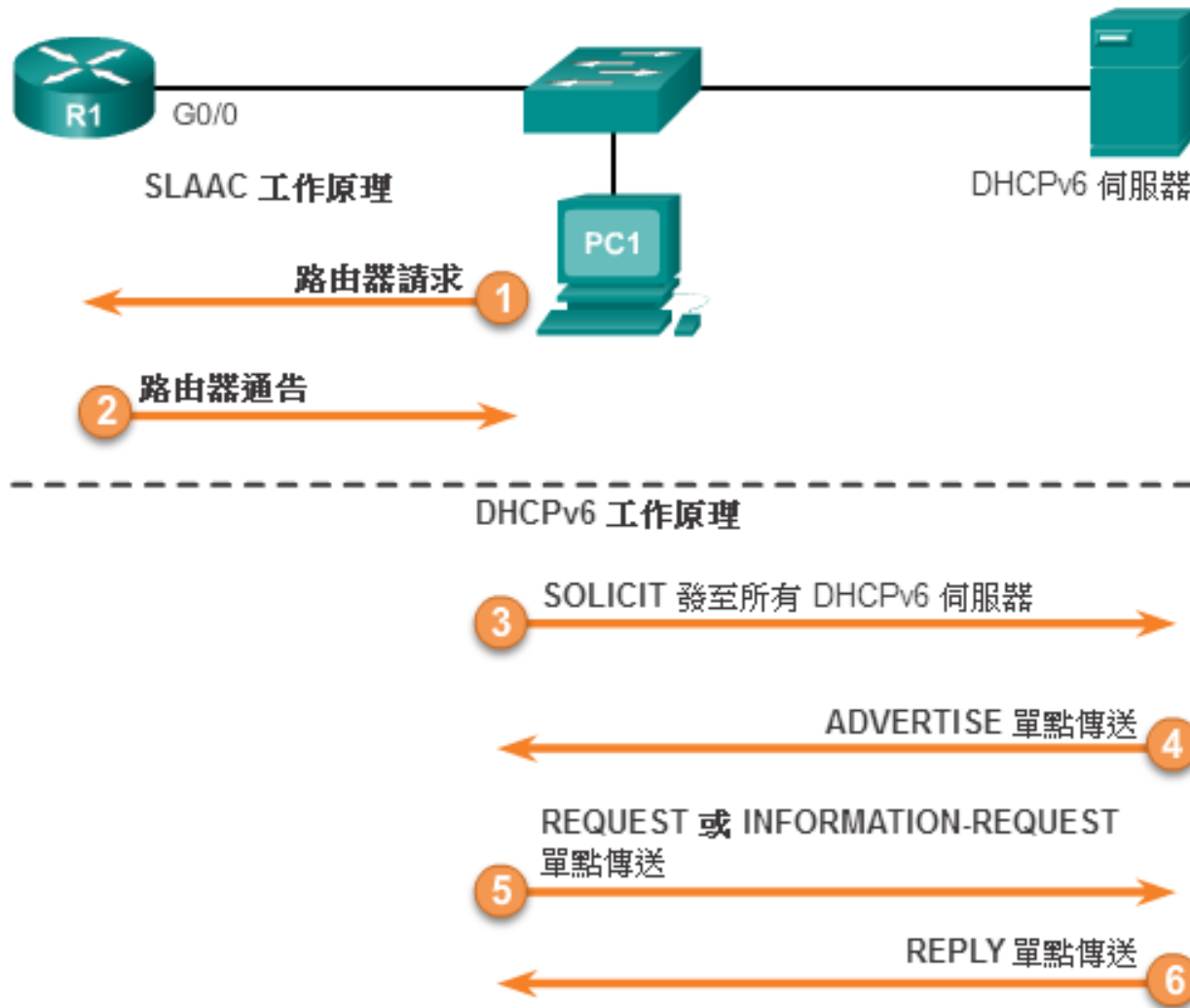
DHCPv6 工作原理

- 無狀態或有狀態 DHCPv6，或兩者的組合均以來自路由器的 ICMPv6 RA 訊息開頭
 - RA 訊息可能是定期訊息，也可能是使用 RS 訊息的裝置請求的訊息
 - 如果 RA 訊息中指示了無狀態或有狀態 DHCPv6，那麼該裝置將開始 DHCPv6 客戶端/伺服器通訊
- 當 RA 指示無狀態 DHCPv6 或有狀態 DHCPv6 時，將呼叫 DHCPv6 操作
 - 透過 UDP 發送 DHCPv6 訊息。從伺服器到客戶端的 DHCPv6 訊息使用 UDP 目的連接埠 546。客戶端使用 UDP 目的連接埠 547 將 DHCPv6 訊息發送到伺服器
 - 客戶端將 DHCPv6 SOLICIT 訊息發送到保留的 IPv6 多點傳送 [all-DHCPv6-servers](#) 位址 [FF02::1:2](#)。此多點傳送位址有鏈路本地範圍，這意味著路由器不會將訊息轉發到其它網路
 - 一個或多個 DHCPv6 伺服器以 [DHCPv6 ADVERTISE](#) 訊息作為回應。ADVERTISE 訊息通知 DHCPv6 客戶端該伺服器可用於 DHCPv6 服務

DHCPv6 工作原理

- 客戶端根據是否正在使用有狀態或無狀態 DHCPv6 使用 **DHCPv6 REQUEST** 訊息或 **INFORMATION-REQUEST** 訊息回應伺服器
 - **無狀態 DHCPv6 客戶端** - 客戶端將 DHCPv6 INFORMATION-REQUEST 訊息發送到只請求設定參數（如 DNS 伺服器位址）的 DHCPv6 伺服器。客戶端使用來自 RA 訊息的前置碼和自動產生的介面 ID 產生自己的 IPv6 位址。
 - **有狀態 DHCPv6 客戶端** - 客戶端將 DHCPv6 REQUEST 訊息發送到伺服器以獲取伺服器的 IPv6 位址和其他所有設定參數
- 伺服器將 DHCPv6 REPLY 發送到客戶端，其中包含 REQUEST 或 INFORMATION-REQUEST 訊息所請求的資訊

DHCPv6 工作原理

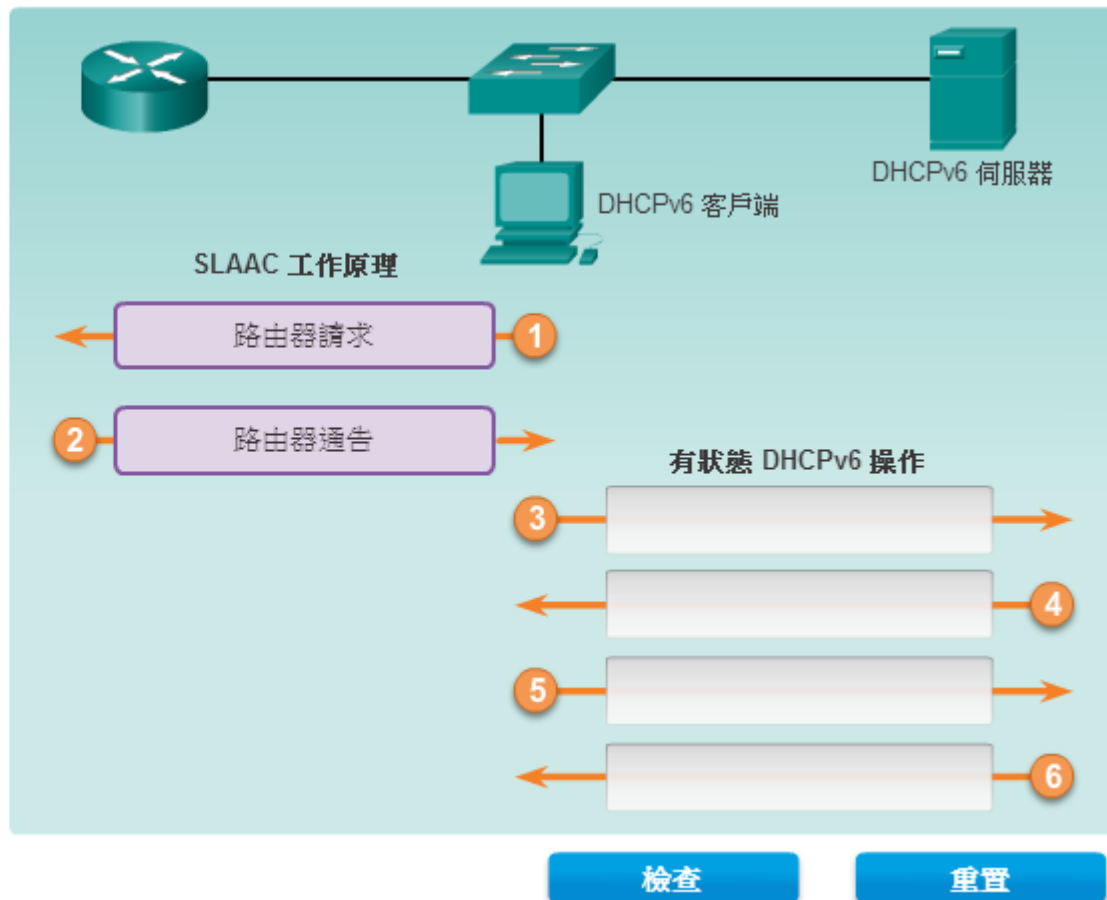


練習 10.2.1.8

練習 - 確定 DHCPv6 工作原理的步驟

請按順序排列發起 DHCPv6 租用的步驟。
請根據圖中的帶圈數字，將每個發起 DHCPv6 租用的步驟拖到相應的欄位。

- 請求
- 回覆
- 通告
- 徵集



將路由器設定為無狀態 DHCPv6 伺服器

- 將路由器設定為 DHCPv6 伺服器需要四個步驟
 - **第 1 步：啟用 IPv6 路由** - 啟用 IPv6 路由要求使用 **ipv6 unicast-routing** 命令。使路由器成為無狀態 DHCPv6 伺服器，該命令並不是必需的，但發送 ICMPv6 RA 訊息時要求使用該命令。
 - **第 2 步：設定 DHCPv6 位址儲存區** - **ipv6 dhcp pool pool-name** 命令新增位址儲存區並進入路由器的 DHCPv6 設定模式中（由 **Router(config-dhcpv6)#** 提示字元確定）。
 - **第 3 步：設定位址儲存區參數** - 在 SLAAC 程序中，客戶端接收新增 IPv6 全域單點傳送位址所需要的資訊。客戶端也使用來自 RA 訊息的來源 IPv6 位址（即路由器的鏈路本地位址）接收預設閘道資訊。但是，可以設定無狀態 DHCPv6 伺服器來提供其他可能本不包括在 RA 訊息中的資訊，例如，DNS 伺服器位址和網域名稱。
 - **第 4 步：設定 DHCPv6 介面** - **ipv6 dhcp server pool-name** 介面設定模式命令將 DHCPv6 儲存區繫結在該介面上。路由器透過位址儲存區中包含的資訊回應此介面上的無狀態 DHCPv6 請求。需要使用介面命令 **ipv6 nd other-config-flag** 將 O 旗標從 0 更改為 1。此介面發送的 RA 訊息表示無狀態 DHCPv6 伺服器提供其他資訊。

將路由器設定為無狀態 DHCPv6 伺服器

第 1 步：啟用 IPv6 路由

```
Router(config)# ipv6 unicast-routing
```

第 2 步：設定 DHCPv6 儲存區

```
Router(config)# ipv6 dhcp pool pool-name  
Router(config-dhcpv6)#
```

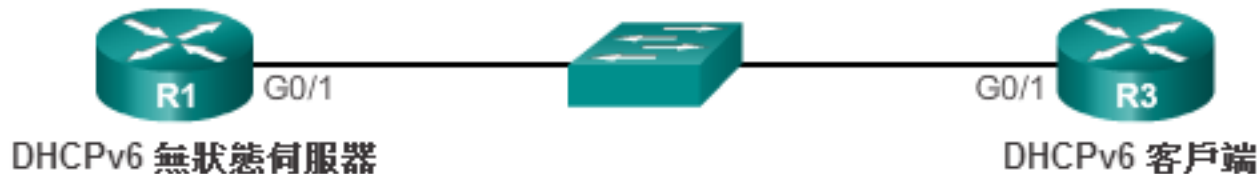
第 3 步：設定位址儲存區參數

```
Router(config-dhcpv6)# dns-server dns-server-address  
Router(config-dhcpv6)# domain-name domain-name
```

第 4 步：設定 DHCPv6 介面

```
Router(config)# interface type number  
Router(config-if)# ipv6 dhcp server pool-name  
Router(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
```

將路由器設定為無狀態 DHCPv6 伺服器

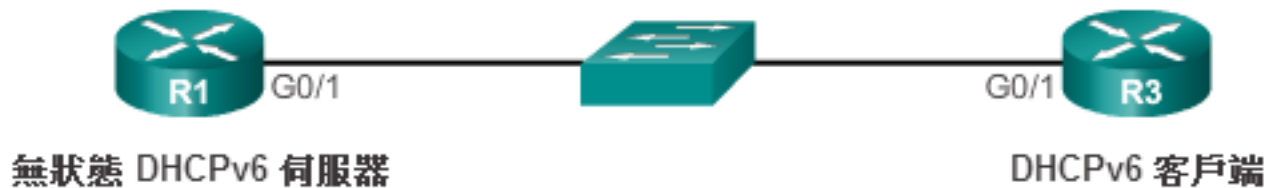


```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATELESS
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATELESS
R1(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
```

將路由器設定為無狀態 DHCPv6 客戶端

- 客戶端路由器需要介面上的 IPv6 鏈路本地位址來發送和接收 IPv6 訊息，例如 RS 訊息和 DHCPv6 訊息
 - 在該介面上啟用 IPv6 時會自動新增路由器的鏈路本地位址
 - 當該介面上設定了全域單點傳送位址或使用 **ipv6 enable** 命令時會發生上述情況
 - 路由器接收鏈路本地位址之後會發送 RS 訊息並參與 DHCPv6
- **ipv6 address autoconfig** 命令使用 SLAAC 啟用 IPv6 定址的自動設定
 - 隨後使用 RA 訊息通知客戶端路由器使用無狀態 DHCPv6

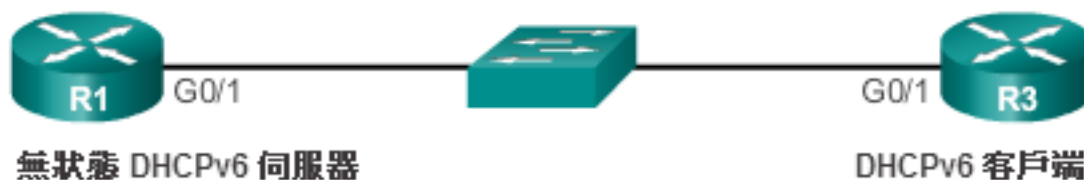
將路由器設定為無狀態 DHCPv6 客戶端



```
R3(config)# interface g0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address autoconfig
R3(config-if)#
```

檢驗無狀態 DHCPv6

- **show ipv6 dhcp pool** 命令驗證 DHCPv6 位址儲存區及其參數的名稱
 - 因為沒有正處於伺服器維護下的狀態，所以處於活動狀態的客戶端數量為 0
- **show running-config** 命令還可用於檢驗以前設定的所有命令



```
R1# show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: IPV6-STATELESS
  DNS server: 2001:DB8:CAFE:AAAA::5
  Domain name: example.com
  Active clients: 0
R1#
```

檢驗無狀態 DHCPv6

- **show ipv6 interface** 命令的輸出顯示路由器已“啟用無狀態位址自動設定”並擁有 IPv6 全域單點傳送位址
- 使用 SLAAC 新增 IPv6 全域單點傳送位址，其中包括 RA 訊息中包含的前置碼
- 使用 EUI-64 產生 IID。不使用 DHCPv6 分配 IPv6 位址

```
R3# show ipv6 interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is
  FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
  No Virtual link-local address(es):
  Stateless address autoconfig enabled
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:CAFE:1:32F7:DFF:FE25:2DE1, subnet is
    2001:DB8:CAFE:1::/64 [EUI/CAL/PRE]
    valid lifetime 2591935 preferred lifetime 604735
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::1:FE25:2DE1
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ICMP unreachables are sent
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
  ND NS retransmit interval is 1000 milliseconds
  Default router is FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1 on
  GigabitEthernet0/1
R3#
```

將路由器當作無狀態 DHCPv6 客戶端

檢驗無狀態 DHCPv6

- `debug ipv6 dhcp detail` 命令的輸出顯示在客戶端和伺服器之間交換了 DHCPv6 訊息
- 顯示 **INFORMATION-REQUEST** 訊息是因為該訊息是從無狀態 DHCPv6 客戶端發出的。請注意，客戶端（路由器 R3）正在將 DHCPv6 訊息從其鏈路本地位址發送到 All_DHCPv6_Relay_Agents_and_Servers address 位址 **FF02::1:2**
- 除錯輸出顯示了客戶端和伺服器之間發送的所有 DHCPv6 訊息，包括 DNS 伺服器和設定在該伺服器上的網域名稱選項

檢驗無狀態 DHCPv6

```
R3# debug ipv6 dhcp detail
    IPv6 DHCP debugging is on (detailed)
R3#
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: Sending INFORMATION-REQUEST
to FF02::1:2 on GigabitEthernet0/1
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: detailed packet contents
*Feb  3 02:39:10.454:   src FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
*Feb  3 02:39:10.454:   dst FF02::1:2 (GigabitEthernet0/1)
*Feb  3 02:39:10.454:   type INFORMATION-REQUEST(11), xid
12541745
<省略部分輸出>
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: Adding server
FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: Processing options
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: Configuring DNS server
2001:DB8:CAFE:AAAA::5
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: Configuring domain name
example.com
*Feb  3 02:39:10.454: IPv6 DHCP: DHCPv6 changes state from
INFORMATION-REQUEST to IDLE (REPLY_RECEIVED) on
GigabitEthernet0/1
R3#
```

將路由器設定為有狀態 DHCPv6 伺服器

- 有狀態 DHCPv6 伺服器的設定操作與無狀態伺服器是類似的。最大的差異是有狀態伺服器還包括與 DHCPv4 伺服器類似的 IPv6 定址資訊
 - 第 1 步：啟用 IPv6 路由 - 要求使用 **ipv6 unicast-routing** 命令啟用 IPv6 路由。使路由器成為有狀態 DHCPv6 伺服器，該命令並不是必需的，但發送 ICMPv6 RA 訊息時要求使用該命令
 - 第 2 步：設定 DHCPv6 位址儲存區 - **ipv6 dhcp pool pool-name** 命令新增位址儲存區並進入路由器的 DHCPv6 設定模式中（由 **Router(config-dhcpv6)#** 提示字元確定）
 - 第 3 步：設定位址儲存區參數 - 所有定址和其他設定參數必須由 DHCPv6 伺服器使用有狀態 DHCPv6 進行分配。使用 **address prefix/length** 命令表示由伺服器來分配位址儲存區。**lifetime** 選項指示有效和首選的租用時間（單位為秒）。與無狀態 DHCPv6 一樣，客戶端使用包含 RA 訊息的封包的來源 IPv6 位址。有狀態 DHCPv6 伺服器提供的其他資訊通常包括 DNS 伺服器位址和網域名稱

將路由器設定為有狀態 DHCPv6 伺服器

- 第 4 步：介面命令 - **ipv6 dhcp server pool-name** 介面命令將 DHCPv6 儲存區繫結在該介面上。路由器透過位址儲存區中包含的資訊回應此介面上的無狀態 DHCPv6 請求。需要使用介面命令 **ipv6 nd managed-config-flag** 將 M 旗標從 0 更改為 1。此操作通知裝置不要使用 SLAAC，而要從有狀態 DHCPv6 伺服器獲取 IPv6 定址和所有設定參數
- 由於路由器會自動將其鏈路本地位址作為預設閘道發送出去，因此預設閘道並不是指定的

將路由器設定為有狀態 DHCPv6 伺服器

第 1 步：啟用 IPv6 路由

```
Router(config)# ipv6 unicast-routing
```

第 2 步：設定 DHCPv6 儲存區

```
Router(config)# ipv6 dhcp pool pool-name  
Router(config-dhcp)#
```

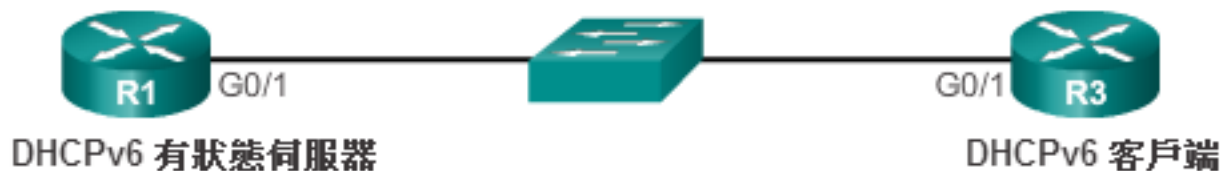
第 3 步：設定位址儲存區參數

```
Router(config-dhcp)# address prefix ipv6-prefix[lifetime  
                        {valid-lifetime preferred-lifetime  
                        | infinite}]  
Router(config-dhcp)# dns-server dns-server-address  
Router(config-dhcp)# domain-name domain-name
```

第 4 步：設定 DHCPv6 介面

```
Router(config)# interface type number  
Router(config-if)# ipv6 dhcp server pool-name  
Router(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
```

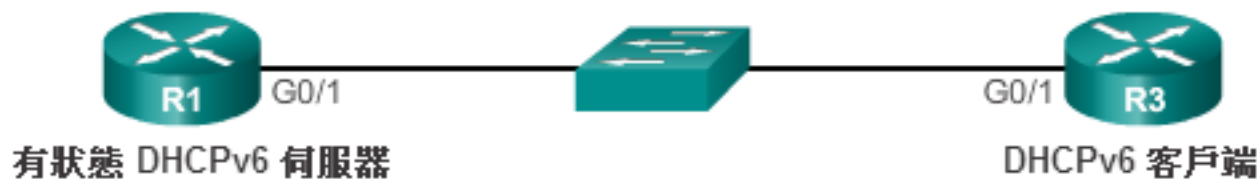

將路由器設定為有狀態 DHCPv6 伺服器



```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATEFUL
R1(config-dhcp)# address prefix 2001:DB8:CAFE:1::/64
                    lifetime infinite
R1(config-dhcp)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcp)# domain-name example.com
R1(config-dhcp)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATEFUL
R1(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
```

將路由器設定為有狀態 DHCPv6 客戶端

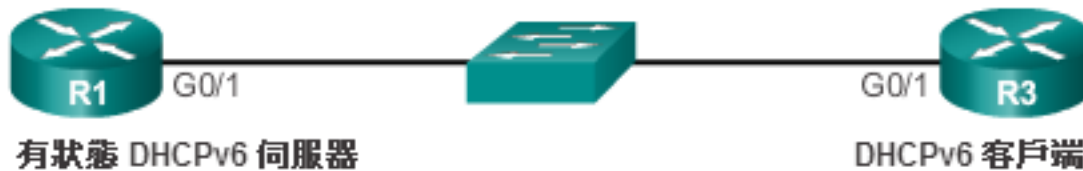
- 使用 **ipv6 enable** 介面設定模式命令允許路由器接收鏈路本地位址以發送 RS 訊息並參與 DHCPv6。
- **ipv6 address dhcp** 介面設定模式命令使路由器等同於該介面上的 DHCPv6 客戶端



```
R3(config)# interface g0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address dhcp
R3(config-if)#
```

檢驗有狀態 DHCPv6

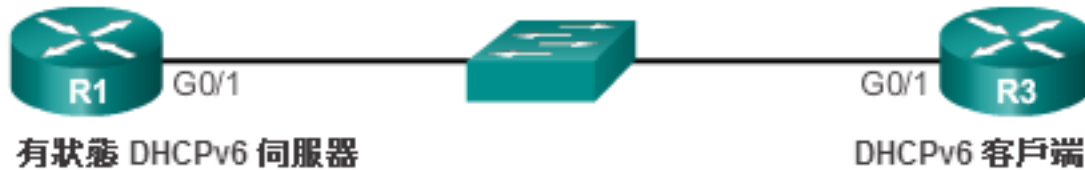
- **show ipv6 dhcp pool** 命令驗證 DHCPv6 位址儲存區及其參數的名稱
 - 活動客戶端的數量為 1，表明客戶端 R3 從該伺服器接收 IPv6 全域單點傳送位址



```
R1# show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: IPV6-STATEFUL
  Address allocation prefix: 2001:DB8:CAFE:1::/64 valid
  4294967295 preferred 4294967295 (1 in use, 0 conflicts)
  DNS server: 2001:DB8:CAFE:AAAA::5
  Domain name: example.com
  Active clients: 1
R1#
```

檢驗有狀態 DHCPv6

- **show ipv6 dhcp binding** 命令顯示客戶端的鏈路本地位址與伺服器分配的位址之間的自動繫結
 - 此資訊由有狀態 DHCPv6 伺服器維護，而不是無狀態 DHCPv6 伺服器



```
R1# show ipv6 dhcp binding
Client: FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
DUID: 0003000130F70D252DE0
Username : unassigned
IA NA: IA ID 0x00040001, T1 43200, T2 69120
Address: 2001:DB8:CAFE:1:5844:47B2:2603:C171
        preferred lifetime INFINITY, , valid lifetime
INFINITY,
R1#
```

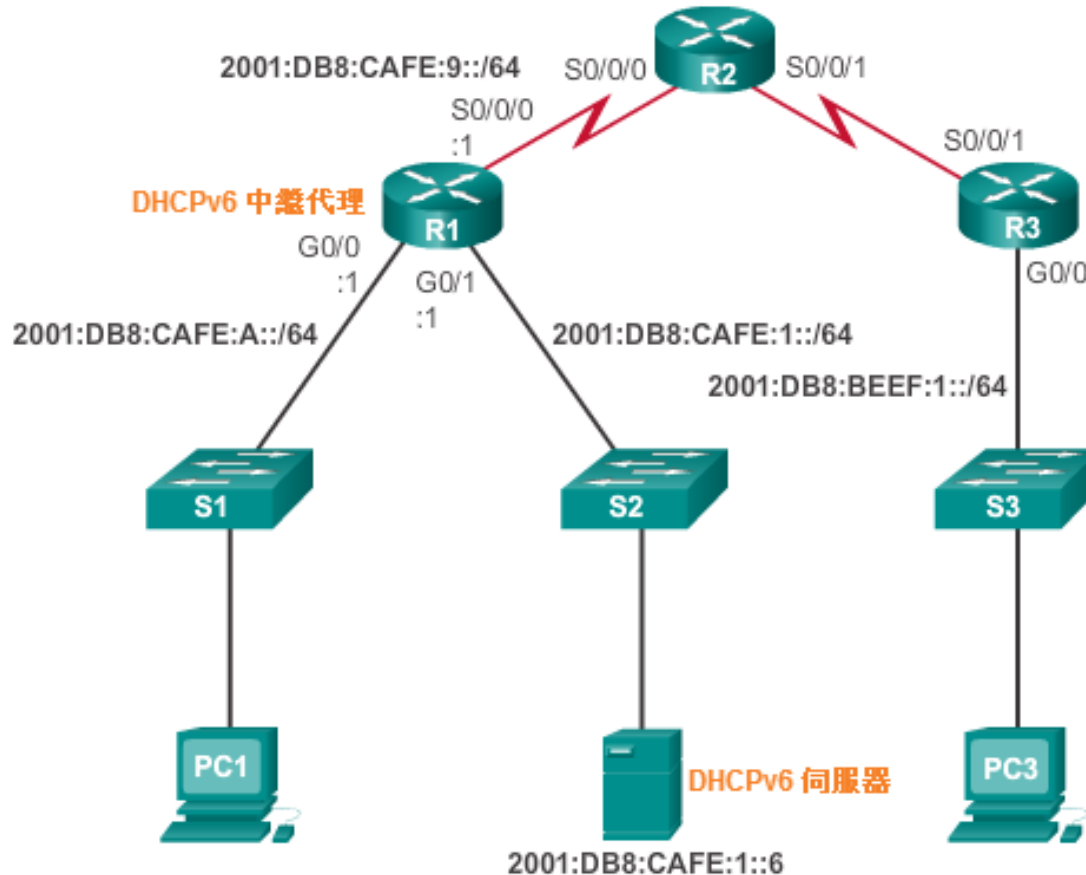
檢驗有狀態 DHCPv6

- **show ipv6 interface** 命令輸出檢驗 DHCPv6 客戶端上由 DHCPv6 伺服器分配的 IPv6 全域單點傳送位址

```
R3# show ipv6 interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is
FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
No Virtual link-local address(es):
Global unicast address(es):
  2001:DB8:CAFE:1:5844:47B2:2603:C171, subnet is
2001:DB8:CAFE:1:5844:47B2:2603:C171/128
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::1:FF03:C171
  FF02::1:FF25:2DE1
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ICMP unreachables are sent
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
ND NS retransmit interval is 1000 milliseconds
Default router is FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1 on
GigabitEthernet0/1
R3#
```

將路由器設定為 DHCPv6 中繼代理

- 如果 DHCPv6 伺服器位於不同的網路而不是客戶端上，那麼可以將 IPv6 路由器設定為 DHCPv6 中繼代理
 - 設定 DHCPv6 中繼代理的操作類似於將 IPv4 路由器設定為 DHCPv4 中繼的操作



將路由器設定為 DHCPv6 中繼代理

- 客戶端的 DHCPv6 訊息發送到 IPv6 多點傳送位址 **FF02::1:2** **All_DHCPv6_Relay_Agents_and_Servers** 位址
 - 此位址有鏈路本地範圍，這意味著路由器不轉發這些訊息
 - 必須將路由器設定為 DHCPv6 中繼代理使 DHCPv6 客戶端和伺服器實作通訊
- 使用 **ipv6 dhcp relay destination** 命令設定 DHCPv6 中繼代理
 - 以 DHCPv6 伺服器的位址作為目的地將此命令設定在朝向 DHCPv6 客戶端的介面上
 - **show ipv6 dhcp interface** 命令 DHCPv6 伺服器而處於中繼模式

```
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ipv6 dhcp relay destination 2001:db8:cafe:1::6
R1(config-if)# end
R1# show ipv6 dhcp interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is in relay mode
  Relay destinations:
    2001:DB8:CAFE:1::6
R1#
```

實驗 10.2.3.5

- 在本實驗中，你需要完成以下目標：
 - 第 1 部分：建立網路並設定裝置的基本設定
 - 第 2 部分：設定 SLAAC 的網路
 - 第 3 部分：設定無狀態 DHCPv6 的網路
 - 第 4 部分：設定有狀態 DHCPv6 的網路



設定無狀態和有狀態 DHCPv6



故障排除任務

- 故障排除任務 1: 解決碰撞

- 在仍需要連線到網路的客戶端上，IPv6 位址租期可能已過期
- **show ipv6 dhcp conflict** 命令顯示有狀態 DHCPv6 伺服器記錄的所有位址碰撞
- 如果檢測到 IPv6 位址碰撞，客戶端通常會刪除該位址，並使用 SLAAC 或有狀態 DHCPv6 產生一個新位址

- 故障排除任務 2: 檢驗分配方法

- 可以使用 **show ipv6 interface interface** 命令的介面檢驗 RA 訊息中所指示的位址分配方法，正如 M 旗標和 O 旗標的設定所指示的方法。此資訊顯示在輸出的最後幾行中
- 如果客戶端沒有從有狀態 DHCPv6 伺服器收到其 IPv6 位址，那麼可能是由於 RA 訊息中的 M 旗標和 O 旗標不正確

故障排除任務

- **故障排除任務 3: 使用靜態 IPv6 位址進行測試**

- 無論是 DHCPv4 還是 DHCPv6，在故障排除任何 DHCP 問題時，都可以透過在客戶端工作站設定靜態 IP 位址來檢驗網路連線
- 對於 IPv6，如果工作站不能使用靜態設定的 IPv6 位址存取網路資源，那麼問題的根源就不是 SLAAC 或 DHCPv6。此時，需要排除網路連線故障

- **故障排除任務 4: 檢驗交換器連接埠設定**

- 如果 DHCPv6 客戶端無法從 DHCPv6 伺服器獲取資訊，請檢驗交換器連接埠是否啟用並正常執行。
- **注意：**如果客戶端與 DHCPv6 伺服器之間有一台交換器，但是客戶端卻無法獲得 DHCP 設定，那麼交換器連接埠設定問題可能是導致故障的原因。這些原因可能包括來自主幹與通道、STP 和 RSTP 的問題。PortFast 設定和邊緣連接埠設定解決最常見的伴隨 Cisco 交換器初始安裝出現的 DHCPv6 客戶端問題

故障排除任務

- **故障排除任務 5: 測試同一子網或 VLAN 上的 DHCPv6 執行**
 - 如果無狀態或有狀態 DHCPv6 伺服器正常執行，但不是在客戶端上，而是處於不同的 IPv6 網路或 VLAN 中，那麼問題可能與 DHCPv6 中繼代理有關
 - 朝向路由器介面的客戶端必須設定有 **ipv6 dhcp relay destination** 命令

故障排除任務 1：	解決位址碰撞。
故障排除任務 2：	驗證分配方法。
故障排除任務 3：	使用靜態 IPv6 位址進行測試。
故障排除任務 4：	驗證交換器連接埠設定。
故障排除任務 5：	從同一子網或 VLAN 上進行測試。

檢驗路由器 DHCPv6 設定

- 有狀態 DHCPv6

- 設定在有狀態 DHCPv6 服務上的路由器使用 **address prefix** 命令提供定址資訊
- 對於有狀態 DHCPv6 服務，使用 **ipv6 nd managed-config-flag** 介面設定模式命令

- 無狀態 DHCPv6

- 對於無狀態 DHCPv6 服務，使用 **ipv6 nd other-config-flag** 介面設定模式命令。這會通知裝置使用 SLAAC 獲取定址資訊，使用無狀態 DHCPv6 伺服器獲取其它設定參數
- **show ipv6 interface** 命令可用於檢視分配方法的目前設定

檢驗路由器 DHCPv6 設定

有狀態 DHCPv6 服務

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATEFUL
R1(config-dhcpv6)# address prefix 2001:DB8:CAFE:1::/64 lifetime
infinite
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATEFUL
R1(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
```

無狀態 DHCPv6 服務

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATELESS
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATELESS
R1(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
```

檢驗路由器 DHCPv6 設定

SLAAC

```
R1# show ipv6 interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is
  FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1

<省略部分輸出>
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
```

無狀態 DHCPv6

```
R1# show ipv6 interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is
  FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1

<省略部分輸出>
Hosts use DHCP to obtain other configuration.
```

有狀態 DHCPv6

```
R1# show ipv6 interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is
  FE80::D68C:B5FF:FECE:A0C1

<省略部分輸出>
Hosts use DHCP to obtain routable addresses.
```

除錯 DHCPv6

- 當路由器設定為無狀態或有狀態 DHCPv6 伺服器時，**debug ipv6 dhcp detail** 命令可用於檢驗 DHCPv6 訊息的接收和傳輸

```
R1# debug ipv6 dhcp detail
    IPv6 DHCP debugging is on (detailed)
R1#
*Feb  3 21:27:41.123: IPv6 DHCP: Received SOLICIT from
FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1 on GigabitEthernet0/1
*Feb  3 21:27:41.123: IPv6 DHCP: detailed packet contents
*Feb  3 21:27:41.123:   src FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
(GigabitEthernet0/1)
*Feb  3 21:27:41.127:   dst FF02::1:2
*Feb  3 21:27:41.127:   type SOLICIT(1), xid 13190645
*Feb  3 21:27:41.127:   option ELAPSED-TIME(8), len 2
*Feb  3 21:27:41.127:     elapsed-time 0
*Feb  3 21:27:41.127:   option CLIENTID(1), len 10
*Feb  3 21:27:41.127:     000
*Feb  3 21:27:41.127: IPv6 DHCP: Using interface pool IPV6-
STATEFUL
*Feb  3 21:27:41.127: IPv6 DHCP: Creating binding for
FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1 in pool IPV6-STATEFUL
<省略部分輸出>
```


實驗 10.2.4.4

- 在本實驗中，你需要完成以下目標：
 - 第 1 部分：建立網路並設定裝置的基本設定
 - 第 2 部分：IPv6 連線故障排除
 - 第 3 部分：無狀態 DHCPv6 故障排除



排除 DHCPv6 故障



10.3 摘要

IoE 和 DHCP



DHCP 允許客戶端動態獲取定址資訊，所以改善了網路管理並提高了靈活性。

Packet Tracer 10.3.1.2



Packet Tracer - 綜合技能練習



摘要

ICMPv6 無狀態位址自動設定

