

建構區域網路的基礎

- 區域網路
- IP Class
- CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- Network/Mask 網路遮罩的計算
- Subnet 子網段的切割
- Topology 網路拓樸的設計
- 設備界接的注意事項
- 路由基本原理

區域網路

- Broadcast Domain 廣播領域
 - 定義是所發廣播封包可以到達的網路區域，即為同一個廣播領域，因為ARP廣播封包可以直接到達收訊者並獲得回答，故無需經過Router繞送。
- Collision Domain 碰撞領域
 - 定義是多數設備同時發出封包時會產生碰撞結果的網路區域，早期接近於Broadcast Domain，在現代Switch普及的情況下，已利用緩衝及全雙工傳輸消除了碰撞的發生，使碰撞領域極小化。
- LAN（Local Area Network）區域網路
 - 一般指不需經過第三層Router繞送即可到達之網路區域，在大部分情況下，等同於Broadcast Domain。
- WAN（Wide Area Network）廣域網路
 - 一般指某區域網路的Gateway對外(Internet)的那一端網路。

區域網路規定

- 一個LAN網段的第一個IP稱為該網段的代表號（Network ID），不得放置任何設備在此IP上。
 - 例如 140.127.1.0/24，140.127.2.128/25，140.127.3.192/26
- 一個LAN網段的最後一個IP稱為該網段的廣播位址，發向此IP的封包將會被Switch等設備視同廣播封包，複製到每個埠口，而任何電腦只要收到此封包，皆需視同廣播封包來處理。
 - 例如 140.127.1.255/24，140.127.2.127/25，140.127.3.255/26
- 一個LAN欲與外界溝通，需設置Gateway，Gateway會佔去一個IP，不成文的規矩是代表號之後的第一個IP或廣播IP的前一個IP，如 140.127.1.254/24。
- 故一般情況下，一個LAN就會有三個IP是不能給一般使用者使用的。
- 每個電腦要發訊息之前，會先判斷收訊者IP跟自己的IP是否有相同的Network ID，若相同，則發ARP詢問收訊者的MAC，得到回答後直接發訊給收訊者；若不同，則發訊給Gateway請其繞送。

IP Class

因網路初期設備能力不佳，僅能用此簡單方法來判斷目標IP與自身IP是否屬於相同網段(Broadcast Domain)，在CIDR技術實用之後，就失去實質用處。

- Class A: 遮罩 255.0.0.0，每單位 $256^3 = 16777216$ 組合
 - 00000000 => 0.0.0.0
 - 01111111 => 127.255.255.255
 - 12.0.0.1 跟 12.254.254.254 因首Byte數字(12)相同，故屬於同一個LAN
- Class B: 遮罩 255.255.0.0，每單位 $256^2 = 65536$ 組合
 - 10000000 => 128.0.0.0
 - 10111111 => 191.255.255.255
 - 140.127.0.1 跟 140.127.254.254 因前兩Bytes (140.127)相同，故為同一個LAN
- Class C: 遮罩 255.255.255.0，每單位 256 組合
 - 11000000 => 192.0.0.0
 - 11011111 => 223.255.255.255
 - 200.1.1.1 跟 200.1.1.254 因前三Bytes (200.1.1)相同，故為同LAN。
- Multicast:
 - 11100000 => 224.0.0.0
 - 11101111 => 239.255.255.255

CIDR

(Classless Inter-Domain Routing)

- 隨著網路設備能力進步，CIDR被實作出來，使Network-ID與Mask能破除8位元倍數的限制，IP Class A/B/C的界線從此消失
- 以 Network-ID / Mask 的描述方式表達 LAN 的 IP 範圍
 - 140.127.0.0/16 或 140.127.0.0/255.255.0.0
- 切割網路 (用在實務的LAN切割上)
 - 切割A/B等級網段，可發給更多單位使用，避免養蚊子浪費
 - 如 140.127.0.0/16 可切成 140.127.1.0/24、140.127.2.0/24、140.127.3.0/24.....
 - 縮小廣播領域
 - 140.127.1.0/24 的 LAN 遠比 140.127.0.0/16 一個 LAN 小得多，區域內廣播影響的電腦數量少，機率下降很多，但Switch普及之後，此理由已非主要原因。
- 收斂描述 (僅用在路由設定上以化繁為簡，減少路由筆數)
 - 大網段切割後，使得路由表的路由數量大增，為減少Internet路由總數，可利用CIDR來收斂描述，例如成 140.127.0.0/24、140.127.1.0/24、140.127.2.0/24、140.127.3.0/24 四個網段描述，可合併為 140.127.0.0/22 一個描述即可代表，大大縮減 Internet 路由總數。

Network/Mask 網路遮罩的計算

- IP位址經過遮罩過濾之後，剩下來的前端部分就是網路位址(Network-ID)，被濾除的後端部分就是主機位址(Host-ID)
- 故 **Mask 長度就是 Network-ID 的位元長度**



AND 邏輯運算

1 AND 1 = 1

1 AND 0 = 0

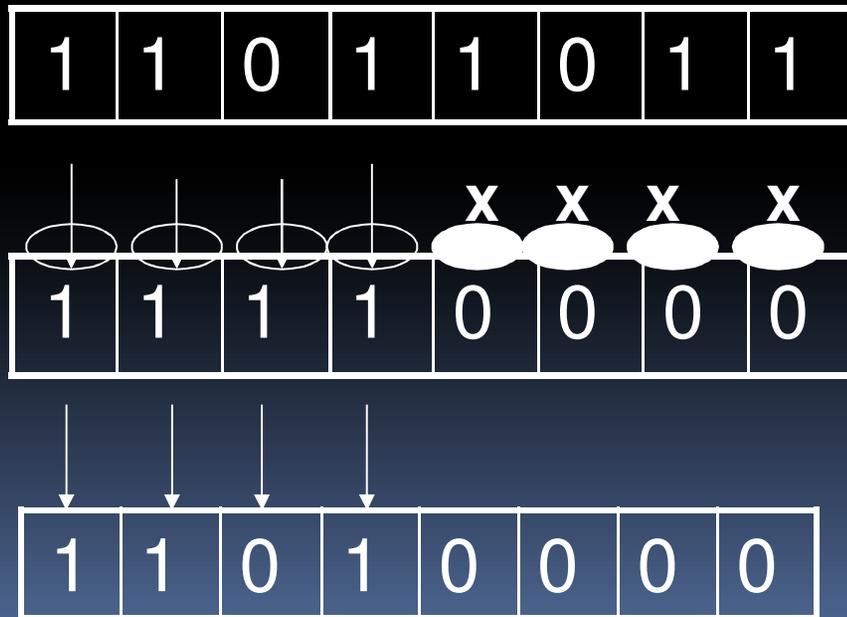
0 AND 0 = 0

速記法：

只有兩個**1**相遇
才會成**1**，其他
情況都是**0**

網路遮罩的計算(續)

- 可以把遮罩想像成一個洞洞濾網，1的位置就是有開洞，0的位置就是封住沒開洞，所以經過1的會無條件通過，遇到0的就全部歸零



重要原則：
遮罩只能左邊1、右邊0
不能有任何一個1在0的右邊

網路遮罩的計算(續)

- 網路遮罩兩種表示法：例:255.255.255.128
 - X.X.X.X：將四個Byte各別算成十進位數字來表達
 - 11111111.11111111.11111111.10000000
 - ----255---.----255----.----255---.----128----
 - /數字：在正斜線後面寫十進位數字，表示位元為1的個數
 - 例如 /25
 - 11111111.11111111.11111111.10000000
 - -----一共有 25 個 1 -----

Subnet 子網段的切割

- 將一個IP網段分割使用，就是子網段切割，稱為Subnet，亦即將原網段的 Host-ID 部分再切割，奪取一些位元給 Network-ID，增加 Mask 長度，減少 Host-ID 長度。
- 例如 192.192.192.0/24，欲切分八份，就將遮罩增加3位元成 192.192.192.0/27，也就是說，原本為0的遮罩部分左邊將被搶走三個位元改成1



可以分成幾個子網段？
3個位元表示2的3次方
也就是 $2^3=8$
可切成8個Network-ID

每個子網段能有幾個Host-ID？
5個位元表示2的5次方
也就是 $2^5=32$
每個子網段可配得32個IP

Subnet 子網段的切割(續)

- 每個子網段都有兩個IP必須保留不可給任何設備使用：
 - 第一個IP：做為網路位址(NetworkID)的代表
 - 例：140.110.96.0/24 的 140.110.96.0
 - 最後一個IP：做為廣播位址(Broadcast)
 - 例：140.110.96.0/24 的 140.110.96.255
- 閘道器(gateway)至少需要一個IP
- 因此每個子網段可給一般使用者的IP數量得先扣掉以上三個
- 以下兩點是矛盾的，必須權衡評估
 - 縮小廣播領域 (Broadcast Domain)
 - 減少IP浪費

Subnet 舉例

- 今得一塊IP範圍是 $140.127.1.0/24$ ，欲建設六間電腦教室，每間放置25台電腦，該如何切割網路，新Mask長度為何？
- 解答步驟1：先確認有幾個位元可以切割
 - 總IP範圍為 $140.127.1.0/24$ ，其中Mask長度24代表Network-ID是24位元，Host-ID是 $32 - 24 = 8$ ，共有8個位元的Host-ID可以進行切割。
- 解答步驟2：求切割後的Host-ID需求位元數量
 - 先求可包容25台電腦之最小2次方數，可得 $2^5 = 32$
 - 32減掉每個LAN不可使用的三個IP， $32 - 3 = 29$ ，依然大於25，故32可用。
 - 故此可得Host-ID部分至少需5個位元才會夠
- 解答步驟3：求子網路Network-ID的需求位元數量
 - 為包容六間電腦教室，最小二次方數為 $2^3 = 8$ ，故至少需有3個位元做Network-ID切割使用，可切成8個子網路。
- 解答步驟4：完成網路描述
 - 以上，需求Network-ID 3位元，需求Host-ID 5位元，合計至少需要8位元，而步驟1顯示本題有8位元可使用，故任務可達成。
 - 於是切割後的Network-ID = $24 + 3 = 27 =$ Mask長度，列舉8個子網路如下： $140.127.1.0/27$ 、 $140.127.1.32/27$ 、 $140.127.1.64/27$ 、 $140.127.1.96/27$ 、 $140.127.1.128/27$ 、 $140.127.1.160/27$ 、 $140.127.1.192/27$ 、 $140.127.1.224/27$
 - Mask 27可寫成 $255.255.255.224$
 - $255.255.255.\{0, 128, 192, 224, 240, 248, 252, 254\}$ <= 背起來比較快

子網路切割問題 1

- 某校預計將 140.127.1.0/24 網段配發給 6 間電腦教室 (ROOM1 ~ ROOM6)，每間教室各放置 28 台電腦，全部電腦需可同時上網，請說明網路切割的過程，並依序列明 6 間教室的網路描述。
- 答：網路若要分割，則 MASK 遮罩的位元數必須增加
 - 1.先算出可容納各間教室的最小二次方數，要記得加上必要的 3 個 IP， $28+3=32$ ，符合的最小二次方數是 32，故每間教室最小需求是 32 IPs 的網段。
 - 2.140.127.1.0/24 包含 256 個 IP， $256/32=8$ ，可以切成 8 份，足夠 6 間電腦教室使用，故此題可成立。
 - 3.因為切成 8 個子網路，8 是 2 的 3 次方，所以需要增加 3 個 Network ID 位元，因此網路遮罩的位元數需從 /24 增加為 /27。
 - 4.有些古典教科書因為考慮到從前老舊的路由器會無法區分切割前的第一個 IP 跟切割後第一段的第一个 IP 意義上的不同，以及切割前最後一個 IP 跟切割後最後一段的最後一個 IP 意義上的不同，因此會建議避免使用第一段跟最後一段，但現代網路設備已經極少有這樣的困擾，所以每一段都是可以用的。
 - 5.但考試時如果遇到類似本題這樣實際上可以切成 8 塊可是卻只要求 6 塊時，答案就依照古典回答，列出第二段到第七段，以確保安全。
 - 6.所以本題六段網路描述為 140.127.1.32/27、140.127.1.64/27、140.127.1.96/27、140.127.1.128/27、140.127.1.160/27、140.127.1.192/27。
 - 7.遮罩 /27 亦可寫成 255.255.255.224。

子網路切割問題 2

某校預計將 140.127.1.0/24 網段配發給 4 間電腦教室，ROOM1 有 16 台電腦、ROOM2 有 60 台電腦，ROOM3 有 62 台電腦，ROOM4 有 28 台電腦，全部電腦可同時上網，請說明網路切割的過程，並依序列明 4 個教室的網路描述。

- 1. 先算出可容納各間教室的最小二次方數，要記得加上必要的 3 個 IP，ROOM1=16+3=19 需 32、ROOM2=60+3=63 需 64，ROOM3=62+3=65 需 128、ROOM4=28+3=32 需 32。
- 2. 核算總數 $32 + 64 + 128 + 32 = 256$ ，故本題 140.127.1.0/24 足夠分配。
- 3. 子網路的第一個 IP 位置僅能落在該網段 IP 數量的倍數上，例如 128 個 IP 的網段，其第一個 IP 只能落在 0 或 128 上，而 64 個 IP 的網段第一個 IP 只能落在 0、64、128、192 上面，以此類推，因此切割順序不能依照教室順序，必須符合前述規則，有 128+64+32+32 或 128+32+32+64 或 64+32+32+128 或 32+32+64+128 四種組合可選。
- 4. 選擇其中之一作為解答，ROOM1(32)、ROOM4(32)、ROOM2(64)、ROOM3(128)
- 5. ROOM1 有 32 個 IP，故 Host ID 是二的五次方，長度為 5 位元，故 ROOM1 的 Mask=32-5=27，ROOM1=140.127.1.0/27
- 6. ROOM4 有 32 個 IP，如上，緊接在 ROOM1 之後，故 ROOM4=140.127.1.32/27
- 7. ROOM2 有 64 個 IP，Host ID 是二的六次方，長度為 6 位元，MASK 長度=32-6=26，故 ROOM2=140.127.1.64/26
- 8. ROOM3 有 128 個 IP，Host ID 是二的七次方，長度 7 位元，MASK 長度=32-7=25，故 ROOM3=140.127.1.128/25。

多段網路若要合併，則 MASK 遮罩的位元數必須減少

- 某校獲得教育部分配IP範圍從 140.127.63.0 到 140.127.86.255 共 24 個 class C，請用最精簡的網路描述寫法來定義該校的網路範圍，並說明思考過程。
 - 1.最重要的規則如右，網段的起始IP或是網路範圍的起始段落，必須落在其長度的倍數上，而長度只能是二的次方數。
 - 2.140.127.63.0 因為 63 並非二的倍數，故只能單獨表列，所以第一行是 140.127.63.0/24。
 - 3.140.127.64.0 開始，因為 64 乃是 1,2,4,8,16,32,64 的倍數，但因為全部只有 24 個 class C，所以最多只能包納 16 個，所以從 140.127.64.0 開始直到 140.127.79.255 為止，可用單一行表示，因為合併16個class C，所以 MASK 長度需減少四個位元（ $16=2^4$ ），故 MASK=24-4=20，所以合併後的描述是 140.127.64.0/20
 - 4.140.127.80.0 開始，因為 80 乃是 1,2,4,8,16 的倍數，目前只剩下七個 class C，所以只能包納 4 個 class C， $4=2^2$ ，故 MASK=24-2=22，所以 140.127.80.0 開始到 140.127.83.255 為止，可合併為 140.127.80.0/22
 - 5.140.127.84.0 開始，因為 84 乃是 1,2,4 的倍數，目前只剩下三個 class C，只能包納兩個 class C， $2=2^1$ ，故 MASK=24-1=23，所以 140.127.84.0 開始到 140.127.85.255 可合併表示為 140.127.84.0/23
 - 6.最後剩下 140.127.86.0 到 140.127.86.255，當然只能表為 140.127.86.0/24
 - 7.以上，最後答案只需如下五行，即可代表原來的 24 個 class C：
 - 140.127.63.0/24
 - 140.127.64.0/20
 - 140.127.80.0/22
 - 140.127.84.0/23
 - 140.127.86.0/24



OSI 七層 REVIEW

實體層(physical Layer)

- 負責協調如何將位元串流<bit stream> 輸送到實際的Media上。
- 主要定義了最基礎的網路硬體標準，包括各種網路線、各種無線連線方式，各種設備規範、以及各種接頭的規則，還有傳輸訊號的電壓等等。
- 與硬體有關的標準大多都在這個層級當中定義。

資料鏈結層 (data link layer)

- 將原始的傳輸設施（實體層）轉變為一個可靠的鏈結，監督同一鏈結上兩節點間 Frame 的傳遞。
- 將 0&1 的串流組織成各種網路型態的訊框 (frame)
- 本層制訂了網路媒體節點辨識規則（Media Address）、frame 的格式、通過網路媒體的方式、多節點共用網路媒體的方式、錯誤控制、流量控制、檢查資料傳輸錯誤的方法等等。

網路層(network layer)

- 當來源與目的地不在同一個網路媒體上時，此層負責確保每一個封包<Packet>能從起源點轉送到最後的目的地。
- 主要定義了廣域網路節點規則（例如IP的Address）、選徑規則（Route）、壅塞控制。
- 監督個別封包的來源到目的地之傳遞，它不去了解這些封包之間真正的關係。

傳輸層(transport layer)

- 定義了發送端與接收端的連線技術(如TCP技術)，同時包括該技術的封包格式，資料封包的傳送、流程的控制、傳輸過程的偵測檢查與復原重新傳送等等，以確保各個資料封包可以正確無誤的到達目的端。
- 單獨看待每一個封包，確保其正確到達，但並不瞭解封包之間真正的關係。

會談層(Session Layer)

- 網路會談控制器，建立、維持、和同步兩節點間「有意義」的封包互動，將有關連的封包組織成為有意義的「會談」。
- 定義了兩個節點之間的服務連線通道之連接與掛斷，如TCP之三向握手，流量控制，連線終止等等。
- 傳輸層定義了格式功能工具，而會談層則是利用這些工具進行服務連線的管控。
- 亦可建立應用程式之對談、提供其他加強型服務如網路管理、簽到簽退、對談之控制等等。
- 如果兩節點之間欲進行多個網路應用程式，會談層將會組織通訊，以使資料傳輸到對應的應用程式，可辨識封包屬於哪個會談。遠端程序呼叫（RPC）和NetBIOS是顯現會談層功能的兩個實例。

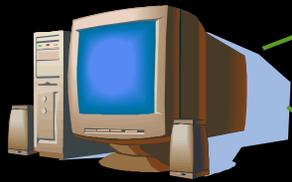
表現層(Presentation Layer)

- 各節點可能因CPU/OS之差異，而使用不同的基本資料格式（例如數值資料的儲存方式與長度），也可能跟網路規範資料格式相異，故需經過表現層之檢查與變換，才能確保經過傳輸後仍可被對方理解。
- 如果在網路上進行加密通訊，展示層將負責加解密工作。
- SNMP和Unicode就是展示層協定的例子。

應用層(Application Layer)

- 處理兩個網路應用程式之間的資訊傳輸
- 提供API並支援像電子郵件、遠端檔案存取、分享資料庫管理，以及其他形式的分散式資訊等服務。
- 常見的例子包括有瀏覽器、資料庫處理系統與電子郵件系統等等。

舉例：HTTP



Web Server
140.127.1.1

我想執行 Web Server Daemon

```
int Sock = Socket(); /*申請網路資源空間*/  
bind(port); /*跟系統註冊一個port，建立關係*/  
listen(Sock); /*開始等待連線*/  
int client = accept(Sock); /*產生新的資源空間並接下連線*/
```

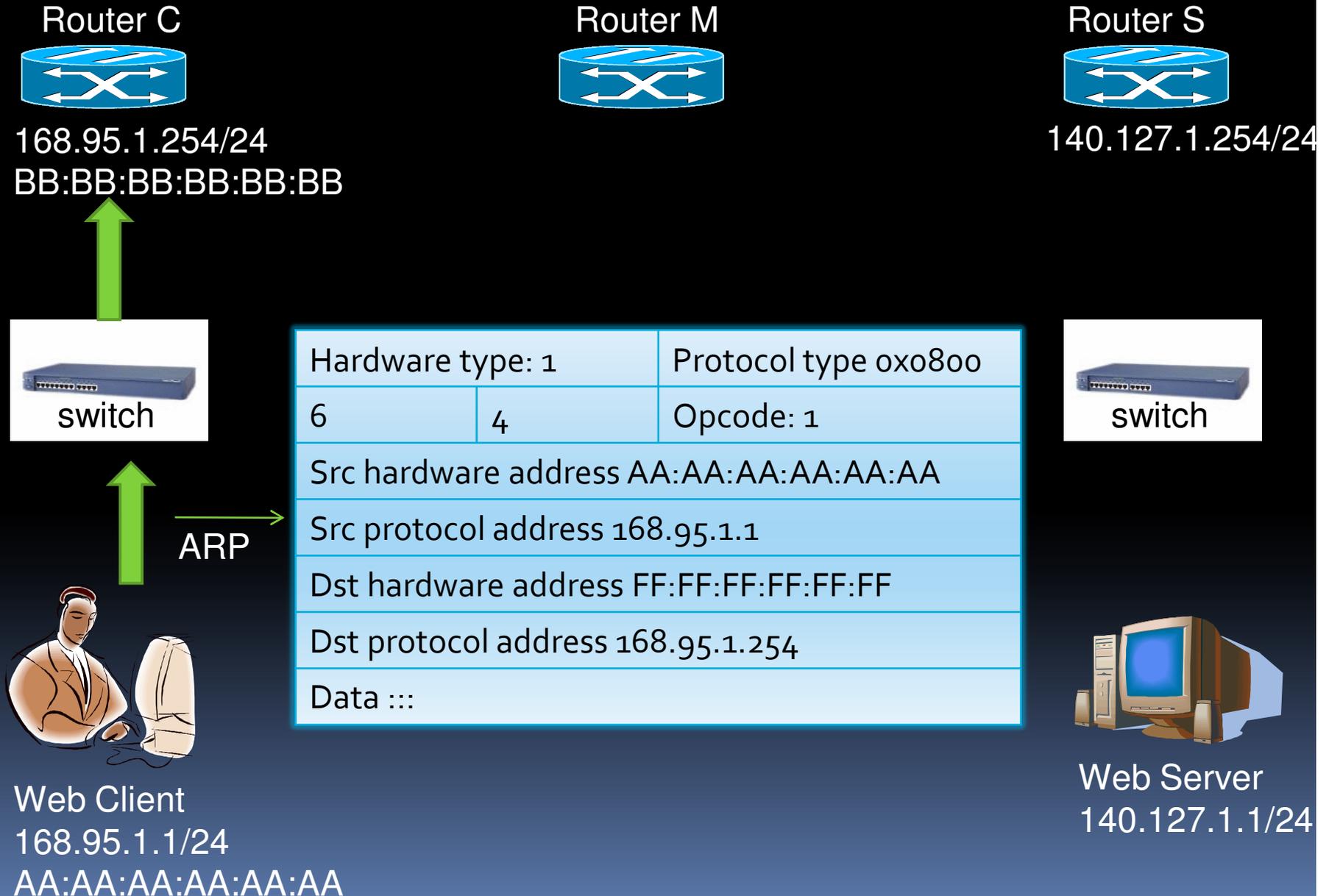


Web Client
168.95.1.1

我想執行連線到 Web Server

```
int Sock = Socket(); /*申請網路資源空間*/  
connect(ServerHost, ServerPort, Sock); /*系統將從高於32768  
之port隨機挑選一個做來源port，並與遠方Server Port建立  
TCP連線*/
```

舉例：封包轉送



舉例：封包轉送

Router C



168.95.1.254/24

BB:BB:BB:BB:BB:BB

Router M



Router S



140.127.1.254/24



ARP Reply



Web Client

168.95.1.1/24

AA:AA:AA:AA:AA:AA

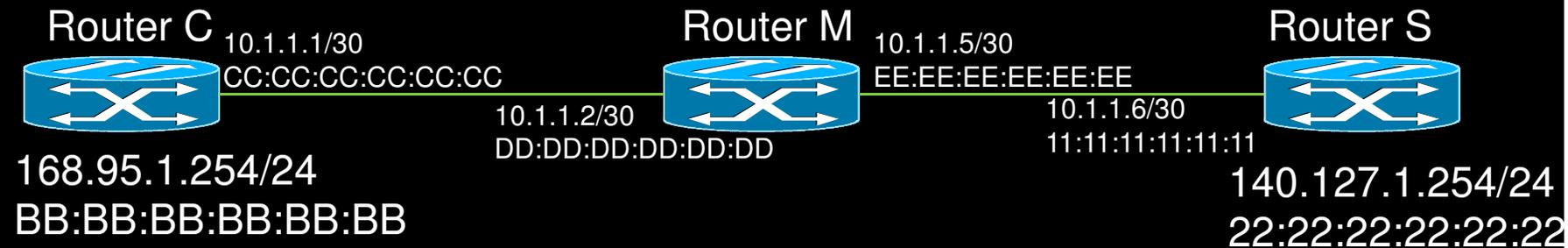
Hardware type: 1		Protocol type 0x0800
6	4	Opcode: 2
Src hardware address BB:BB:BB:BB:BB:BB		
Src protocol address 168.95.1.254		
Dst hardware address AA:AA:AA:AA:AA:AA		
Dst protocol address 168.95.1.1		
Data :::		



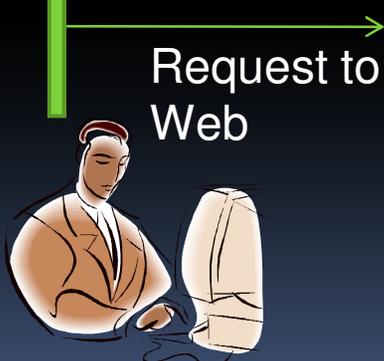
Web Server

140.127.1.1/24

舉例：封包轉送



Data Link層
Src MAC: AA:AA:AA:AA:AA:AA
Dst MAC: BB:BB:BB:BB:BB:BB



Web Client
168.95.1.1/24
AA:AA:AA:AA:AA:AA

IP層Header
Src IP: 168.95.1.1 TTL:64
Dst IP: 140.127.1.1

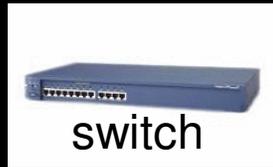
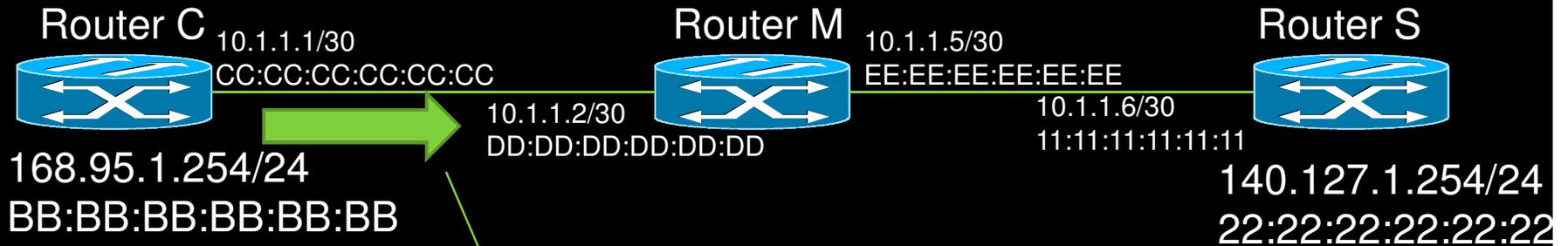
TCP層Header
Src Port: 45678
Dst Port: 80

應用層:
GET /index.html HTTP/1.1
.....

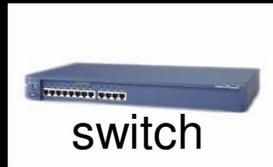
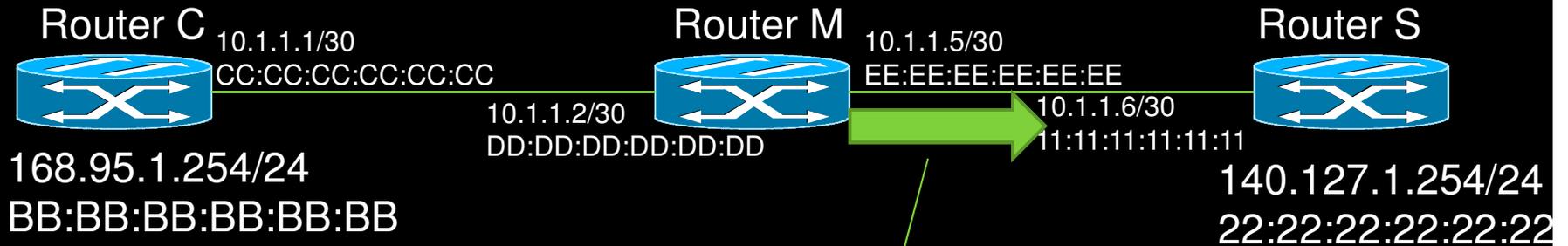


Web Server
140.127.1.1/24
33:33:33:33:33:33

舉例：封包轉送



舉例：封包轉送



Web Client
168.95.1.1/24
AA:AA:AA:AA:AA:AA

Data Link層
Src MAC: EE:EE:EE:EE:EE:EE
Dst MAC: 11:11:11:11:11:11

IP層Header
Src IP: 168.95.1.1 TTL: 62
Dst IP: 140.127.1.1

TCP層Header
Src Port: 45678
Dst Port: 80

應用層:
GET /index.html HTTP/1.1
.....



Web Server
140.127.1.1/24
33:33:33:33:33:33

舉例：封包轉送

