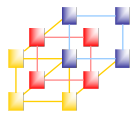


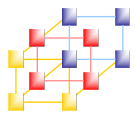
Unit 1

網路程式設計概念



大綱

- 網路
- OSI 和 TCP/IP 模型
- 網路位址 (IP)
- 基本概念
- 主從式架構
- 解析網路封包

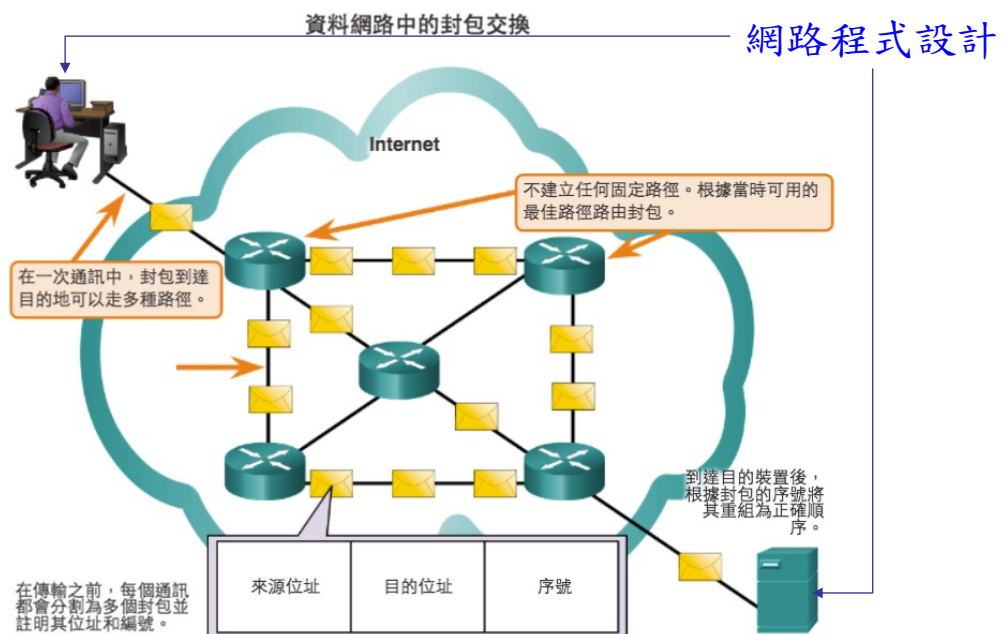


網路

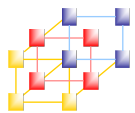
- 網路是由網路設備 (Network devices)、電腦主機 (Computers) 及傳輸媒體 (Communication medias) 所共同組合而成，它們彼此之間透過一致的協定 (Protocol) 可以接收、傳送資料
 - 一般我們以節點 (Node) 來表示網路上的任何設備，以主機 (Host) 來表示一般電腦
 - 每一個在網路上的 node 都有一個位址 (Address)
- 目前的網際網路使用封包交換 (Packet-switching) 技術來傳送資料，每一個被傳送的資料都被切割成一個個的片段 (Segment)，再組成封包 (Packet) 傳送



封包交換網路



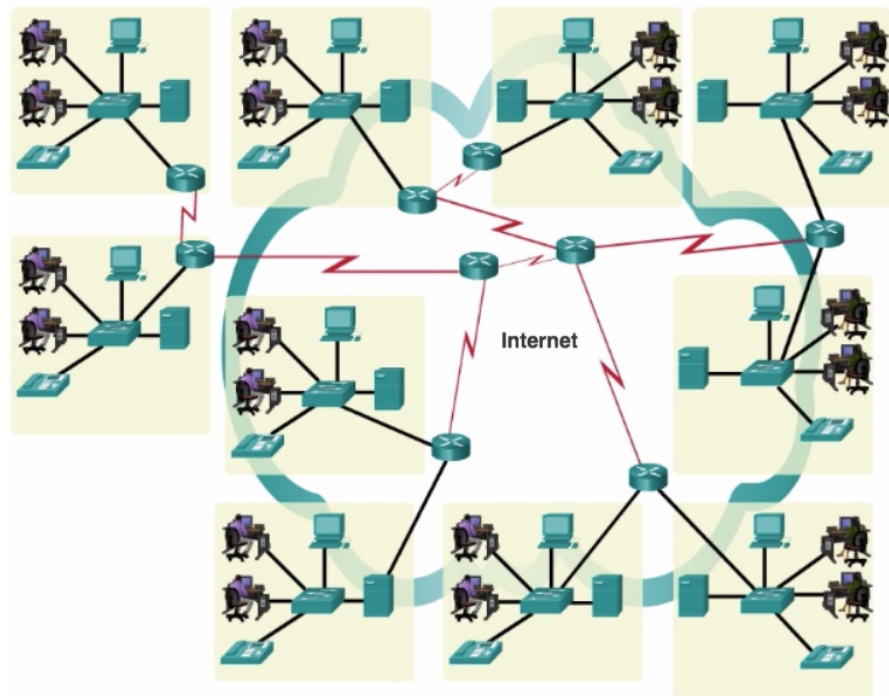
在尖峰期，通訊可能會延遲，但不會被拒絕。



Internet

Internet 是大量網路的聚合體，並不屬於任何個人或組織

- 採用統一的公認技術和標準
- 眾多網路管理機構相互合作



LAN 和 WAN 可以連接成互連網路

Network Programming

5

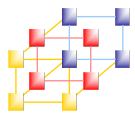


OSI 和 TCP/IP 模型

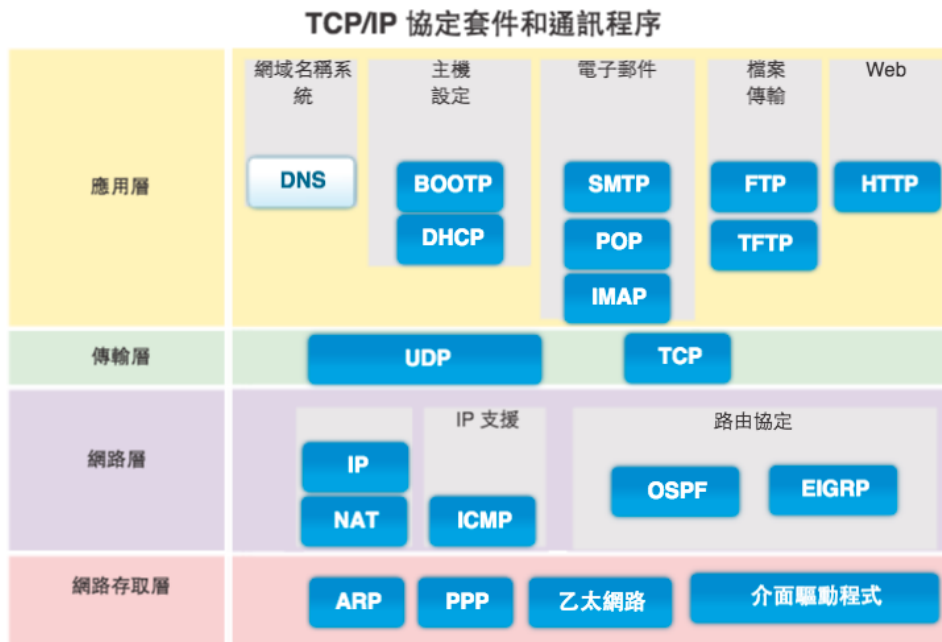


Network Programming

6

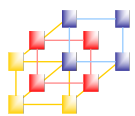


TCP/IP 協定套件

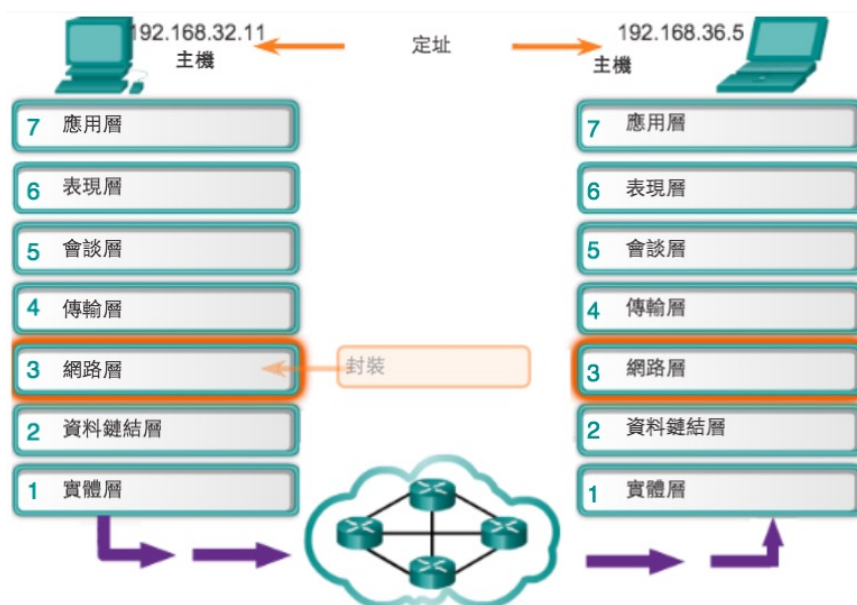


Network Programming

7



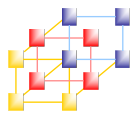
網路位址 (IP)



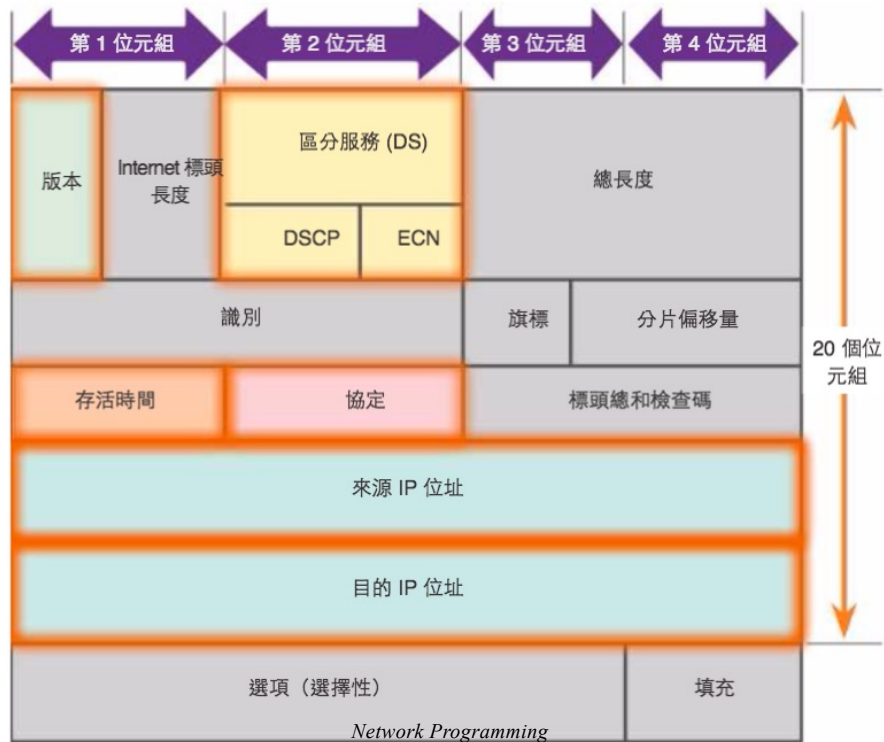
網路層協定在主機之間轉送傳輸層 PDU。

Network Programming

8



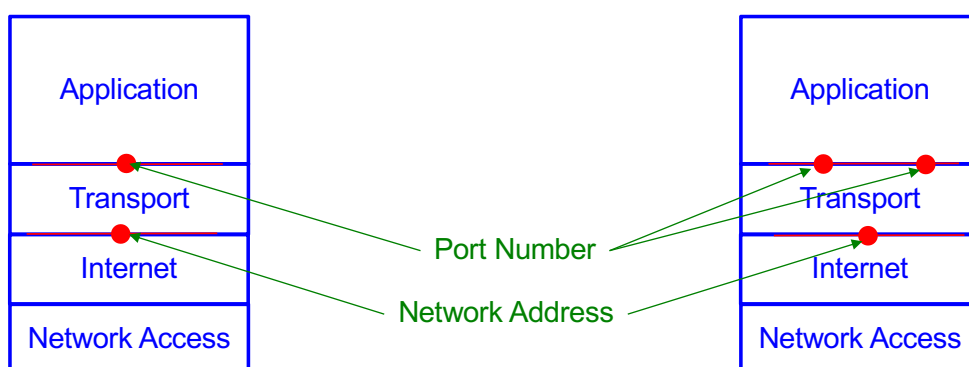
IPv4 封包標頭



9



IP 與 Port Number



服務 (Service) 是在主機背景執行的一支程式，通常系統服務都會占用一個埠號 (Port)，等待外部連線的要求



常用連接埠

連接埠號範圍	連接埠組
0 到 1023	公認連接埠
1024 到 49151	註冊連接埠
49152 到 65535	私有和/或動態連接埠

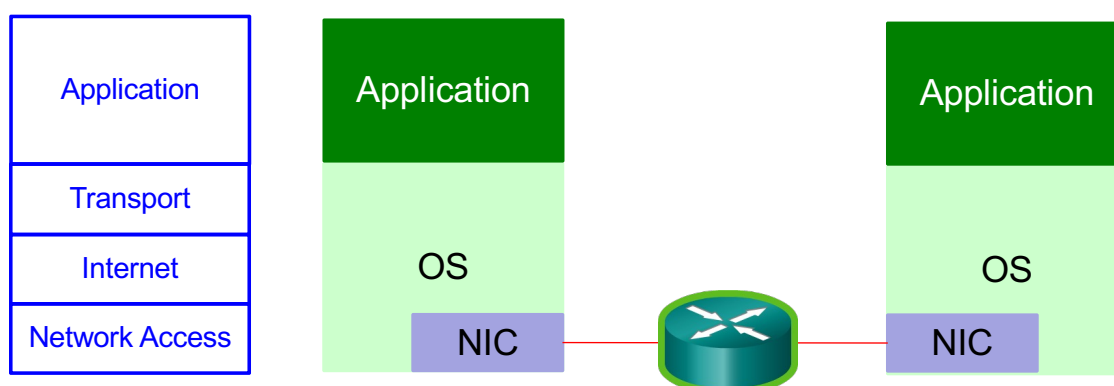
已註冊的 TCP 連接埠： 1863 MSN Messenger 2000 Cisco SCCP (VoIP) 8008 備用 HTTP 8080 備用 HTTP	公認的 TCP 連接埠： 21 FTP 23 Telnet 25 SMTP 80 HTTP 143 IMAP 194 Internet 中繼聊天 (IRC) 443 安全 HTTP (HTTPS)
已註冊的 UDP 連接埠： 1812 RADIUS 驗證協定 5004 RTP (語言和視訊傳輸協定) 5060 SIP (VoIP)	公認的 UDP 連接埠： 69 TFTP 520 RIP
已註冊的 TCP/UDP 通用連接埠： 1433 MS SQL 2948 WAP (MMS)	公認的 TCP/UDP 通用連接埠： 53 DNS 161 SNMP 531 AOL Instant Messenger · IRC

Network Programming

11

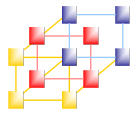


基本觀念(1/2)



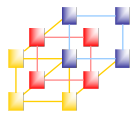
Network Programming

12

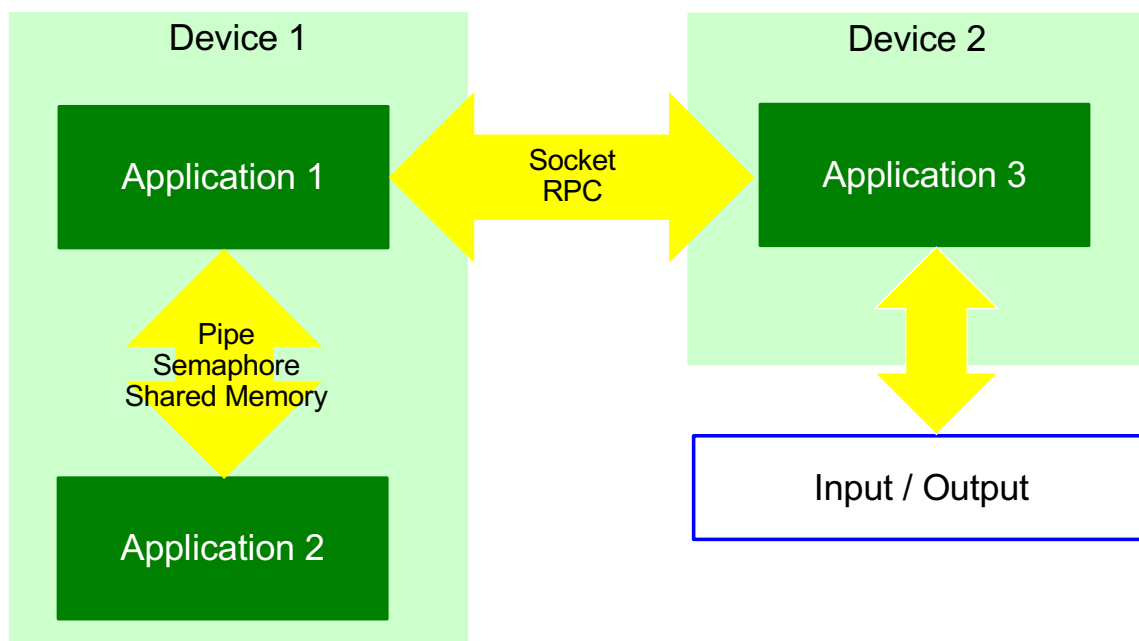


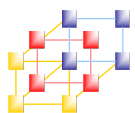
基本觀念(2/2)

- 應用程式的網路通訊主要透過系統呼叫 (System Call) 或函式庫 (Library) 來進行
 - 以 Python 來說，主要使用 socket package
 - 函式庫也是透過呼叫作業系統的服務來啟動網路通訊的指令
 - 通訊的方式主要依照 TCP/IP 網路協定的標準
- 常用的網路通訊函式庫有兩種
 - 通訊槽介面 (Socket interface)
 - 遠端程序呼叫 (RPC, Remote procedure call)



程式間訊息溝通的方法

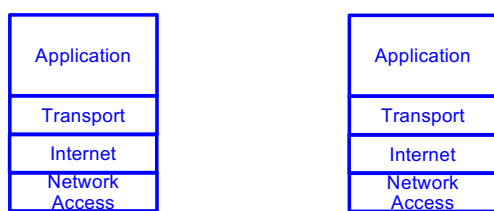




網路通訊函式庫的種類

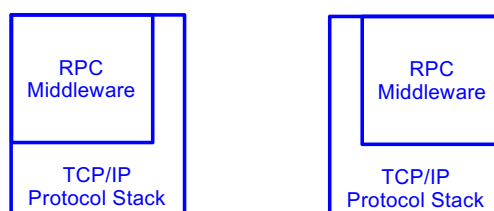
- **Socket interface**
 - 須考慮各種通訊的細節（例如資料型式與結構的轉換、連線的管理等）
- **Remote Procedure Call (RPC)**
 - 將網路通訊看成是程式中的程序
 - 對應於 Java 的 Remote Method Invocation

Socket Interface



TCP/IP Protocol Stack

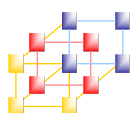
Remote Procedure Call



TCP/IP Protocol Stack

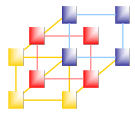
Network Programming

15



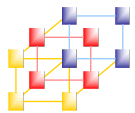
通訊槽 (Socket) 介面

- **TCP 與 UDP 都支援 Socket interface**
 - 目前除了 UNIX 作業系統之外，其他的各種硬體平台及作業系統，也都支援 TCP/IP 與 Socket
- **Socket 介面的主要內涵是提供通訊的功能，並且藉由程序中參數的設定使呼叫程式有各種調整的彈性**
- **軟體層面通訊管道**
 - 連線導向 (Connection-oriented) 的軟體通訊管道
 - 非連線導向的 (Connectionless) 軟體通訊管道

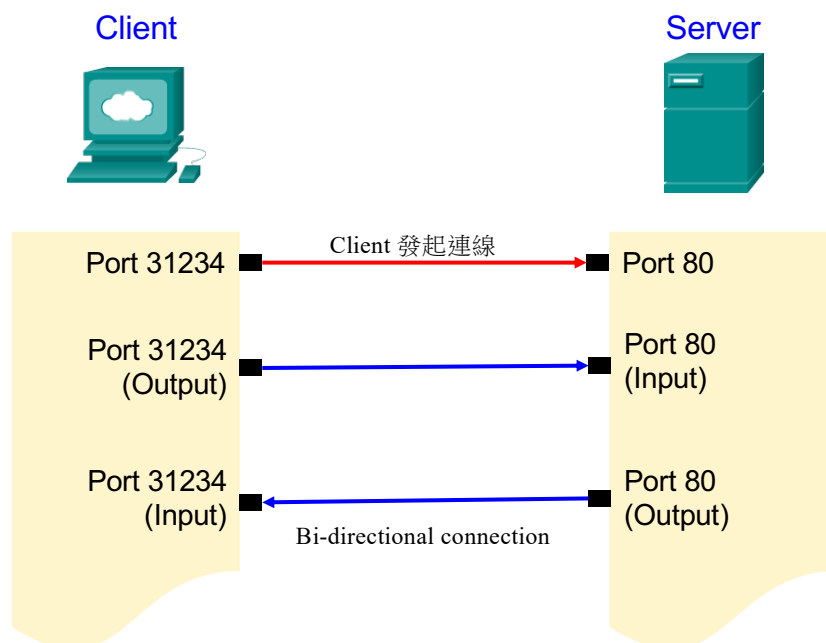


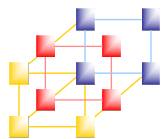
傳輸層 (Transport Layer)

- 傳輸層主要的功能是提供通訊的兩個節點之間一種穩定又節省成本的資料傳輸服務
 - 不管底下的實體網路是那一種，都能維持一樣的服務品質
 - 傳輸層中負責主要工作的軟硬體也稱為傳輸主體(Transport entity)
- 傳輸層的服務
 - Connection-oriented connection – TCP
 - Stream Socket
 - Connectionless connection – UDP
 - Datagram socket

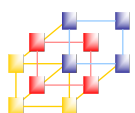


主從式架構





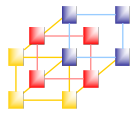
解析網路封包



下載 Wireshark

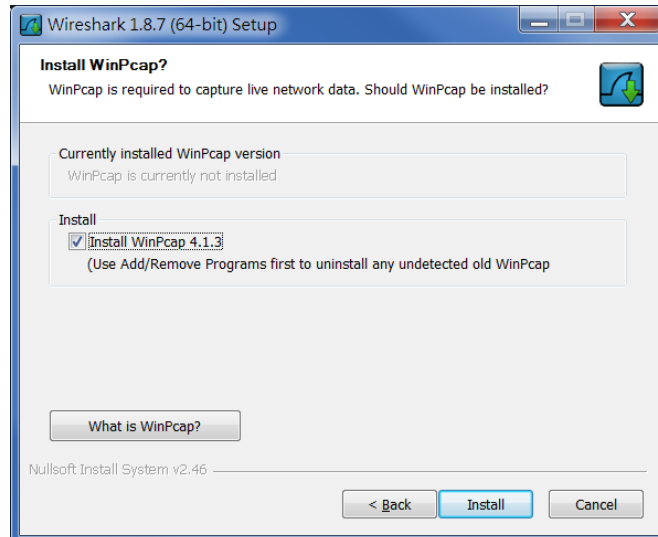
- <http://www.wireshark.org/download.html>

The screenshot displays the Wireshark website's download page. The main navigation bar includes links for 'Get Acquainted', 'Get Help', and 'Develop'. The 'Download Wireshark' section highlights the current stable release (1.10.5) and provides links for Windows and OS X installers, portable apps, and source code. A 'Stable Release (1.10.5)' section lists the available download links. The 'Troubleshoot your Network' section features a 'Free 30 day trial' offer for Cascade Shark VE & Cascade Pilot. The page also includes a 'Having Problems?' section and an 'Installation Notes' section.



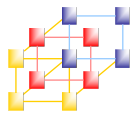
WinPcap

- WinPcap 是 Windows 版本的 libpcap 函式庫
 - Wireshark使用WinPcap函式庫抓取網路上的封包

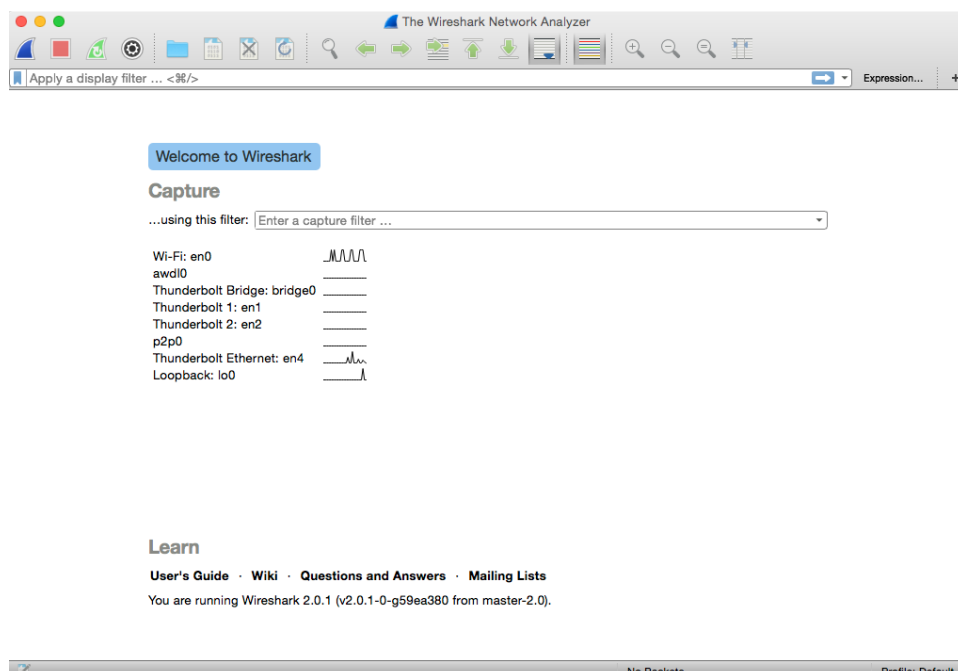


Network Programming

21

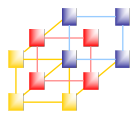


Wireshark 起始畫面



Network Programming

22



封包截取 (1/2)

2. 開始擷取

1. 選擇要擷取的網路介面

Welcome to Wireshark

電腦裡的網路卡資訊

Capture

...using this filter:

- Wi-Fi: en0
- awdl0
- Thunderbolt Bridge: bridge0
- Thunderbolt 1: en1
- Thunderbolt 2: en2
- p2p0
- Thunderbolt Ethernet: en4**
- Loopback: lo0

Learn

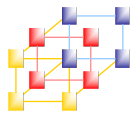
User's Guide · Wiki · Questions and Answers · Mailing Lists

You are running Wireshark 2.0.1 (v2.0.1-0-g59ea380 from master-2.0).

No Packets Profile: Default

Network Programming

23



封包截取 (2/2)

3. 停止擷取

重置抓取的封包

Capturing from Thunderbolt Ethernet: en4

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
14	6.791772	ZioncomE_e9:23:be	Apple_a5:3a:ed	ARP	60	Who has 192.168.1.31? Tell 192.168.1.1
15	6.791840	Apple_a5:3a:ed	ZioncomE_e9:23:be	ARP	42	192.168.1.31 is at 0c:4d:e9:a5:3a:ed
16	7.682263	74.125.203.83	192.168.1.31	TLSv1...	125	Application Data
17	7.682469	192.168.1.31	74.125.203.83	TCP	66	50868 → 443 [ACK] Seq=1 Ack=60 Win=4094 Len=0 TSv

Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: Apple_a5:3a:ed (0c:4d:e9:a5:3a:ed), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

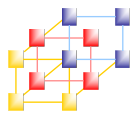
Address Resolution Protocol (request)

```
0000  ff ff ff ff ff 0c 4d e9 a5 3a ed 08 06 00 01  ....M .....
0010  08 00 06 04 00 01 0c 4d e9 a5 3a ed c0 a8 01 1f  ....M .....
0020  00 00 00 00 00 00 c0 a8 01 c8  ....
```

Packets: 17 - Displayed: 17 (100.0%) Profile: Default

Network Programming

24



過濾器

■ 從擷取的封包中過濾出我們要的封包

- 語法：[通訊協定][運算元][數值]

■ 通訊協定

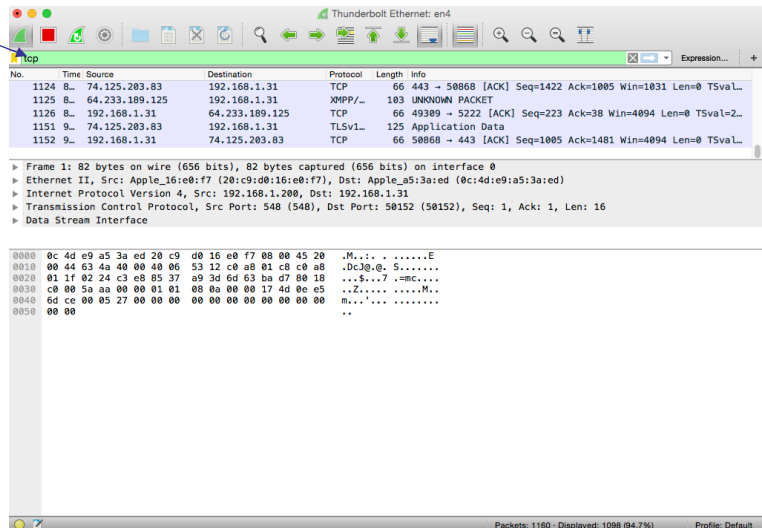
- tcp 、udp 、 dns 、
ftp 、 ip 、 ssh 、 ...

■ 運算元

- == 、 != 、 > 、 < 、
>= 、 <=

■ Example

- dns
- ip.addr == 192.168.1.22
- tcp.port >= 80

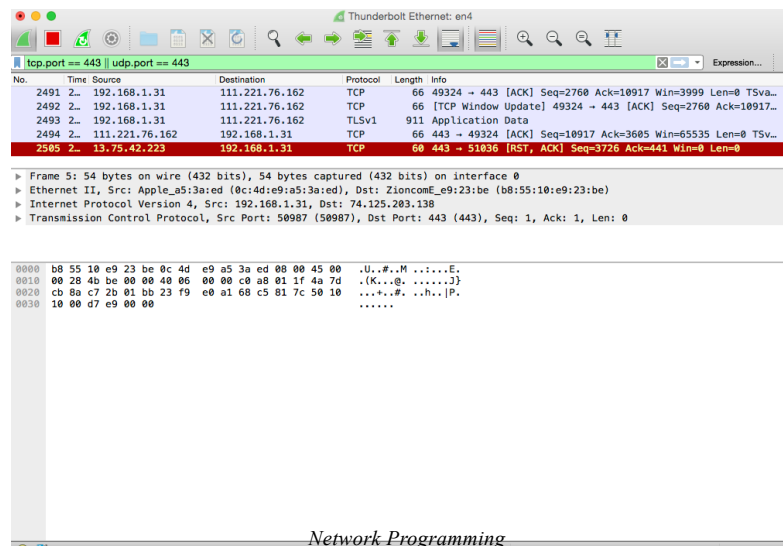


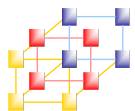
多條件過濾

■ 語法：[表達式][邏輯運算符][其他表達式]

■ 邏輯運算符

- && 、 || 、 ^ 、 !





封包追蹤

封包編號 時間 來源 目的地 協定 封包位元數 其他訊息

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2491	2...	192.168.1.31	111.221.76.162	TCP	66	49324 → 443 [ACK] Seq=2760 Ack=10917 Win=3999 Len=0 TSva...
2492	2...	192.168.1.31	111.221.76.162	TCP	66	[TCP Window Update] 49324 → 443 [ACK] Seq=2760 Ack=10917...
2493	2...	192.168.1.31	111.221.76.162	TLSv1	911	Application Data
2494	2...	111.221.76.162	192.168.1.31	TCP	66	443 → 49324 [ACK] Seq=10917 Ack=3605 Win=65535 Len=0 TSv...
2505	2...	13.75.42.223	192.168.1.31	TCP	60	443 → 51036 [RST, ACK] Seq=3726 Ack=441 Win=0 Len=0

Frame 5: 54 bytes on wire (432 bits), 54 bytes captured (432 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: Apple_a5:3a:ed (0c:d4:e9:a5:3a:ed), Dst: ZioncomE_e9:23:be (b8:55:10:e9:23:be)
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.31, Dst: 74.125.203.138
 Transmission Control Protocol, Src Port: 50987 (50987), Dst Port: 443 (443), Seq: 1, Ack: 1, Len: 0

```

0000  b8 55 10 e9 23 be 0c d4 e9 a5 3a ed 08 00 45 00 .U..#..M .....E.
0010  00 28 4b be 00 00 40 06 00 00 c0 a8 01 1f 4a 7d .(K...@. ....J}
0020  cb 8a c7 2b 01 bb 23 f9 e0 a1 68 c5 81 7c 50 10 ...+..#. ..h..|P.
0030  10 00 d7 e9 00 00 .....
  
```

Network Programming

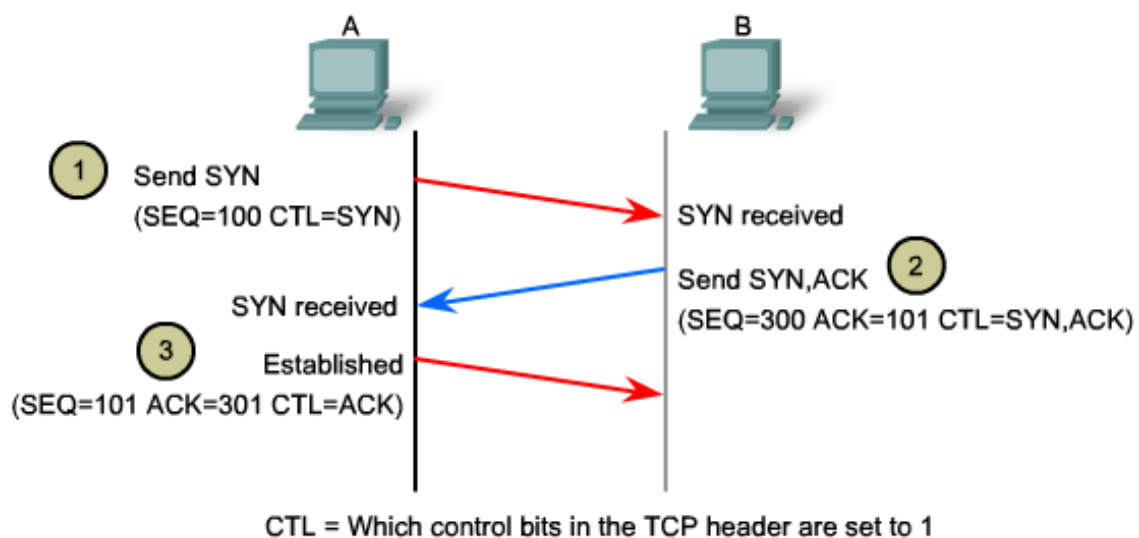
Packets: 2653 · Displayed: 1313 (49.5%) Profile: Default

27



Steps in the TCP Handshake (1/5)

■ TCP Connection Establishment





Steps in the TCP Handshake (2/5)

TCP 三向交握 (SYN)

13	6.201109	192.168.254.254	10.1.1.1	DNS	Standard query r
14	6.202100	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [SYN
15	6.202513	192.168.254.254	10.1.1.1	TCP	http > 1069 [SYN
16	6.202543	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [ACK
17	6.202651	10.1.1.1	192.168.254.254	HTTP	GET / HTTP/1.1

+	Frame 14 (62 bytes on wire, 62 bytes captured)
+	Ethernet II, Src: QuantaCo_bd:0c:7c (00:c0:9f:bd:0c:7c), Dst: Cisco_cf:66:40 (00:0c:85:cf:66:40)
+	Internet Protocol, Src: 10.1.1.1 (10.1.1.1), Dst: 192.168.254.254 (192.168.254.254)
-	Transmission Control Protocol, Src Port: 1069 (1069), Dst Port: http (80), Seq: 0, Len: 0
	Source port: 1069 (1069)
	Destination port: http (80)
	Sequence number: 0 (relative sequence number)
	Header length: 28 bytes
-	Flags: 0x02 (SYN)
	0... = Congestion window Reduced (CWR): Not set
	.0... = ECN-Echo: Not set

通訊協定分析器顯示了訊框 14 中的用戶端初始會談請求。

此訊框中的 TCP 資料段顯示：

- SYN 旗標設置以使初始序號生效
- 採用隨機序號有效 (相對值為 0)
- 隨機來源連接埠 1069
- 公認目的連接埠 80 (HTTP 連接埠) 表示 Web 伺服器 (http)

Network Programming

29



Steps in the TCP Handshake (3/5)

TCP 三向交握 (SYN, ACK)

13	6.201109	192.168.254.254	10.1.1.1	DNS	Standard query r
14	6.202100	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [SYN
15	6.202513	192.168.254.254	10.1.1.1	TCP	http > 1069 [SYN
16	6.202543	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [ACK
17	6.202651	10.1.1.1	192.168.254.254	HTTP	GET / HTTP/1.1

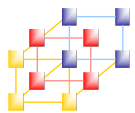
+	Frame 15 (62 bytes on wire, 62 bytes captured)
+	Ethernet II, Src: Cisco_cf:66:40 (00:0c:85:cf:66:40), Dst: QuantaCo_bd:0c:7c (00:c0:9f:bd:0c:7c)
+	Internet Protocol, Src: 192.168.254.254 (192.168.254.254), Dst: 10.1.1.1 (10.1.1.1)
-	Transmission Control Protocol, Src Port: http (80), Dst Port: 1069 (1069), Seq: 0, Len: 0
	Source port: http (80)
	Destination port: 1069 (1069)
	Sequence number: 0 (relative sequence number)
	Acknowledgement number: 1 (relative ack number)
	Header length: 28 bytes
-	Flags: 0x12 (SYN, ACK)

通訊協定分析器顯示了訊框 15 中的伺服器回應

- ACK 標誌設置以表示有效的確認號
- 確認號以相對值1來回應初始序號
- SYN 標誌設置以表示從伺服器到用戶端會談的初始序號
- 目的連接埠號 1069 與用戶端來源連接埠對應
- 來源連接埠號 80 (HTTP) 表示 Web 伺服器服務 (http)

Network Programming

30



Steps in the TCP Handshake (4/5)

TCP 三向交握 (ACK)

13	6.201109	192.168.254.254	10.1.1.1	DNS	Standard query re
14	6.202100	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [SYN]
15	6.202513	192.168.254.254	10.1.1.1	TCP	http > 1069 [SYN,
16	6.202543	10.1.1.1	192.168.254.254	TCP	1069 > http [ACK]
17	6.202651	10.1.1.1	192.168.254.254	HTTP	GET / HTTP/1.1

Frame 16 (54 bytes on wire, 54 bytes captured)
Ethernet II, Src: QuantaCo_bd:0c:7c (00:c0:9f:bd:0c:7c), Dst: Cisco_cf:66:40
Internet Protocol, Src: 10.1.1.1 (10.1.1.1), Dst: 192.168.254.254 (192.168.254.254)
Transmission Control Protocol, Src Port: 1069 (1069), Dst Port: http (80), Seq: 1069, Win: 0, Len: 0
Source port: 1069 (1069)
Destination port: http (80)
Sequence number: 1 (relative sequence number)
Acknowledgement number: 1 (relative ack number)
Header length: 20 bytes
Flags: 0x10 (ACK)

通訊協定分析器顯示了訊框 16 中用戶端對會談的回應

此訊框中的 TCP 資料段顯示：

- ACK 標誌設置以表示有效的確認號
- 確認號以相對值1來回應初始序號
- 來源連接埠號為對應的 1069
- 目的連接埠號 80 (HTTP) 表示 Web 伺服器服務 (http)

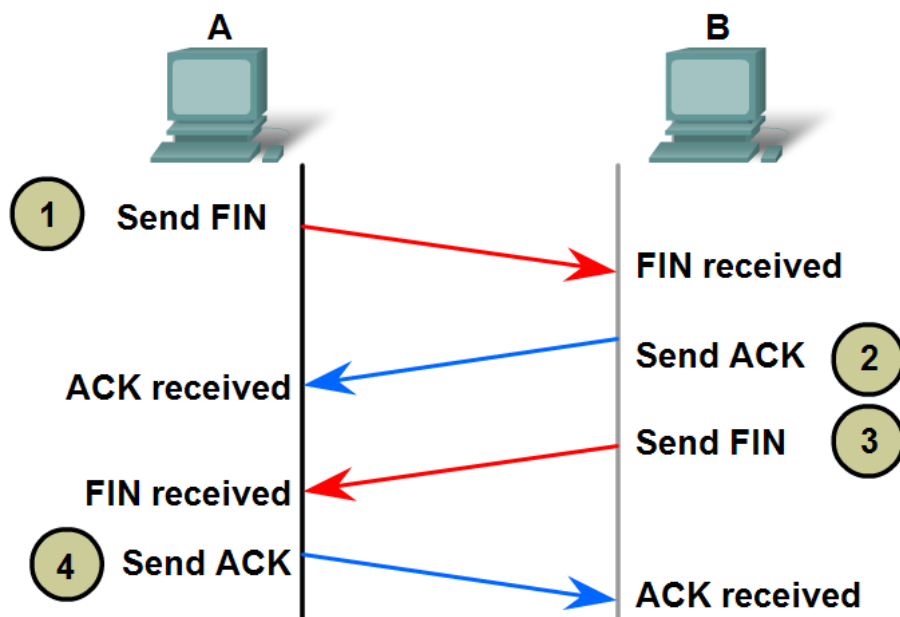
Network Programming

31



Steps in the TCP Handshake (5/5)

■ TCP Connection Termination



Network Programming

32