

Outline

- ❖ Introduction
- ❖ IP Address & MAC Address
- ❖ TCP / UDP / ICMP
- ❖ IP Gateway, Network Mask, TTL
- ❖ Routing Protocol
- ❖ Network Address Translation (NAT)
- ❖ Domain Name System (DNS)
- ❖ Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
/ Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)
- ❖ HyperText Transfer Protocol (HTTP)
- ❖ Virtual Private Network (VPN)
- ❖ Firewall
- ❖ **Wireless Networks**

The background of the slide is a photograph of a classroom. In the foreground, there are several rows of wooden desks and brown chairs, viewed from behind. In the background, a large green chalkboard is mounted on the wall. The title text is centered on the chalkboard.

無線網路導論

Overview of Wireless Networks

CYUT NC

1.1 Why?

- ❖ 整個世界逐漸走向行動化，傳統網路連線方式已無法應付新生活型態。
- ❖ 無線網路提供人們行動性(**mobility**)
- ❖ 無線網路
 - 部署快速
 - 避免佈線影響美觀
 - 隨時隨地(any time, any place)可連結至網路

1.2 無線頻譜：關鍵資源

- ❖ 無線設備被限定在某個特定的頻段(**frequency band**)上操作。
- ❖ 每個頻段都有相應的頻寬(**bandwidth**)
- ❖ 無線電頻譜(**radio spectrum**)的使用受到主管機關透過核發使用執照方式嚴格控管。
 - 美國：聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)
 - 歐洲：歐洲無線通訊局(European Radiocommunications Office, ERO)
 - 其他：國際電訊聯盟(International Telecommunications Union, ITU)

❖ 美國地區常用頻段

頻段	頻率範圍
UHF ISM	902-928 MHz
S-Band	2-4 GHz
S-Band ISM	2.4-2.5 GHz
C-Band	4-8 GHz
C-Band satellite downlink	3.7-4.2 GHz
C-Band Radar(氣象)	5.25-5.925 GHz
C-Band ISM	5.725-5.875 GHz
C-Band satellite uplink	5.925-6.425 GHz
X-Band	8-12 GHz
X-Band Radar(警用 / 氣象)	8.5-10.55 GHz
Ku-Band	12-18 GHz
Ku-Band Radar(警用)	13.4-14, 15.7-17.7 GHz

❖ ISM (Industrial Scientific Medical) 頻段

- 是保留給產業、科學或醫療設備使用
- 不必經過授權使用(license-free)

❖ 無線網路的限制

- 速度受限於可用頻寬
- 無線媒介本身並不可靠(packet loss)
- 多重路徑干擾(multipath interference)
- 安全問題(易竊聽)
- 覆蓋範圍十分模糊

1.3 各式無線網路

- ❖ 藍芽(Bluetooth)
- ❖ 第三代行動電話(3G)
- ❖ **IEEE 802.11**
 - WiFi (wireless fidelity)

IEEE標準	速度	頻段
802.11	1 Mbps	2.4 GHz
	2 Mbps	
802.11a	54 Mbps (Max.)	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps	2.4 GHz
	11 Mbps	
802.11g	54 Mbps (Max.)	2.4 GHz

藍芽 Bluetooth

- ❖ 藍芽的運作原理是在**2.45 GHz**的頻帶上傳輸，除了資料外，也可以傳送聲音。每個藍芽技術連接裝置都具有根據**IEEE 802**標準所制定的**48-bit**地址；可以一對一或一對多來連接，傳輸範圍最遠在**10**公尺。藍芽技術不但傳輸量大，每秒鐘高達**1MB**，同時可以設定加密保護，每分鐘變換頻率一千六百次，因而很難截收，也不受電磁波干擾。

藍芽的技術規格

- ❖ 採用**2.4GHz**的公用頻段，頻寬為**1 MHz**
- ❖ 採用跳頻式展頻技術（**FHSS**），跳頻的頻率為每秒**1600**次
- ❖ 藍芽技術元件的傳輸功率為**1mW（0dBm）**或**100mW(20dbm)**
- ❖ 傳輸速率為**1Mbps**，實際資料有效速率最高可達**721kbps**
- ❖ 傳輸距離在**0dBm**功率時約為**10公尺**，若加大功率至**20dBm**則可提供至少**50至100公尺**

2.1 802.11網路概論

❖ IEEE 802家族

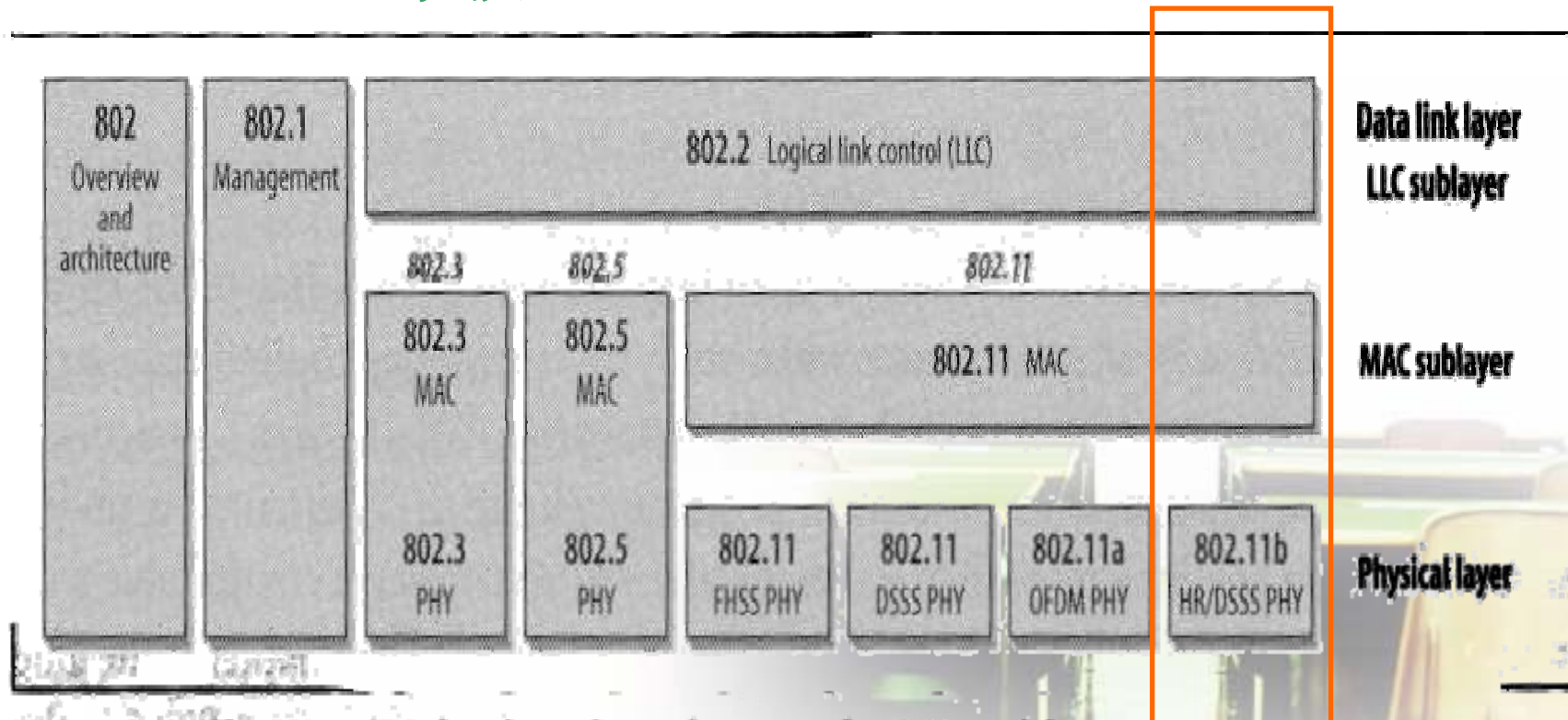


Figure 2-1. The IEEE 802 family and its relation to the OSI model

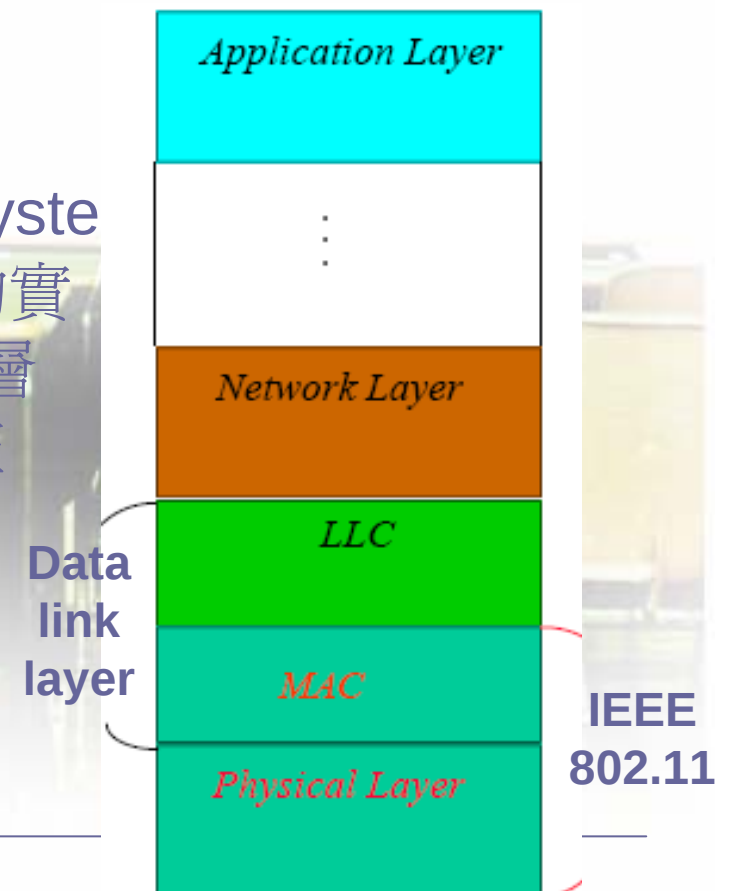
❖ 802.3 (Ethernet)

- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access network with Collision Detection：載波偵側多重存取/碰撞偵側)

❖ 802.5 (Token Ring)

❖ 802.11

- IEEE 802.11訂定了OSI (Open System Interconnection) 7層通訊架構中的實體層(Physical Layer)及資料連結層(Data Link Layer)中的媒介存取控制(Medium Access Control; MAC)子層之規範。



Spread Spectrum Technology

❖ IEEE 802.11 :

■ 直接序列展頻 (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS)

- 14 channels
- PN-code長度為11-bit
- 展頻寬度為5 MHz

準隨機雜訊碼(PN codes,
Pseudorandom noise codes)

Channel 1 has a center frequency of 2.412GHz
Channel 2 has a center frequency of 2.417GHz

...

Channel 11 has a center frequency of 2.462GHz

...

Channel 14 has a center frequency of 2.484GHz

但只開放Channel 1~11

■ 跳頻展頻 (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS)

- 78 hop sequences (頻道2~79)
- 頻帶範圍為1MHz ,

Channel 1 has a center frequency of 2.401GHz
Channel 2 has a center frequency of 2.402GHz

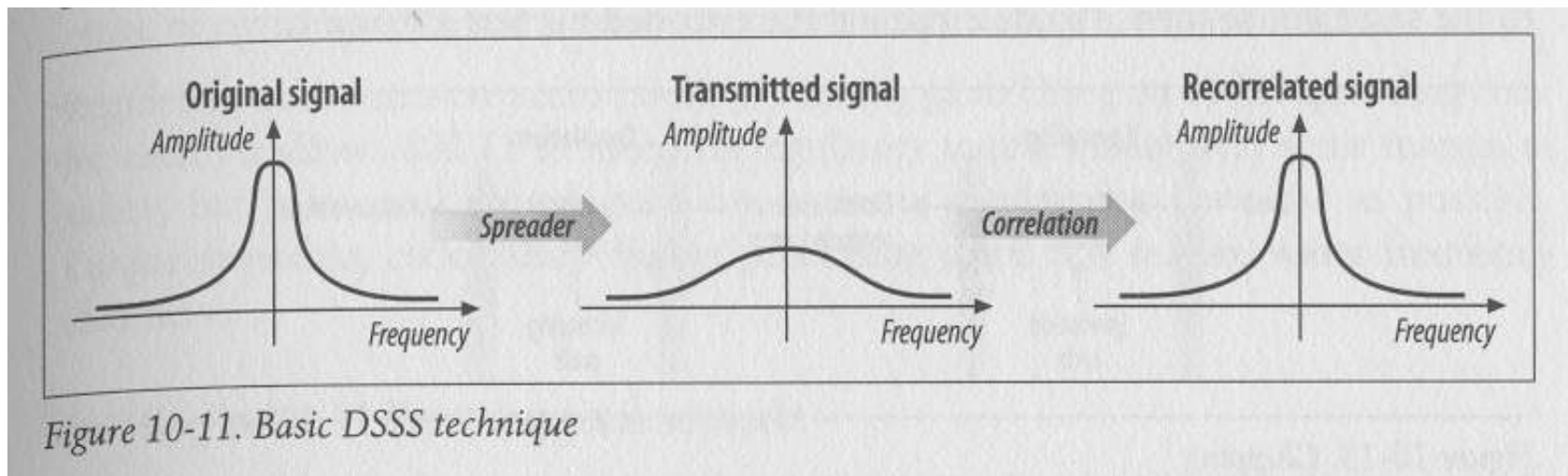
...

Channel 95 has a center frequency of 2.495GHz

但只開放Channel 2~79

Direct-sequence transmission

- ❖ 將RF能量之一種精確控制的方式分散至某個寬頻頻段。接收器透過**correlation process**還原



DSSS抗干擾

❖ 干擾突波只在特定頻段，經還原後能將其分離

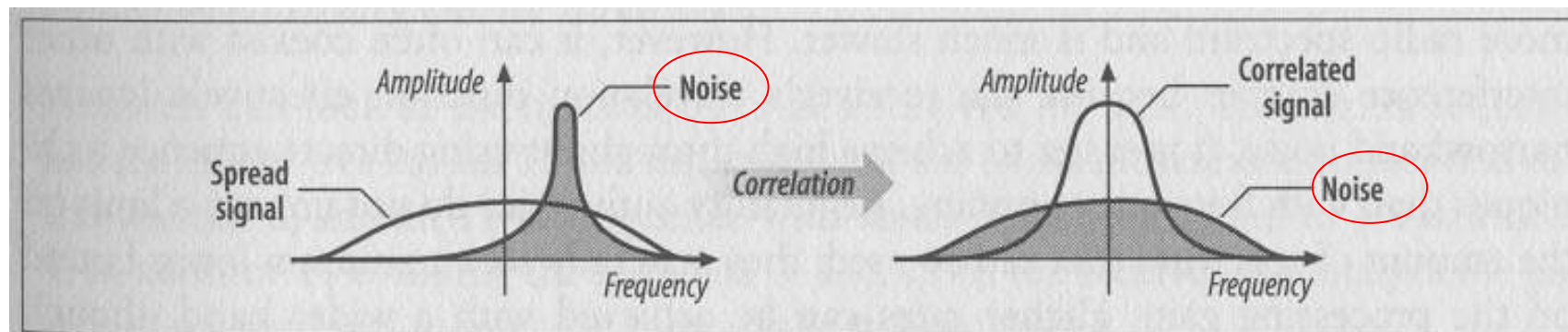


Figure 10-12. Spreading of noise by the correlation process

Channel energy spread

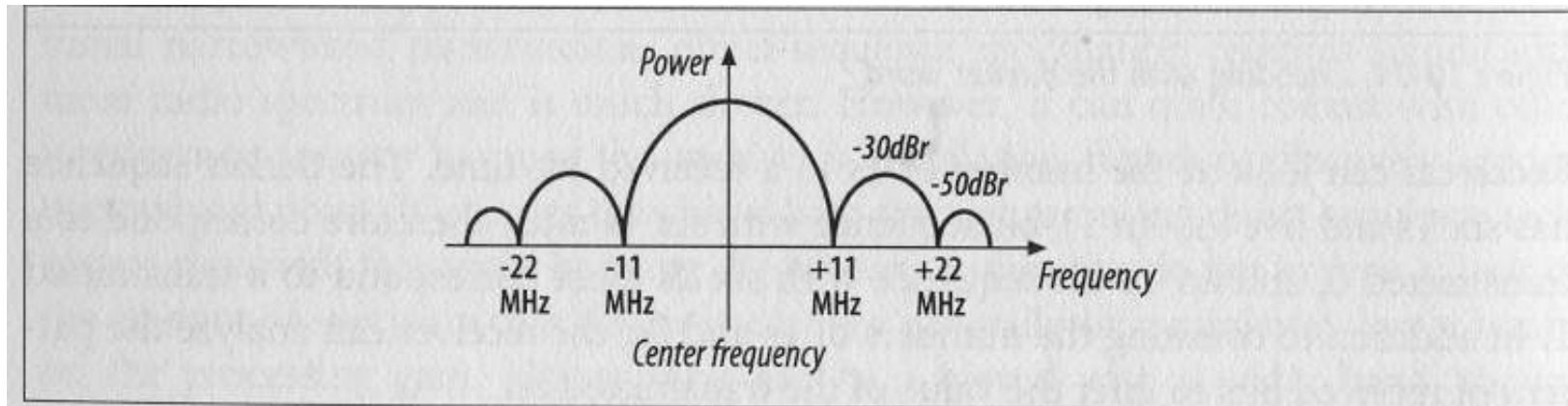


Figure 10-15. Energy spread in a single 802.11 DS transmission channel

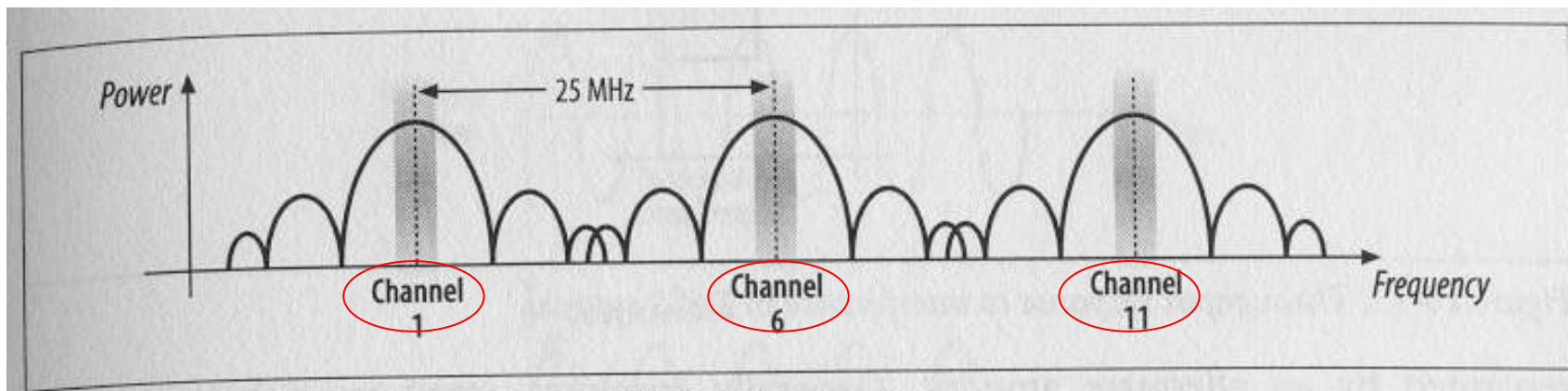


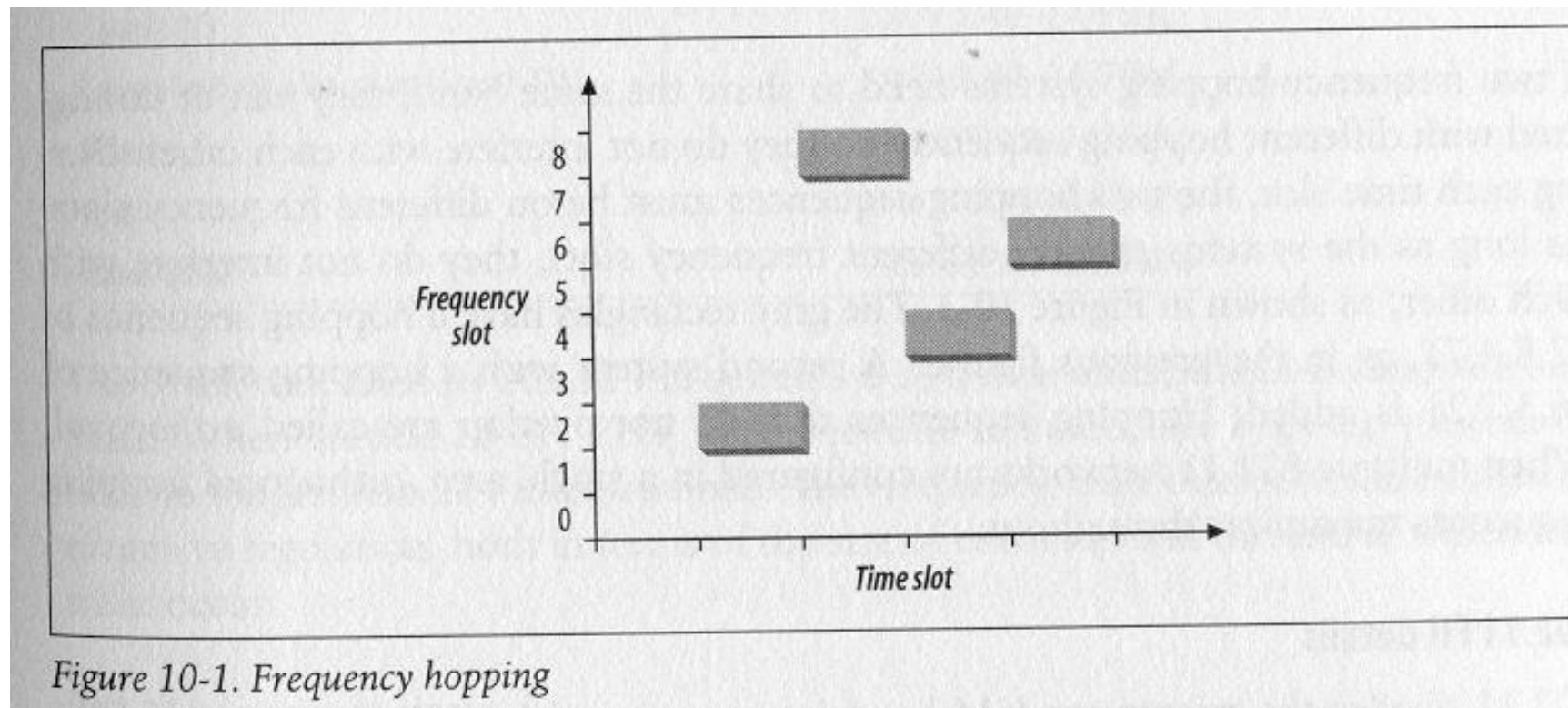
Figure 10-16. Channel separation in 802.11 DS networks

每個頻道中心頻率之間至少必須相隔**22MHz**，
故每個網路至少必須相隔**5**個頻道才能避免干擾

Frequency-Hopping Transmission

❖ 快速變換傳輸頻率

- 傳送與接收端必須同步
- 每個頻率只用一小段時間，稱為停駐時間(dwell time)



❖ 跳頻用戶對主要用戶只會造成瞬間干擾。

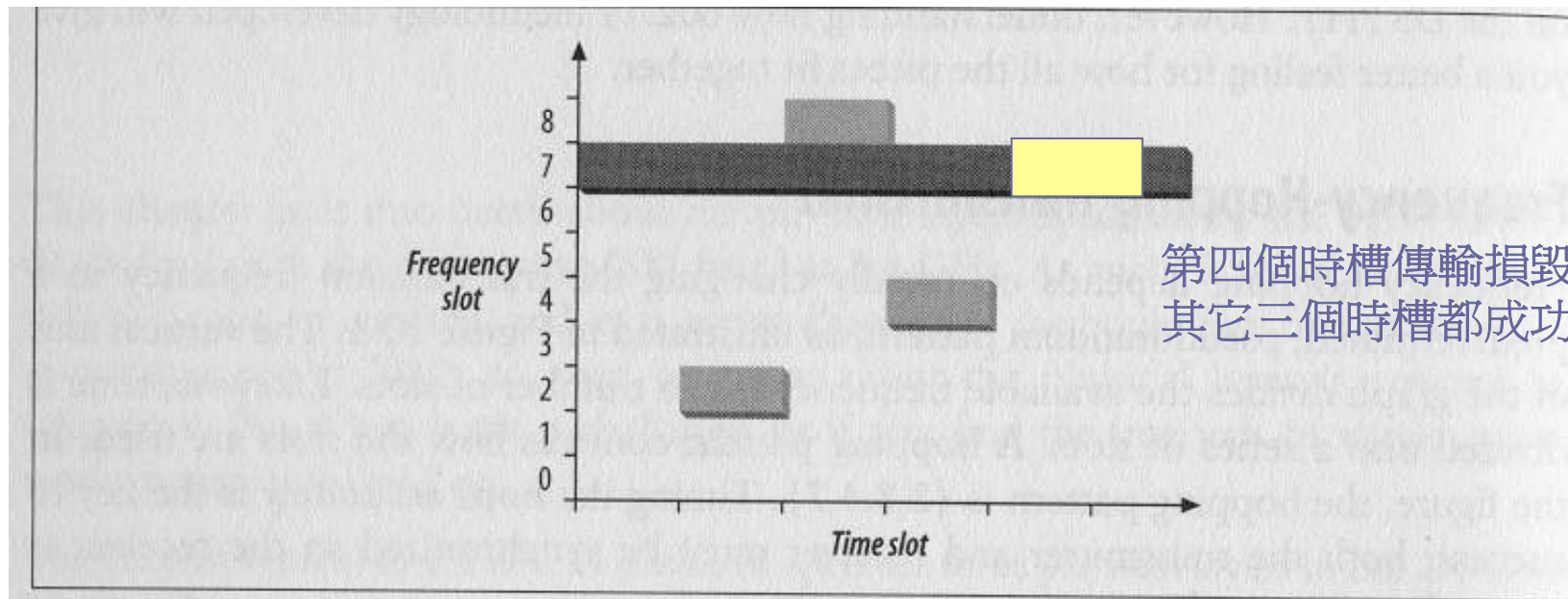
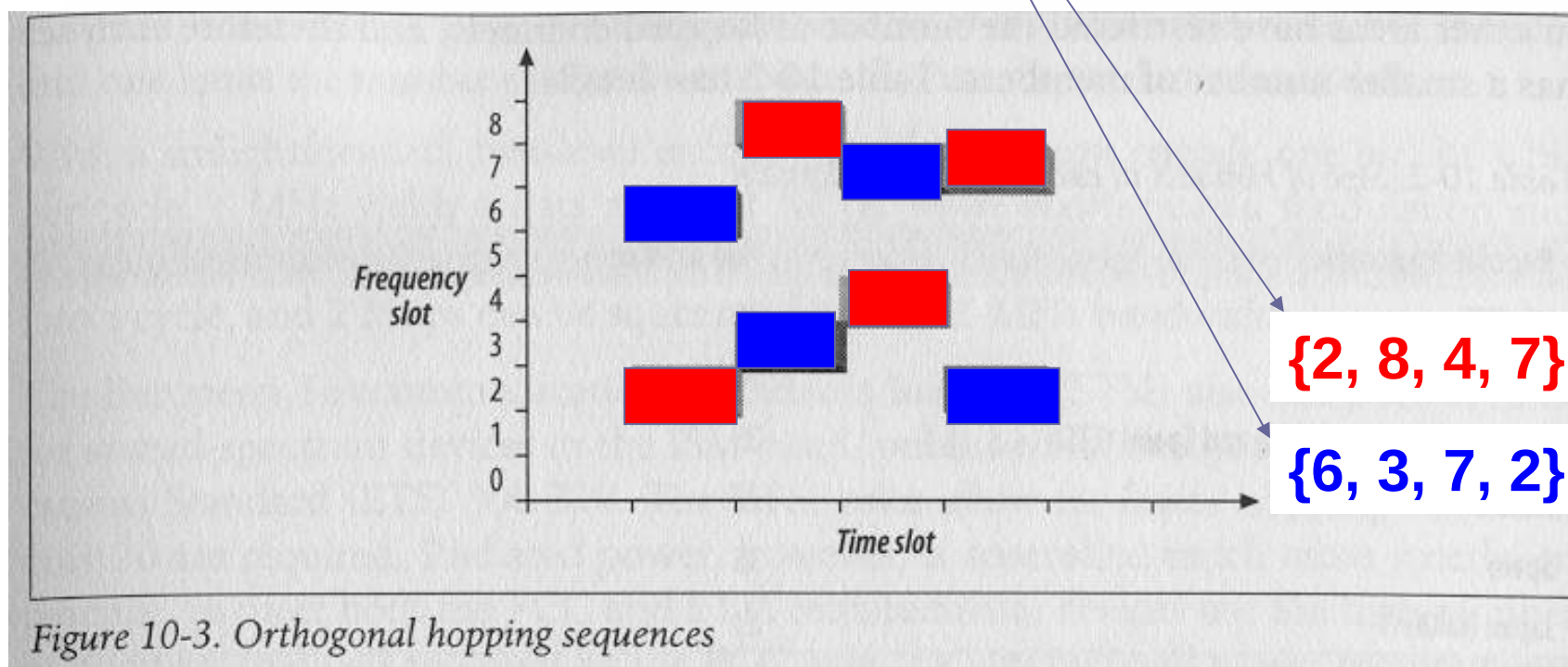


Figure 10-2. Avoiding interference with frequency hopping

❖ 正交跳頻序列可使傳輸量達到最高

- 正交：彼此不相重疊的跳頻序列



❖ 展頻技術的比較角度：

- 抗干擾能力
- 網路容量及可變度
- 系統傳輸績效
- 可移動性及安全性等。

❖ 發展趨勢：DHSS往高速無線區域網路系統發展，適合辦公室環境使用；FHSS會往低價網路應用發展，提供SOHO及家庭應用、或周邊設備之無線網路連結。

2.2 相關術語

- ❖ **Distribution System (傳輸系統):** a logical component of 802.11 used to forward frames to their destinations
- ❖ **Access Points (基地台 / 存取器):** perform the wireless-to-wired bridging function
- ❖ **Wireless Medium (無線媒介)**
- ❖ **Stations (工作站)**

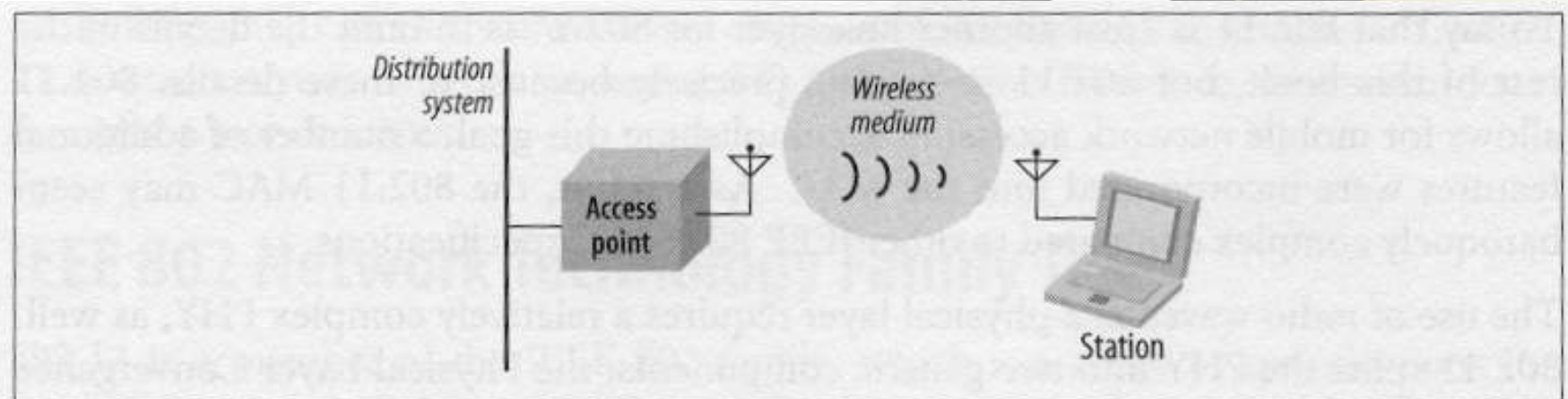


Figure 2-3. Components of 802.11 LANs

2.2.1 網路類型

❖ **Independent networks (indep. basic service set, IBSS), also known as ad hoc networks.**

基本服務組合(BSS):由一組彼此通訊的工作站所構成

❖ **Infrastructure networks**

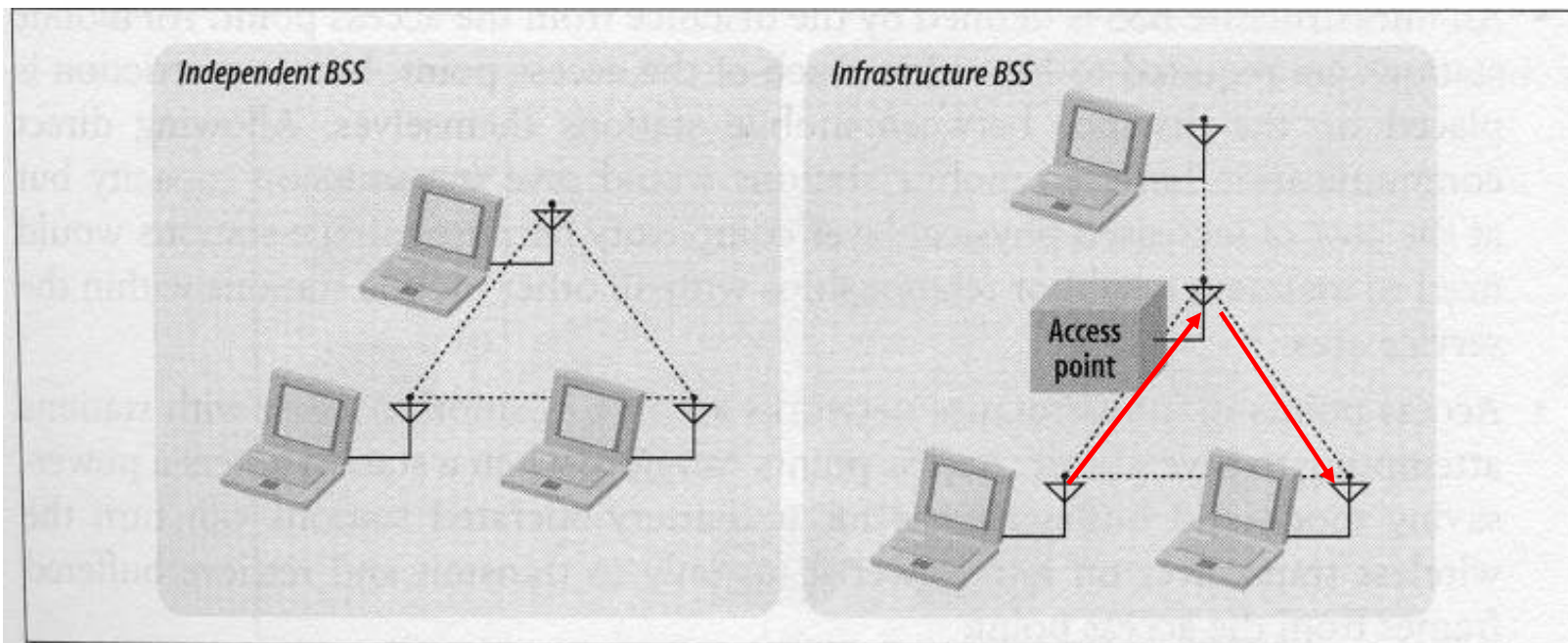


Figure 2-4. Independent and infrastructure BSSs



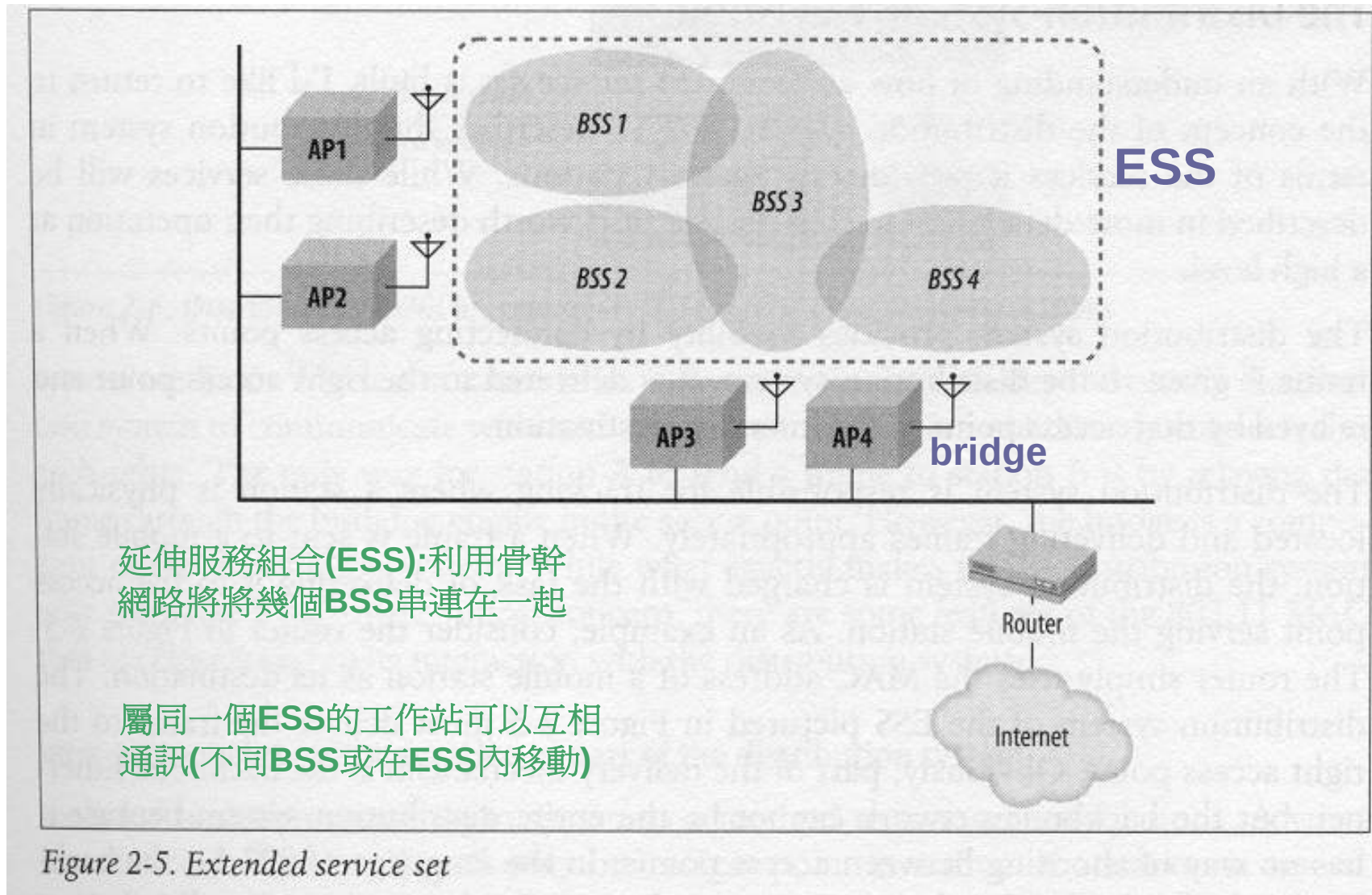
❖ Two advantages for infrastructure networks

- The mobile stations need not to maintain neighbor relationships.
- Access points assist with stations attempting to save power.

❖ In an infrastructure network, stations must *associate* with an AP to obtain network services. (equivalent to plug in the network cable)

❖ An **extended service set (ESS)** is created by chaining BSSs together with a backbone network.

ESS



2.2.2 傳輸系統(Distribution System)

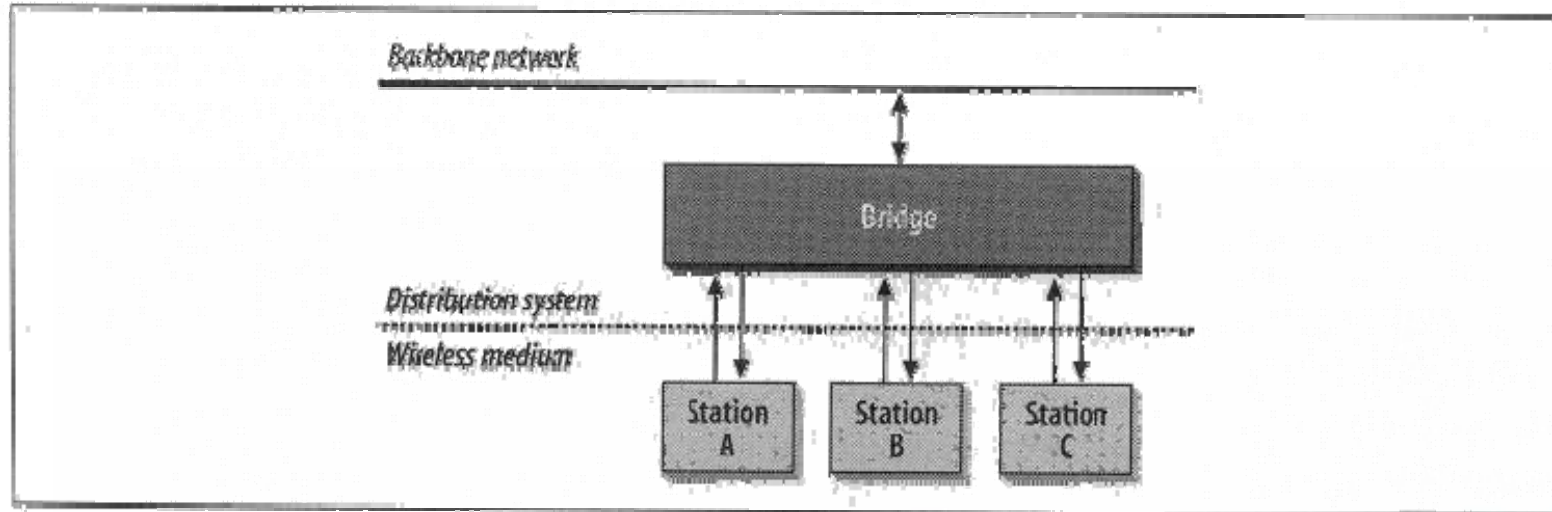
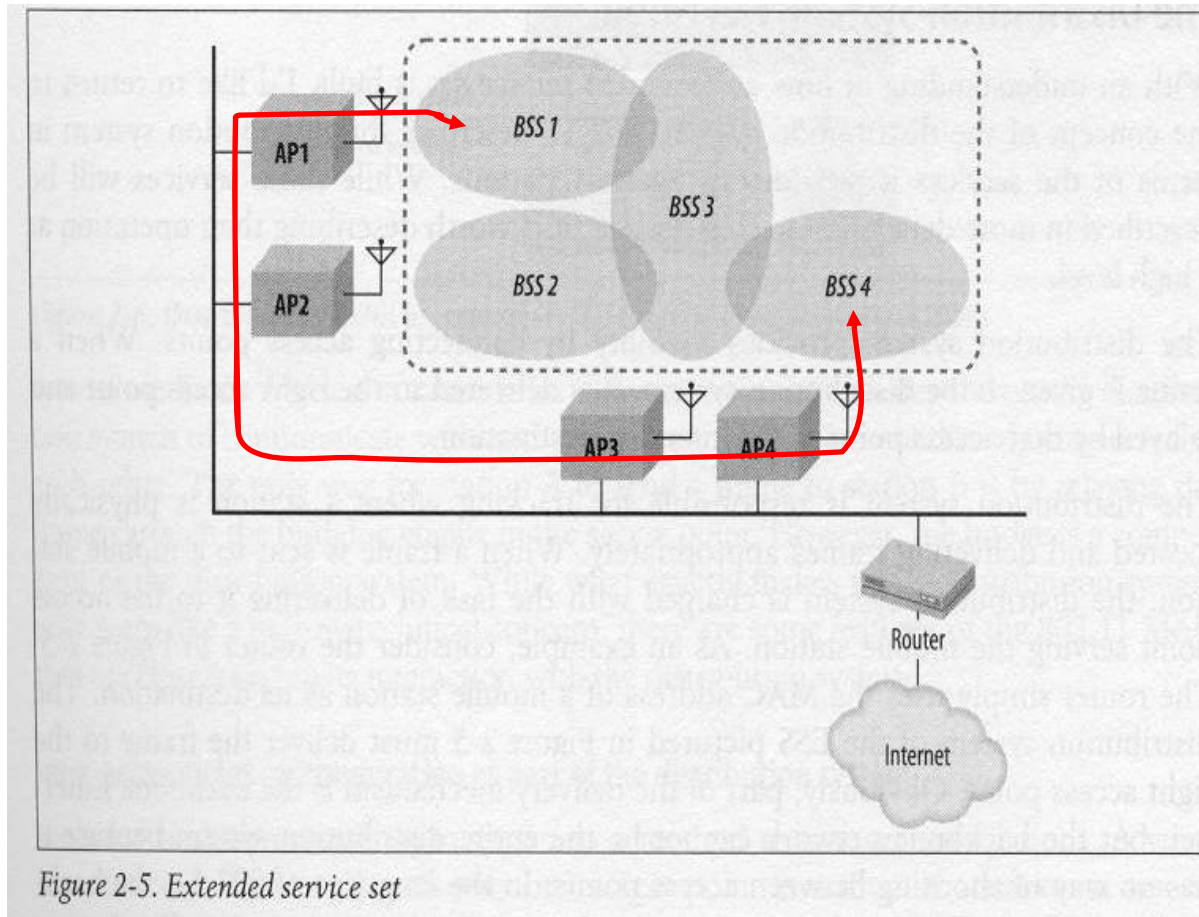


Figure 2-6. Distribution system in common 802.11 access point implementations

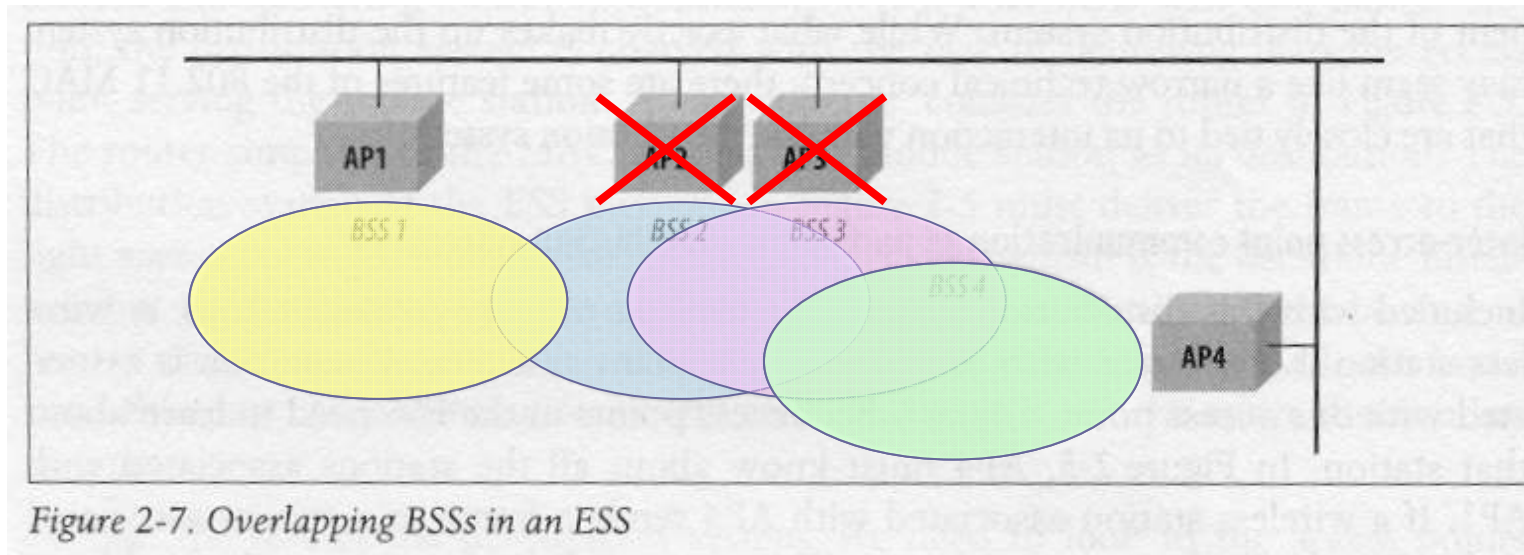
- ❖ 傳輸系統必須負責將資料傳遞給服務該行動工作站的基地台
- ❖ 骨幹乙太網路是傳輸系統的媒介，但並非傳輸系統的全部
- ❖ 大部分基地台都是扮演橋接器(**bridge**)的角色
- ❖ 基地台至少具備一個無線介面及一個乙太網路介面

基地台間協定(Inter-Access Point Protocol, IAPP)



AP4 and AP1 exchange associated stations information for frame forwarding.

2.2.3 網路界限(Network Boundaries)



❖ 802.11網路的界限相當模糊

- 區域重疊可讓工作站轉換BSS成功率提高
- 提供高層次網路覆蓋率

當AP3 fails → 覆蓋區域為連續區域

當AP2 fails → 覆蓋區域分成兩個區域(ESS內移動會斷線)

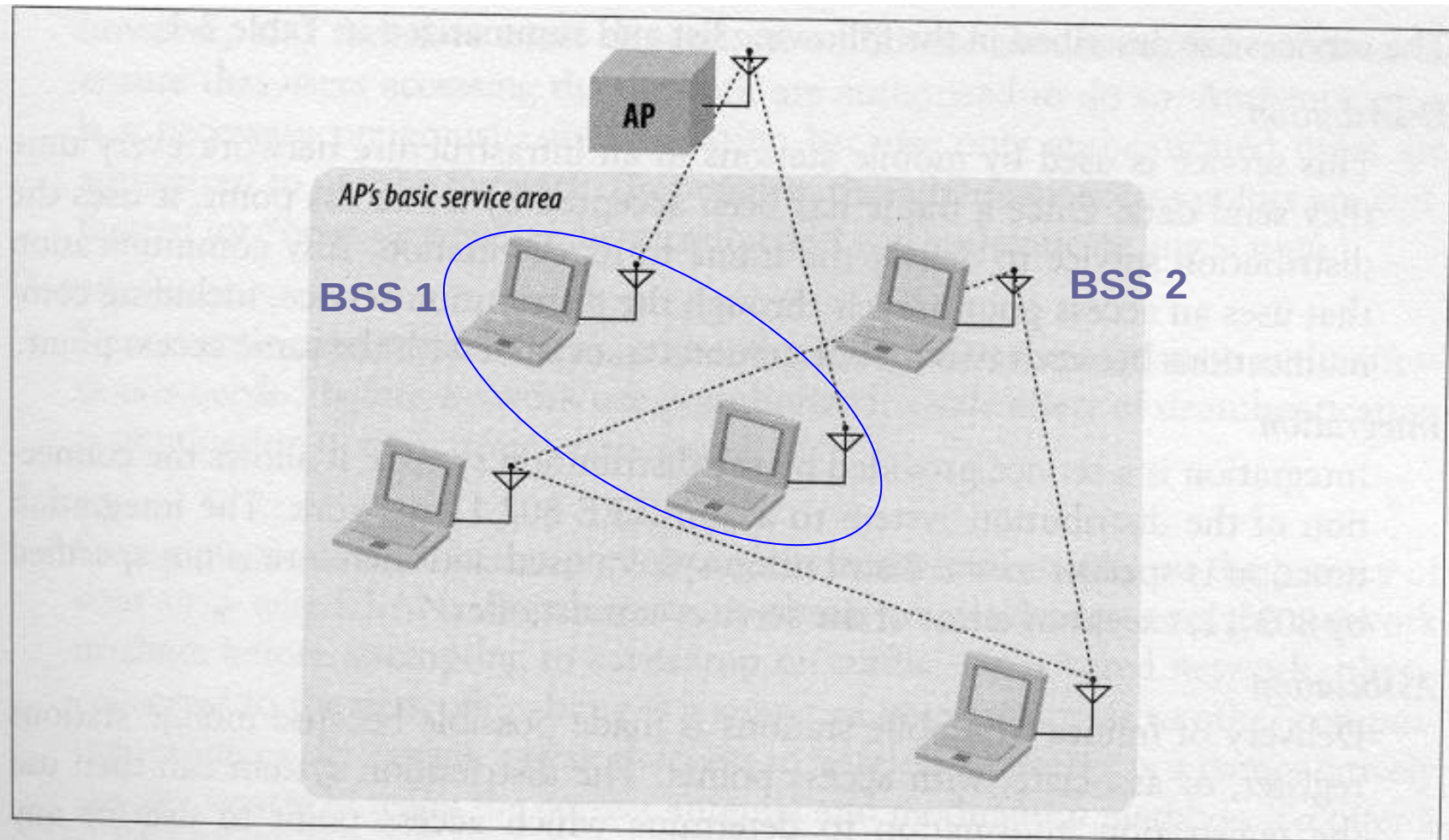
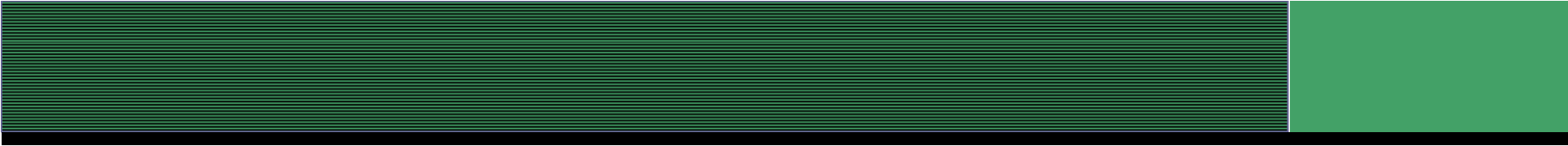


Figure 2-8. Overlapping network types

2.3.1 網路服務(Network Services)

❖ 802.11總共可提供九種服務

1. 傳輸(Distribution): 基地台接收到訊框，就會用傳輸服務將訊框送至目的地(Send function; Deliver the frame)
2. 整合(Integration): 讓傳輸系統得以連至非IEEE 802.11網路(Allow the connection to a non-IEEE 802 networks)
3. 聯結(Association): 行動工作站與基地台聯結。傳輸系統可根據登錄資訊判定哪部行動工作站該使用哪部基地台
4. 重新聯結(Re-association): 移動時隨時評估訊號強度，在必要時切換所聯結之基地台

- 
5. 解除聯結(Dis-association):結束現有聯結。
 6. 身份認證(Authentication):因WLAN無法提供實體保證，故要依賴額外的認證程序，以保證存取網路的使用者已獲得授權。身份認證是聯結前的必要前題。
 7. 解除認證(De-authentication):終結一段認證關係
 8. 私密性(Privacy): 提供有線等級隱私(Wired Equivalent Privacy, WEP)。將藉由空氣傳送的訊框加密。
 9. MSDU傳送(MAC Service Data Unit, MSDU, delivery): 負責將資料傳送給真正的接收端(Getting data to the recipient)

Mobility Support

❖ Mobility can cause one of three types of transition

- No Transition (In the same AP)
- BSS transition (IAPP)
- ESS transition (Mobile IP)

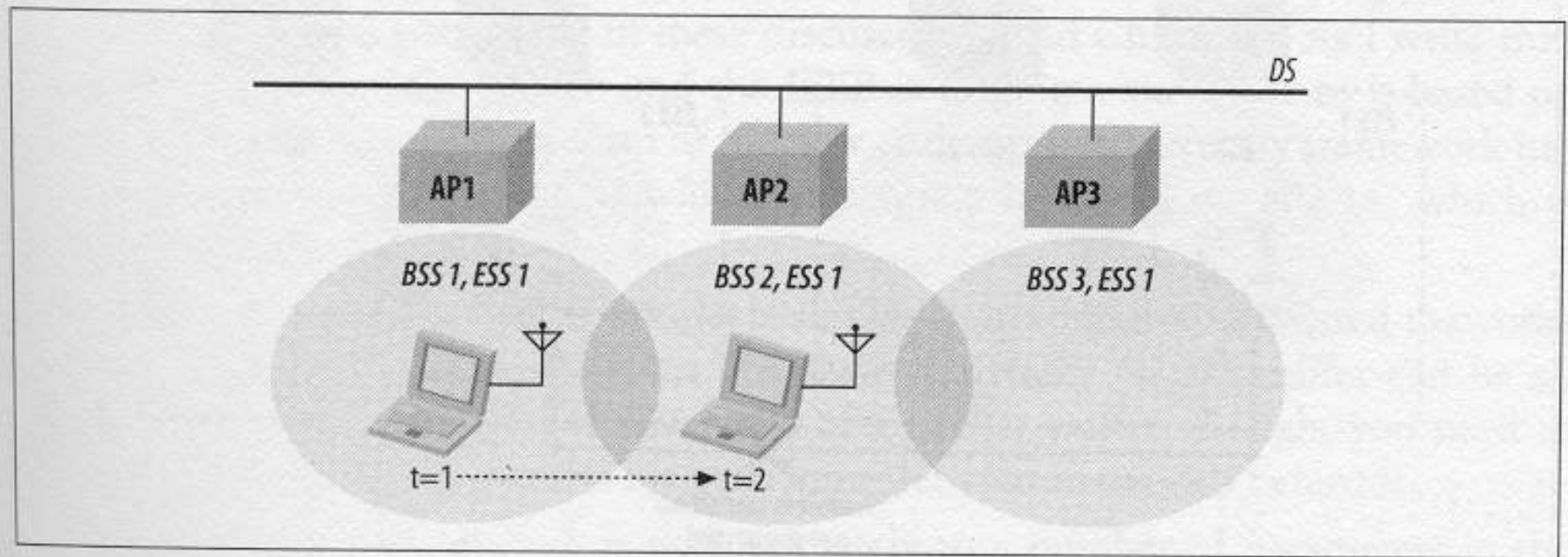


Figure 2-9. BSS transition

- In case of TCP/IP, Mobile IP is required to seamlessly support an ESS transition.

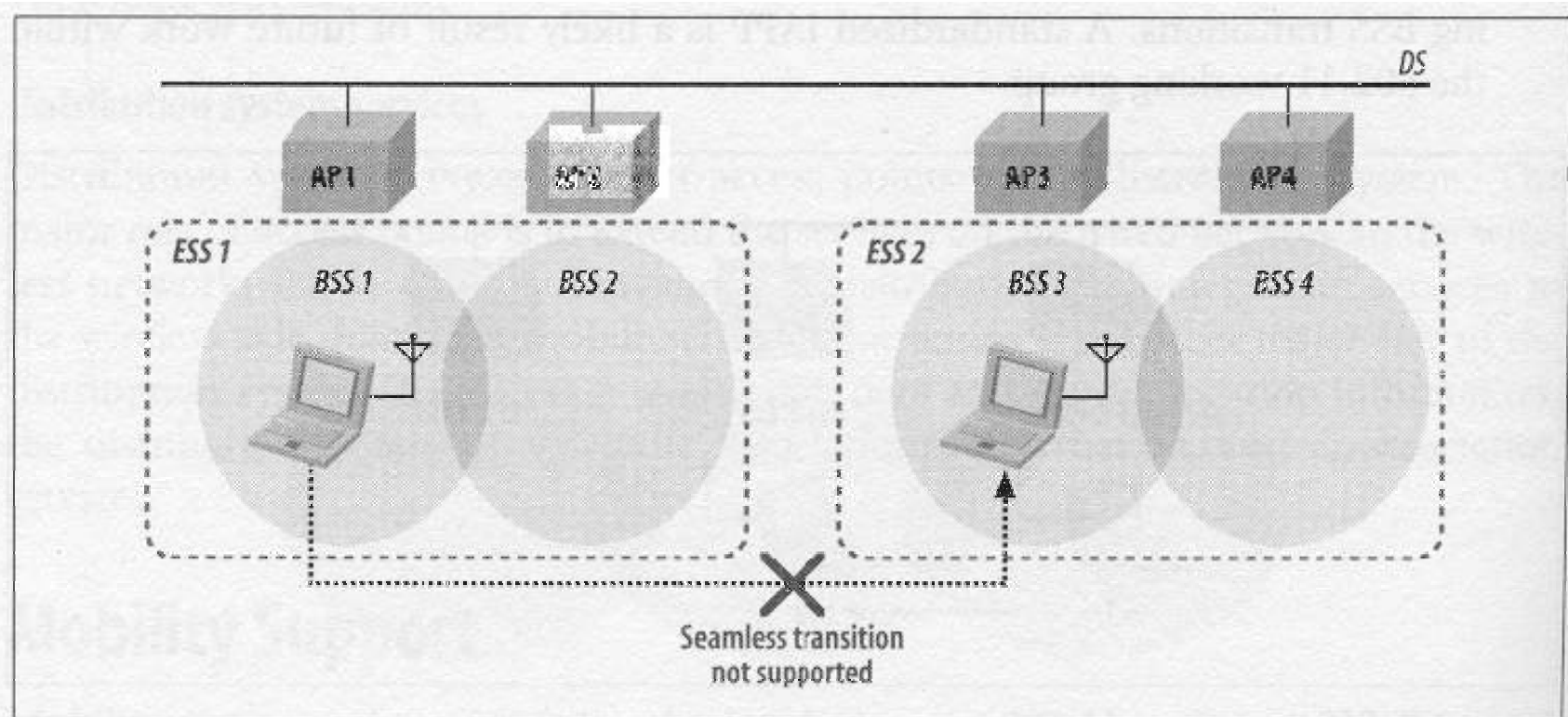


Figure 2-10. ESS transition

3. 802.11 MAC

- ❖ **802.11 採用載波偵側多重存取 / 避免碰撞的機制(Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance, CSMA / CA)**
- ❖ **MAC所面臨之挑戰**
 - 射頻鏈路品質(RF link quality): 802.11b使用不須執照的ISM頻段，所以會存在有訊號干擾的問題

- ❖ 故802.11採用正面回應(**positive acknowledge**)機制。即所有傳送出去的訊框都必須得到回應，只要有任何一個環節失敗，該訊框即視為已經遺失。

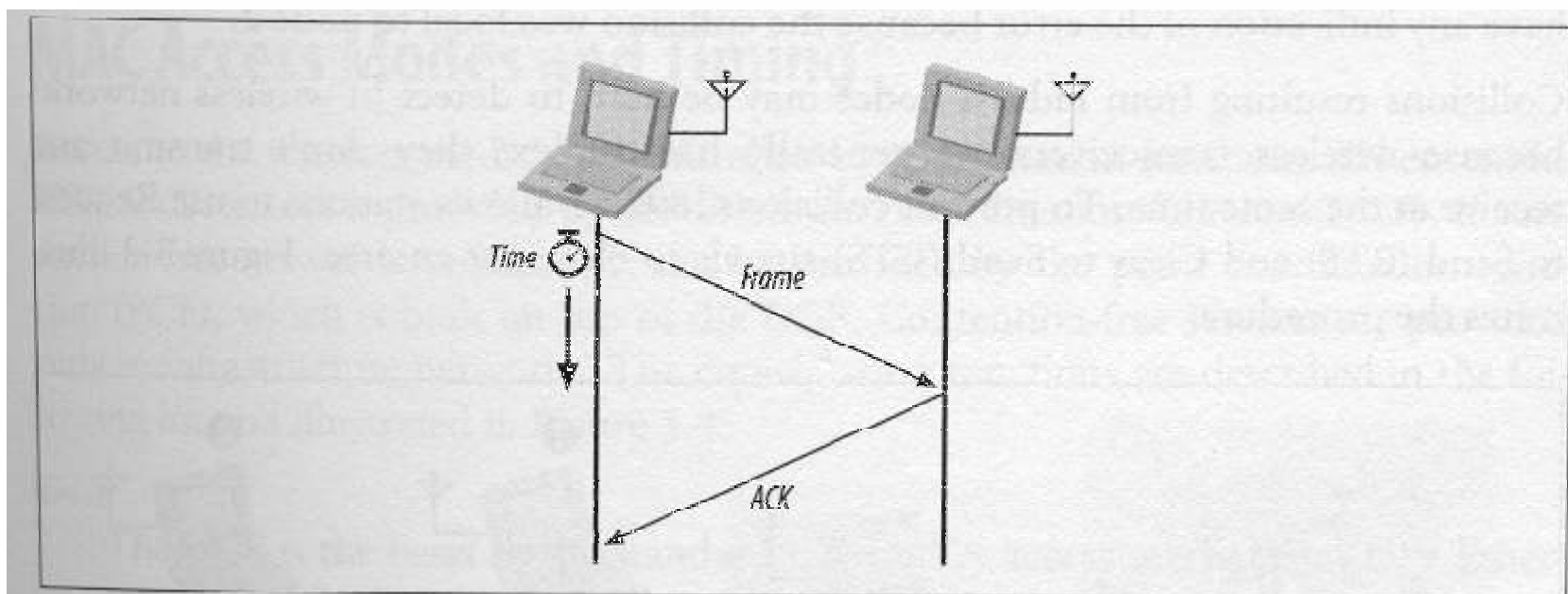
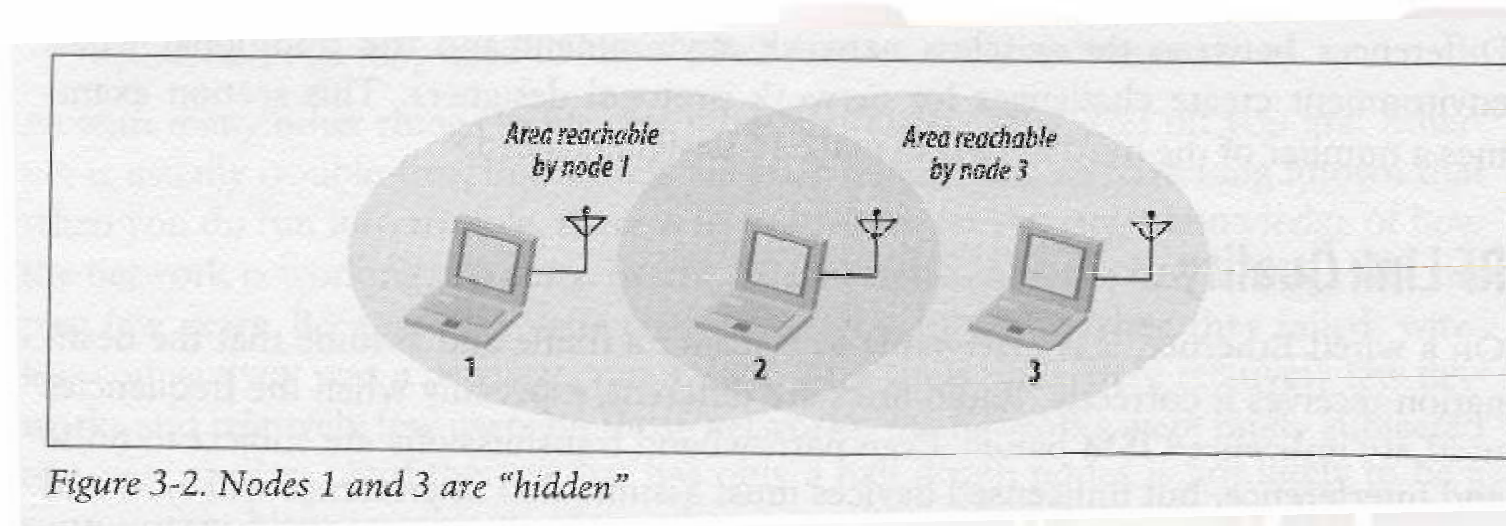
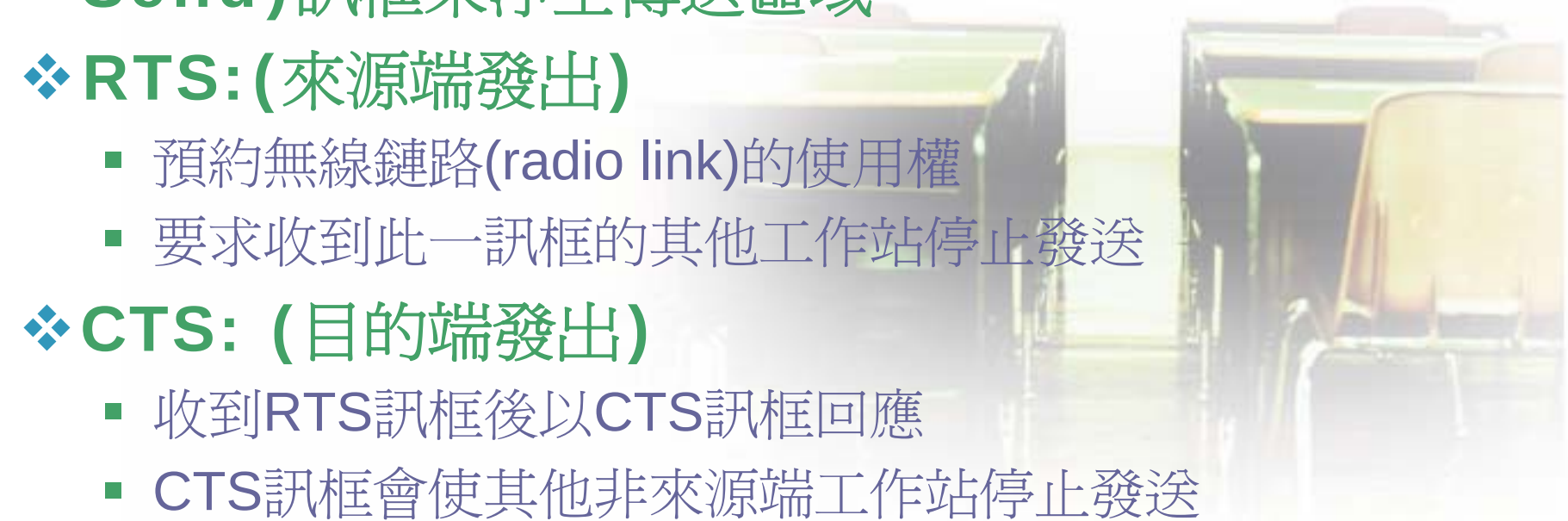


Figure 3-1. Positive acknowledgment of data transmissions

3.1 The Hidden Node Problem

- ❖ Node 1與Node 3距離過遠，無法直接通訊
- ❖ Node 1與Node 2可直接通訊
- ❖ 同一時間，Node 3與Node 2直接通訊
- ❖ 造成訊框碰撞，Node 2無法辨識作何資料，但Node 1與Node 3仍不知發生碰撞



- 
- ❖ 由於隱藏節點所導致的碰撞問題難以偵測，因為無線收發器(**wireless transceiver**)通常只有半雙工(**half-duplex**，即無法同時收送資料)
 - ❖ 爲防止碰撞產生，**802.11**允許工作站使用**RTS (Request to Send)**與**CTS (Clear to Send)**訊框來淨空傳送區域
 - ❖ **RTS: (來源端發出)**
 - 預約無線鏈路(**radio link**)的使用權
 - 要求收到此一訊框的其他工作站停止發送
 - ❖ **CTS: (目的端發出)**
 - 收到**RTS**訊框後以**CTS**訊框回應
 - **CTS**訊框會使其他非來源端工作站停止發送

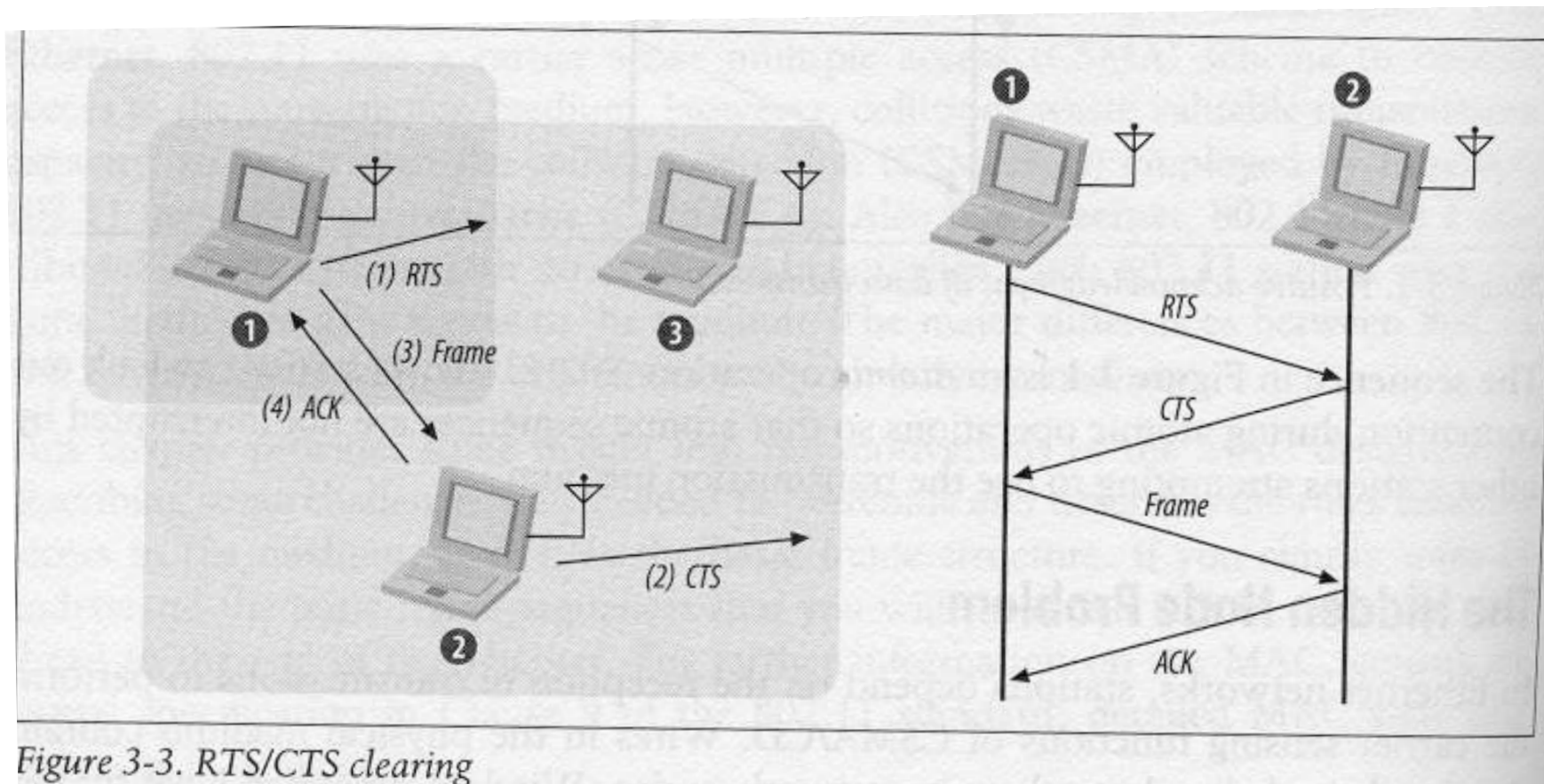
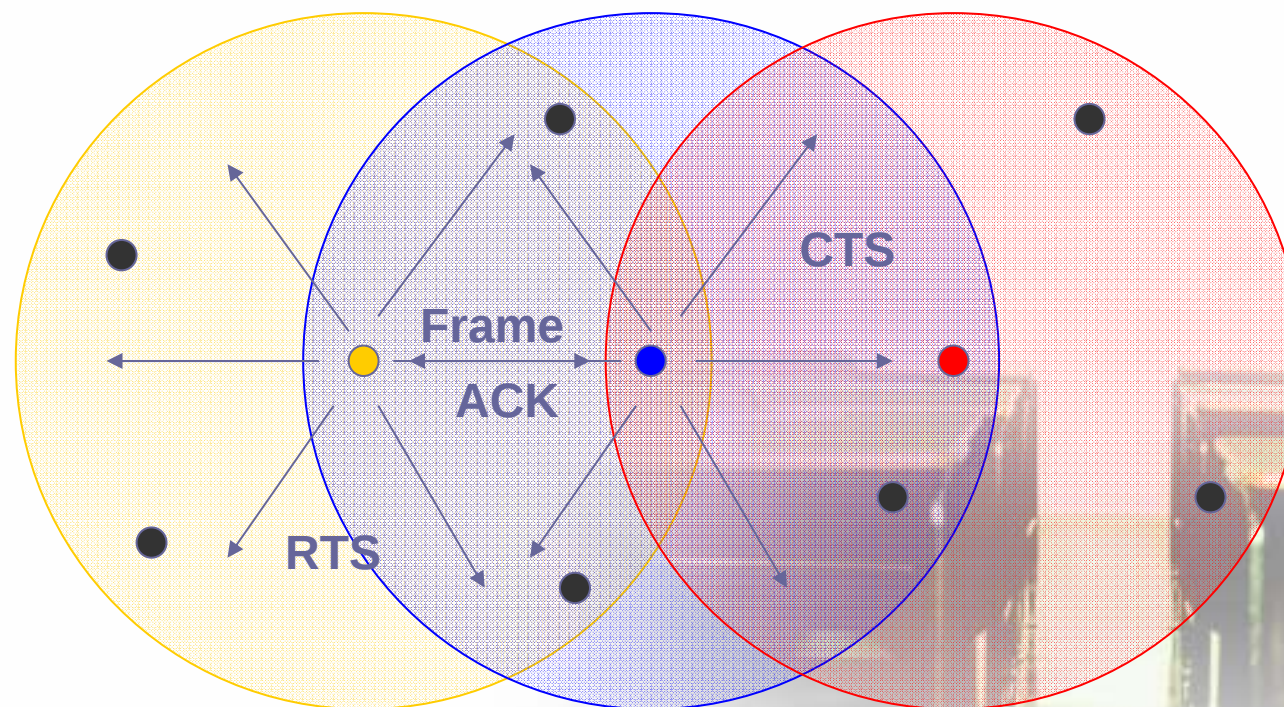


Figure 3-3. RTS/CTS clearing

Ex:



❖ RTS threshold

- 在802.11網路卡驅動程式中，使用者可透過調整RTS threshold來控制RTS/CTS程序
- 當frame大於RTS threshold，則啟動RTS/CTS機制
- 反之，則將frame直接傳送



MAC存取模式與時機

- ❖ 無線媒介的存取是由協調功能(**coordination function**)所控管
- ❖ 在**CSMA / CA**中，**MAC**存取模式可分為兩類
 - 分散式協調功能(Distributed Coordination Function, DCF)
 - 中樞協調功能(Point Coordination Function, PCF)

❖ Distributed coordination function (DCF):

- 與Ethernet一樣，在傳送資料前會先查檢radio link是否為淨空狀態
- 當某個傳送者佔據頻道時，工作站會隨機為每個訊框選定一段延後時間(random backoff)
- 可利用用 CTS/RTS減少碰撞發生的可能性

❖ Point coordination function (PCF):

- 只提供於infrastructure network
- 免競爭服務(Contention-free services)
- 有一個特別的工作站(稱為中樞協調單元，point coordinator，通常位於基地台內)用來確保可不必透過競爭即可使用媒介
- Point coordinator是來仲裁DCF與PCF分配的時間
- 在PCF期間，得到Point coordinator允許的工作站才能傳送資料(利用polling list來輪流詢問聯結之工作站是否有資料要傳輸)

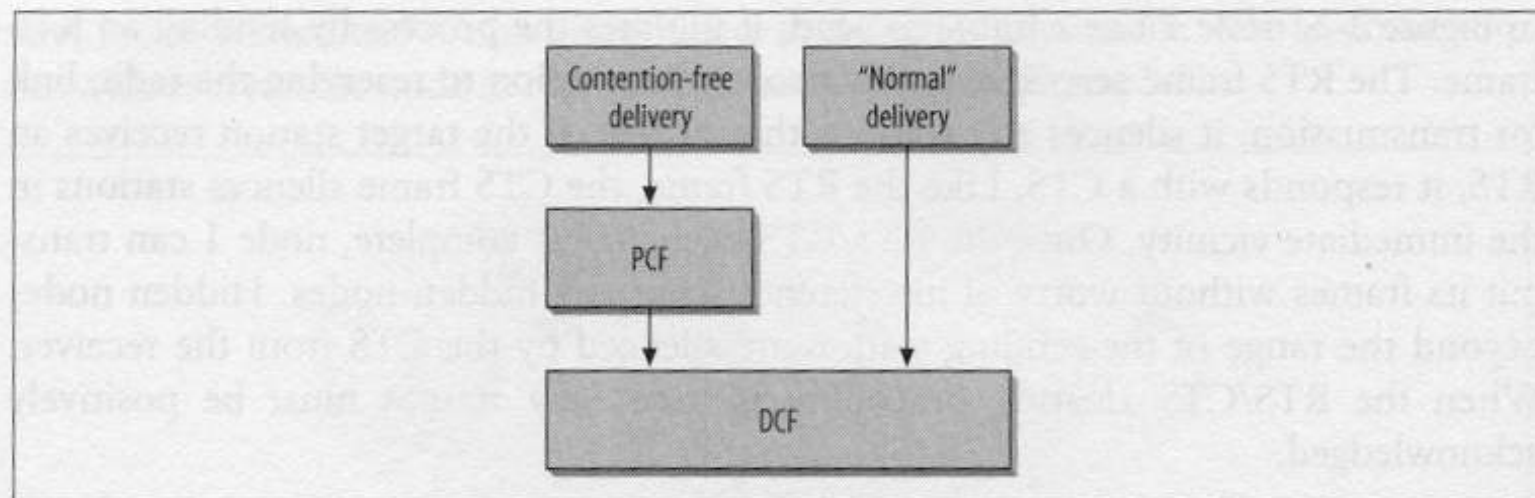


Figure 3-4. MAC coordination functions

載波偵測功能(Carrier-Sensing Functions)

❖ 載波偵測主要是用來判斷媒介是否處於可用狀態

❖ **802.11**具備兩種載波偵測功能

- 實體載波偵測(physical carrier-sensing)
- 虛擬載波偵測(virtual carrier-sensing)

只要其中一個偵測功顯示媒介處於忙線狀態，**MAC**就會將此狀況回報給較高層的協定

❖ 實體載波由實體層所提供，取決於所使用的媒介與調變方式。(十分昂貴且**hidden node**到處可見，不易偵測)

❖ 虛擬載波是由網路配置向量(**Network Allocation Vector, NAV**)所提供

網路配置向量(Network Allocation Vector)

- ❖ **802.11**的訊框包含有一個**duration**(持續期間)的欄位，用來預定一段媒介使用時間。
- ❖ **NAV**本身其實是一個計時器，用來指定預計佔用媒介多少時間。
- ❖ 使用中(傳送資料)的工作站會設定預計使用媒介時間，其它工作站會由**NAV**倒數至零。只要**NAV**不為零，則代表媒介為忙線狀態。反之，則為閒置狀態。
- ❖ **NAV**會存在**RTS, CTS, Beacon, Probe, Association**等訊框內
- ❖ **NAV**可保證**atomic operation**不被中斷

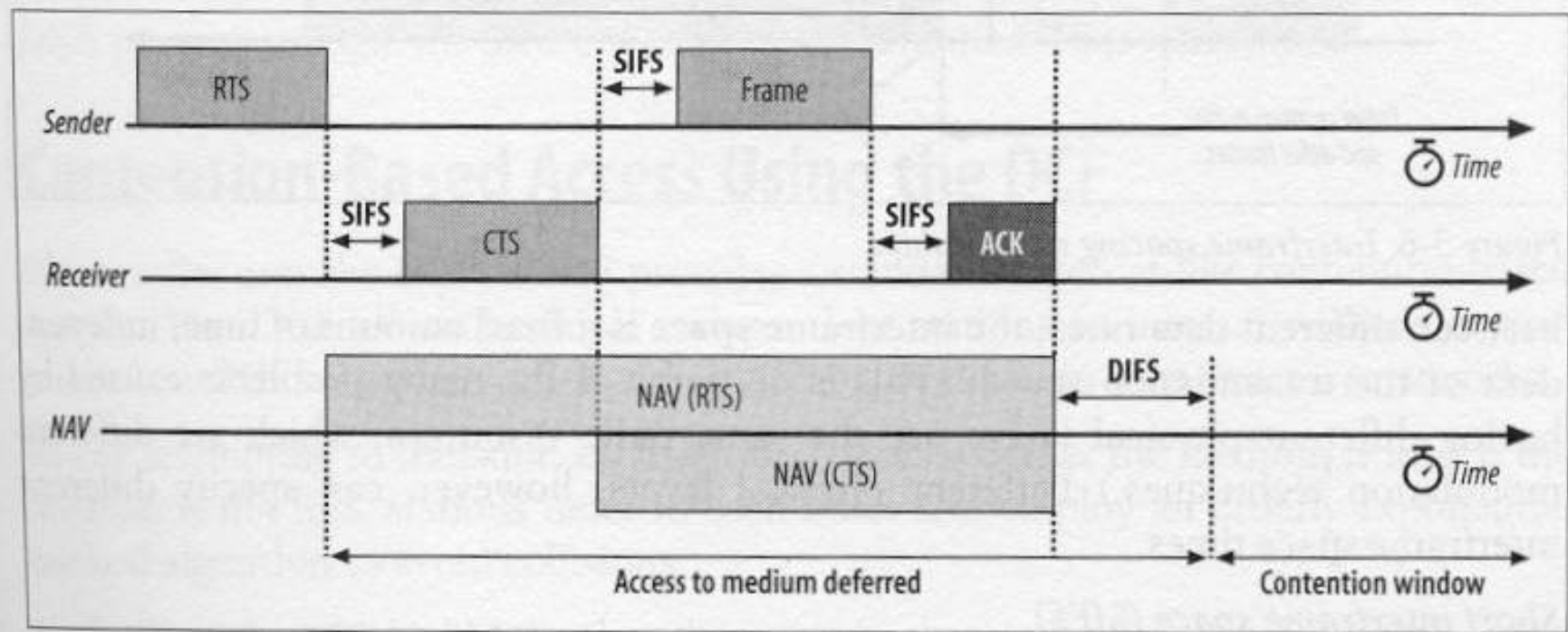


Figure 3-5. Using the NAV for virtual carrier sensing

訊框間隔(Interframe Spacing)

- ❖ 不同的訊框間隔，會為不同類型的傳輸產生不同的優先次序(間隔短，優先權高)

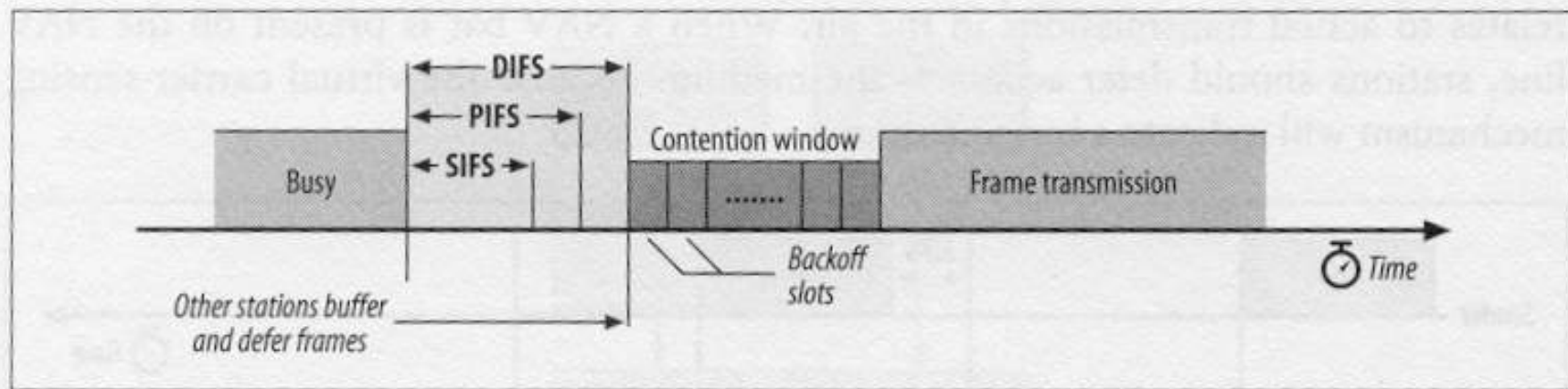


Figure 3-6. Interframe spacing relationships

- ❖ **Short interframe space (SIFS):** 用於最高優先權的傳輸場合(e.g. RTS, CTS)
- ❖ **PCF interframe space (PIFS):** 在免競爭期間，有資料待傳的工作站可以等待PIFS時間後加以傳送
- ❖ **DCF interframe space (DIFS):** 競爭式服務中，如果媒介閒置時間長於DIFS，工作站可以立即對媒介進行存取
- ❖ **Extended interframe space (EIFS):** 非固定的時間間隔，只有在訊框發生錯誤時才會用到

省電程序(power-saving)

- ❖ 在**RF**系統中，放大器是最耗電的元件，由它負責將所送出的訊號放大，以及將所收到的訊號放大至可處理準位。
- ❖ **802.11**工作站可以關閉無線電波收發器，並且定期進入休眠狀態，以維持最長的電池使用時間。
- ❖ 基地台會為在休眠狀態的工作站暫存訊框，基地台在後續的**beacon**訊框中通知工作站接收其資料。