



# ZigBee技術

---

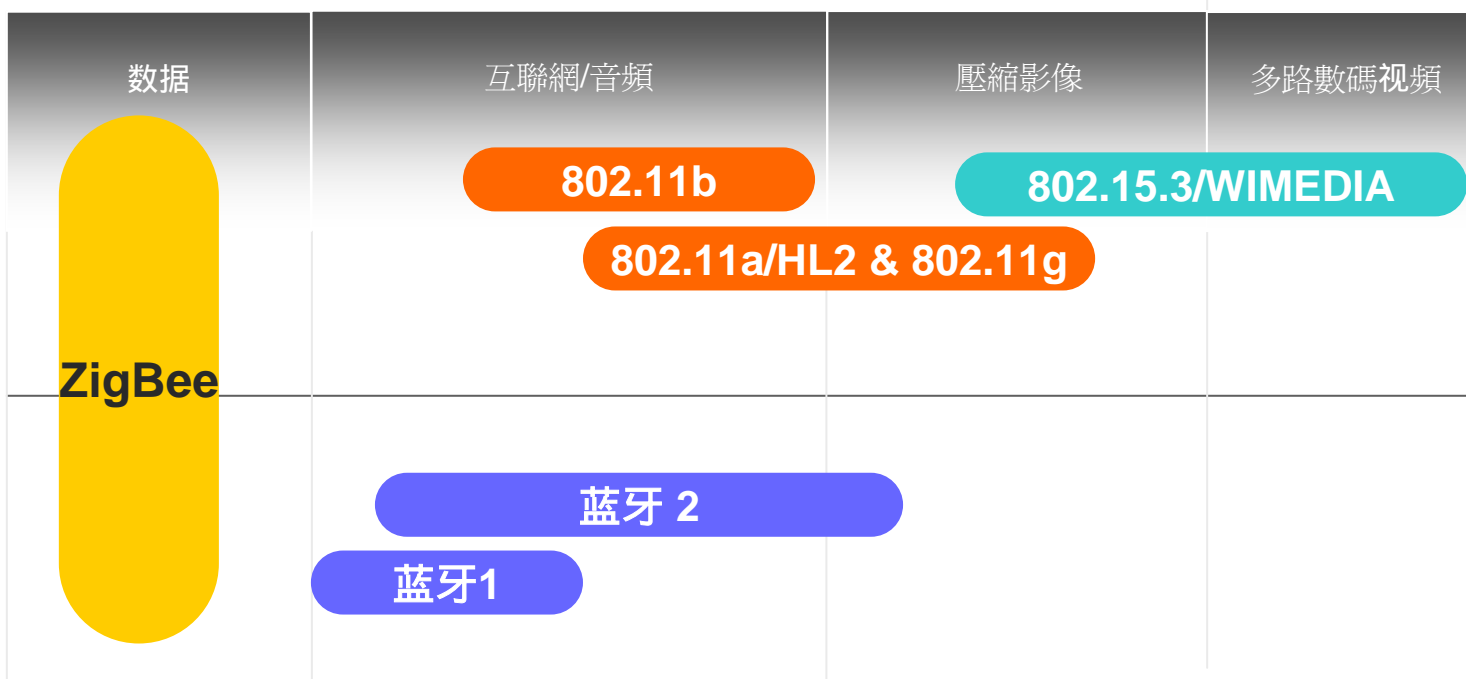
深圳市金圖旭昂通訊科技有限公司

邵志金

2007.1.1

# 無線通信市場

近 <工作距離> 远



低 <實際數據傳輸率> 高



# ZigBee聯盟是什麼？

---

- ZigBee聯盟的目標是制訂一個可靠、高性價比、低功耗無線監控網絡的全球性公開標準。
- Zigbee聯盟提供
  - 上層軟件包及應用描述
  - 兼容性及認證測試
  - 商標
- 将出现市场认可的一整套相互兼容的產品



# 我們為什麼需要ZigBee技術？

---

- 目前並無一個標準方案可滿足遠程監控應用的各種要求
  - 以簡單便宜的方案，构建一个广泛适用的，穩定可靠的無線網絡
  - 提供一个使用普通電池就可以连续運作多年无线監控应用网络
  - 能以低成本构建稳定可靠的無線互聯網
  - 此外，在现有无线网络（GPRS,CDMA1X)等覆盖不到的地方进行局部数字网络延伸
  - 虽然现有无线网络可以覆盖，但使用成本太高（网络使用费）
  - 用“标杆定位”的方式，低成本的替代GPS，实现对车辆和移动人员的跟踪



## 何謂ZigBee？

---

- ZigBee一詞源於蜜蜂，蜜蜂透過ZigZag字形舞蹈與同伴通信傳遞花與蜜的位置、方向、距離等訊息，因而藉此做為這短距無線通訊新技術的命名。
- ZigBee是一種短距離無線通訊標準，具有低成本、低耗電、雙向傳輸、高可靠度及感應網路功能等特性，容易整合個人無線數位環境並應用於多樣的產品，其「監控」角色高於「通訊」功能，朝著開放的方向發展制訂標準規範。
- ZigBee技術主要是由IEEE 802.15.4小組與ZigBee Alliance兩個組織，分別制訂硬體與軟體標準。



# ZigBee 沿革

---

- 1999年
  - 針對自動化應用需求的增加，低功耗、低成本以及多節點的無線網路技術概念ZigBee因應而生。
- 2000年12月
  - IEEE成立IEEE 802.15.4工作組，致力於開發一種可應用在固定、可攜或移動設備上的低成本、低功耗以及多節點的低速率無線連接技術。
- 2001年8月
  - 美國Honeywell等公司發起成立ZigBee Alliance，他們提出的ZigBee技術被確認納入為IEEE 802.15.4標準。
- 2002年10月
  - TI、Motorola、Philips和日本三菱等重量級企業加盟ZigBee Alliance。
- 2003年5月
  - IEEE 802.15.4標準獲得通過。
- 2004年12月
  - 推出ZigBee技術規範1.0版本。
- 2006年
  - ZigBee Alliance催生[ZigBee 2006\(V1.1\)](#)規範。
- 2007年第三季度
  - ZigBee Alliance催生[ZigBee 2007\(PRO\)](#)規範



## ZigBee的優點

---

- 彈性的傳輸距離
  - 可依需求決定傳輸距離(數公尺~數百公尺)
- 多節點傳輸
  - 多節點與快速系統化
- 長效電源
  - 使用一對AAA電池可以工作數年的時間
- 低成本
- 優秀的抗干擾能力
  - 融合Wireless LAN的CSMA/CA及CDMA的DSSS抗干擾技術

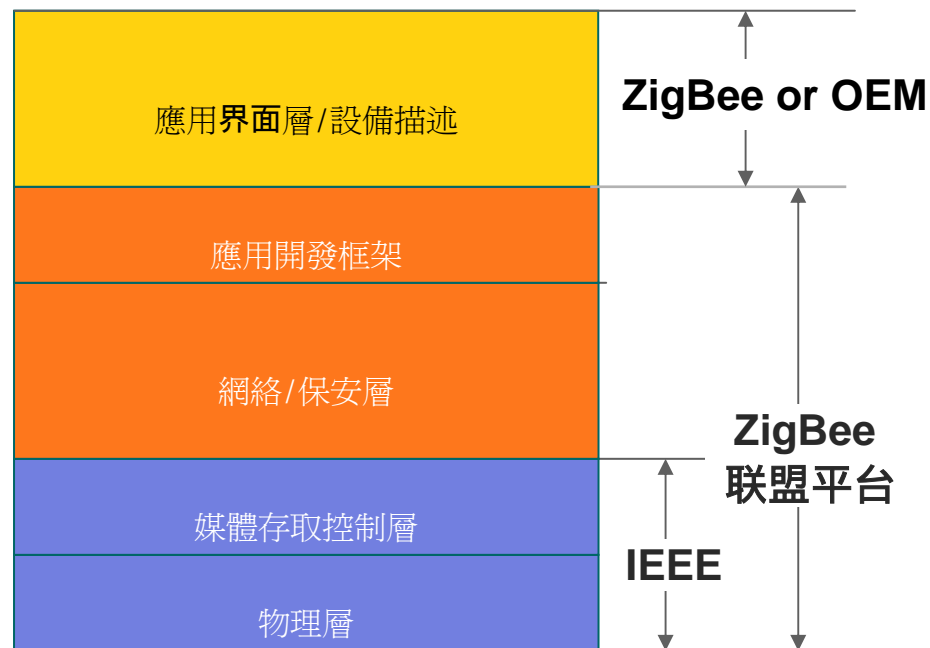
# ZigBee應用





# 傳輸協定軟件堆層特性

- 8-bit microcontroller (e.g. 80c51)  
8位微處理器
- 緊湊的通訊協定軟件層
- 能支持最簡單的僅有子节点軟件層



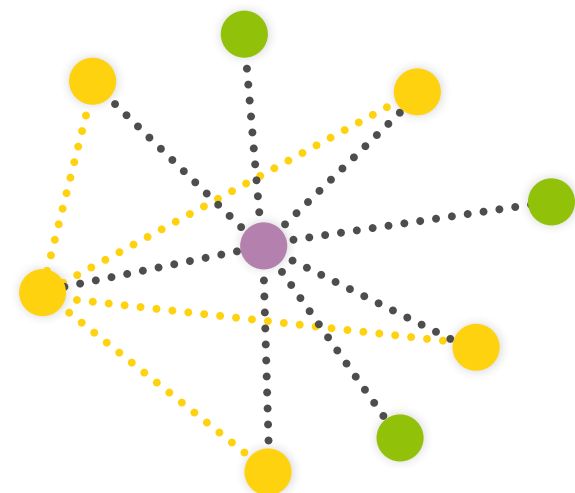
- 需要开发應用層部份
- ZigBee 聯盟提供的网络平台軟件包
- 芯片已包括部分

# 工作頻率及傳輸速度

频率	頻帶	覆蓋范围	数据传输 速度	信道数量
2.4 GHz	ISM	全球	250 kbps	16
868 MHz		歐洲	20 kbps	1
915 MHz	ISM	美洲	40 kbps	10

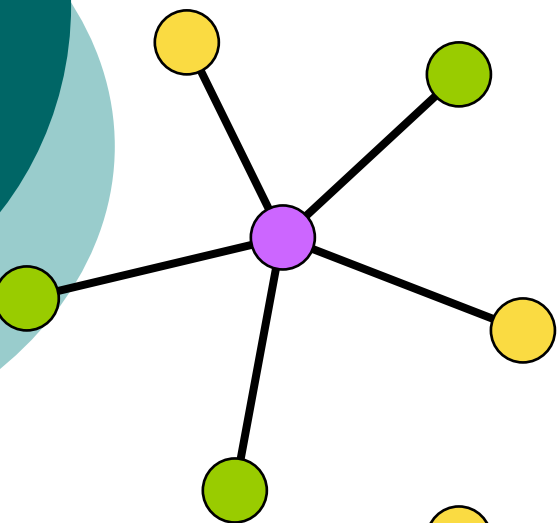
# 基本網絡特性

- 單一網絡可支持多達65,536個節點
- 專為對網絡反應時間有要求的應用所開發
  - 節點連接進入網絡時間一般為30ms
  - 睡眠狀態轉至工作狀態一般只需15ms
  - 工作中的從設備存取時間一般只需15ms



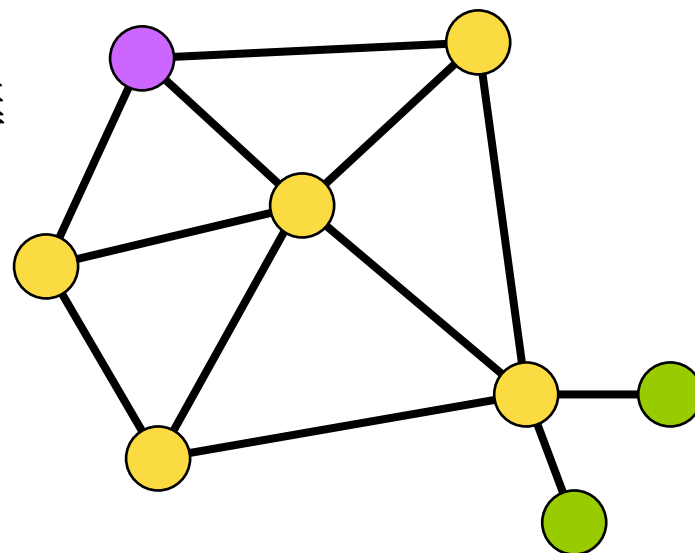
- 網絡协调管理节点
- 全功能节点（主节点）
- 部份功能节点（子节点）
- ... 通訊數據流
- ... 虛擬連接

# 網絡結構模型

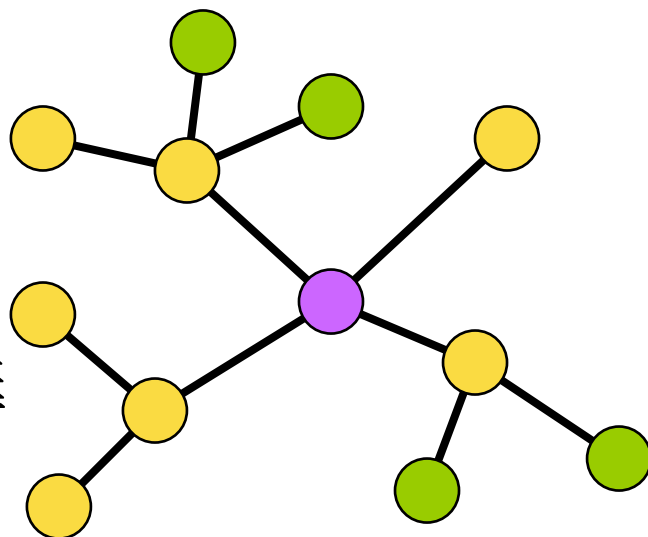


星狀結構

網狀結構



串狀結構



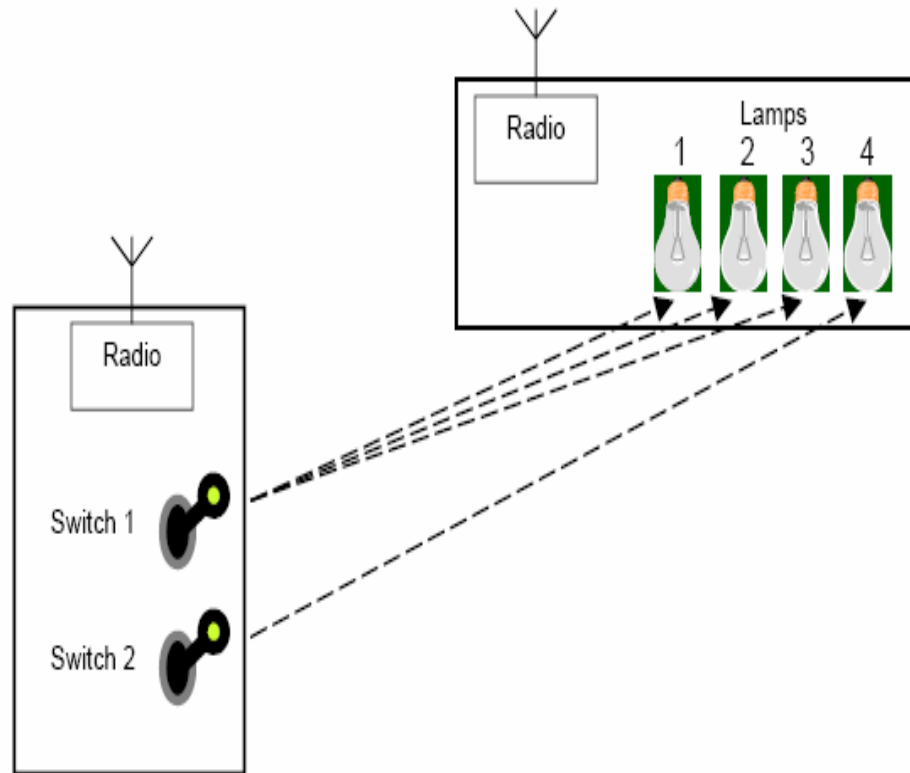
- 局部網絡管理节点
- 主节点
- 子节点

# 各種無線技術標準的比較

特性	IEEE 802.11b	藍牙	ZigBee
電池壽命	數小時	數天	數年
複雜性	非常複雜	複雜	簡單
網絡節點數目	32	7	65000
聯網所需時間	3秒	高達 10秒	僅30毫秒
覆蓋距離	100m	10m	-300m（可達幾公里）
擴展性	可漫遊	不能	可以
傳輸速率	11Mbps	1Mbps	250Kbps
安全性	Authentication Service Set ID(SSID)	64bit,128bit	128 bit AES 或由用戶在應用層定義

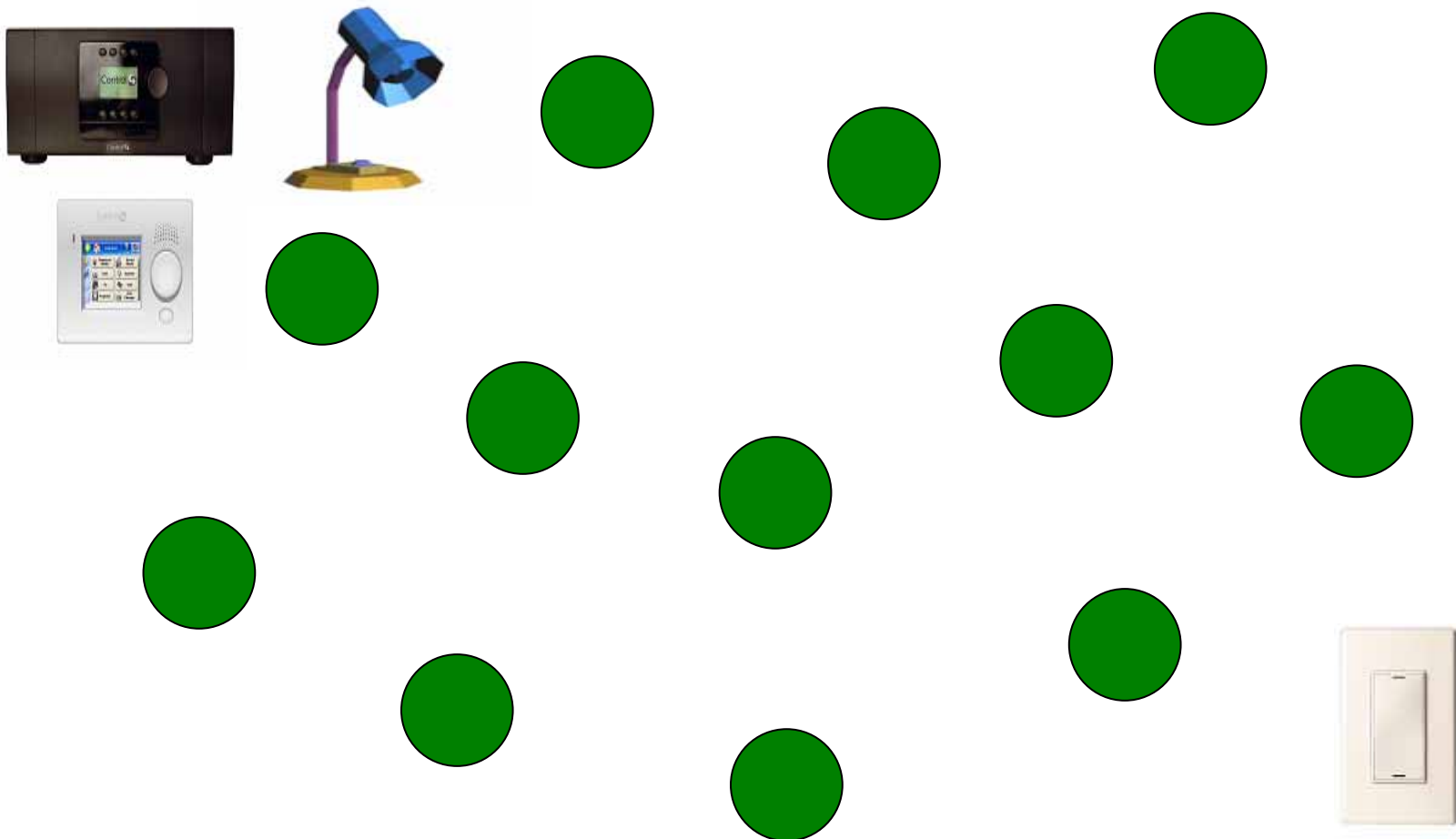
# 燈與開關

---

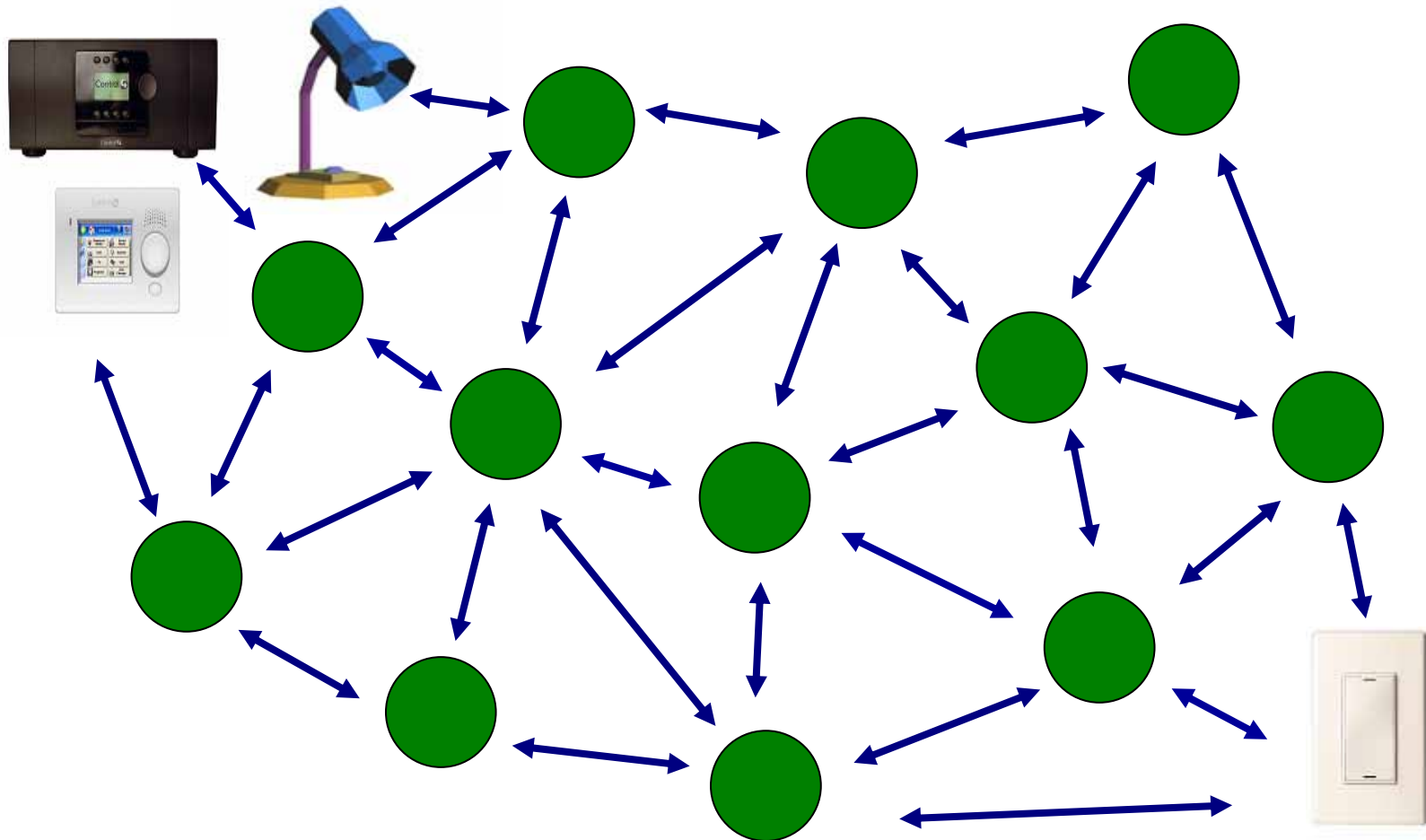


# ZigBee Mesh 網絡

---

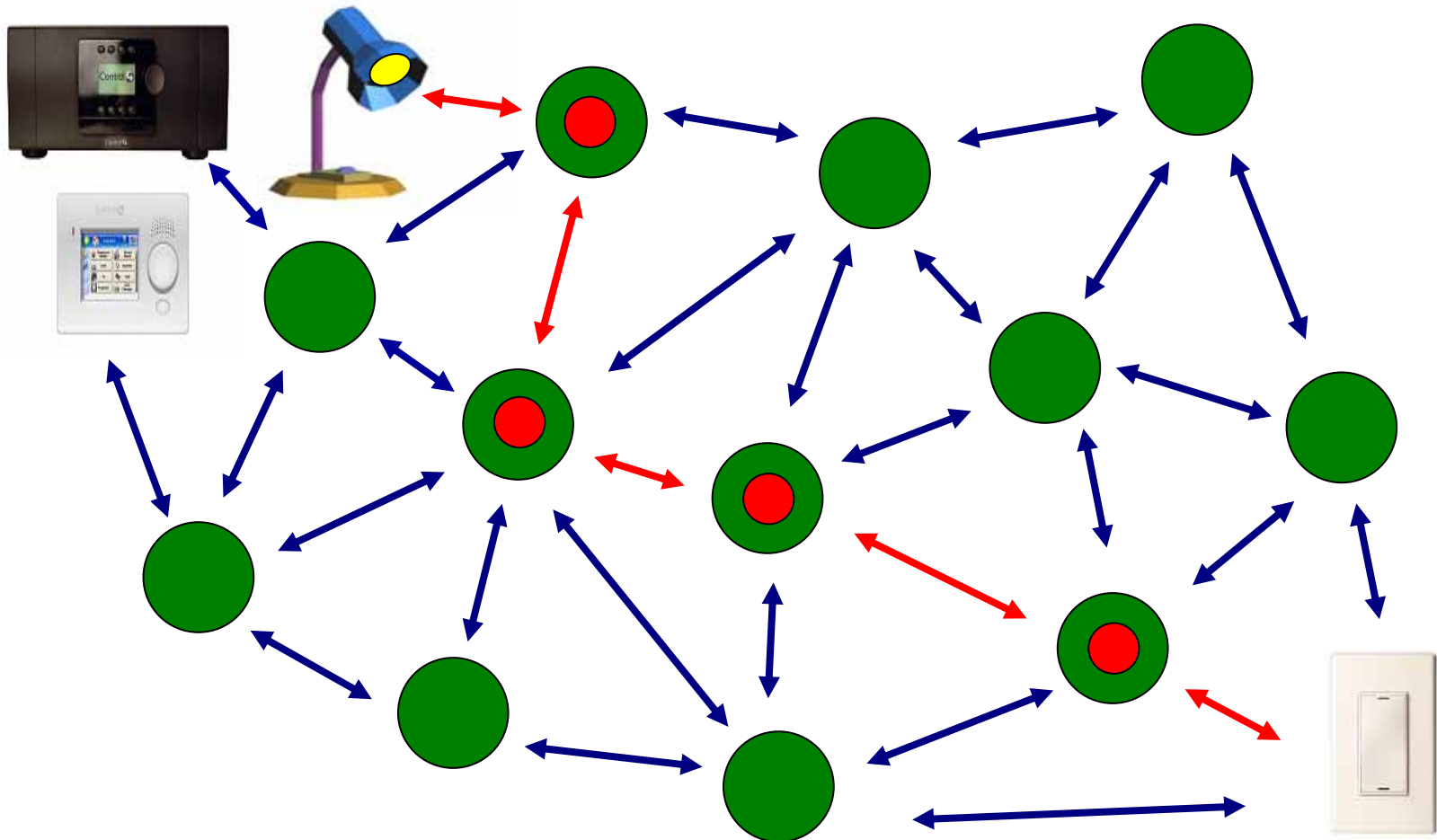


# ZigBee Mesh 網絡

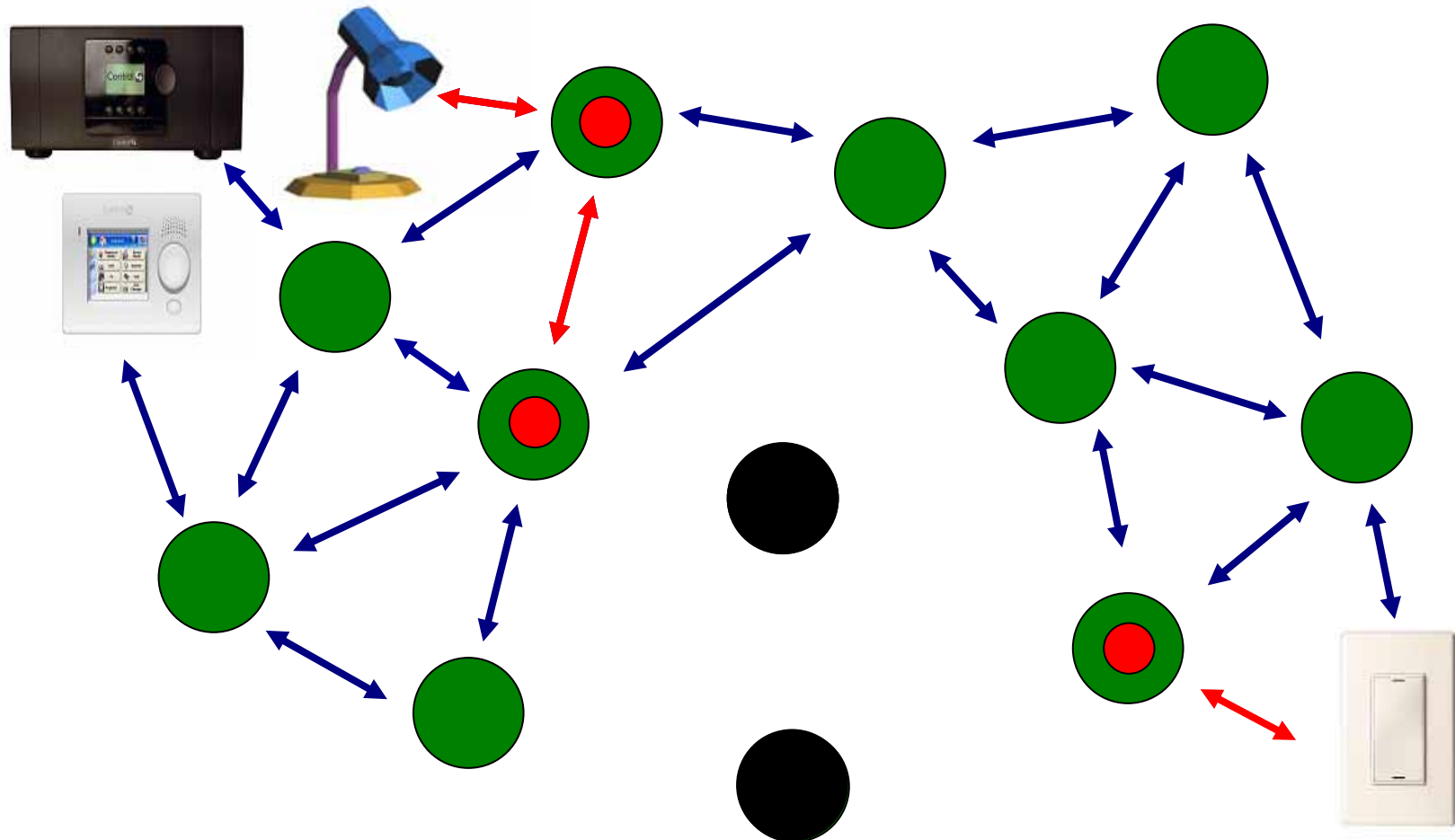




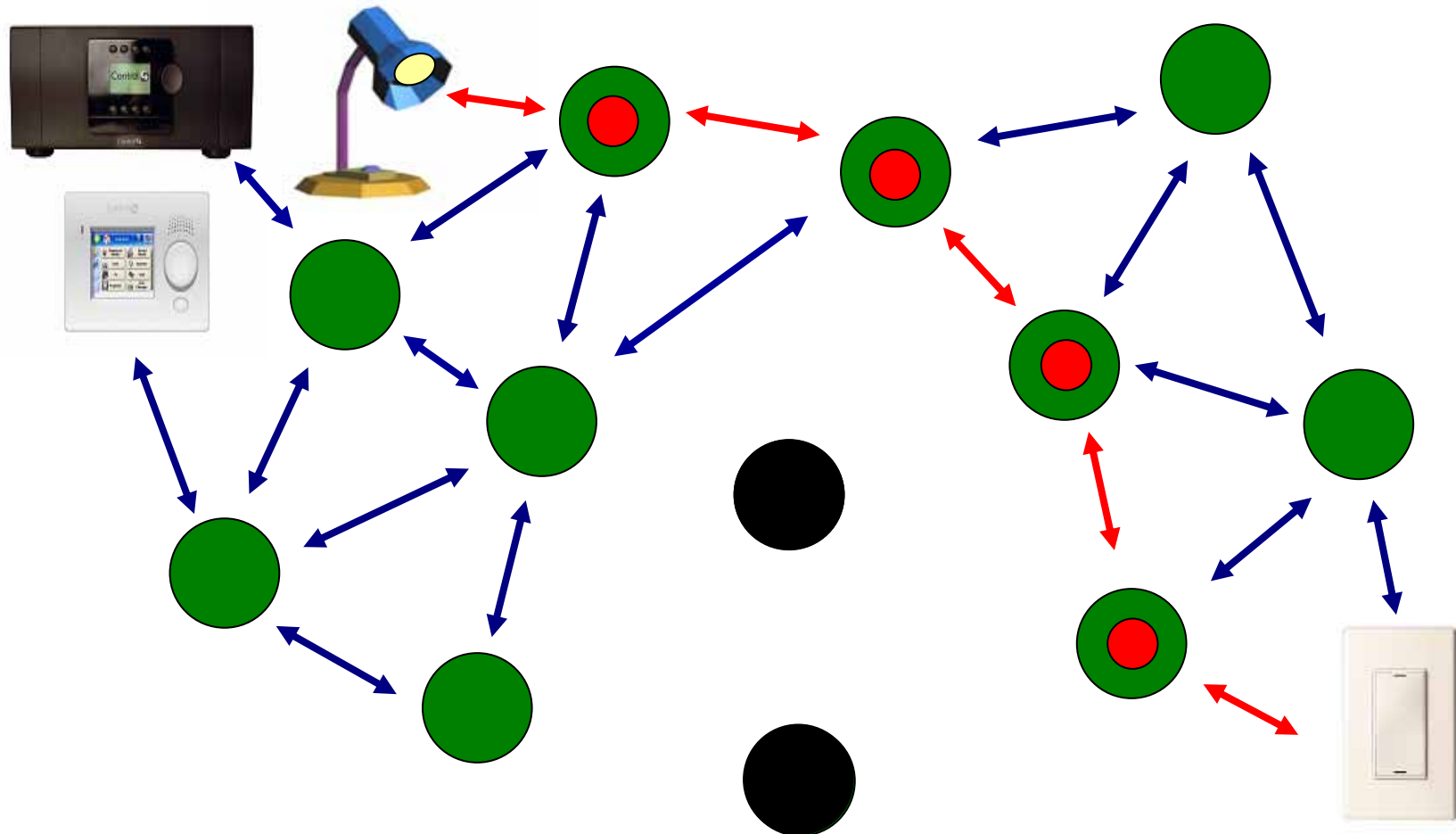
# ZigBee Mesh 網絡



# ZigBee Mesh 網絡



# ZigBee Mesh 網絡





# ZigBee發展現況分析

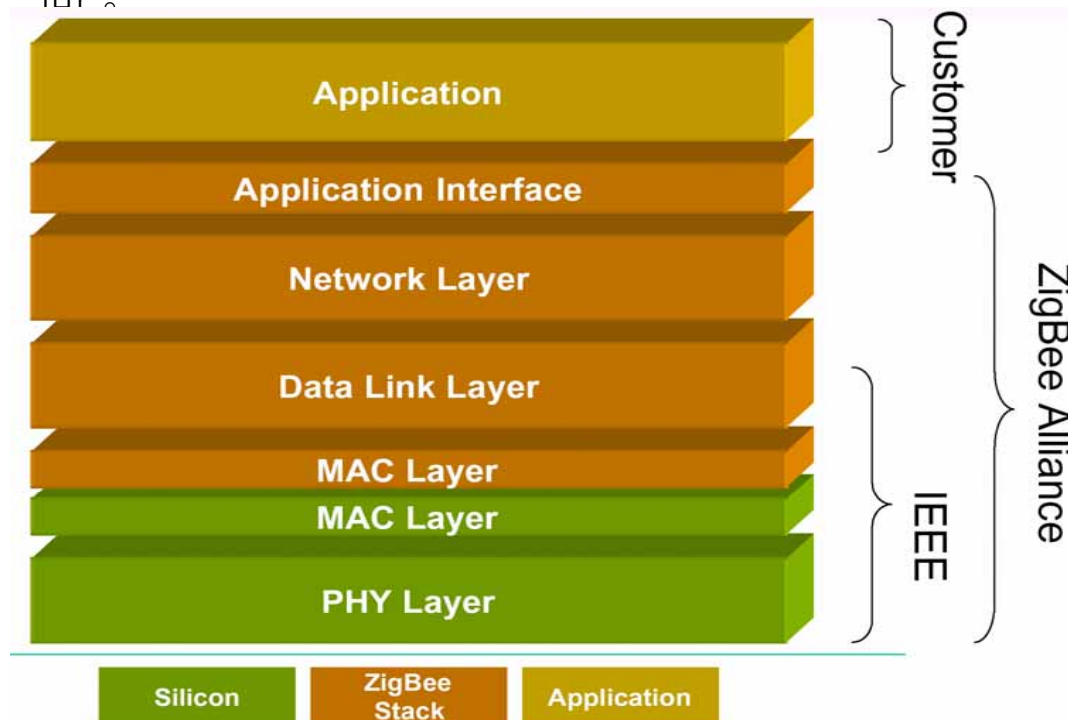
---

## ○ ZigBee 標準制定、規格及特性

- ZigBee 標準制定
- ZigBee 實體層使用之頻帶
- ZigBee 傳輸速率
- ZigBee 媒體存取控制層
- ZigBee 資料傳送模式
- ZigBee 安全模式
- ZigBee 網路層
- ZigBee 網路模型
- ZigBee 應用層
- ZigBee/802.15.4規範之技術特性

# ZigBee 標準制定

- IEEE 802.15.4小組主導實體(PHY)層、媒體存取控制(MAC)層、資料鏈結層，以及傳輸過程中的資料加密機制等發展。
- ZigBee Alliance主導軟體標準，並共同針對ZigBee Protocol Stack的發展進行研議，未來還能依系統客戶的需求，為不同應用修正其所需之應用介面。



◆ ZigBee晶片架構主要是由PHY Layer負責接收處理射頻訊號，MAC Layer負責處理封包。



## ZigBee 實體層使用之頻帶

- 實體層負責啟動和停止無線電收發器、選擇通道、能量偵測以及封包的傳送和接收等功能。
- DSSS直序展頻技術，頻段有三，共27頻道：

頻帶 MHz	頻率範圍 (使用地區) MHz	通道 數目	DSSS展頻參數		資料速率	
			細片率 kchip/ s	調變	位元速率 kbps	飽率 ksym/s
868	868~868.6 (歐洲)	1	300	BPSK	20	20
915	902~928 (美國)	10	600	BPSK	40	40
2450	2400~2483 .5 (全球)	16	2000	OQPSK	250	62.6



## ZigBee 傳輸速率

---

- 傳輸速率介於20kbps~250kbps之間，並隨著傳輸距離的延長而減慢。
- 不過藉著提高發射功率，還是可以達到100公尺的傳輸距離內，每秒250kbps的傳輸速率。
- 由於具備高鏈結數與低耗電的特性，對於ZigBee在感應式網路(Sensor Network)上的使用，就具有相當大的優勢。
  - 例如：在工廠內的作業溫度量測及遠端監視、水電瓦斯計度的記錄、保全防護的監控上，業者不需經常更換電池或佈建供電網路，只需極少的人力與設備，即可取得所需的資訊。



# ZigBee 媒體存取控制層

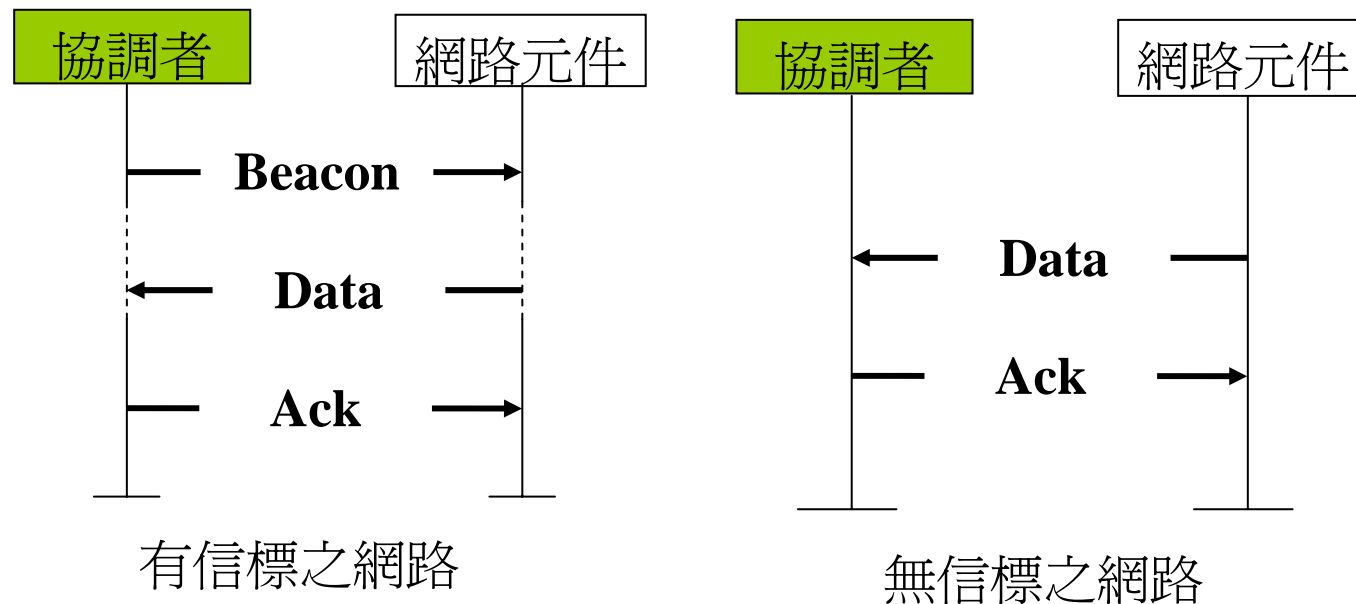
---

- 提供MAC資訊服務和管理服務，負責信標(Beacon)管理、通道接取、保障時槽(Guaranteed Time Slots, GTS)管理、訊框驗證、回覆訊框之傳輸及加盟(Association)與終止加盟(Disassociation)。
- 支援全功能(Full Function Device, FFD)及精簡功能(Reduced Function Device, RFD)兩類的裝置。
  - FFD可支援任何網路拓樸架構，可擔任網路協調者(PAN coordinator)，並可與所有其他裝置通信。
  - RFD只存在於星型拓樸中，只能與網路協調者通話，且不能成為網路協調者，其好處是易於實現。
- 兩種傳輸模式
  - 同步模式(Beacon Mode)-特別的規格。
  - 非同步模式(Non-Beacon Mode)-直接使用類似於IEEE 802.11之載頻偵測 (Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance, CSMA-CA)的協定，避免傳輸碰撞。
    - 所謂CSMA/CA是在傳輸之前，會先檢查通道是否有資料傳輸，若通道無資料傳輸，則開始進行資料傳輸動作，若是產生碰撞，則稍後重新再傳。



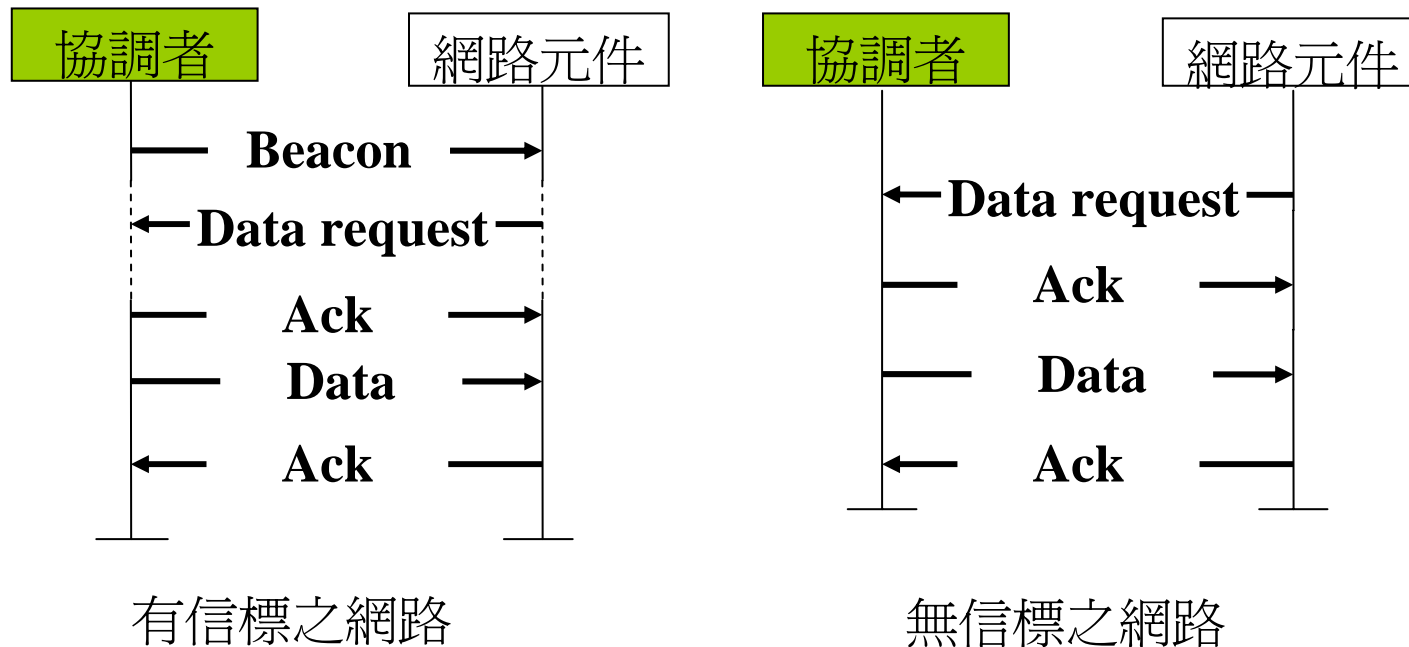
# ZigBee 資料傳送模式(一)

- 三種類型之一：裝置→協調者
  - 同步模式(有信標之網路)：裝置須先取得信標與協調者同步，並以時槽式(slotted CSMA/CA)方式傳送資料。
  - 非同步模式(無信標之網路)：裝置利用非時槽(unslotted CSMA/CA)方式傳送資料。



## ZigBee 資料傳送模式(二)

### ○ 三種類型之二：協調者→裝置



◆三種類型之三：裝置(協調者)→裝置(協調者)：前面兩種運作方式的結合



# ZigBee 安全模式

---

- 安全模式：四個安全服務
  - 存取控制
    - 設備保持一個關於網路中可信賴設備的列表。
  - 資料加密
    - 使用對稱密鑰128位元加密標準。
  - 訊框完整性
    - 保護資料不被無密鑰的人員修改。
  - 連續刷新以拒絕重發資料訊框
    - 網路控制器將刷新值與來自設備的上一個已知值進行比較，如果刷新值未被更新到一個新的值，那麼這個資料訊框將被拒絕。



## ZigBee 網路層

---

- ZigBee網路層提供資訊傳輸及網路管理兩種服務，並維持一個網路資訊庫(Network Information Base, NIB)。
- 任務包括傳遞路徑的發掘與維護，爲了達到這個目的，網路層必須知道緊臨的裝置，和儲存這些直接相連裝置的資訊。包含加入(join)及離開(leave)網路的機制、訊框安全機制以及把訊框傳輸到目的地。
- ZigBee網路層支援星型(Star)、叢集型(Hybrid)和網狀(Mesh)三種拓樸。



# ZigBee 網路模型

---

## ○ 星型拓樸

- 其中一個FFD類型設備擔當網路協調器的腳色，負責啟動網路並維護網路上的設備，所有其他設備都是終端設備，直接與協調器通訊。
- ZigBee網路中的協調者，負責開始建立一個網路和指定位址給其他裝置。

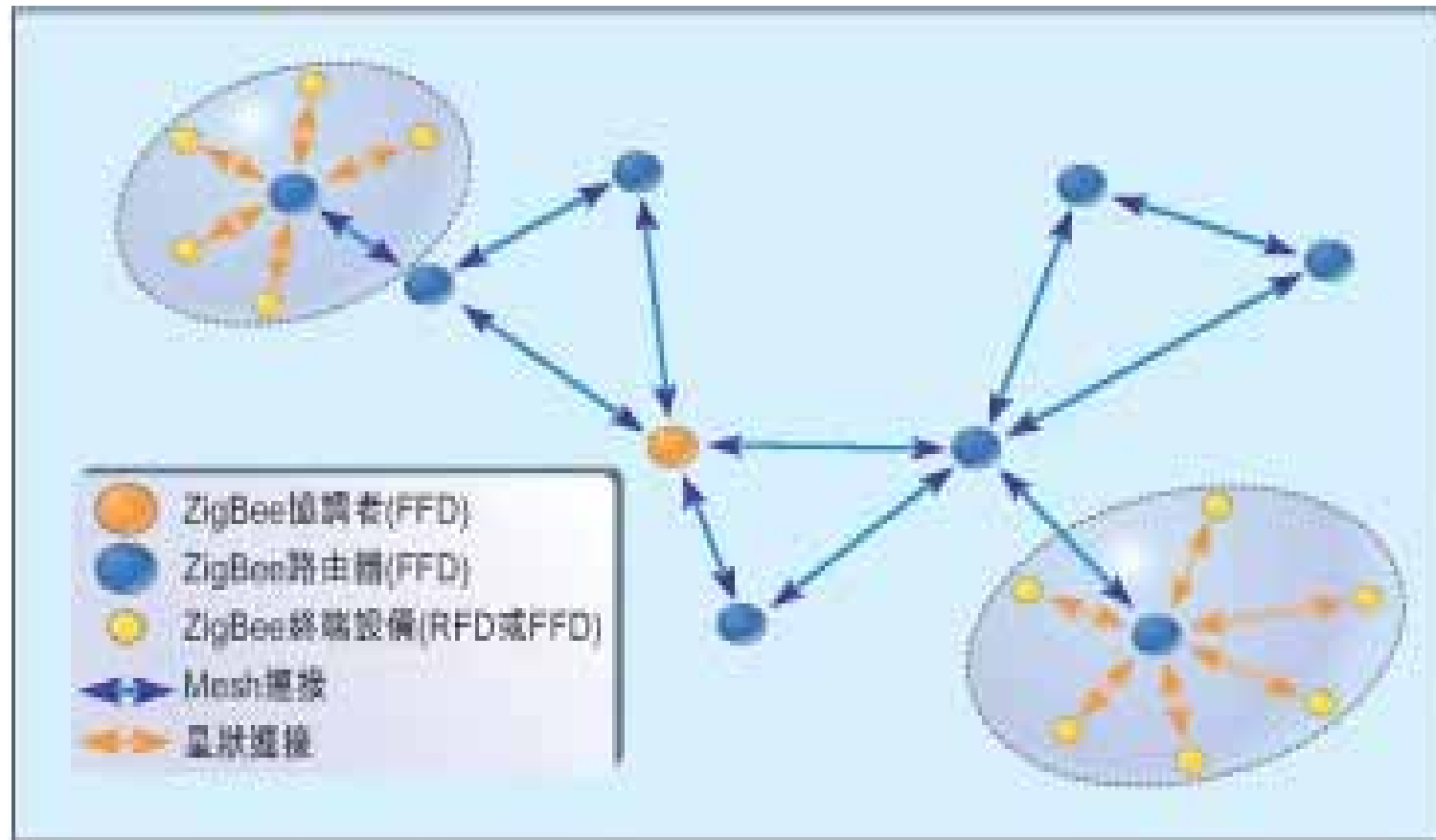
## ○ 叢集型拓樸

- ◆ 資料及控制訊息是透過階層(hierarchical)的方式傳輸。

## ○ 網狀拓樸

- ◆ ZigBee協調器負責啟動網路以及選擇關鍵的網路參數但是網路可能透過利用ZigBee路由器進行擴展。從ZigBee網路特性來看，其拓樸架構是採取點對點(peer-to-peer)連接。

# ZigBee 網路模型





# ZigBee 應用層

---

- ZigBee應用層包含應用次層(Application Support, APS)、ZigBee裝置元件(ZigBee device object, ZDO)和製造商所定義的應用物件(Application Objects)。
- APS次層提供網路層與應用層之間的介面，維持物件之間的連結表(Binding Table)，並在連結的裝置之間傳遞訊息，它也維持了一個APS 資訊庫(APS Information Base, AIB)。
- ZDO的功能包括起始應用支援次層、網路層以及安全服務等。ZDO並負責建構上層應用所需的資訊、發出或回應連結的要求，發現同一個網路上的裝置與應用服務、以及在網路上的裝置之間建立安全的關係等。



## ZigBee/802.15.4規範之技術特性

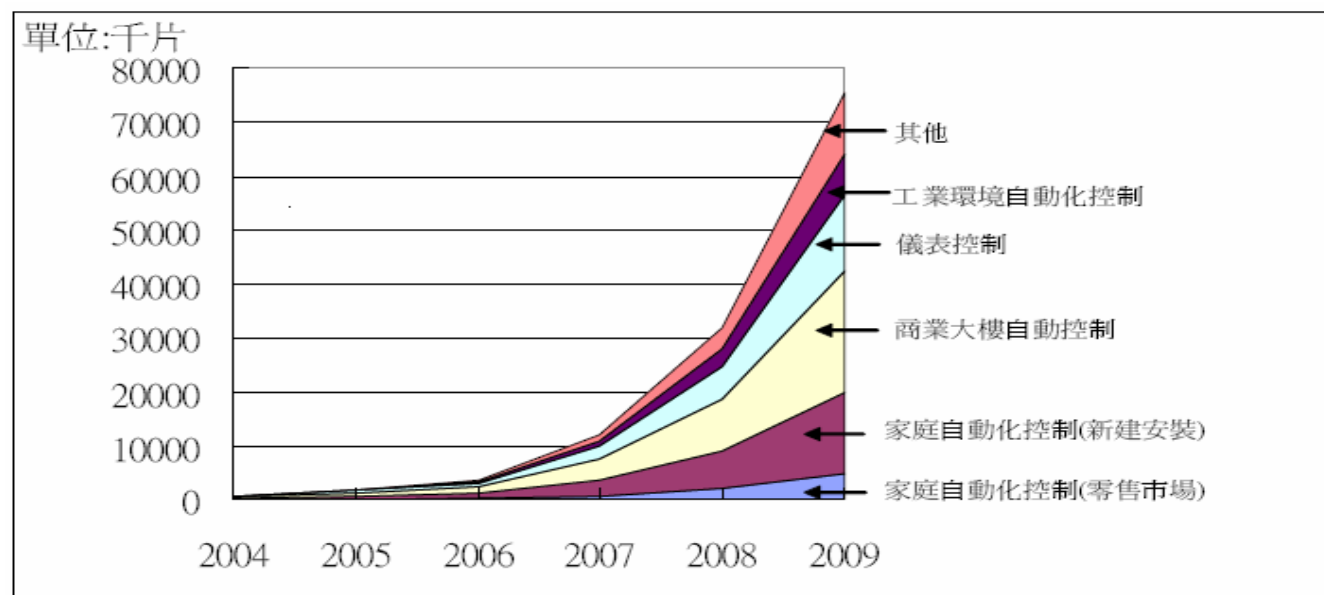
---

- 有三種操作頻帶共27個通道提供三種資料傳輸速率。
- 低功率消耗，因為資料傳輸速率低(傳輸資料量少)以及極短之執行週期且有睡眠模式，因此功率消耗非常低。
- 網路連接之拓樸方式可選用星型、叢集型及網狀。
- 使用類似於IEEE 802.11之CSMA/CA之碰撞避免機制。
- 支援低延遲設備。
- 具有連線品質指示(Link Quality Indication, LQI)功能。



# ZigBee晶片應用於各類市場銷售量比重 統計與預估

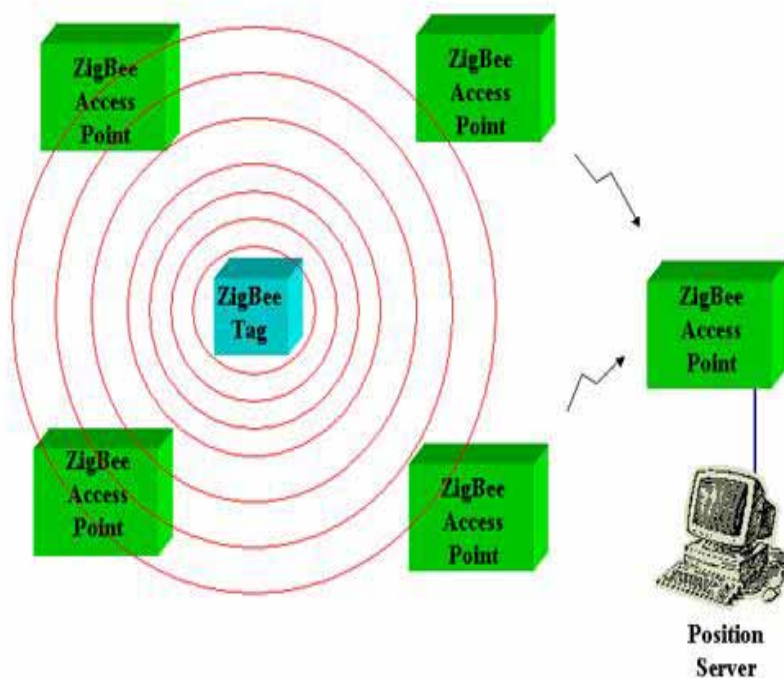
- 商業大樓自動控制及家庭自動化控制市場居大宗



資料來源：IEK(2006/01)

# ZigBee的即時定位系統架構圖

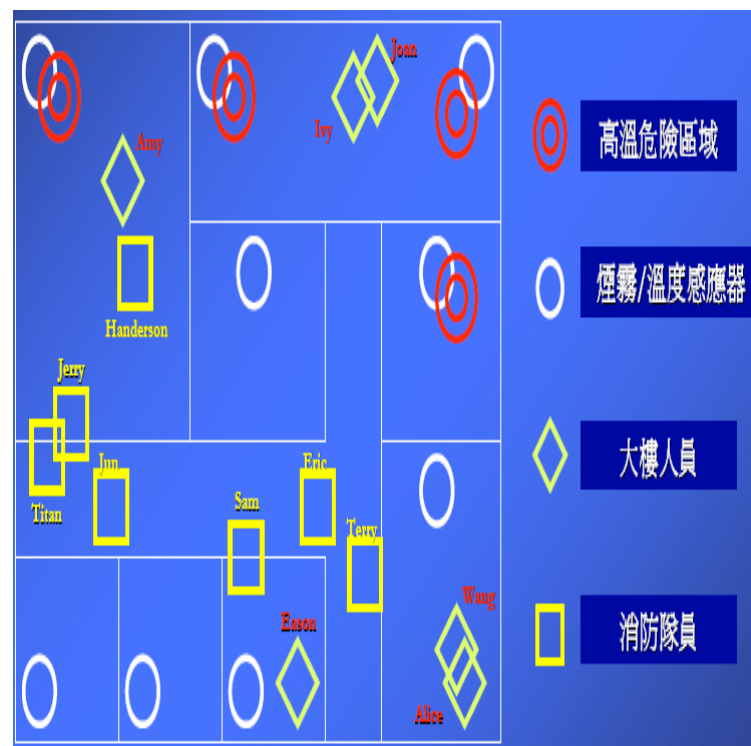
- 即時定位系統(Real Time Locating Systems, RTLS)是一種利用GPS、IR、Wi-Fi、ZigBee、RFID等技術，即時追蹤人或物的系統。



- ◆ 其原理是ZigBee Tag會定期發射出自己的ID，ZigBee Access Point將收到的ID及RSS(Received Signal Strength)透過Mesh形式的網路傳給Position Server計算及運用。

# ZigBee 技術實際應用(一)

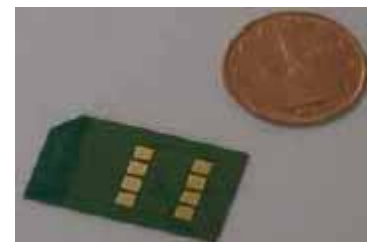
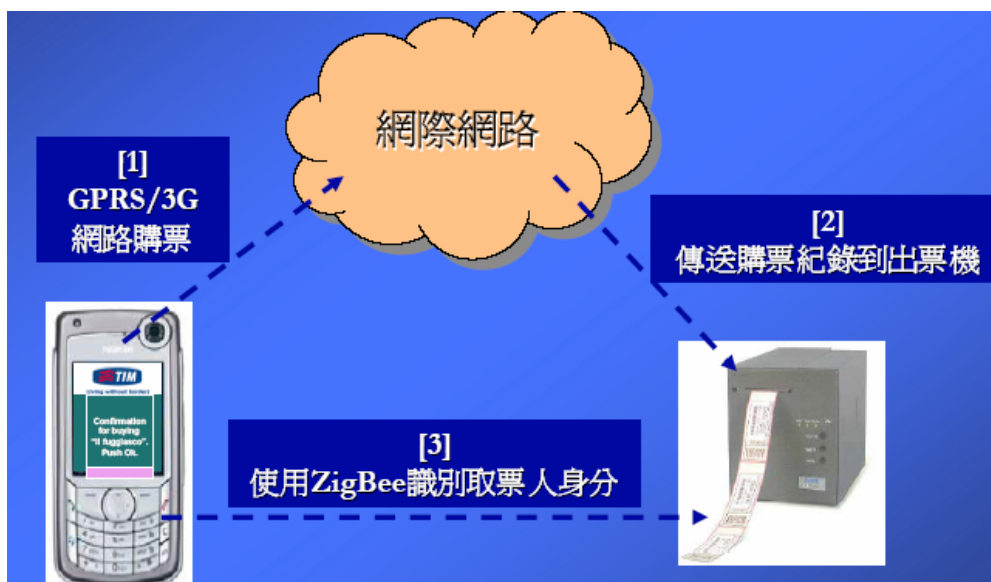
- 芝加哥消防署-商業建築感應定位系統
  - SmokeNet
    - 透過ZigBee無線感應器來隨監控煙霧濃度以及溫度，並透過ZigBee網路隨時讓消防隊員知道周邊環境的變化狀態。
  - FireEye
    - 透過每2秒更新一次的ZigBee感應器矩陣提供消防指揮人員知道消防隊員以及該建築物的人員位置，可以增加救援的效率以及提供人員的安全性。



## ZigBee 技術實際應用(二)

### ○ 義大利電信- Z-SIM

- 於行動電話的SIM card中置入ZigBee晶片，用來提供額外的服務，例如：居家感應、電子購物識別器等應用。



# ZigBee 技術實際應用(三)

## ○ Philips-ZigBee燈光系統EQUOS

- 透過電子安定器、光感應器以及控制遙控器的協定工作達到高節能的恆亮光源應用。





## ZigBee 適合應用哪些方案 (I)

---

- 貨物倉儲管理  
無需額外人工盤點與存取貨
- 醫療監控  
取得病人位置與病人的履歷資料(功率小)
- 老人看護  
構築老人更便利的生活環境



## ZigBee 適合應用哪些方案 (II)

---

- 停車場管理
  - 無需進行過卡動作
- 居家管理
  - 禾伸堂 demo room
- 車隊管理
- Hands-Free 門禁系統
  - 出入更方便



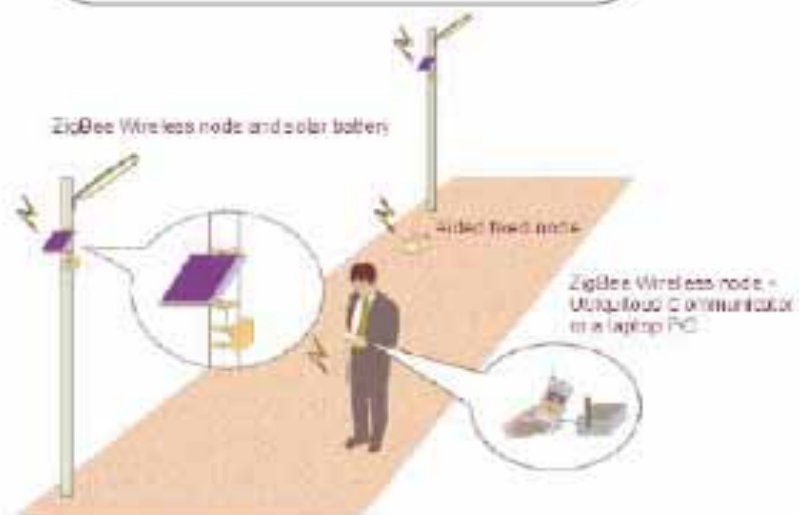
# ZigBee應用領域1- Town Care：路燈管理

節約能源及提供有效的路燈管理

- 依據光線自動開關及明暗度調整
- 依據移動體辨識進行明暗度調整
- 檢測燈泡故障與否及自動通報
- 提供行人目前位置



- 節約能源
- 延長燈泡壽命
- 容易管理
- 便利性





# ZigBee應用領域1- Town Care：城市導覽服務

提供視障者導盲服務及觀光地點,展場,購物中心的客戶導覽功能服務

- 提供位置情報
- 提供場所情報(商店,餐廳等)
- 目的地導覽(聲音,震動等)
- 提供道路障礙物警報(殘障人士)
- 多國語言導覽服務(轉乘,旅遊情報等)
- 緊急情況告知及應變情報提供



- 便利的生活
- 確保安全性
- 增進社會福祉

## 導覽中心

在道路導覽中心或車站,巴士等公共設施內

居住環境標示

用於電線杆或道路的告示版等標示

道路

用於道路有視角障礙的區域



## 里程表

可正確由出發地行駛至目的地的路程

## Area guide

提供各種觀光地的購物導覽

## 緊急狀況

預定的地鐵路線發生臨時故障時亦可找出應變的交通工具方式



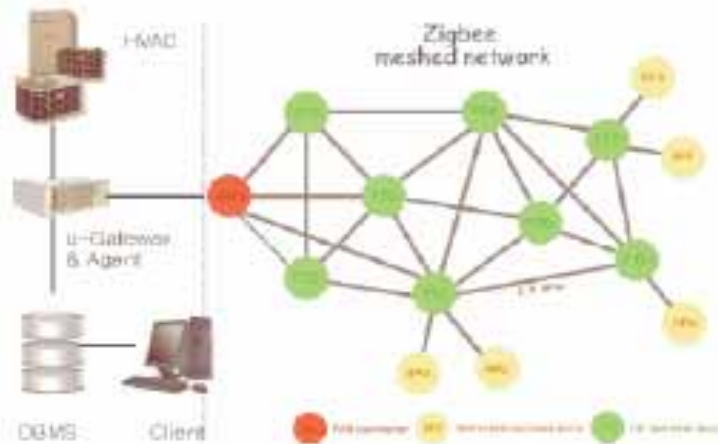
# ZigBee應用領域1- Town Care：地下鐵環境管理

提供地下鐵空氣品質管理監控管理資料

- 空氣品質測定
- 火災感測
- 空調系統自動on/off及強弱調整
- 空調系統故障與否檢測及通報

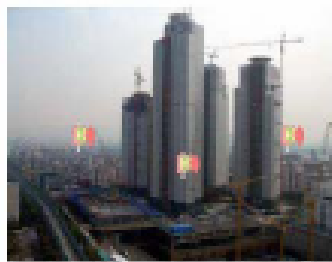
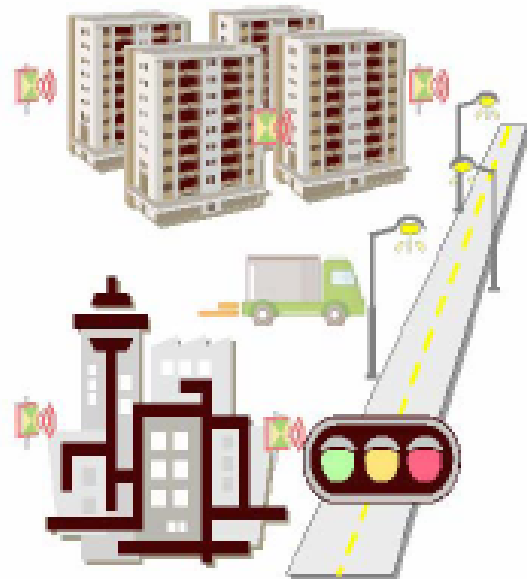


- 宜人的環境
- 安全的地鐵
- 容易管理



# ZigBee應用領域1- Town Care：噪音管理

蒐集道路及工地現場噪音資訊加以改善,減少居民不便



產生噪音

Sensor  
感測

改善作業

預期效果

- 在住宅區附近道路發生時
- 在工地現場發生時

- 在接近道路或工地現場的住宅區地面的一定高度處裝設感測器
- 將測得的資訊透過 zigbee net, 傳送到伺服器

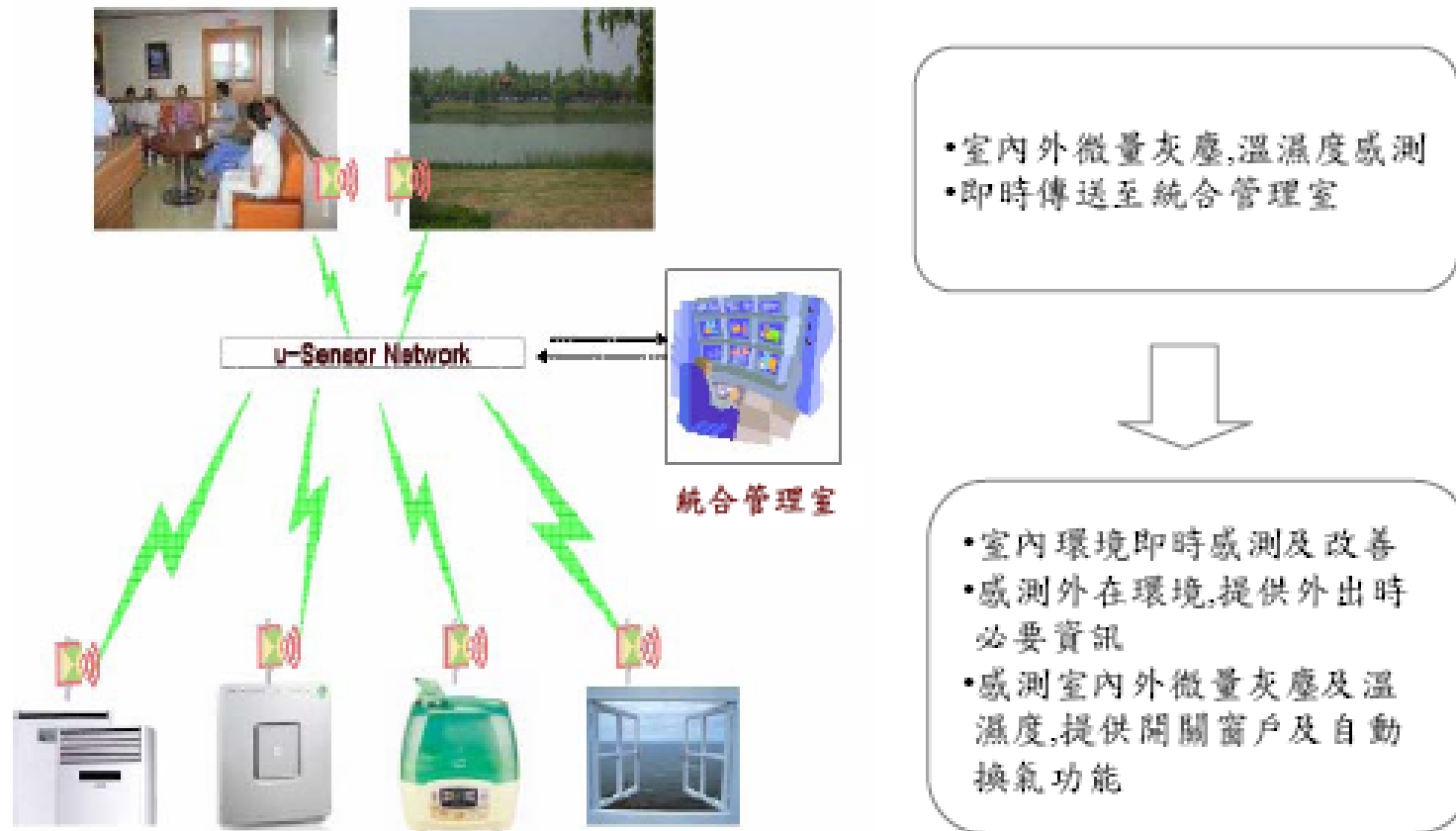
- 降低速限 (裝設測速照相機)
- 限制大型卡車進入
- 裝設隔音牆
- 分散噪音發生時段

- 減少民怨發生率
- 提升工作效率

# ZigBee應用領域2-

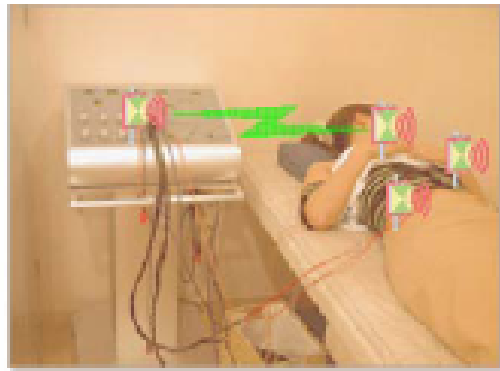
## Silver Care：室內環境管理

對於容易受到環境影響的老弱者而言,室內環境管理尤其重要

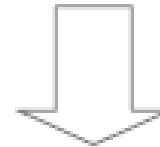


## ZigBee應用領域2- Silver Care：無線醫院

避免在醫院醫療團隊的醫療活動及病患的醫療過程中所發生的設備不便問題



- Sensor及醫療設備間的無線介面
- 病患及醫療設備間的無線監控

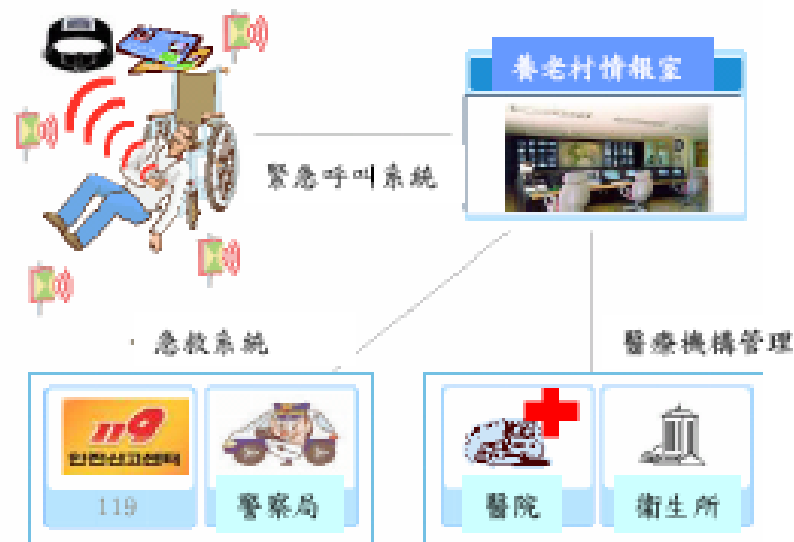


- 避免有線的不便
- 打破不可能以有線方式實現的領域  
(膠囊(capsule)內視鏡等)
- 藉由無線來提高病患的活動便利性
- 可依病患特性進行必要的例行管理

利用無線膠囊內視鏡拍攝腸管

# ZigBee應用領域2- Silver Care：緊急狀況

感測高齡者可能發生的意外狀況並迅速找出對策



- 運用腕戴式感測器量測脈搏/血壓
- 以Zigbee network為基礎,累積資料及進行監控
- 發生緊急狀況時發出緊急警報(alarm)

- 透過迅速的應變進行早期治療
- 針對需要留意的病患進行例行管理

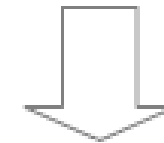
# ZigBee應用領域3-

## Industry Care：環境及能源節約

透過USN蒐集溫度/濕度/照明度等情報,透過無線網路進行環境控制



- 透過感測器蒐集溫度/濕度/照明度等情報
- 透過感測器間的無線網路(ad-hoc network),傳送情報至伺服器

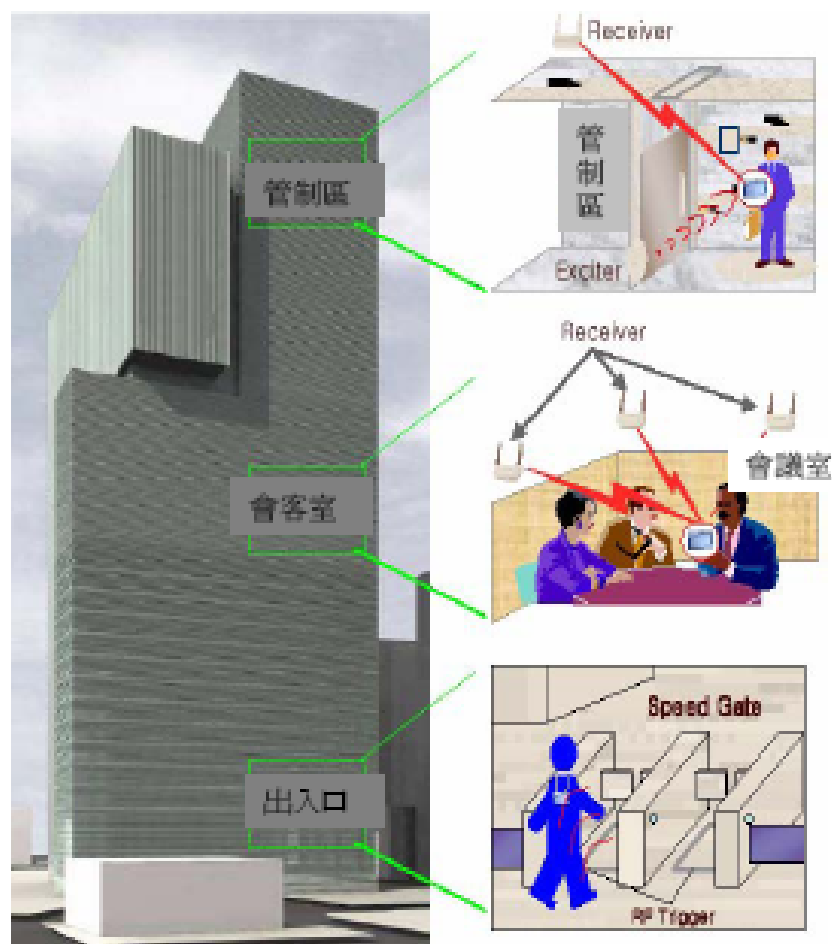


- 由於感測器裝設容易,可即時提供建築物內多樣化的情報
- 不須為了修正感測情報的網路而額外配線
- 透過設備運轉的最適統計來節約能源

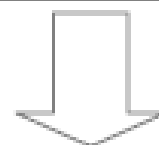
# ZigBee應用領域3-

## Industry Care：U-Tag位置基礎服務

提供登記的訪客方便的出入方式,限制進入管制區域及危險區域



- 利用 RF Trigger通過Speed Gate
- 即時掌控訪客位置,管制出入管制區域及危險區域



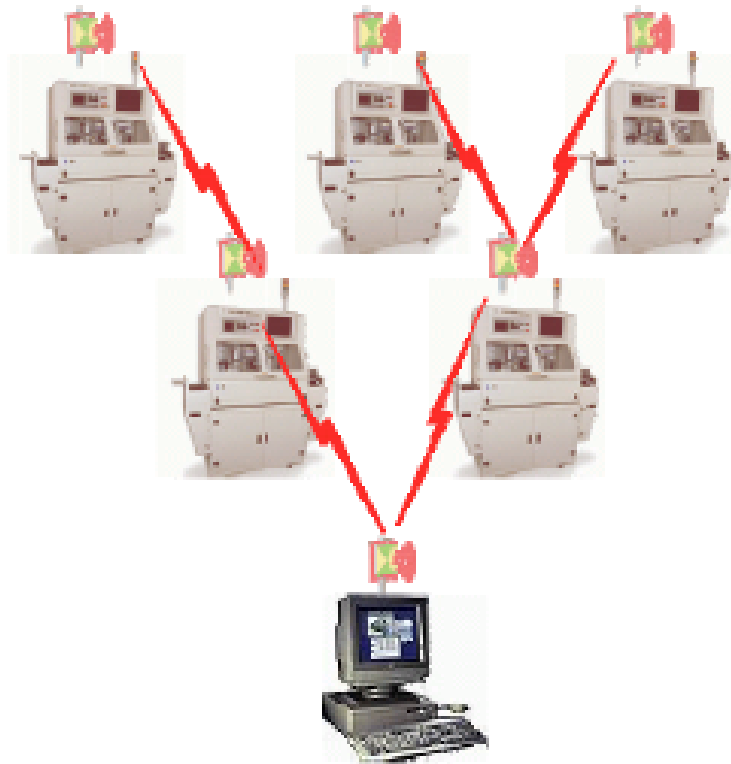
- 感測訪客及參觀者離隊情形,追蹤移動路線
- 便利的Speed Gate出入方式
- 保全區域及危險區域出入管制
- 與防盜系統連結的系統化保安全管理



# ZigBee應用領域3-

## Industry Care：工廠設備無線化

將工廠設備的各種data cable改為無線化,改善作業環境及管理效率



•將設備的線纜改為無線通訊方式



•為提高生產力,在remodeling時進行Speed化  
•節省設備維修費用  
•改善作業員之作業環境

# ZigBee應用領域3-

## Industry Care：農畜產設施管理

透過感測網路進行智慧型農畜產設施管理,減少資源浪費

- 根據感測器監控溫度/濕度/照明度
- 控制農畜產品的最佳成長環境
- 透過移動物體感測入侵者並即時告知



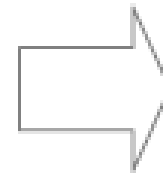
- 節約能源
- 減少人事費
- 最佳品質管理
- 增加銷售利益
- 監視竊盜及毀損情形



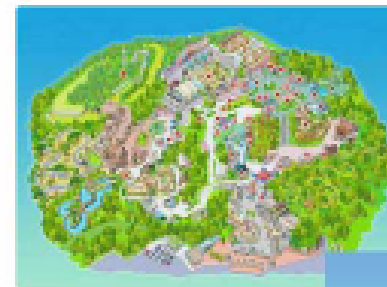
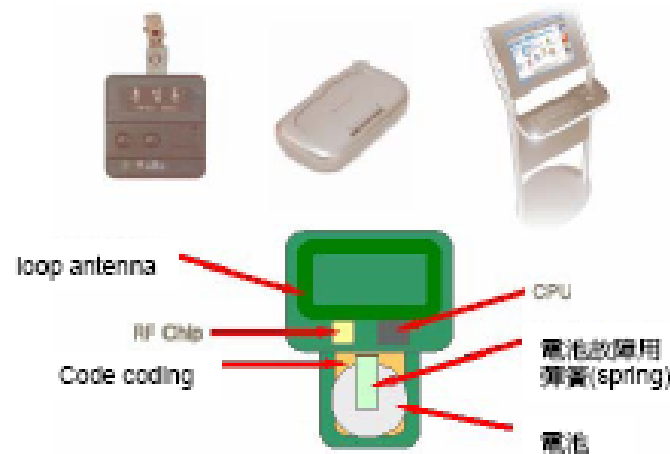
# ZigBee應用領域3- Industry Care：遊樂場管理

利用 u-tag及 USN 進行位置辨識及接近危險區域監控

- 透過u-tag進行位置辨識
- 透過移動物體感測,紫外線感測監接近者
- 透過於入場時所拍攝的老弱者影像資訊,提供快速尋人服務
- 活用 KIOSK 找尋家人



- 減少入場遊客不便
- 防止兒童走失服務
- 提高遊樂場知名度





---

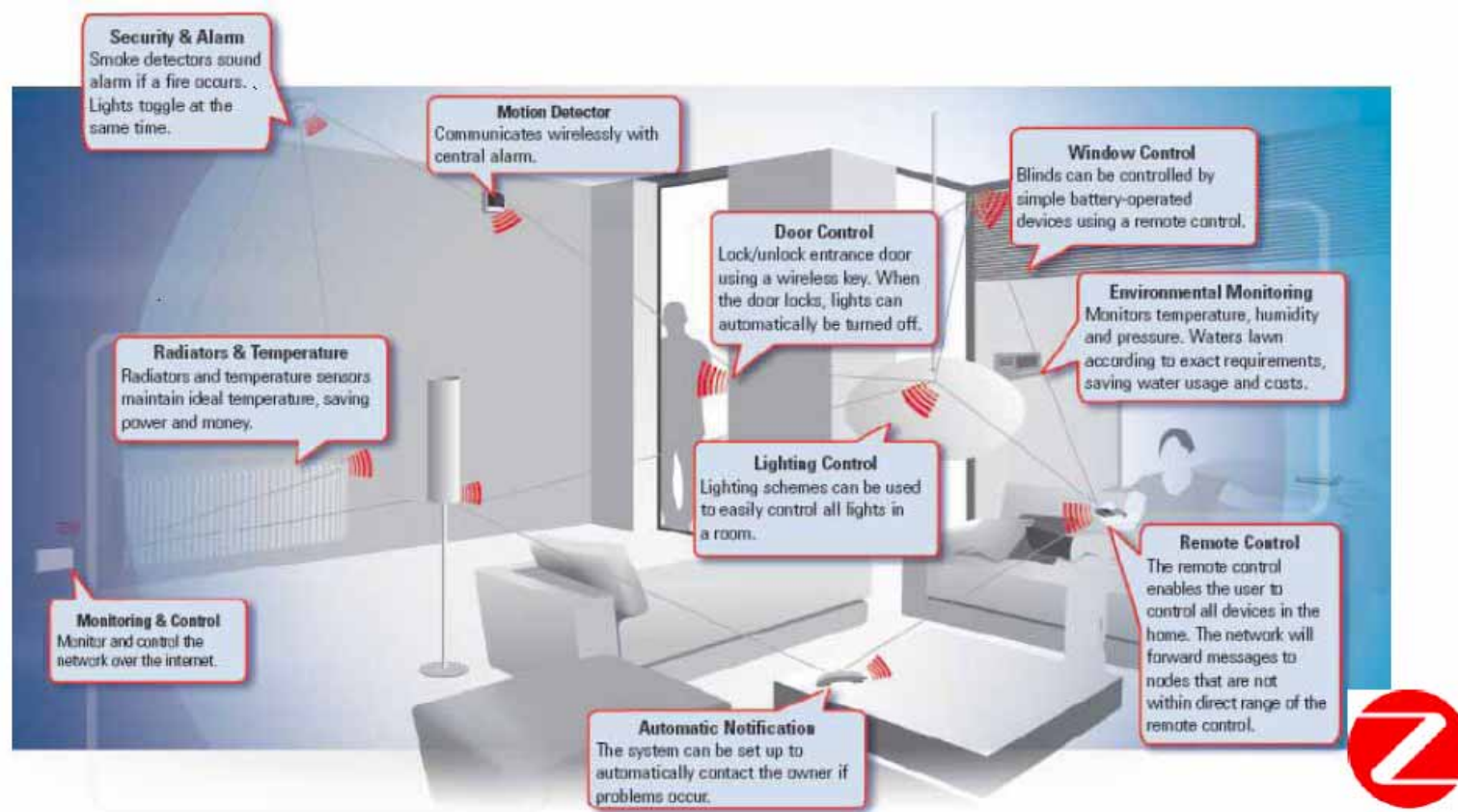
# Q & A



表一 ZigBee Alliance成員

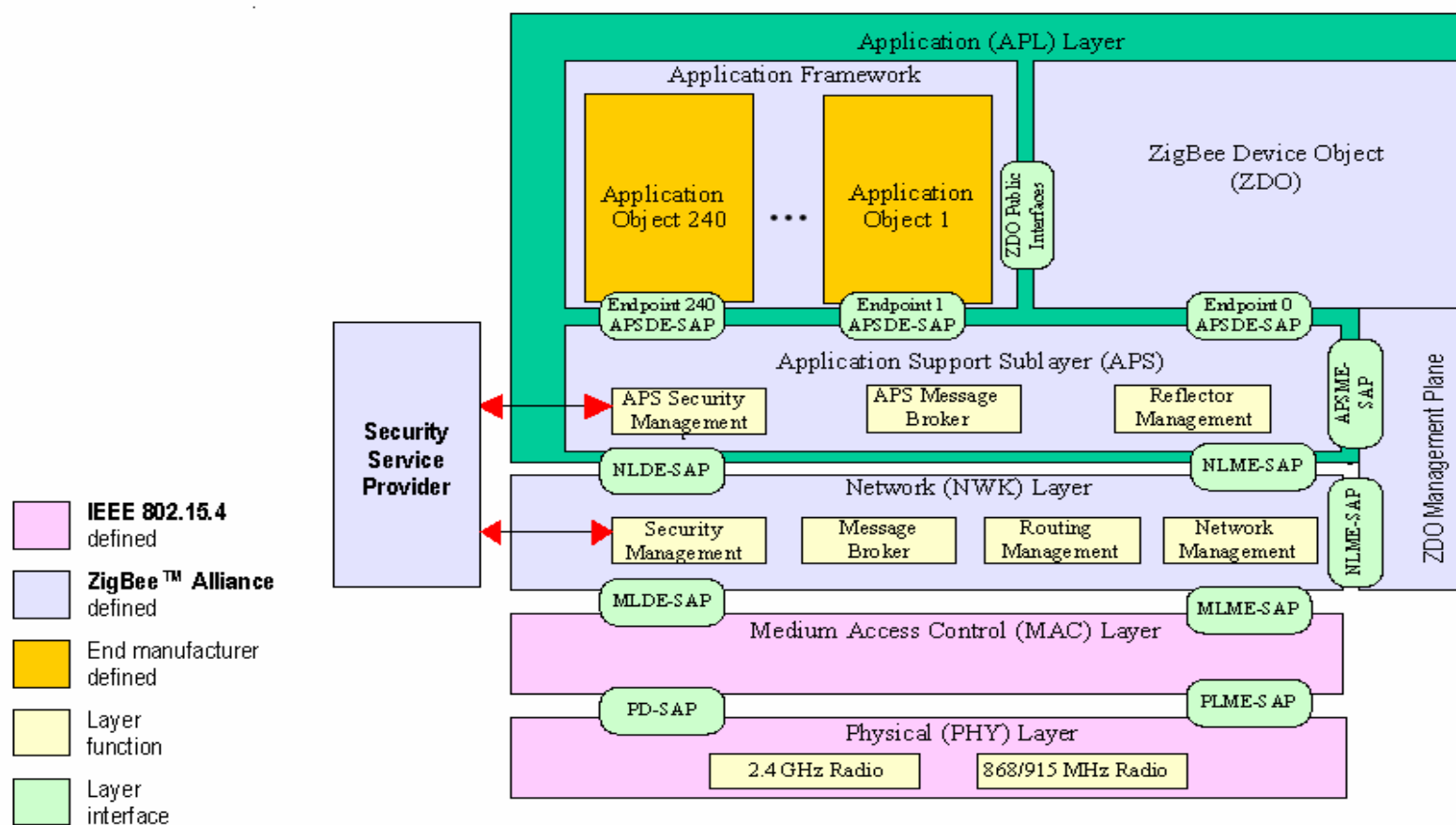
Promoters	Participants
Honeywell, Invensys, Motorola, Mitsubishi Electric, Philips Semiconductor	Adcon RF Technology BV, AlfaPlus Semiconductor Inc., Analog Devices, Atmel Corporation, Cambridge Consultants, Chipcon, CompXs, CSEM SA, Eaton Corporation, Ember Corporation, Figure 8 Wireless, LLC, France Telecom, Helicomm Inc., Honeywell, Intel Corporation, Integration Associates, Leviton Mfg. Company Inc., Microchip Technology, Micro Linear, National Technical Systems, NTRU Cryptosystems Inc., RF Micro Devices, Uniband Electronic Corporation, Xanboo Inc., Xemics, ZMD AG

# 圖一 ZigBee 2006(V1.1)



○ 資料來源：[TI](#)

## 圖二 ZigBee Stack Architecture



○ 資料來源：[Zigbee Alliance](http://www.zigbeealliance.org)



## 名詞解釋一 DSSS

---

- DSSS為目前展頻系統最常用的技術，主要是因為容易使用及較高的速度，擁有的處理增益可以讓通訊系統抑制干擾信號和相鄰通道的信號，如此一來，降低了通訊系統對通道濾波器的需求，降低了實現成本。
- DSSS讓傳送及接收者都使用22MHz的頻寬，此頻寬讓設備得以支援比跳頻技術(Frequency-Hopping Spread Spectrum, FHSS)較高的11Mbps速度。
- DSSS技術為了克服多路徑(Multipath)現象所造成的訊號延遲擴散(Delay Spread)，將資料信號以較高速度的Bit順序作傳送，稱為碎碼(Chipping Code)或處理增益(Processing Gain)。





## 更多信息

---

OurZigBee web site

<http://www.OurZigBee.com>

深圳市金圖旭昂通訊科技有限公司

jiuhui@163.com