
Chapter 14: 物聯網架構

Prof. Yuh-Shyan Chen

Department of Computer Science and
Information Engineering

National Taipei University

目錄

- 14-1 物聯網概述
- 14-2 物聯網架構
- 14-3 感知層關鍵技術
- 14-4 網路層通訊與網際網路關鍵技術
- 14-5 應用層物聯網實例
- 14-6 物聯網未來發展與挑戰
- 14-7 結論

物聯網概述

- 物聯網概念最初起源於比爾蓋茲在1995年《未來之路》一書。
- 國際電信聯盟於2005年正式提出物聯網概念。

物聯網概述

- 許多國家早已將發展物聯網技術列為國家級計畫
 - 日本:2003年便開始進行無所不在網路 (Ubiquitous Network, UN) 的研究計畫。
 - 美國:2008年，美國總統歐巴馬提倡物聯網振興經濟戰略
 - 中國:將「感知中國」設定為目標，並完整制定物聯網相關科技統一規格。

物聯網概述

- 類似物聯網的科技
 - 無線感測網路(Wireless Sensor Network)
 - 網宇實體系統(Cyber Physical Systems)

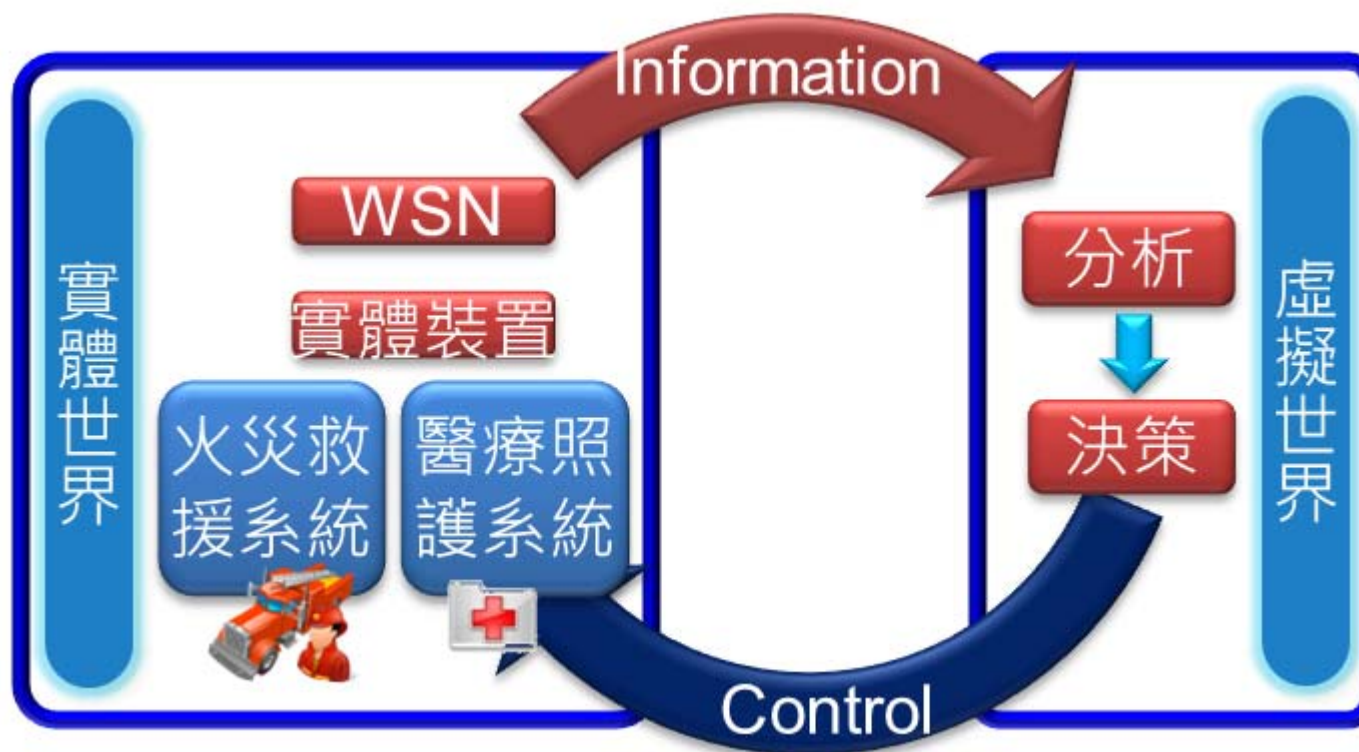
物聯網概述

- 無線感測網路(Wireless Sensor Network)
 - 由無線資料彙集器(Sink)與數個感測器(Sensor)所構成的網路系統。
 - 討論範圍通常只侷限於感測網路內部網路(In-Network)的資訊收集技術。

物聯網概述

- 網宇實體系統(Cyber Physical Systems)
 - 與無線感測網路的差異:網宇實體系統能依照不同事件的發生啟動相對應的指令及程序
 - CPS系統間卻無法互相交換資訊
 - 只能針對單一事件做出處理

圖14.1：CPS系統架構，其為物聯網的近似科技



物聯網概述

● 物聯網的目標

- 透過聯網技術將智慧物件所提供的資訊，透過統一制定的格式或標準加以分享。
- 使各個CPS系統間，能互相溝通並傳遞資訊。
- 系統端所能參考與分析的資訊不再是針對單一事件。

圖14.2：IoT可透過標準的制定使各個CPS系統能彼此溝通與資訊分享

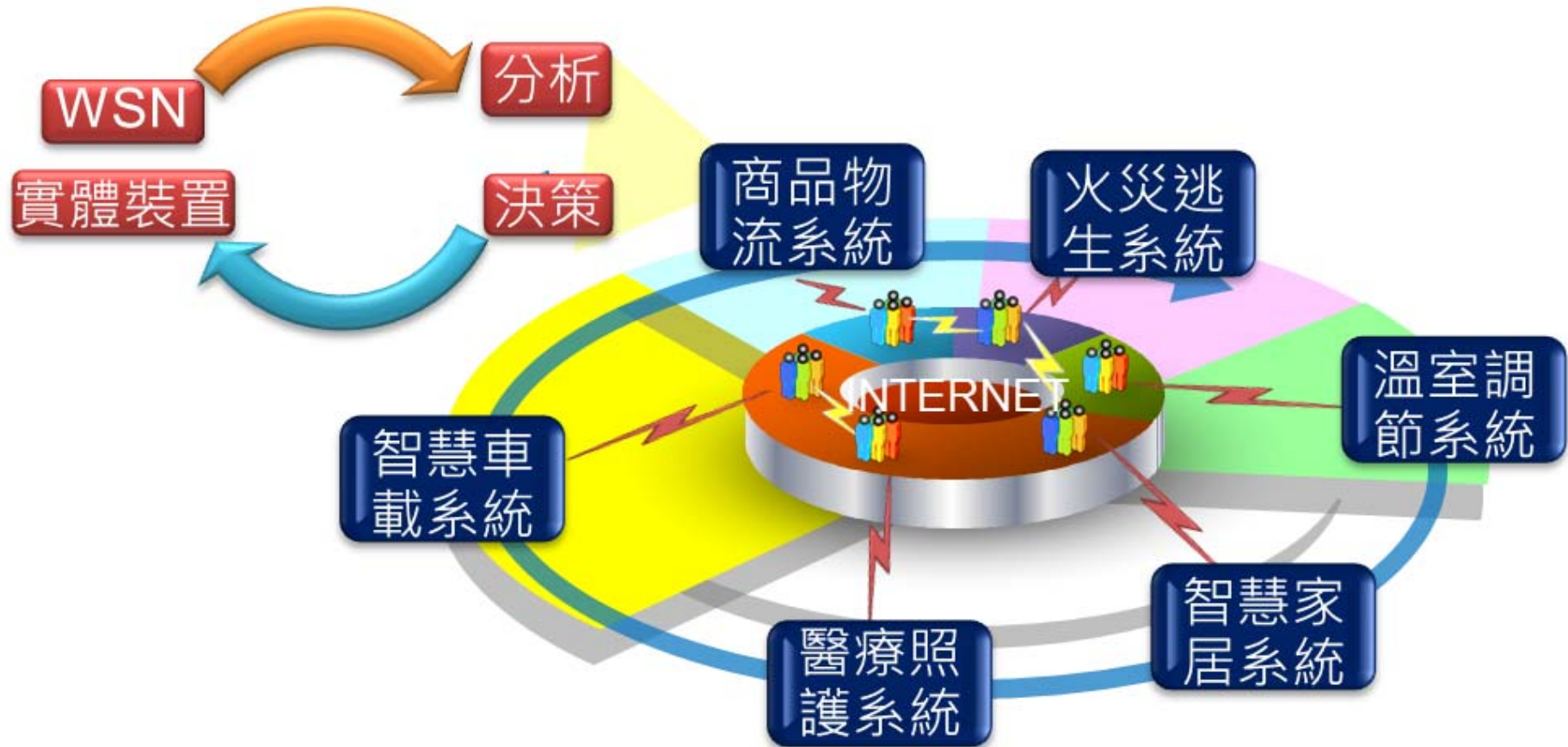
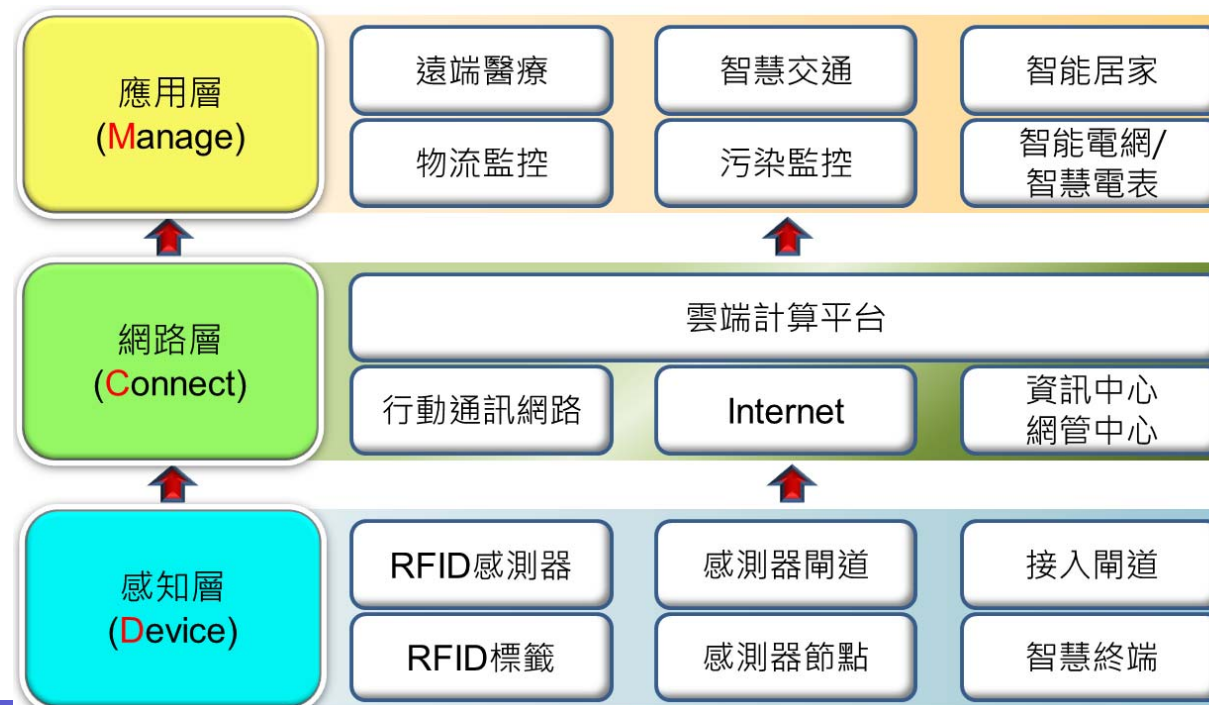


圖14.3: 物聯網架構

- 物聯網可分為三個階層
 - 感知層(Device)
 - 網路層(Connect)
 - 應用層(Manage)



物聯網架構

- 感知層(Device)

- 針對不同的場景進行感知與監控
- 具有感測、辨識及通訊能力的設備
 - RFID標籤及讀寫器
 - GPS
 - 影像處理器
 - 溫度、濕度、紅外線、光度、壓力、音量等各式感測器

物聯網架構

- 感知層的應用

- 二氧化碳感知能力的感測器
- 音量感知能力的感測器
- 視覺感知能力的感測器
- 嵌入壓力感測器的鞋子

物聯網架構

- 網路層(Connect)

- 將感知層收集到的資料傳輸至網際網路
- 建構無線通訊網路上
 - 語音傳輸為主的「電信網路」(TeleCom)
 - 資料傳輸為主的「數據網路」(DataCom)

圖14.4: 物聯網架構

- 網路層的應用
 - 高速公路

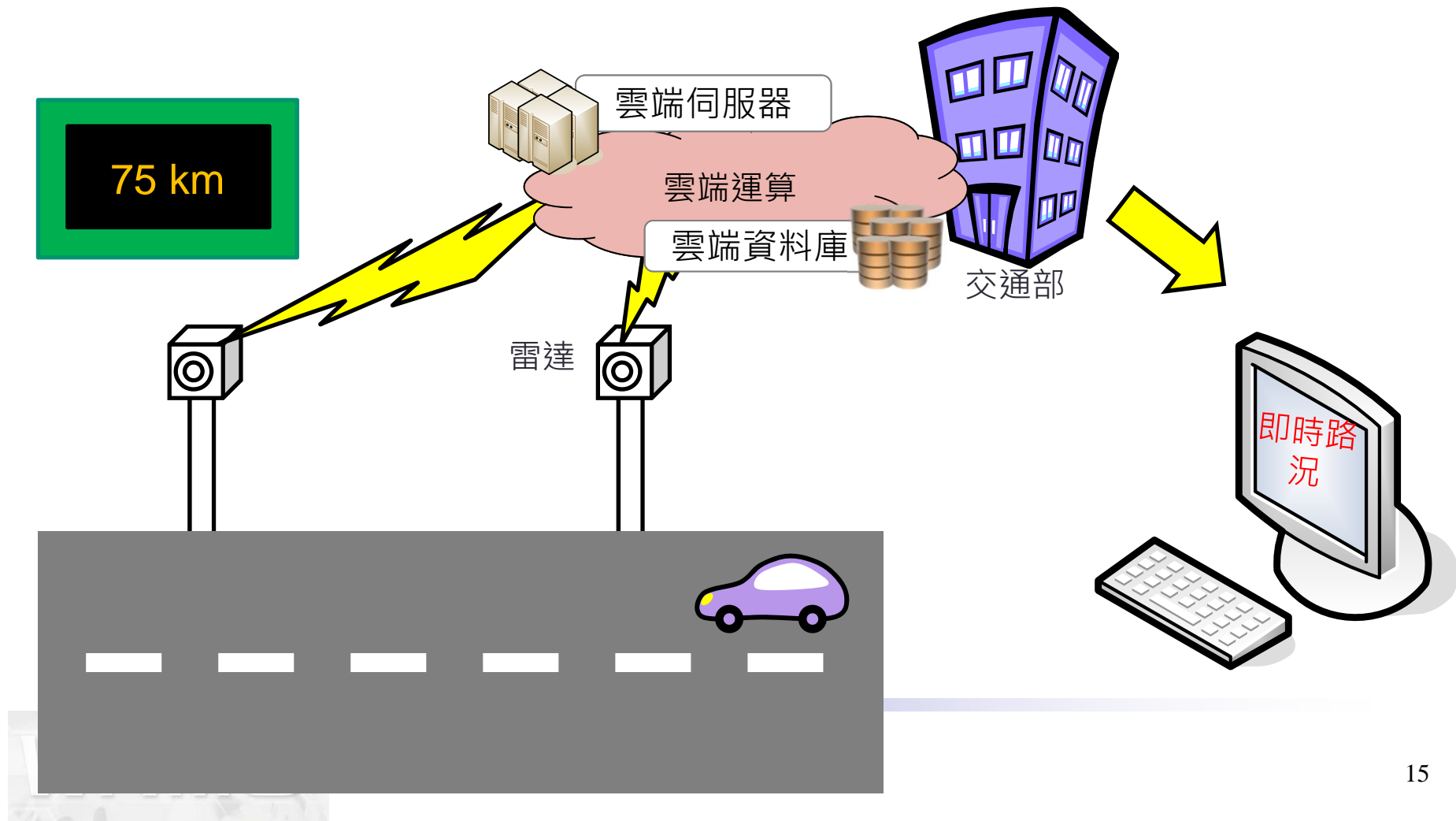


圖14.5: 高速公路即時路況系統示意圖



物聯網架構

- 應用層(Manage)

- 物聯網與行業間的專業進行技術融合
 - 根據不同的需求開發出相應的應用軟體
 - 智慧電表

感知層關鍵技術

- 物聯網『感知層』技術中，主要可分為感測技術與辨識技術
- 感測技術
 - 使智慧物件具有感測環境變化或物體移動的能力。
 - 常被用來嵌入物體的感測元件，包括紅外線、溫度、濕度、亮度、壓力、三軸加速度等感測器。
- 辨識技術
 - 最常見的便是RFID的元件，將RFID的標籤嵌入於物體，便使物體可以記錄及回報自己的身份或狀態。

感知層關鍵技術

- 感測技術

- 能夠探測、感受外界的信號

- 物理條件（如光、熱、濕度）
 - 化學組成（如煙霧）

圖14.6:相當多樣的感測元件種類

				
GPS	超音波感測	CO ₂	循線感測	CCD
				
聲音感測	溫溼度感測	震動感測	壓力感測	紅外線感測
				
三軸加速度	動作感測	電子羅盤	陀螺儀	氣壓感測

感知層關鍵技術

- 陀螺儀(Gyroscope)

- 協助駕駛維持航行的平衡與姿態
- 方便的控制載具的平衡
- 常見於直升機、甩尾遙控車



感知層關鍵技術

- 運動偵測器(motion detector)

- ☐ 微波感測物體移動
- ☐ 杜普勒效應的原理



感知層關鍵技術

- 三軸加速度計(Triple axis accelerometer)
 - 組藉由電容量的變化便可以量測加速度的變化
 - 常見於電玩遊樂器Wii的搖桿上



感知層關鍵技術

- 壓力感測器(Pressure Sensor)

- 置於鞋底上，藉由壓力數據便可以知道使用者的走路姿勢是否不正確



感知層關鍵技術

- 紅外線人體感測器(Passive Infra-Red)
 - 不會主動發射紅外線，而是藉由感測物體上的溫度變化
 - 常見於自動燈控等應用



感知層關鍵技術

- 音量感測(Sound sensor)

- 經由感測模組將類比轉為數位信號，然後將此數位信號傳至感測器上，進而感測環境音量。
- 當超出噪音值時，可即時做出警告，用以維護生活環境品質。



感知層關鍵技術

- 超音波(Ultrasonic)

- 音波反彈的方式量測距離
- 常用於倒車雷達，當倒車時，即時告知車主目前與後方物體距離，避免車與物體發生碰撞。



感知層關鍵技術

- CO、CO2感測器

- 可用來監測目前空氣中CO2及CO含量
- 可用於家中感測CO含量，當發現異常時，及時發出警報，讓人們及早發現做出反應。



感知層關鍵技術

- 震動感測(Piezo Film Vibra)
 - 監測地表震動情形，可提早得知地震區發生區域及地震級數，即時的發出警告。



感知層關鍵技術

- 溫溼度感測器(Temperature and Humidity Sensor)
 - 藉由將戶外的溫溼度資訊透過多步的傳送至伺服端，使得伺服端可以利用這些資料做相關應用及決策。
 - 當發現目前溫度及濕度是有害人體的，則可即時做出調整，讓我們所處環境更加舒適。



感知層關鍵技術

- 光敏電阻(Photoresistor)

- 價格相當低廉
- 量測光敏電阻上的壓降便能計算出環境亮光的強弱



感知層關鍵技術

- 電子羅盤(Electronic compass)
 - 利用的地球磁場可辨識方向
 - 有助於船隻當航行迷失方向時



感知層關鍵技術

- 辨識技術

- 能夠快速辨識物品的身份

- 名稱
 - 生產地
 - 生產日期
 - 製造廠商

圖14.7:條碼辨識技術

- 條碼(Barcode)

- 藉由許多條寬度不同的黑線及空白來編碼
- 讀取出該物品的生產地、製造廠商、生產日期、商品名稱等生產地
- 它具有低成本、高效率、高可靠性、容易製成、容易操作的特性

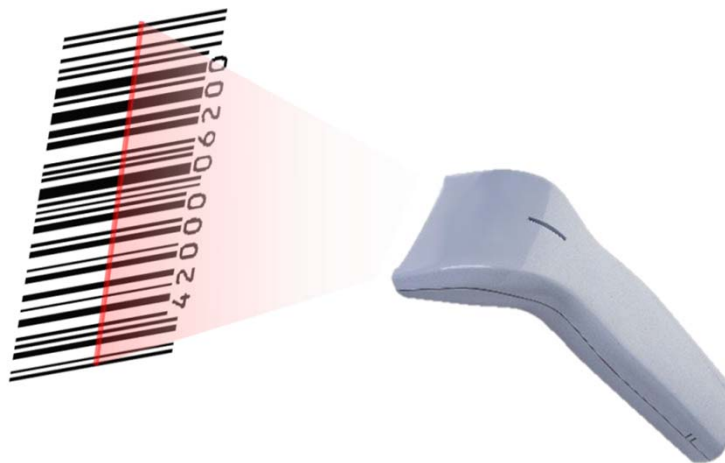


圖 14.8:QR code辨識技術

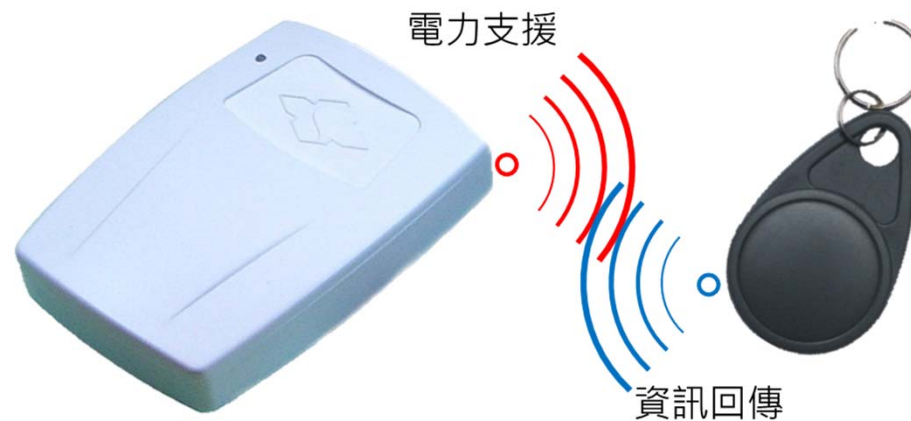
- QRCode(QuickResponse)

- 由於它是二維空間條碼，因此比一維條碼(Barcode)更能儲存更多資訊。
- 可快速被解碼以及容錯能力
- 條碼中有三個”回”圖示，其主要的功用在於方便QR碼的讀取器定位，因此使用者在讀取資料時並不用剛好對準QR碼，因此使用上更為簡易方便。



圖14.9:無線射頻辨識技術

- 無線射頻辨識RFID(Radio Frequency Identification)
 - 這項技術需要兩種裝置才能達成
 - 標籤(Tag)：功能在於儲存一些個人或商品的資訊
 - 讀取/寫入器(Reader/Writer)：讀取/寫入標籤中資訊的裝置，對於被動式標籤而言，讀取/寫入器是它的電力來源。



感知層關鍵技術

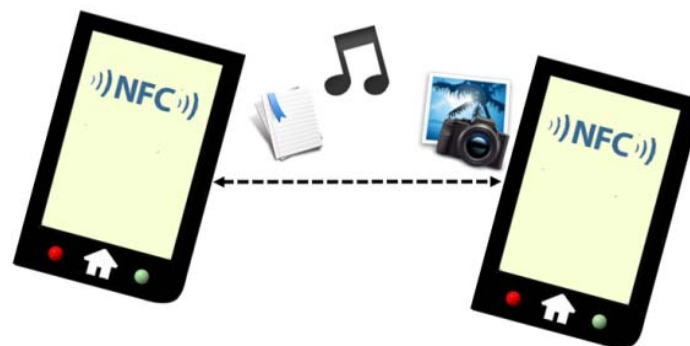
- 近場通訊NFC(Near Field Communication)

- 由飛利浦(Philips)及索尼(Sony)所制定的短距離通訊技術

- 有三種工作模式

- 卡模式(Card Emulation)：能代替許多RFID卡片，如車票、門禁、信用卡等。
 - 點對點模式(P2P mode)：兩台NFC裝置做點對點的資料交換，如照片、音樂、文件等。
 - 讀取器模式(Reader/writer mode)：NFC裝置變為讀取器，可以讀取擁有電子標籤的物品，進而了解該物品的資訊。

圖 14.10：NFC辨識技術三大模式



點對點模式(P2P mode)



卡模式(Card Emulation)



讀取器模式(Reader/writer mode)

感知層關鍵技術

● 結語

- 透過上述的『感知層』的感測與辨識兩大關鍵技術可使我們輕鬆取得物品（Thing）、時間（Time）與地點（Place）及事件(Event)等實體世界的重要資訊。
- 然而這些資訊必須進一步透過下一章節將介紹的物聯網『聯網』技術傳送至網際網路。
- 藉由雲端運算的資訊管理、儲存與分享，使人與物及物與物間的互動更易實現。

網路層通訊與網際網路關鍵技術

- 智慧物件必須能夠存取網際網路（Internet）的能力，使得各種智慧物件之間能夠彼此分享資訊。
 - 人和物體
 - 人和人
 - 物體和物體之間
- 物聯網中的網路通訊技術中，包含了各種不同通訊範圍與傳輸速率的無線通訊網路，依照是否直接連結上網際網路的方式，可區分為：
 - 內部網路（稱區域網路）
 - 例如：RFID、ZigBee、Bluetooth、UWB、WiFi等
 - 外部網路
 - 例如：3G、WiMAX等

網路層通訊與網際網路關鍵技術

- 物聯網中的網路通訊技術中，包含了各種不同通訊範圍與傳輸速率的無線通訊網路，依照是否直接連結上網際網路的方式，可區分為
 - 內部網路（稱區域網路）
 - 例如：RFID、ZigBee、Bluetooth、UWB、WiFi等
 - 外部網路
 - 例如：3G、WiMAX等

物聯網之內網通訊技術

- 內部網路的應用在日常生活中已非常普及
 - 如人們的筆記型電腦所使用的WiFi和藍芽網路
- 物聯網之內網通訊技術
 - RFID (Radio Frequency Identification)
 - IEEE 802.15.6無線通訊標準
 - Zigbee
 - 藍芽 (Bluetooth)
 - 紅外線傳輸
 - UWB (Ultrawideband)
 - WiFi (WirelessFidelity)

物聯網之內網通訊技術

- RFID (Radio Frequency Identification)

- 稱為「無線射頻識別系統」
- 由讀寫器 (Reader/Writer) 和RFID標籤 (Tag) 組成
- 利用讀寫器發射無線電波，觸動感應範圍內的RFID標籤，藉由電磁感應產生電流，供應RFID標籤上的晶片運作並發出電磁波回應感應器。
- 例如：連鎖通路商Wal-Mart，要求上游的供應商在貨品的包裝上都需嵌入RFID標籤，以便追蹤貨品在供應鏈上的即時資訊。

物聯網之內網通訊技術

- IEEE 802.15.6無線通訊標準

- 具有省電、低傳輸等特性
- 主要考量在人體上或人體內的應用
- 例如：在受照護者的身上貼附許多生理感測晶片(例如:血壓、血糖、心跳等感測器)，感測器透過IEEE 802.15.6無線通訊技術，將所蒐集到的資料透過網際網路，傳輸到外部的監控裝置。

物聯網之內網通訊技術

● Zigbee

- 具有低速、低耗電、低成本與低複雜度之特性
- 支援擴充大量的網路節點與多種網路拓樸
- 與802.11（Wi-Fi）、藍芽（Bluetooth）共同使用2.4GHz頻帶，支援最高傳輸數據為250kbps
- 傳輸範圍可達到10至50公尺
- 感測器透過Zigbee通訊協定，能夠將感測資料，以無線多躍傳輸的方式，傳回給伺服器端。
- 例如：透過ZigBee技術，可將嵌入於室內空間之各種感測元件（如溫濕度、移動偵測、壓力或CO2等感測器），進行整合，藉由ZigBee技術將感測器所蒐集到的資料，送往伺服器端進行分析。

物聯網之內網通訊技術

- 藍芽（Bluetooth）

- 無線個人區域網路（Wireless PAN）使用的無線通訊協定
- 具有成本低、效益高的特性
- 短距離內以一對一或一對多的方式，隨意無線連接其他的藍芽裝置，可以傳輸數位資料及傳送聲音。
- 運作在2.45 GHz的免費頻帶上，傳輸量每秒鐘可達1Mbps，同時可以設定加密保護。
- 傳輸範圍最遠可達10-100公尺
- 2.0及3.0版，可分別達到 3Mbps及24Mbps的速度
- 例如：在駕駛的過程中，用戶僅需透過聲控即可完成撥號、接聽、音量調節等功能，也可透過語音指令來控制車上的所有開關。

物聯網之內網通訊技術

● 紅外線傳輸

- 具有傳輸距離短、低傳輸速率和低成本的特性
- 通訊距離為3-5公尺
- 傳輸速率大約介於 2.4Kbps至115.2Kbps
- 廣泛應用於家電的遙控、小型移動設備互換數據和物體偵測上。
- 例如：英國超市Tesco，將紅外線感測器建置於賣場入口及結帳櫃檯前，藉此掃描進場的顧客人數、等候結帳人數，再將這些即時資料與以往歷史資訊做整合性分析。

物聯網之內網通訊技術

- UWB (Ultrawideband)

- 稱為「超寬頻技術」
- 具備低功耗、高速的特性
- 短距離的無線寬帶通信方式
- 傳輸範圍10公尺以內
- 傳輸速率約100Mbps至1Gbps
- 不受微波爐、藍芽與WiFi等無線電波影響
- 例如：在礦井探勘中，可藉由UWB之特性進行環境監測

物聯網之內網通訊技術

- WiFi (WirelessFidelity)

- 無線傳輸技術與藍芽技術一樣
- 短距離無線技術
- 使用2.4GHz及5GHz的免費的頻段
- 傳輸速率約為54 Mbps
- WiFi傳輸的速率比藍芽還快，且距離也比藍芽遠
- 常用的標準分別是IEEE 802.11b及IEEE 802.11g
- 例如：將WiFi的技術運用於車載當中，並結合遠端交通安全管理平台，在汽車可能發生交通事故前發出警告訊息，提醒司機注意安全駕駛，進而減少交通事故的發生。

物聯網之外網通訊技術

● 外網通訊技術

□ 電信網路

- 原本以傳輸語音為主，現已可傳輸數據資料。
- 如3G和3.5G

□ 數據網路

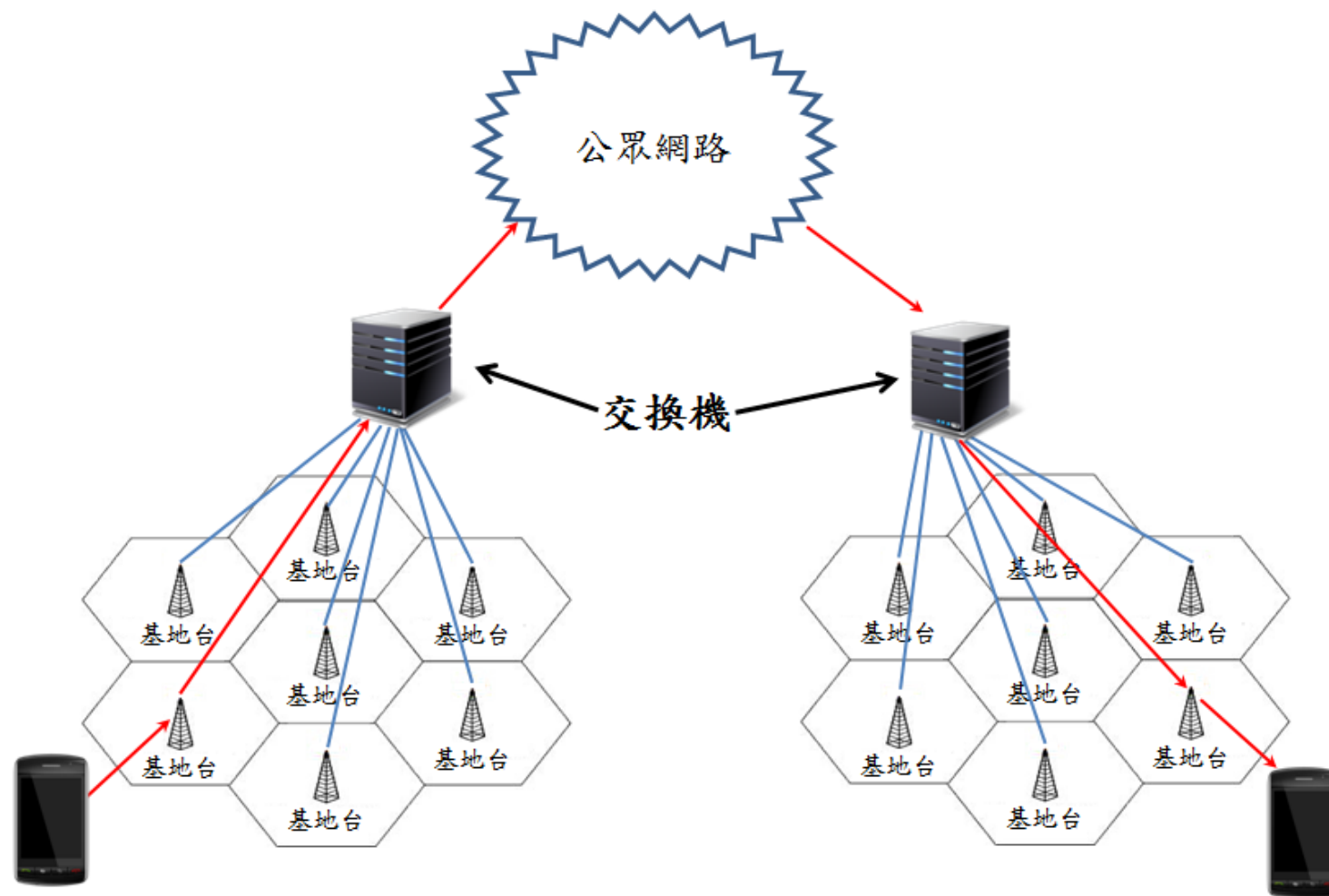
- 輸數據資料為主
- 如WiMAX

物聯網之外網通訊技術

● 電信網路

- 由基地台與手持設備所組成
- 使用者只要位於基地台通訊範圍內，即可進行語音或資料的傳輸。
- 架構為階層式，主要可以分為三個階層(底層至上層)
 - 行動電話
 - 基地台
 - 交換機

圖14.11: 電信網路運作圖



物聯網之外網通訊技術

● 電信網路

- 在物聯網中，手機已扮演關鍵角色，並且是物聯網中最具特色的智慧物件。
- 手機中的三軸加速計、電子羅盤、全球衛星定位系統(GPS)、麥克風、光感測器、觸控感測器及攝影照像設備等，它可以瞭解使用者的行為。
- 透過WiFi或3G的聯網服務，亦可讓使用者與其他的物聯網設備溝通，甚至遠端操控各項家電及工廠設備。

物聯網之外網通訊技術

● WiMAX

- 主要用於無線都會網路
- 提供高速、寬頻網路存取服務
- 與LTE同樣屬於4G的無線通訊技術
- 以2-11GHz的頻帶為主
- 支援多種服務品質保證(QoS)等級的資料傳輸
- 例如：企業透過WiMAX網路，將可以提供使用者許多的影音即時的服務，如收看電影或傳輸家中的監控影像等。
 -

兩化融合

- 結合資訊化及自動化
- 資訊化
 - 藉由RFID與無線感測網路技術，將物品或環境的資料數位化。
- 自動化
 - 經由不同的網路環境，讓物品可以自主的傳送資訊或控制其他物品。

物聯網遭遇到的挑戰

- 不同網路通訊技術之間無法溝通的問題，因此必須發展物聯網的異質網路的整合技術。

物聯網的異質網路整合技術

- 物聯網技術特色

- 可讓不同物體間透過無線網路得知彼此的即時狀態與資訊。

- 物聯網中異質網路整合的困難

- 各項裝置的即時資訊及狀態無法有效地整合
 - 無線通訊技術不盡相同

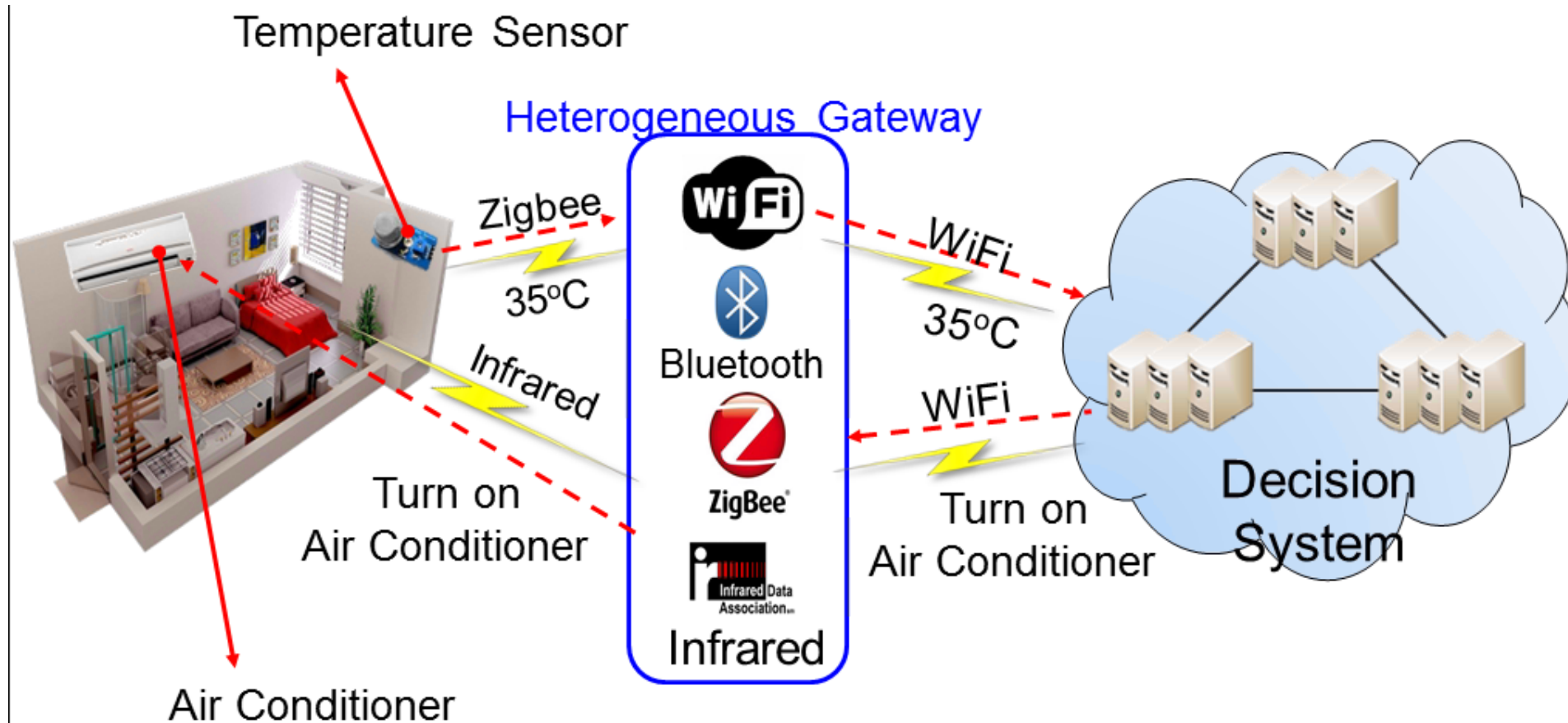
- 物聯網整合目標

- 設計出多網閘道器
 - 能與各智慧物件進行通訊，進行資訊的交換與整合。

物聯網的異質網路整合技術

- 異質網路閘道器需整合多種無線通訊之協定
 - 依據電子設備所使用之無線通訊協定，將不同無線通訊協定的封包格式轉換成智慧設備所使用的封包格式。
- 異質網路閘道器可讓不同的無線通訊協定彼此溝通，但異質網路的整合還是會遇到許多挑戰。
 - ISM頻寬不足
 - IP位置不夠充足

圖14.12：異質網路閘道器示意圖



應用層物聯網實例

- 智慧公車
- 智慧電網
- 智慧健康照護
- 智慧人文樹道
- 智慧門票
- 物流管理應用系統

圖14.13：智慧公車物聯網系統

● 智慧公車

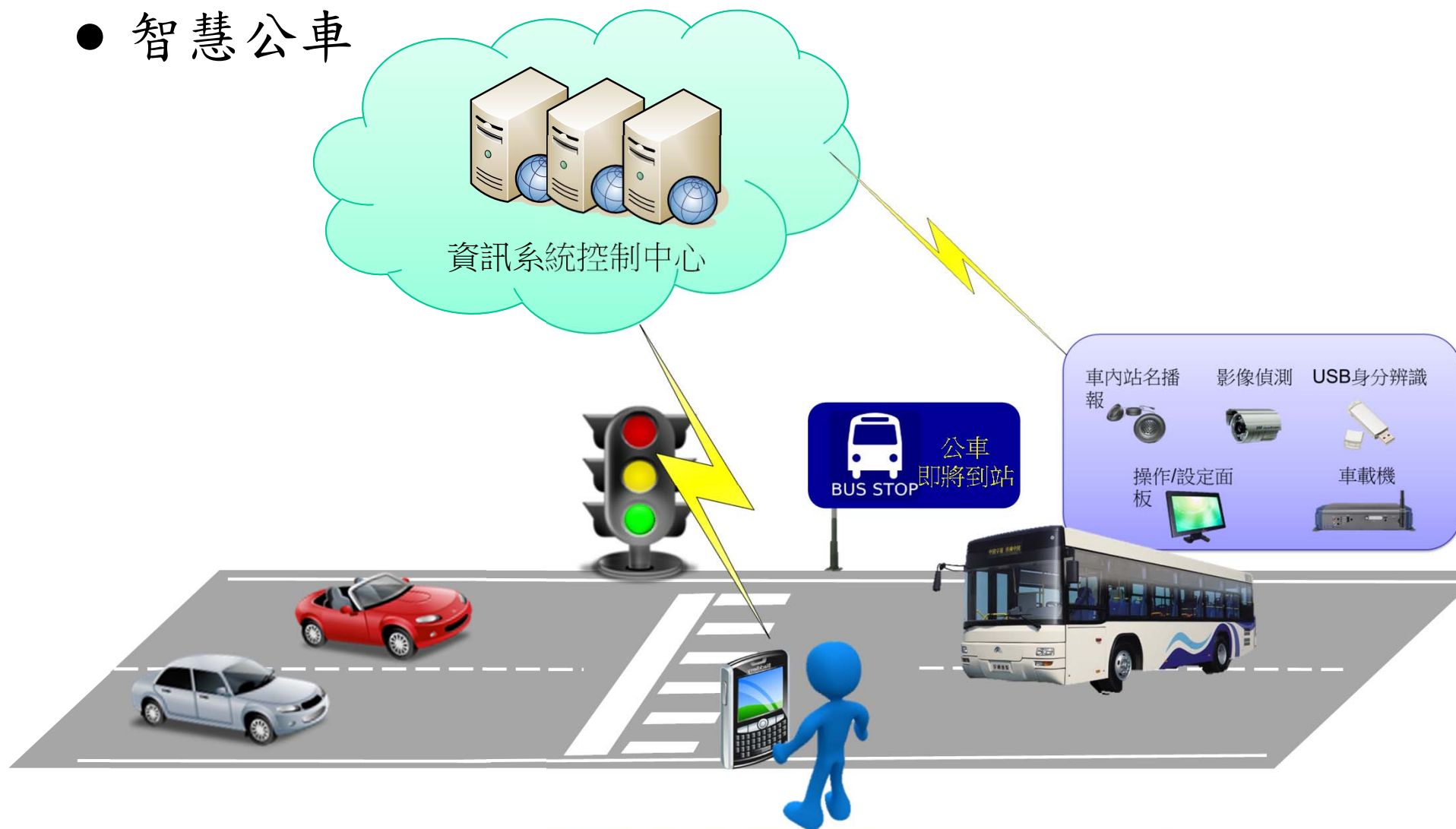


圖14.14：智慧電網之AMI架構

● 智慧電網

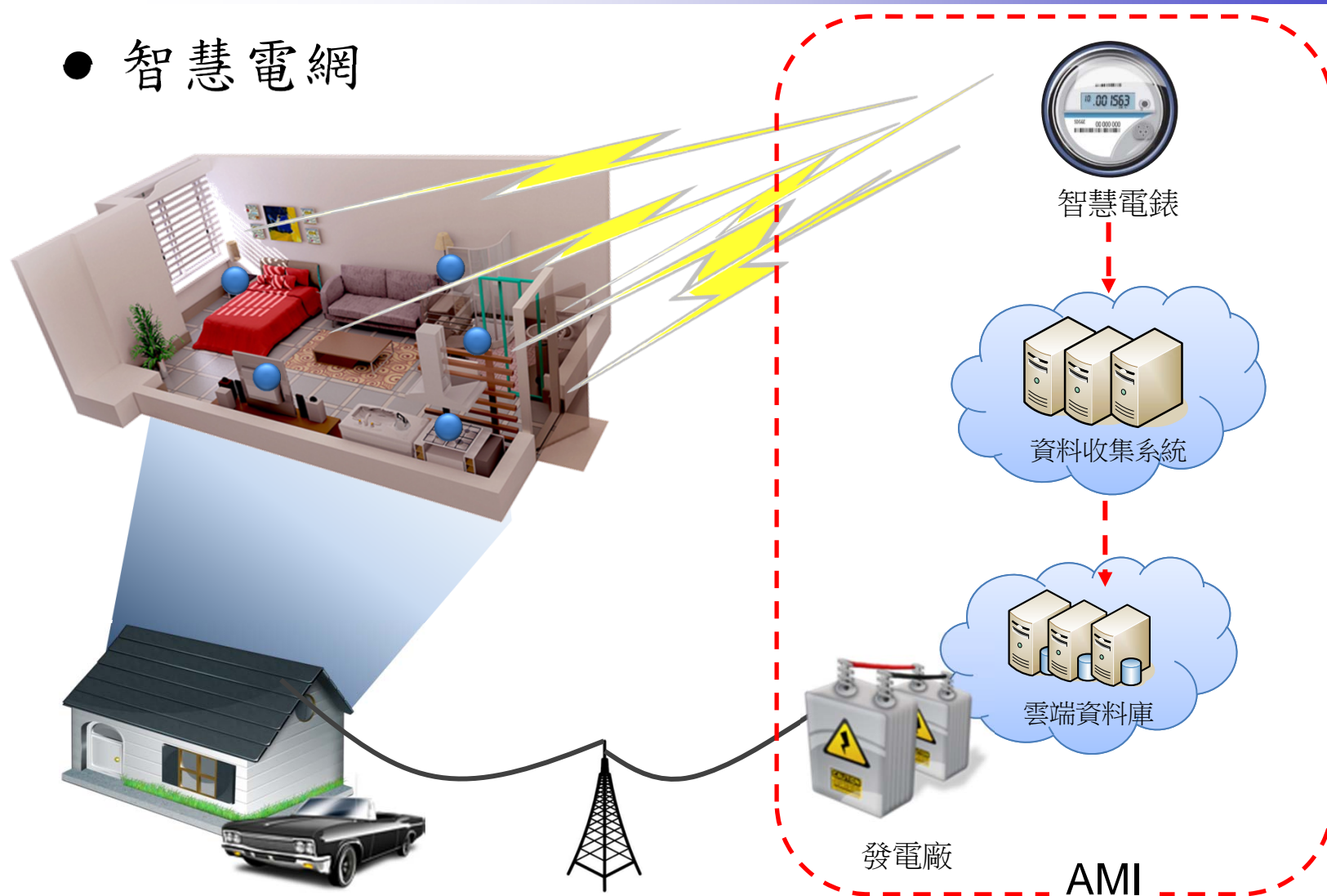


圖14.15：傳統電網與智慧電網的電力來源差異

- 傳統電網與智慧電網的電力來源差異

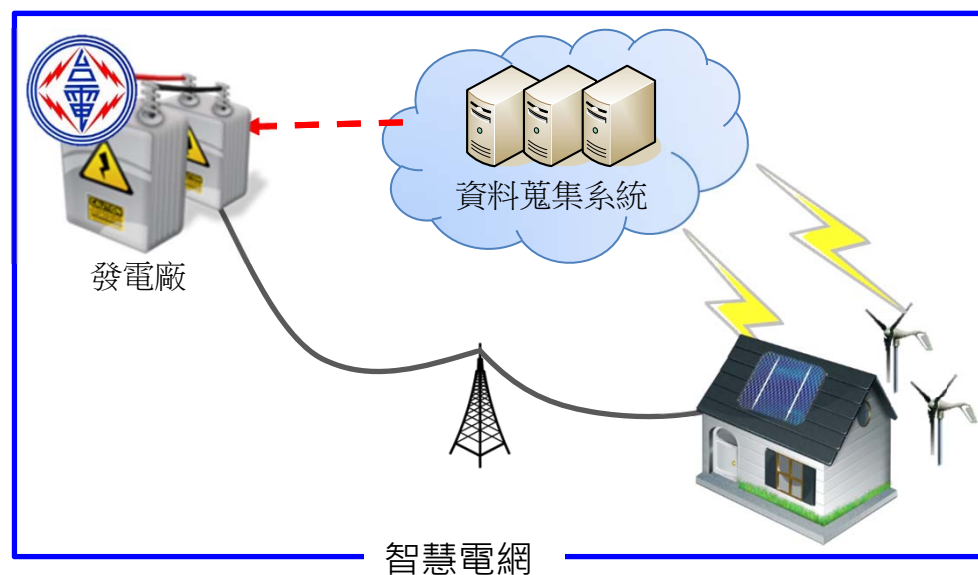
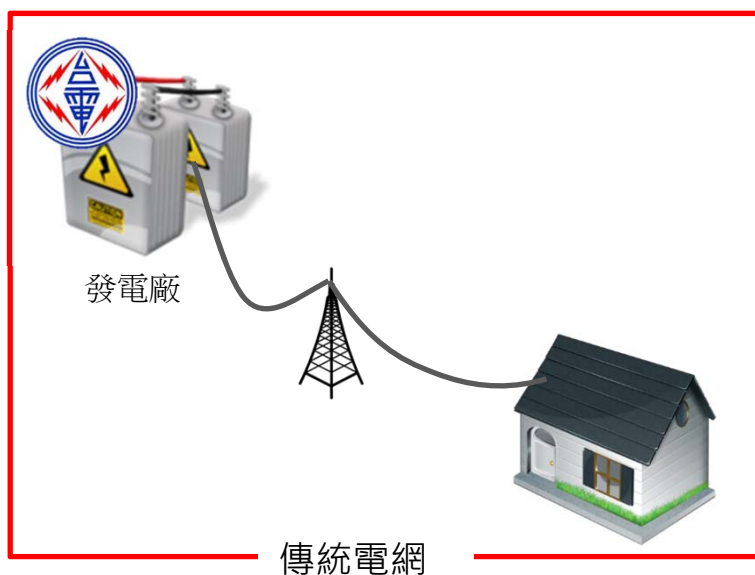


圖14.16：健康照護應用系統

● 智慧健康照護

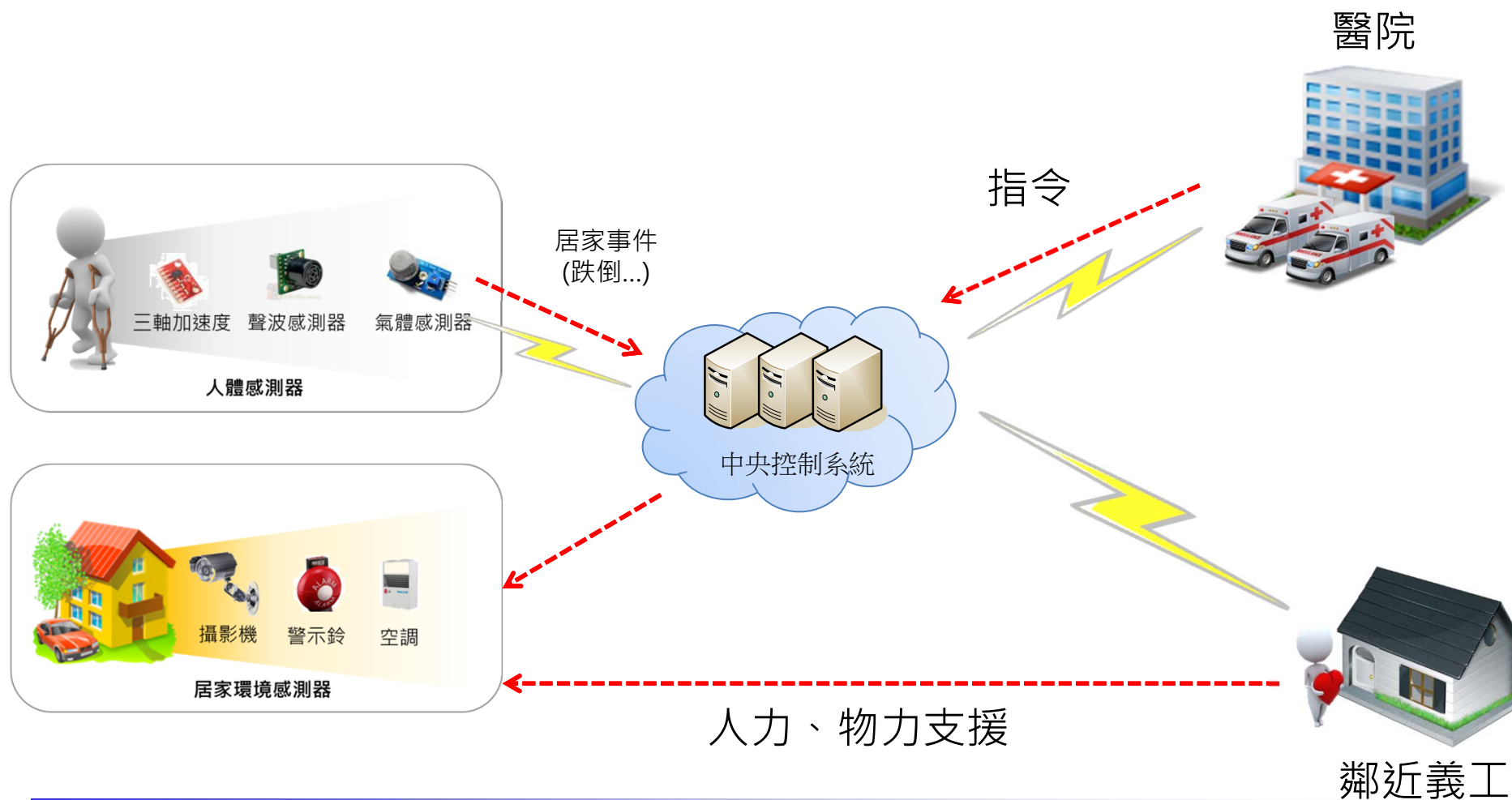


圖14.17：智慧藥盒提供正確用藥的架構圖

- 智慧健康照護-智慧藥盒

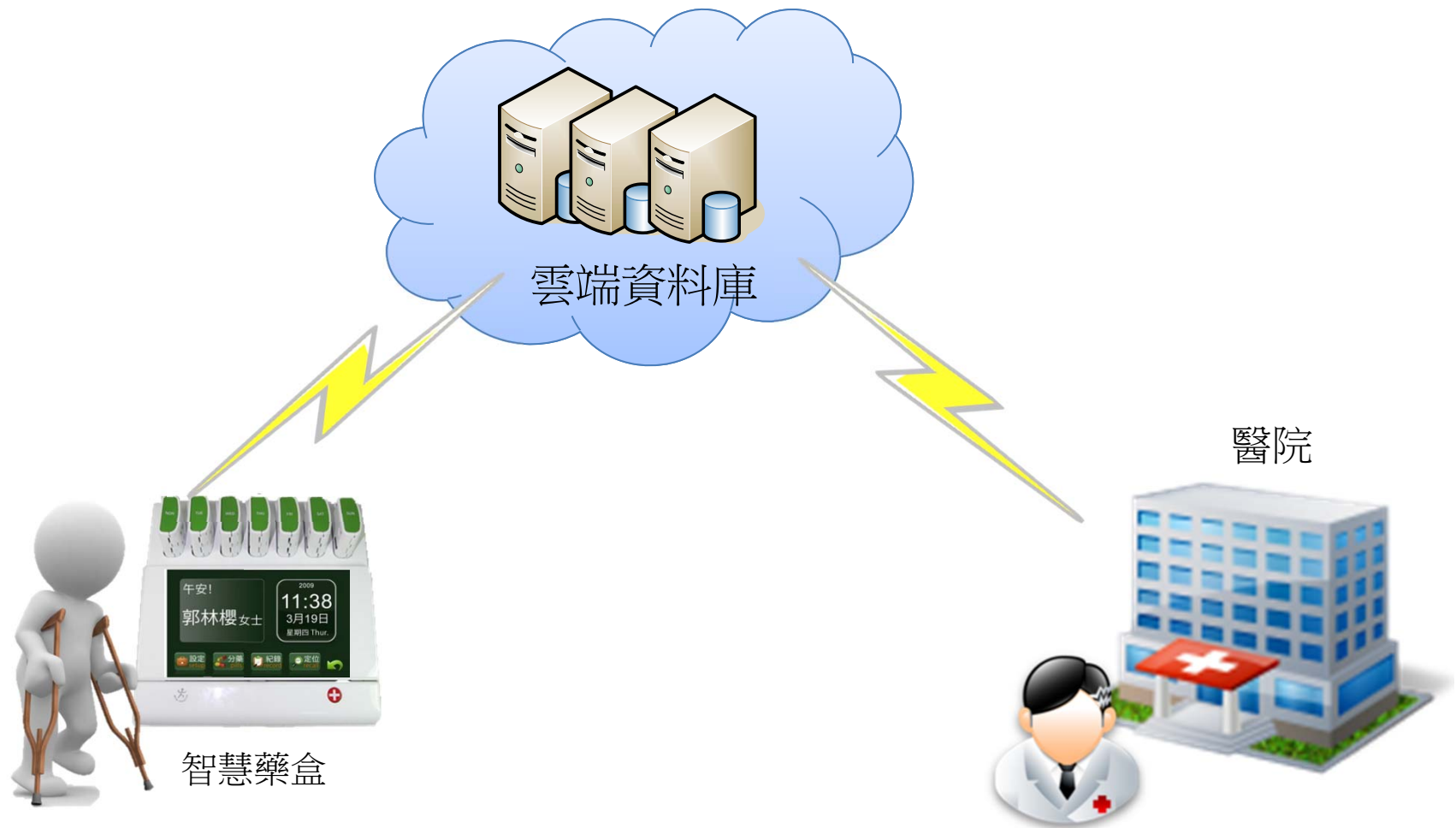
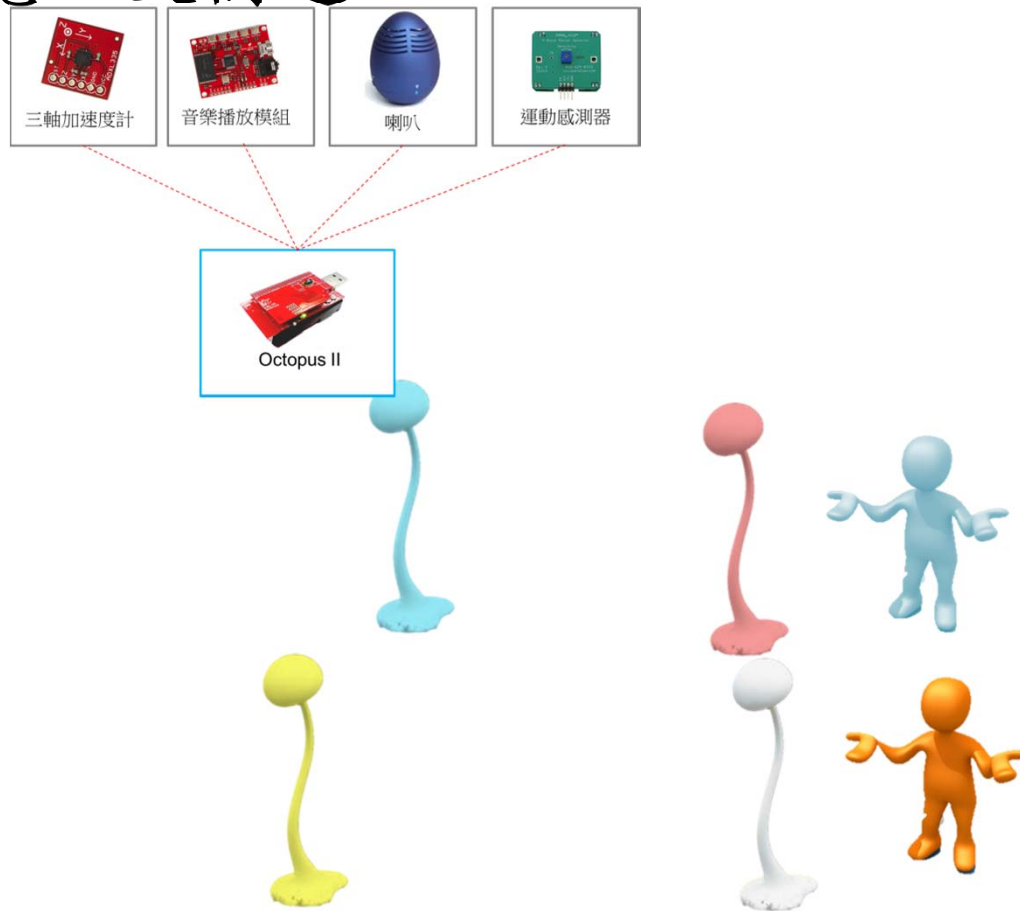


圖14.18：真菌菇內所安裝的感測器及感測模組

● 智慧人文樹道

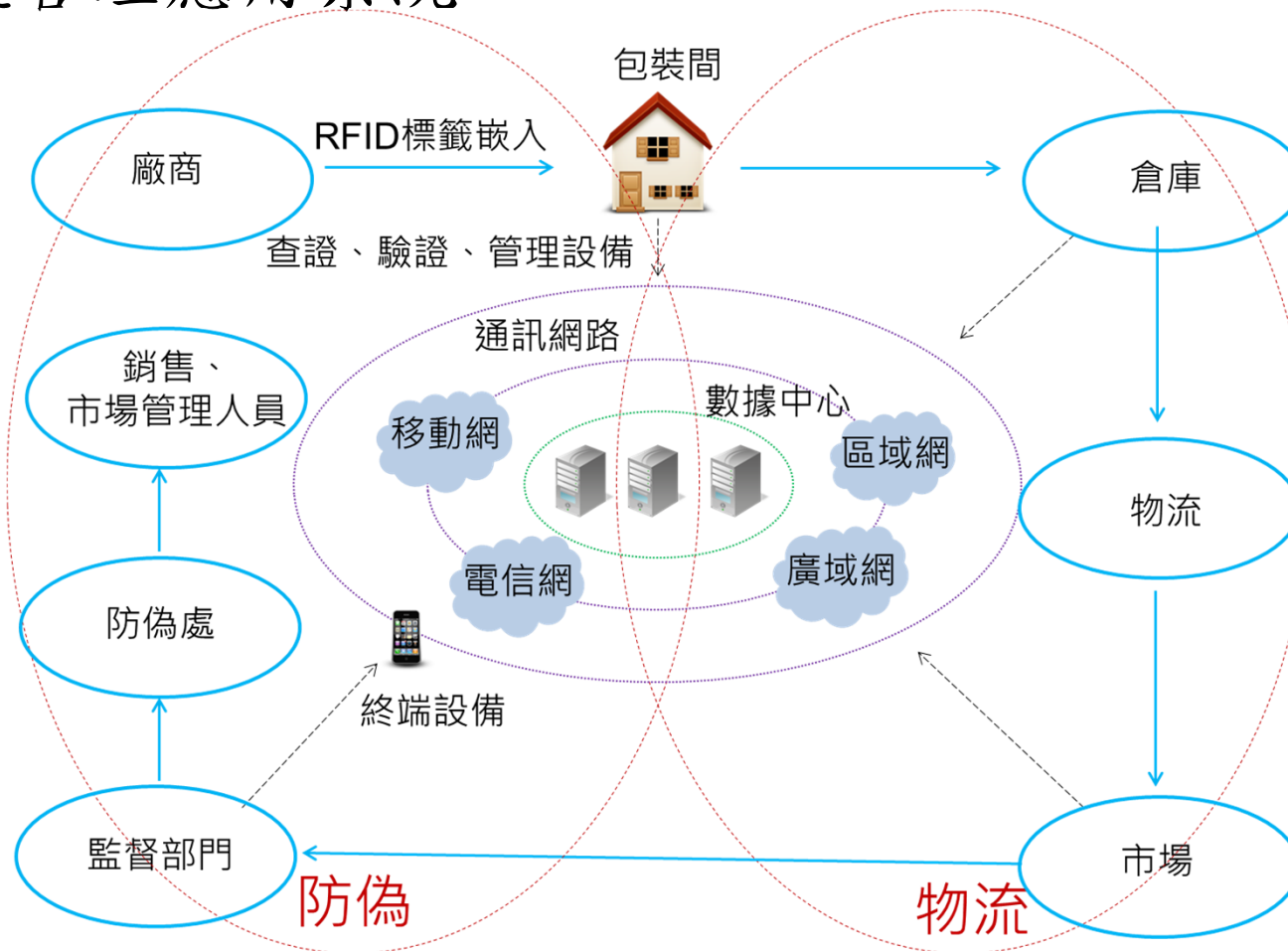


14-5：應用層物聯網實例

- 智慧門票-門票嵌入RFID標籤
 - 智慧晶片記錄每位參觀者的資料
 - 協助遊客參觀園區
 - 場館人數控制

圖14.19：智慧物流流程

● 物流管理應用系統



物聯網未來發展與挑戰

- 類似物聯網未來發展典範的好萊塢科幻電影
 - 關鍵報告：動態廣告牆
 - 機械公敵：智能家電
- 架起智慧聯網國度中各種人事物溝通的橋樑
 - 射頻識別技術（RFID）
 - 無線感知與通訊技術
 - 紅外感測器
 - 奈米與微機電技術
 - 全球定位系統
 - 3D 雷射掃描器

物聯網未來發展與挑戰－智慧物件

- 物聯網技術內嵌於各種物體中：智慧物件
 - 使各式智慧物件具備類似人類的感測、識別與溝通能力
- 物聯網技術
 - 「智慧物件」的遠端操控管理
 - 使生活更具智慧化
 - 「高效、節能、安全、環保」的和諧社會

物聯網未來發展與挑戰

- 物聯網境界
 - 全面感知
 - 可靠傳輸
 - 智慧處理
- 達成物聯網境界的嚴峻挑戰
 - 感知層技術的挑戰
 - 網路層技術的挑戰
 - 應用層技術的挑戰

物聯網未來發展與挑戰－感知挑戰

● 感知層技術的挑戰

- ❑ 嚴加制定相關的感知標準，避免物聯網資訊效率低落的情形。
- ❑ 物聯網大量且相異的設備
- ❑ 不同設備有不同的感測資訊處理方式
- ❑ 產生大量且檔案大小不同的封包
- ❑ 資料交換的封包格式與運行架構

物聯網未來發展與挑戰－網路挑戰

● 網路層技術的挑戰

- 設備干擾：如何在有限的頻帶中做出最好的利用
- 頻道的動態性：如何讓設備選擇較佳的頻道傳輸，使資料傳輸更具適應性。
- 服務品質的支持：如何避免資料精準且不遺失
- 資訊安全：如何保證在這大量的傳輸之間不被各種潛在危機所攻擊。

物聯網未來發展與挑戰 – 應用挑戰

● 應用層技術的挑戰

□ 物聯網訊息的價值特質

- 隨著訊息的正確性而增加
- 隨著被使用次數與頻率而增加
- 隨著訊息組合來源數越多而增加
- 隨著產生的時間越久而貶值

物聯網未來發展與挑戰 – 應用挑戰

● 應用層技術的挑戰

□ 物聯網資料的智慧管理

- 資源限制：如何妥善分配所有設備與資源
- 自動化：如何使智慧物件做到自我組織、自我配置、自我管理和自我修復。
- 個人隱私：如何在自動化應用與人類隱私之間有效劃分彼此的領域。
- 物聯網資訊的融合與管理：如何將這麼多雜亂的資訊做有效的整合及管理。

結論

- 物聯網的發展之便利性與必要性
 - 提昇人們生活品質，展開全新且高智慧的生活方式
 - 所有的系統及不同的網路架構完整地串聯在一起
 - 所有物品資訊對物品擁有者而言都是透明且可即時掌握
 - 節省人們對實體世界中智慧物件管理的程序
 - 簡化處理事情的程序與思維
 - 人們的智慧也需隨著物件智慧的增長而提昇

習題

1. 請說明感知層中的感知技術與辨識技術主要功能在於？
2. 請列出常見的五種感測功能與三種辨識技術。
3. 請列出六種物聯網網路層的無線通訊協定。
4. 請說明何謂「兩化融合」。
5. 請列舉三項使用智慧公車所帶來的好處。
6. 請說明智慧型電表基礎建設AMI中power meter的功能為何？
7. 請列舉三個應用在醫療照護中的感測器。

習題

8. 請說明在智慧人文樹道中的應用中，真菌菇是如何得知有人接近並且播放音樂？
9. 請說明物聯網為了達成可靠傳輸，共有哪些要點？
10. 請列舉三種在網路層的關鍵技術？
11. 物聯網中的訊息的價值，具有哪些特點？
12. 物聯網的智慧管理，共有哪些挑戰？
13. 舉出三項目前台灣政府正積極推動的物聯網相關計畫。
14. 請說明無線感測網路主要是由哪兩種設備所構成？
15. 請說明網宇實體系統與無線感測網路的差異點為何。

習題

16. 歐洲電信標準協會(ETSI)將物聯網劃分為三階層，請問分別是哪三層？
17. 承上題，請以最簡明的方式說明此三層之間的交互關係？
18. 請列舉三種在感知層的關鍵技術？

參考文獻

1. http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?CnlID=13&OneNewsPage=2&Page=1&ct=1&id=0000210621_WYO5SS4S3S128U0UW8NA8 ， IoT發展歷程。
2. <http://www.etsi.org/website/homepage.aspx> ， 物聯網三層架構。
3. <http://1968.freeway.gov.tw/> ， 高速公路即時路況系統示意圖。
4. <http://www.eettaiwan.com/> ， 電子工程專輯。

參考文獻

5. <http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=71415&s=3> Wal-Mart，政府投入大規模資源，帶動物聯網產業興起。
6. http://www.digitimes.com.tw/tw/things/shwnws.asp?cnlid=15&cat=10&cat1=15&id=0000271023_6Z1LSID13P79QR28XHDSA，藍牙技術帶動下的未來物聯網車載應用。
7. <http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=71415&s=2> TESCO，感測聯網技術成熟，物聯網大規模應用竄起。

參考文獻

8. <http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/ist/list.aspx?id=6606>，煤礦行業物聯網系統介紹。
9. <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!9EJiHLKAHxVSpfxCMm2qVDDHATEq1w--/article?mid=8784>，汽車物聯網新試驗：WiFi連接車輛減少交通事故。
10. <http://big5.huaxia.com/zt/sh/10-017/1860924.html>，智慧客車時代來臨。
11. <http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp>，AMI自動讀表的通訊技術。

參考文獻

12. http://www-mems.me.ntu.edu.tw/pdt_view.asp?sn=131，智慧藥盒。
13. http://www.lp-rack.com.tw/html/wuliaoja_6.html，倉儲物流系統建設
14. <http://blog.chinatimes.com/blognews/archive/2010/03/01/474725.html>，物聯網十年大趨勢 上兆商機。
15. http://mag.udn.com/mag/digital/storypage.jsp?f_ART_ID=244781，下一波資訊發展浪潮：物聯網時代即將降臨。

參考文獻

16. 周洪波, 李吉生, 趙曉波, “輕鬆讀懂物聯網：技術、應用、標準和商業模式,” 博碩文化股份有限公司, ISBN: 9789862014066, Dec. 2010.
17. 拓璞產業研究所, “第三波資訊潮: 物聯網啟動智慧感測商機,” 拓璞科技公司, ISBN: 9789866626548, May 2010.