

# CHAPTER02

## 無線網路與行動通訊



# INTERNET

# 本章摘要

## 2-1 無線網路類型

- [2-1-1 無線廣域網路](#)
- [2-1-2 無線都會網路](#)
- [2-1-3 無線區域網路](#)
- [2-1-4 無線個人網路](#)

INTERNET

## 2-2 WPAN技術規格

- [2-2-1 藍牙](#)
- [2-2-2 超寬頻](#)
- [2-2-3 ZigBee](#)
- [2-2-4 近場通訊](#)

INTERNET

## 2-3 IEEE 802網路標準

- [2-3-1 IEEE 802標準規範內容](#)
- [2-3-2 IEEE 802.11](#)
- [2-3-3 IEEE 802.15](#)

INTERNET

## 2-4 無線射頻辨識

- [2-4-1 認識RFID](#)
- [2-4-2 電子標籤與讀取器](#)
- [2-4-3 RFID的應用](#)

INTERNET

## 2-5 無線感測網路

無線感測網路(WSN)是指由許多的感測節點(Sensor Node)、一或數個無線資料收集器(Wireless Data Collector)、以及監控伺服器等設備所組成的無線網路系統。

INTERNET

## 2-6 行動通訊

- [2-6-1 行動通訊的發展](#)
- [2-6-2 4G](#)
- [2-6-3 5G](#)
- [2-6-4 5G的應用](#)
- [2-6-5 臺灣5G的發展現況](#)

INTERNET

# 2-1 無線網路類型

---

2-1-1 無線廣域網路

2-1-2 無線都會網路

2-1-3 無線區域網路

2-1-4 無線個人網路

INTERNET

## 2-1-1 無線廣域網路

- 無線廣域網路(WWAN)是指傳輸範圍可跨越國家或城市的無線網路。
- 無線廣域網路可以分為蜂巢式電話系統(如GSM)及衛星網路。
- 臺灣地區行動電話所使用的GSM (全球行動通訊系統)通訊系統及4G LTE通訊系統就是典型的無線廣域網路。

## 2-1-2 無線都會網路

- 無線都會網路(WMAN)是指傳輸範圍涵蓋整個城市或鄉鎮的網路。
- 無線都會網路所採行的傳輸標準為IEEE 802.16，該標準主要是針對微波和毫米波頻段所提出的無線通訊標準，其作用在提供高頻寬(約75Mbps)、長距離(約50公里)傳輸的跨都會區域無線網路。

## 2-1-2 無線都會網路

- **WiMAX (全球微波存取互通)具有高傳輸速度(最高70 Mbps)、傳輸距離長(可達30到50公尺)、網路涵蓋範圍廣(超過現行無線電話基地台、無線網路訊號)。**
- **支援影音、影像服務等特性，且支援非直視(NLOS)及直視(LOS)傳播技術。**

## 2-1-2 無線都會網路

- **WiMAX技術適合沒有ADSL或纜線網路的偏遠地區中，欲提供數據服務的設備商、服務業者，或跨都會區的遠距離企業。**
- **由於WiMAX產業萎縮，2015年12月10日停止WiMAX服務，臺灣WiMAX服務也正式走入歷史。**

## 2-1-3 無線區域網路

- 無線區域網路(WLAN)是指藉由無線射頻(Radio Frequency)銜接各種區域網路設備(例如：個人電腦、集線器、交換器等)，或是提供不同區域網路彼此之間的數位資料分享的網路系統，免除佈線困擾，克服環境上的障礙。
- 傳輸技術可分為：微波、展頻及紅外線等三種。



## 2-1-3 無線區域網路

- 無線區域網路有別於傳統的區域網路，它需要特別的**MAC**子層協定，是依據**IEEE 802.11**標準所發展的，以這個標準為基礎的無線區域網路又稱為「**Wi-Fi (Wireless Fidelity)**」。
- 無線區域網路只需要架設一個無線基地台，以及在每台電腦裡安裝無線網路卡，即可無線上網。

## 2-1-3 無線區域網路

### Wi-Fi (Wireless Fidelity)

- **Wi-Fi**是基於**IEEE 802.11**系列標準的無線網路通訊技術的品牌，目的是改善無線網路產品之間的互通性，由**Wi-Fi聯盟(Wi-Fi Alliance, WFA)**建立及執行標準，制定全球通用的規範，並提供相關設備、產品的檢測，通過後進行**Wi-Fi**商業認證和商標授權，以保障使用該商標的商品間可以相互連接。

## 2-1-3 無線區域網路

- 現在市面上有許多的無線設備也都有**Wi-Fi**的認證，有了認證後可以確保不同產品都能符合標準，而取得認證的產品都可以互相搭配使用，通常可以在產品的本身或外盒上看到該認證標章。



## 2-1-3 無線區域網路

### Wi-Fi Direct

- 主要的應用在於可以讓具有Wi-Fi功能的裝置，不必透過無線網路基地台，以點對點的方式，直接與另一個也具有Wi-Fi功能的裝置連線，進行資料傳輸。
- 傳輸速度最高為250 Mbps。
- 最遠距離約為300公尺。
- 只要具備Wi-Fi Direct認證的產品皆可進行連線。

## 2-1-4 無線個人網路

- 無線個人網路 (Wireless Personal Area Network, WPAN) 位於整個網路的末端，主要目的是讓資訊設備之間能以無線的方式傳輸資料。
- WPAN所使用的標準為IEEE 802.15，常見的技術有藍牙、UWB、ZigBee、NFC等。

## 2-2 WPAN技術規格

---

2-2-1 藍牙

2-2-2 超寬頻

2-2-3 ZigBee

2-2-4 近場通訊

INTERNET

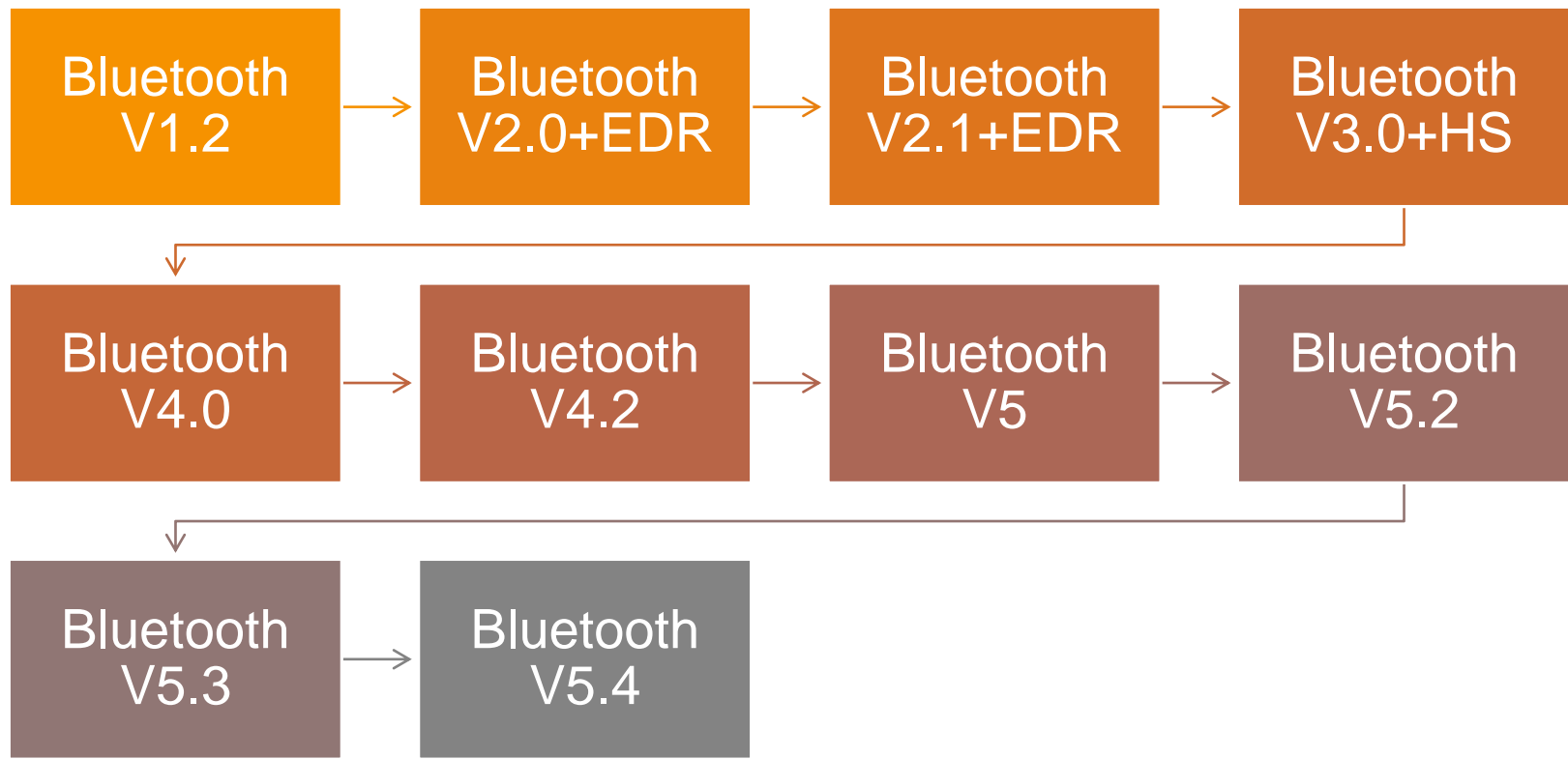
## 2-2-1 藍牙

- 藍牙所採行的無線通訊標準為**IEEE 802.15.1**。
- 以無線電波為傳輸媒介，其傳輸速率約**1Mbps (2.x版)**，傳輸距離為**10公尺**。
- 常用於短距離的無線資料傳輸，例如：手機、電腦和周邊設備，裝置與裝置之間透過藍牙晶片就可以互相溝通，而不需透過實體線路傳輸。



## 2-2-1 藍牙

### 藍牙的規格





## 2-2-1 藍牙

規格	年份	說明
Bluetooth V1.0	1999	正式公布 1.0 版，使用 2.4GHz 頻譜，最高資料傳輸速率為 1 Mbps。
Bluetooth V1.1	2002	正式列入 IEEE 802.15.1 標準。
Bluetooth V1.2	2003	加快了搜尋及建立連線的速度，並小小的提升傳輸速率。
Bluetooth V2.0 + EDR	2004	加入 Enhanced Data Rate(EDR) 的選用規格，且傳輸率提升至 2~3 Mbps。
Bluetooth V2.1 + EDR	2007	增強了簡單安全配對機制及省電功能。
Bluetooth V3.0 + HS	2009	提高了資料傳輸速率，加入使用 802.11 技術的 AMP 規格。
Bluetooth V4.0	2010	為低功耗規格，包含高速藍牙、經典藍牙和低功耗藍牙三種模式。

## 2-2-1 藍牙

規格	年份	說明
Bluetooth V4.2	2014	導入更多IP位址，一個行動裝置至少可以連結10到15個藍牙設備，資料傳輸速度比前一版快上2.5倍，並加入128位元AES加密，提升安全性與隱私性。主要應用於物聯網，要讓所有物品都能輕鬆連上網，達到萬物皆連網的境界。
Bluetooth 5	2016	依舊保持低功耗的特性，並可與舊的藍牙版本相容。支援室內定位導航功能，結合Wi-Fi使用則可令準確度少於1米的誤差。廣泛應用於物聯網智慧城市建設、智慧醫療安全保障等領域。
Bluetooth 5.1	2019	新增尋向(Direction Finding)功能，可讓裝置更容易被偵測，而且能將位置的準確範圍從公尺縮小到公分等級。
Bluetooth 5.2	2020	採用增強屬性協議(EATT)，可以在藍牙低功率音訊的客戶端和伺服器之間同時執行。內建「低功率音訊」(LE Audio)新功能，將可利用更省電的低功耗藍牙無線電波來傳輸音訊。導入多重串流音訊及廣播音訊等功能。
Bluetooth 5.3	2021	增加低速連線(Subrated Connections)，提高安全性、質量和功率，並減少干擾。
Bluetooth 5.4	2023	支援無線接入點(AP)與數千個極低功耗終端節點之間的安全雙向通信。

## 2-2-1 藍牙

- 藍牙是智慧穿戴裝置、智慧家庭、手機以及車用裝置最常使用的連接技術。



## 2-2-2 超寬頻

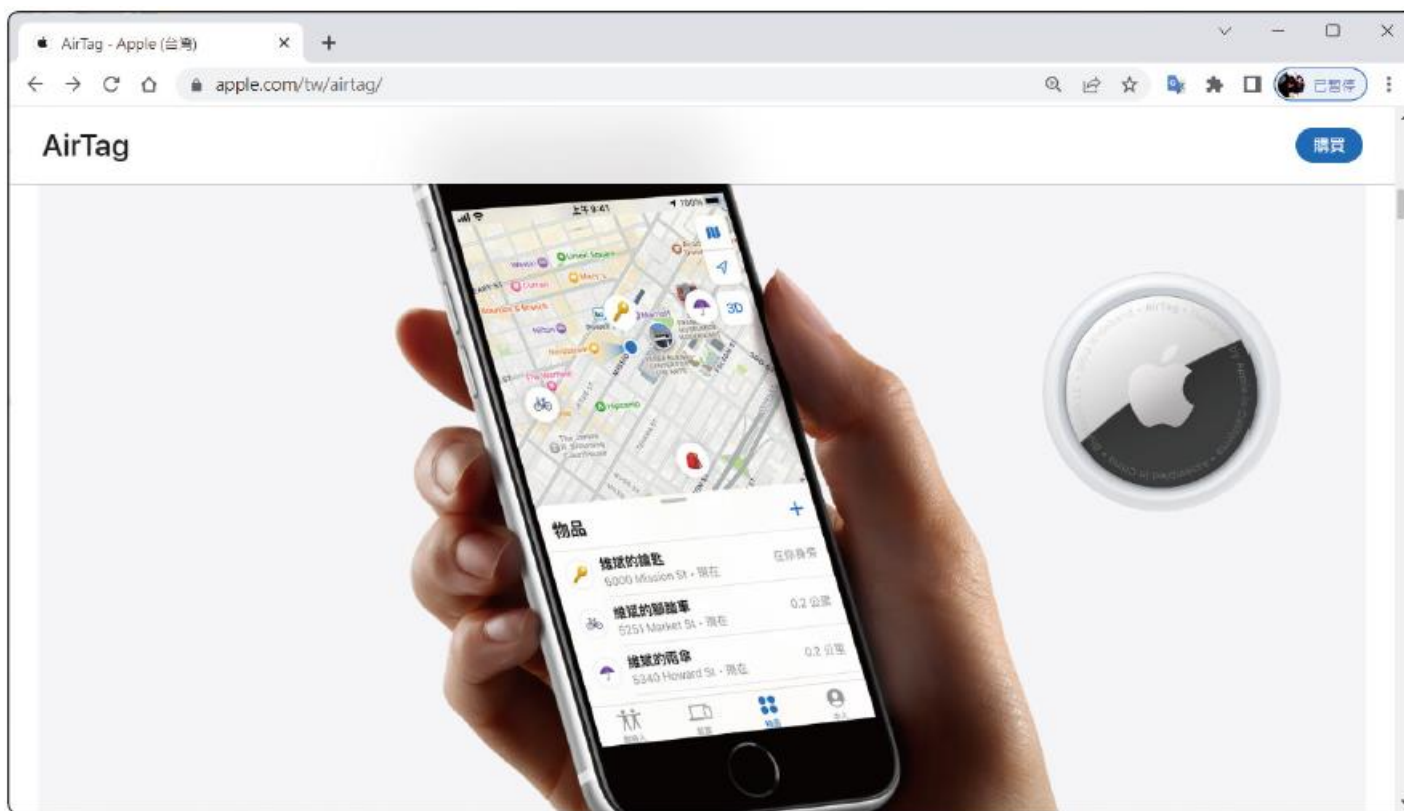
- 超寬頻(Ultra Wide Band, UWB)是一種無線載波技術，利用奈秒(ns)至披秒(ps)級的非正弦波窄脈衝傳輸資料。
- 具有高速傳輸、低功率消耗、低成本、高度安全性、干擾性低及精準的定位功能等特色，使用3.1GHz 到 10.6GHz 頻段，傳輸速率高達480Mbps，可安全精確地計算其它支援UWB裝置的相對位置，距離可達100公尺，精確度達10毫米，被視為一種安全精準的測距技術，支援多種創新定位使用體驗和服務。

## 2-2-2 超寬頻

- **UWB技術可應用在許多場景中，例如：室內定位、距離測量、智慧型手機和消費性電子產品的無線連接、數位汽車鑰匙、物聯網等。**
- **UWB精準的內定位系統可精確測量兩個裝置(如：智慧型手機、穿戴式裝置、鑰匙、標籤、門鎖等)間的飛時測距 (Time of Fly, ToF)。**

## 2-2-2 超寬頻

- Apple 推出的 AirTag 追蹤裝置，透過 UWB 技術，就能精準地定位尋找 AirTag 裝置。



## 2-2-3 ZigBee

- ZigBee 所採行的無線通訊標準為 IEEE 802.15.4，使用 2.4 GHz、868 MHz 或 915 MHz 頻段。
- 具有短距離、低速率、低成本、支援大量網路節點（單一個網路內最高可以有 65,535 個節點）、可靠、安全等特色，專為物聯網及無線感測網路等應用而設計。

## 2-2-3 ZigBee

年份	說明
1998	開始發展。
2003	向IEEE提案納入IEEE 802.15.4標準規範之中。
2005	正式發布ZigBee 1.0(又稱ZigBee 2004)的工業規範，從此ZigBee漸漸成為各業界共通的低速短距無線通訊技術之一。
2015	推出3.0版，將過去各裝置的不同ZigBee標準統一，讓應用之間具備高度互通性、傳輸安全。



## 2-2-3 ZigBee

- **ZigBee** 主要應用領域有家庭自動化、家庭安全、工業與環境控制與個人醫療照護等，可搭配之應用產品則有家電產品、消費性電子、**PC**週邊產品與感測器等，提供家電感測、無線**PC**周邊控制、家電遙控等功能。



## 2-2-4 近場通訊

- 近場通訊(NFC)又稱為近距離無線通訊，是一種短距離的無線電通訊技術，乃由RFID與互連技術的基礎演變而來，可在不同的電子裝置之間，進行非接觸式的點對點資料傳輸。
- NFC技術最初是由飛利浦與索尼於2002年9月聯合開發的無線電通訊技術，並於2004年正式宣布成立NFC論壇，共同推廣近場通訊技術。

## 2-2-4 近場通訊

- **NFC所使用的頻率為13.56MHz，傳輸距離為20公分內，資料傳輸速度有106 Kbps、212 Kbps及424 Kbps三種。**
- **目前近場通訊已通過成為ISO/IEC IS18092國際標準、EMCA-340標準與ETSI TS 102 190標準。**

## 2-2-4 近場通訊

### 卡片模擬模式

- 卡片模擬模式是**RFID**與智慧卡技術的延伸，裝置與接收器連結後，藉由近距離的感應動作，可以模擬多種實體卡片功能，如電子錢包、信用卡、門禁卡、優惠券、會員卡、車票、門票等。
- 例如：配備有**NFC**元件的手機，可以進行感應扣款，也可記錄銀行帳戶資訊。

## 2-2-4 近場通訊



## 2-2-4 近場通訊

- 運用卡片模擬模式時，必須採用內建安全元件 (Security Element, SE) 的晶片。
- 安全元件是存放資料的空間，包含信用卡資料、用戶資訊等，取得合法授權者，才能進入該區域存取資料，可有效防止個人信用資料遭到竄改。
- SE 可以整合在手機的 SIM 卡裡 (標準是 SWP-SIM)，也可以整合在手機的主機板上，或是放在手機以外的周邊裝置中，例如：SD 卡、NFC 收發器、Micro SD 卡。

## 2-2-4 近場通訊

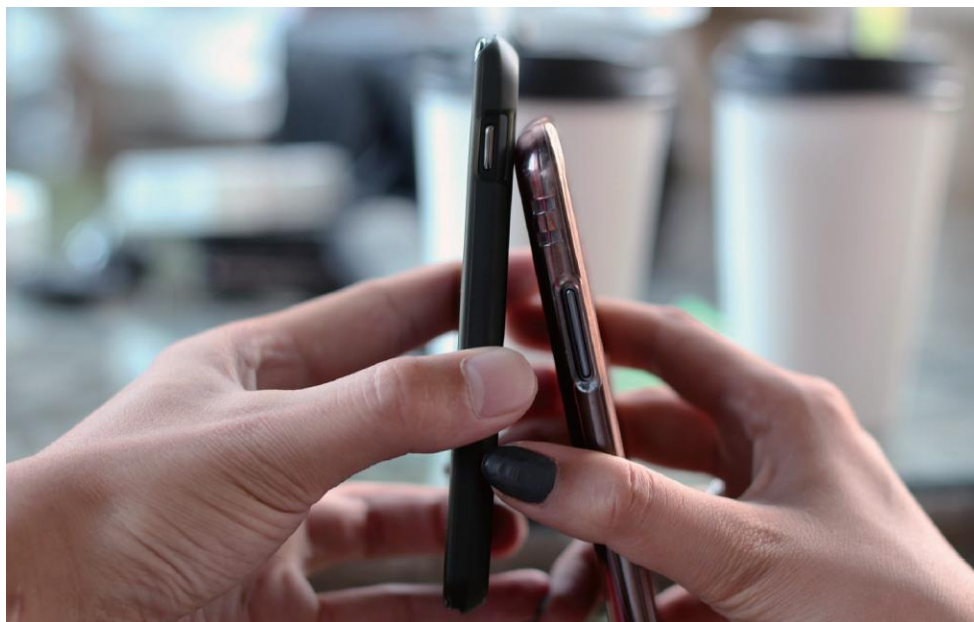
### 讀寫模式

- 讀寫模式讓手機具備讀寫功能，透過**NFC**手機上的晶片、電源及感應天線，即可讓手機變成可以讀寫其他智慧卡的無線讀卡機。
- 讀寫模式應用於：將智慧型廣告中的時間表存入**NFC**手機、將停車位置存入**NFC**手機、優惠券下載、電子資源下載，或是將各種票券存入**NFC**手機等。

## 2-2-4 近場通訊

### 點對點模式

- 點對點模式概念有點類似紅外線傳輸，依循 **ISO/IEC 18092**標準，可以進行資料傳輸、名片交換等。





# 2-3 IEEE 802網路標準

---

2-3-1 IEEE 802標準規範內容

2-3-2 IEEE 802.11

2-3-3 IEEE 802.15

INTERNET

## 2-3-1 IEEE 802標準規範內容

- IEEE擁有860個以上的標準及上百個正在討論中的標準，而每一個標準都會有一個專門的委員會來負責。
- IEEE 802委員會成立於1980年2月，主要負責都會網路、區域網路及高速網路等介面與協定的制定。



## 2-3-1 IEEE 802標準規範內容

標準	規範內容	目前狀態
802.1	屬於OSI第二層以上之高階層介面標準。	運作中
802.2	屬於OSI參考模式第二層之邏輯連結控制標準。	暫停運作
802.3	規範乙太網路的運作。	運作中
802.4	規範記號匯流排網路的運作。	解散
802.5	規範記號環網路的運作。	暫停運作
802.6	規範都會網路(MAN)的運作。	解散
802.7	屬於OSI第一層相關寬頻傳輸標準及其對802.3與802.4的技術支援。	解散
802.8	屬於OSI第一層相關光纖傳輸標準及其對802.3與802.4的技術支援。	解散
802.9	規範相關聲音/資料整合傳輸標準。	解散

## 2-3-1 IEEE 802標準規範內容

802.10	規範相關LAN的安全問題及其相關標準的制定。	解散
802.11	規範無線區域網路的運作。	運作中
802.12	相關100VG-AnyLAN區域網路標準的制定。	解散
802.14	纜線數據機標準的制定。	解散
802.15	無線個人區域網路標準的制定。	運作中
802.15.1	藍牙技術。	運作中
802.15.4	ZigBee無線網路技術。	運作中
802.16	相關寬頻無線標準的制定。	運作中
802.16.e	無線寬頻網路-行動通訊相關。	運作中
802.17	規範彈性封包環傳輸技術(Resilient packet ring)的存取技術。	運作中
802.18	無線電管制技術(Radio Regulatory TAG)。	運作中
802.19	共存標籤(Coexistence TAG)，相關系統間共存技術。	運作中
802.20	行動寬頻無線存取技術(Mobile Broadband Wireless Access)。	運作中
802.21	異質網路自動交換技術(Media Independent Handover)，制定通訊設備如何漫遊於異質網路。	運作中
802.22	為一使用電視頻譜閒置空間的無線區域網路(Wireless Regional Area Network, WARN)標準，具備各種先進的感知無線電能力。	運作中
802.23	緊急服務工作群組(Emergency Services Working Group)。	運作中

## 2-3-2 IEEE 802.11

- **IEEE 802.11**主要是制訂利用無線電技術，可以架構出和有線區域網路相同的功能，使用此標準所建置的無線區域網路便可進行無線上網。
- **1997年發表了第一個版本**，定義了媒體存取控制層(MAC層)和實體層之規範。最初傳輸率只有**2 Mbps**，而在**1999年**又相繼推出了**802.11b (11 Mbps)**及**802.11a (54 Mbps)**標準。

## 2-3-2 IEEE 802.11

- 早期Wi-Fi是使用a、b、g、n等英文字母來命名，在2019年，Wi-Fi聯盟為簡化複雜的Wi-Fi命名，改以數字取代英文字母，例如:802.11ax為Wi-Fi 6；802.11ac為Wi-Fi 5；802.11n為Wi-Fi 4等。

## 2-3-2 IEEE 802.11

標準	說明	使用頻率	傳輸率	傳輸距離
802.11b (Wi-Fi 1)	無線區域網路標準。	2.4 GHz	11 Mbps	約 100 公尺
802.11a (Wi-Fi 2)	原始標準。	5 GHz	54 Mbps	約 50 公尺
802.11g (Wi-Fi 3)	是 IEEE 802.11b 的後繼標準。	2.4 GHz	54 Mbps	約 100 公尺
802.11n (Wi-Fi 4)	改善傳輸速率，支援 <b>多輸入多輸出</b> (Multi-input Multi-output, <b>MIMO</b> ) 技術。	2.4、5 GHz	600 Mbps	約 250 公尺
802.11ac (Wi-Fi 5)	定義使用的頻段提高、增加新的調變技術、波束技術的標準化、支援的天線數增加及多重裝置同步存取的新規格技術。	5 GHz	1 Gbps	約 35 公尺
802.11ax (Wi-Fi 6)	提升密集環境中的每位用戶的平均傳輸率，有效減少網路擁塞，提升無線速度與覆蓋範圍。支援上行 MU-MIMO 及 OFDMA 技術。	2.4、5 GHz	10 Gbps	10~100 公尺

## 2-3-2 IEEE 802.11

標準	說明	使用頻率	傳輸率	傳輸距離
802.11be (Wi-Fi 7)	更大傳輸量，更低延遲效果來輔助更強大的擴增實境，或者是提供完全沉浸式的虛擬實境應用，預計2023年會有最終版規格釋出。	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz	30 Gbps	1 公里以上
802.11p	以802.11a為基礎所制定，又稱為 <b>車用環境無線存取(WAVE)</b> ，使用在車對車、車對交通基礎設施的無線通訊標準，且支援 <b>智慧型運輸系統(ITS)</b> 的相關應用。也應用於 <b>車載通訊(DSRC)</b> 系統中。	5.9 GHz	27 Mbps	約 1 公里
802.11ah	支援 <b>無線感測器網路(WSN)</b> 、 <b>物聯網(IoT)</b> 、 <b>智慧型電網(Smart Grid)</b> 、 <b>智慧手錶(Smart Meter)</b> 等應用。	低於 1 GHz	100 Kbps	1 公里以上
802.11ad (WiGig)	適用於擴增實境(AR)、4K以上超高解析度影像內容串流播放，甚至對應大型檔案無線傳輸交換使用等。	60MHz	7 Gbps	約 10 公尺



## 2-3-3 IEEE 802.15

### IEEE 802.15.1

- 針對藍牙無線技術所提出的通訊標準。

### IEEE 802.15.2

- 解決IEEE 802.15 系列與其他無線通訊技術互通性的問題。

### IEEE 802.15.3

- 針對隨身攜帶、穿戴式或是鄰近身體等具通訊能力的電子產品。在短距離內提供高速寬頻的無線傳輸服務。

### IEEE 802.15.4

- 又稱為ZigBee，具有短距離(50公尺內)、低速率(250 Kbps)、低耗電、低成本等特性。主要使用於無線感測網路(WSN)中。

### IEEE 802.15.6

- 針對短距離人體區域網路的新標準。

## 2-4 無線射頻辨識

---

### 2-4-1 認識RFID

### 2-4-2 電子標籤與讀取器

### 2-4-3 RFID的應用



## 2-4-1 認識RFID

- RFID系統是一種運用無線電波傳輸訊息的識別技術。
- 此技術可以運用於產品條碼上，在產品上會有一個像米粒般大小的電子標籤，此標籤透過讀取器偵測，將標籤的資料送到後端電腦上整合運用。

## 2-4-1 認識RFID



## 2-4-1 認識RFID

### 優點

- 無方向性限制讀取資料。
- 辨識距離長。
- 辨識速度快。
- 辨識正確性高。
- 讀/ 寫功能，資料記憶量大。
- 安全性高。
- 壽命長。
- 標籤穿透性佳與可在惡劣環境操作。

## 2-4-2 電子標籤與讀取器

### 電子標籤

- 通常以電池的有無區分為主動式、半主動式及被動式等類型。

#### 主動式

- 內置電池，會週期性發射識別訊號，且具有體積小、價格便宜、壽命長及數位資料可攜性等優點。

#### 半被動式

- 內置一個小型電池，只有在閱讀器附近才會觸發，半主動式有更快的反應速度及更好的效率。

#### 被動式

- 標籤本身不帶任何電池，是用閱讀器傳出來的無線電波能量來供給自身電力。

## 2-4-2 電子標籤與讀取器

- 讀取器可從電子標籤中讀取資料並傳送至電腦系統中，或將資料存放到電子標籤內的工具。

	頻段範圍	讀取範圍	應用範圍
低頻	135 KHz	50 公分	寵物晶片、門禁管理、汽車防盜器、玩具
高頻	13.56 MHz	1.5 公尺內	圖書館管理、產品管理、悠遊卡、電子證件
超高頻	433 MHz	1~100 公尺	定位服務、車輛管理、貨架及棧板管理、出貨管理、物流管理
	860~960 MHz	1~2 公尺	倉儲管理、物流管理
微波	2.45 GHz 5.8 GHz	1~100 公尺	自動收費系統、醫療管理、行李追蹤、物品管理、供應鏈管理

## 2-4-3 RFID的應用

### 藥品管制

- 將藥品裝上電子標籤後，便可利用藥品追蹤系統清楚掌握藥物的流通與使用過程。不但可辨別藥品內容和期限，連誰拿過都能清楚記錄，有效避免配藥疏失的情況發生。





## 2-4-3 RFID的應用

### 醫療照護

- 運用**RFID**技術可以進行藥物管理、病人辨識、疾病管理等，醫院可以即時追蹤病人，並偵測到病人目前的狀況。
- 護理人員在治療前，只要掃描病人**RFID**標籤確認病人身分，並顯示病人的相關資訊，再即時傳回系統，再依據數據給予相關治療，便可大幅減少人工作業時間及錯誤率，提升護理作業效率及醫療安全。

## 2-4-3 RFID的應用

### 電子學生證

- 內含RFID晶片的電子學生證中，內建學生姓名、照片、校徽、學號、註冊章等資料，並結合悠遊卡、門禁控管等功能，當學生進出校門或發生早退、遲到等情況，系統都會透過手機簡訊通知家長。

## 2-4-3 RFID的應用

### 智慧商店

- 世界各地有許多零售通路導入科技化服務，讓傳統的商店逐漸轉型為智慧商店，改變過往消費者購物模式。
- 智慧商店中的自動結帳，靠的就是**RFID**技術。

## 2-4-3 RFID的應用

### 倉儲與物流管理

- 生產線的產品配合建置RFID晶片的智慧型紙箱包裝，將可優化配送程序。
- 從產品製造完成，一直到送至銷售點，業主均可精準掌握產品的運送時間與存貨數量等資訊。

## 2-4-3 RFID的應用

### 無人圖書館

- 有越來越多的圖書館藉由RFID系統，改造為無人圖書館，此系統主要是在書的封底貼上一張射頻辨識晶片，靠著射頻辨識晶片的自動掃描就可完成借書與還書的動作，不僅節省了人力成本，也提高了效率。

## 2-4-3 RFID的應用

### 動物監控

- 透過RFID技術，可監控及觀察即時動物健康資訊，包含疾病爆發、治療、體重變化、動物數量、防止動物失竊等，讓整個過程自動化。除此之外，即時的動物健康、餵飼狀況、環境衛生、定位追蹤等資訊，將可提升管理的效率，並將資源做充分利用。

## 2-4-3 RFID的應用

### 智慧卡

- 現在出門購物只要使用信用卡或嵌入IC晶片的智慧卡(Smart Card)，就可以輕鬆購物，或是搭乘交通工具。「悠遊卡」及「一卡通」就是屬於此種智慧卡。



## 2-4-3 RFID的應用

- 事實上還有許多日常生活上的RFID應用，例如：小額電子錢包、門禁管理、電子票券、寵物晶片、護照、停車場、行李管理等。
- 英國航空公司採用了RFID電子行李標籤，乘客只要在前往機場之前，使用手機的應用程式將航班資訊傳輸到行李標籤，就不用再經過登機通道，行李也能夠順利進入託運。





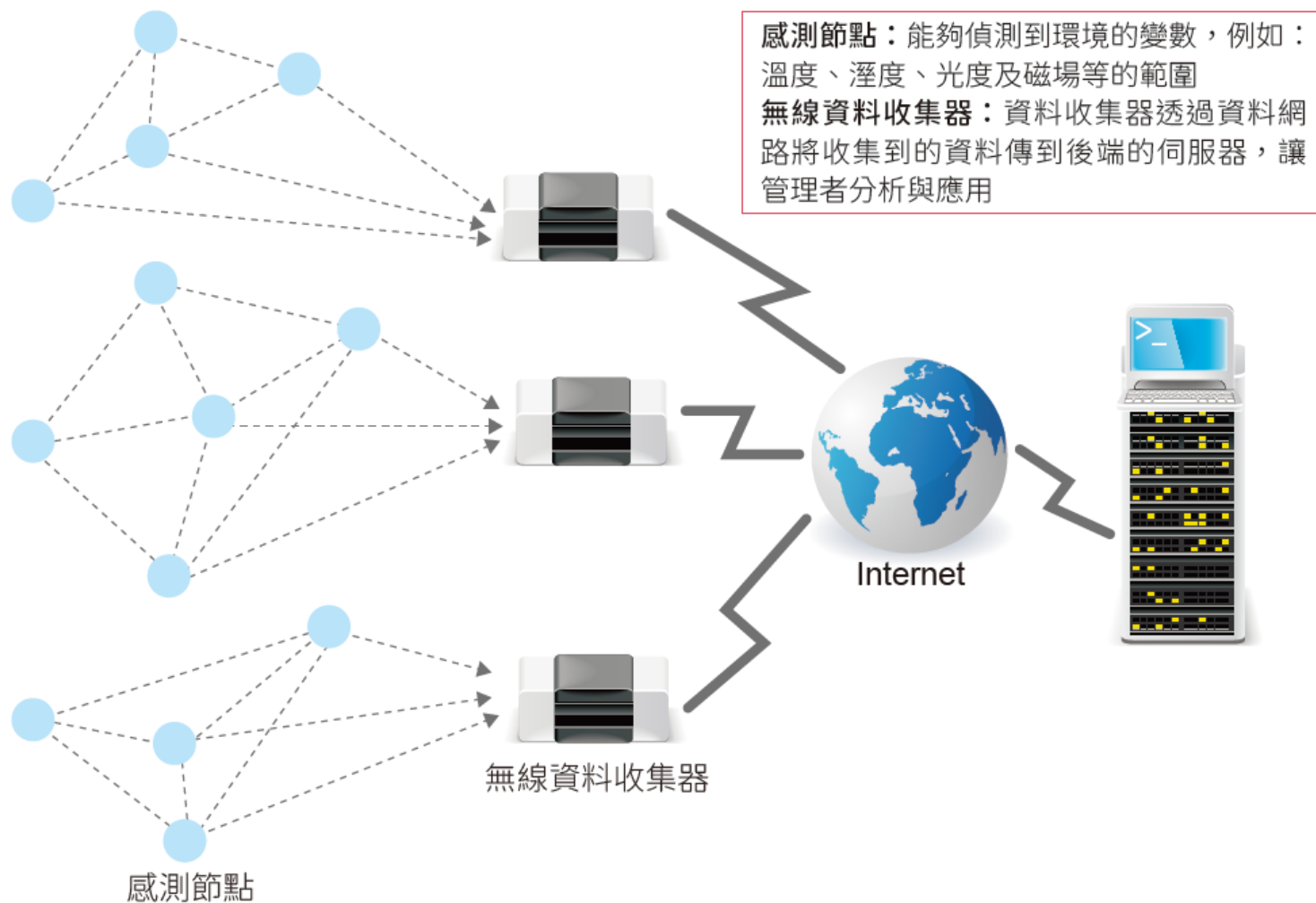
## 2-5 無線感測網路

---

無線感測網路(WSN)是指由許多的感測節點(Sensor Node)、一或數個無線資料收集器(Wireless Data Collector)，以及監控伺服器等設備所組成的無線網路系統。



## 2-5 無線感測網路



## 2-5 無線感測網路

- WSN最早是美國加州柏克萊大學David Culler教授主持的智慧灰塵(Smart Dust)計劃，由於這項計劃是由美國國防部研究計劃單位(DARPA)所資助，所以原先的構想是應用在軍事上，近年來已逐漸應用在健康醫療、交通運輸、生物研究、居家照顧等領域。

## 2-5 無線感測網路

- 在無線感測網路的布設實務上，必須先將大量的感測節點密集散佈在需要進行感測的區域，偵測並感應各種環境資料後，再藉由網路將蒐集的資料經由無線資料收集器，傳回給監控伺服器或應用程式，進行進一步的分析與運算，以達成遠端監控的目的。
- 目前無線感測網路主要仍屬於任務導向的應用網路型態，依照任務的不同，感測器所偵測的資料來源可以是溫度、溼度、動作、光線、氣體、壓力等環境訊息，所以應用層面十分廣泛。

## 2-6 行動通訊

---

### 2-6-1 行動通訊的發展

### 2-6-2 4G

### 2-6-3 5G

### 2-6-4 5G的應用

### 2-6-5 臺灣5G的發展現況

## 2-6-1 行動通訊的發展

	1G	2G	3G	4G	5G
技術	AMPS	GSM CDMA	W-CDMA CDMA2000 TDS-CDMA	LTE LTE-A	5G NR
類別	類比通訊	數位通訊	數位通訊	數位通訊	數位通訊
服務	語音	語音/簡訊	語音/簡訊 影像/視訊 多媒體	語音/簡訊 影像/視訊 多媒體	4K影片串流 VR直播 自駕車/物聯網 遠距手術
峰值 速率	2 Kbps	10 Kbps	3.8 Mbps	0.1~1 Gbps	1~10 Gbps

## 2-6-1 行動通訊的發展

- 行動通訊系統建設是使用**蜂巢式網路(Cellular Network)**架構，該架構在設置基地台時，相鄰的基地台收發無線電波的範圍彼此是重疊且近似圓形，但概念上每一個基地台的電磁波範圍是以不重疊的六角形表示，此範圍稱為**細胞(Cell)**，多個小細胞彼此相連形狀就像蜂巢一樣，故稱為蜂巢式網路。
- 目前世界的主流蜂巢式網路類型有：**GSM**、**WCDMA / CDMA2000 (3G)**、**LTE / LTE-A (4G)**等。

## 2-6-1 行動通訊的發展

- 蜂巢式網路包含了**行動台**、**基地台**及**行動交換中心**等部分。

### 行動台 ( M B )

- 網路終端設備，主要功能為收發信號。

### 基地台 ( B S )

- 如同一格一格的細胞，分區負責訊號的傳輸，所以每一個基地台都有自己的無線電波涵蓋的範圍。

### 行動交換中心 ( M S C )

- 在無線系統間、電信網路間或其他資料網路進行訊號的交換。



## 2-6-2 4G

- 根據國際電信聯盟對**4G**定義的**IMT-Advanced**規範，用戶在高速移動時，其資料傳輸能達到每秒**100 Mbps**，而在靜止狀態下，傳輸速率達到每秒**1 Gbps**的超高速度，能提供到這樣的**速度**，皆可稱之為**4G**。
- **4G**是使用**LTE**及**LTE-Advanced (LTE-A)**為行動通訊標準。下載**1GB**影片，使用**3G**需要約**10分鐘**，但若使用**4G LTE**則不用**1分鐘**即可下載完成。

## 2-6-2 4G

- **4G LTE 常用的頻段多集中於 450MHz ~ 3,800MHz 區間，而臺灣使用的是 700MHz ~ 2600MHz，為較「低頻」的訊號，低頻訊號具有沒有方向性、低功耗、繞射能力比較強等特性，在障礙物多、大樓林立的地方，也能接收到 4G LTE 的訊號。**
- **4G 採用多重輸入多重輸出天線 (MIMO Antennas) 技術，提升了訊號傳輸量，減少因基地台容量不足而產生的斷訊現象。**

## 2-6-3 5G

### 5G的傳輸速率及頻段

- 根據國際電信聯盟的IMT-2020規範，5G的資料傳輸速率需達到10 Gbps以上，且傳輸的延遲性要低於1ms以下，比4G高出10到100倍。
- 例如：下載2小時的4K影片，3G所需時間為3.4小時，4G需要7.3分鐘，而5G則不到4.4秒。



## 2-6-3 5G

- 目前5G頻段可分為sub 6GHz (6GHz以下)及24GHz以上毫米波(mmWave)兩種類型。
- Sub-6GHz的傳輸速率、低延遲及頻寬上都不及毫米波，不過，毫米波具有訊號覆蓋範圍小、繞射能力低、覆蓋能力低等缺點，因此必須建設更多的小細胞基地台(Small Cell)來增加整體訊號的覆蓋面積。

## 2-6-3 5G

### 5G的特色

- 5G具有高速率、大連結及低延遲等三大特性。
- 5G將有利於大數據、人工智慧、物聯網、工業4.0、智慧住宅、自駕車、智慧城市、智慧醫療、VR、AR等應用。



## 2-6-3 5G

### 增強型行動寬頻 (eMBB)

- 支援10 Gbps以上的資料傳輸率，將提供4K或8K超高畫質內容。
- 可應用在全息影像(Holography)、虛擬實境(VR)、擴增實境(AR)等，為使用者提供身歷其境的體驗。

## 2-6-3 5G

### 高可靠度和低時延通訊 (uRLLC)

- 5G的時間延遲比4G少10分之1以上，可達到0.001秒。
- 可應用在串流遊戲、智慧工廠、智慧交通、遠距醫療、公共安全監控、車聯網 (IoV) 等。

## 2-6-3 5G

### 大規模機器型通訊 (mMTC)

- 5G每平方公里預估可支援上百萬個裝置，讓應用可更加多元，達到萬物聯網的境界。
- 將應用在智慧城市、建築測量、農業物流等小量資料訊號傳輸。



## 2-6-4 5G的應用

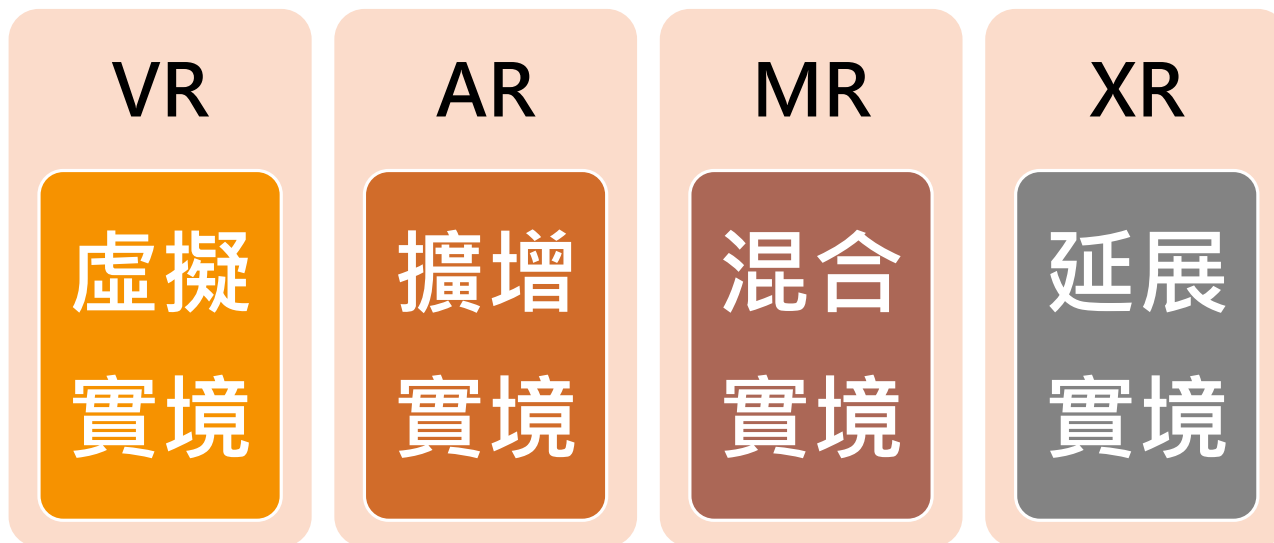
### 醫療保健

- 工研院與三軍總醫院合作研擬打造**5G**行動醫療實驗場域，利用**5G**低延遲技術，進行遠距復健、手術會診與互動教學等，為民眾提供更便利的智慧醫療解決方案。
- 病人不用出門，即可在家進行復健活動，醫院端可即時進行指導與監控復健狀況，也可以避免發生危險。

## 2-6-4 5G的應用

### VR、AR、MR、XR

- 5G 的高速率和低延遲特性，可以實現VR、AR、MR及XR的應用，例如：手術模擬、遠距虛擬會議、虛擬實境遊戲、AR導航等。



## 2-6-4 5G的應用

### 虛擬實境 (Virtual Reality, VR)

- 它必須是由電腦所產生的，是一個3D的立體空間，而使用者有如身歷其境，並可以依個人意志，自由地在這個空間中遊走，且可以和這個空間裡的物件產生互動，讓使用者感覺是虛擬世界中的一份子。
- 虛擬實境常應用於醫學上的手術模擬、射擊訓練、飛行訓練、導覽系統及電玩遊戲等。

## 2-6-4 5G的應用

### 擴增實境 (Augmented Reality, AR)

- 是一種混合虛擬實境與實體環境的概念。擴增實境融合虛擬與實體世界，將電腦虛擬的影音疊合在使用者親眼所見的實體環境上，創造出人體知覺與電腦介面合而為一的感官體驗，同時增強真實世界裡的資訊顯示與互動經驗。
- 手機遊戲「Pokémon Go」，就是擴增實境的應用。擴增實境目前大多應用在遊戲產業，但其實在醫療、教學、旅遊、工廠管理、工業維修、餐飲、裝潢設計等也都有應用的實例。

## 2-6-4 5G的應用

### 混合實境 (Mixed Reality, MR)

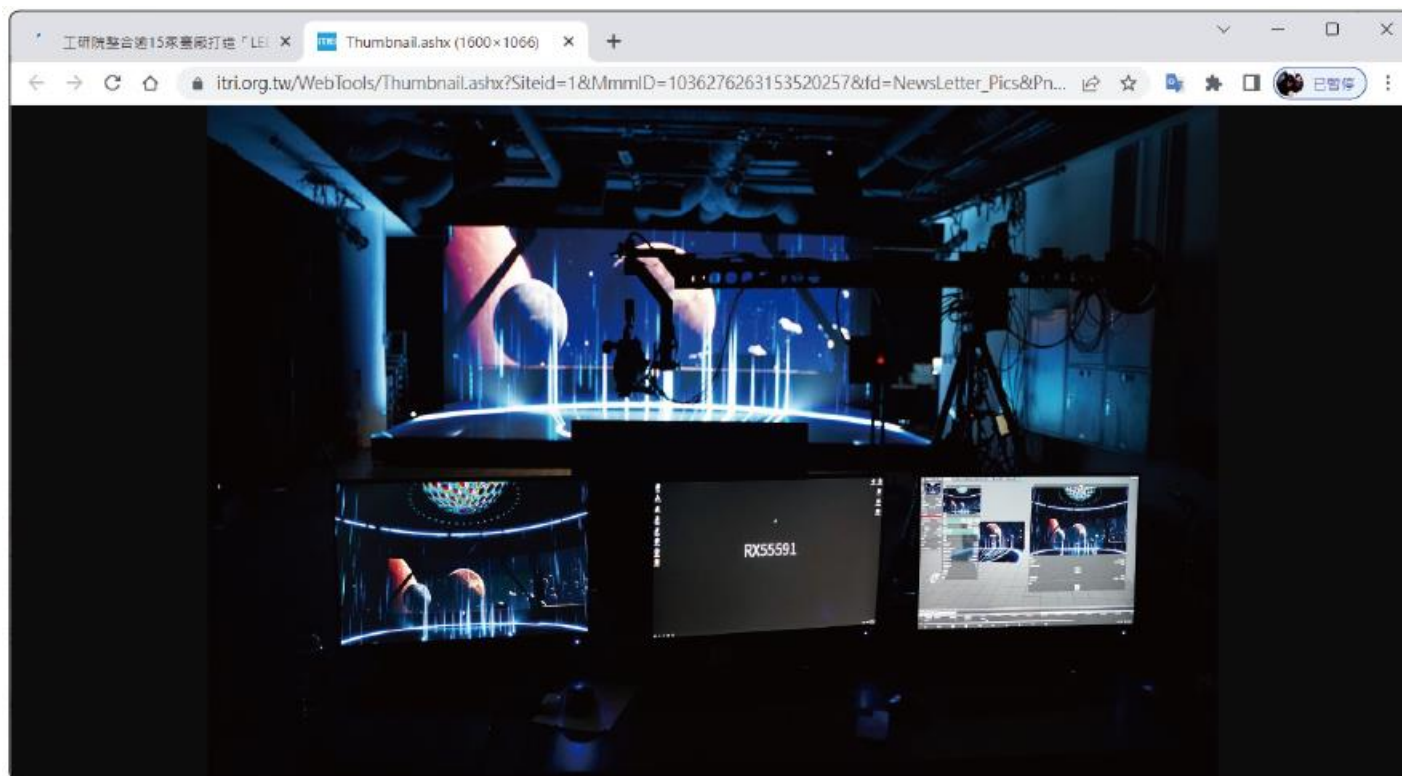
- 是介於VR與AR之間的一種綜合狀態，藉由提升電腦視覺、圖形處理能力、顯示器技術和輸入系統所達成，將虛擬的場景與現實世界融合在一起，創造出一個新環境，而這兩個世界的物件能共存，並同時進行互動。

## 2-6-4 5G的應用

### 延展實境 (Extended Reality, XR)

- 任何VR、AR、MR的應用都可以視為XR的一環，也可說是虛擬現實交錯融合技術應用的全面整合。
- 桃園市政府打造了「LED次世代虛擬攝影棚」，結合5G和XR，利用5G低延遲、高速度與多連結等特性，使異地影像能即時傳輸至攝影棚內，達到同步拍攝錄製的效果。

## 2-6-4 5G的應用



## 2-6-5 臺灣5G的發展現況

- 全球已有160多家電信營運商推出了5G服務，超過300款5G手機已經發布，至2021年底，全球5G行動用戶將達到5.8億。
- 2020年，臺灣正式跨入5G元年，NCC也讓各電信業者透過競標方式購買5G通訊頻段。



## 2-6-5 臺灣5G的發展現況

中華電信

- 取得3.5GHz頻段的3.42~3.51GHz及28GHz頻段的600MHz。

遠傳電信

- 則取得3.5GHz頻段的3.34~3.42GHz及28GHz頻段的400MHz。

台灣大哥大

- 取得3.5GHz頻段的 3.51~3.57GHz及28GHz頻段的200MHz。

台灣之星

- 取得3.3~3.34GHz頻段。

亞太電信

- 取得28GHz 頻段的400MHz。

## 2-6-5 臺灣5G的發展現況

- 臺灣5G自從2020年6月30日開台，普及率僅11.8%，用戶數卻僅有276多萬，成長速度較為緩慢。
- 愛立信發表的《行動趨勢報告》中，預測2027年5G將成為主流。