

無線個人區域網路(WPAN)技術發展與應用概論

◎廖建興

前言

任何國家傳統資訊網路皆由電信網(Telecommunication Network)、電視電纜網(Cable TV Network)及電腦網(Computer Network)此等三大網路系統構築交疊而成；往昔此三大網路系統可謂涇渭分明，如今拜寬頻市場需求及技術革新，這宛如三國鼎立之三大系統已開始進行市場之相互跨足，使得原本沒有交集的三個集團已有了廣泛深層之交集，而且交集愈來愈大。IEEE電機及電子工程師協會綜合數百名業內之專家學者意見，以含括之區域大小為基準，訂出了無線通訊標準發展層次示意圖，如圖1所示。該圖含括了從個人區域網PAN(Personal Area Network)的IEEE 802.15標準到本地區域網LAN(Local Area Network)的IEEE 802.11標準、都市區域網MAN(Metropolitan Area Network)的IEEE 802.16標準，直至提議中的廣域網WAN(Wide Area Network)的IEEE 802.20標準。

而隨著後PC時代的來臨，所有的個人、家庭或企業的電器設備皆朝向可攜帶式通訊設備方式發展，因此短距離的無線通訊標準也因而被制定且逐漸佔有重要的地位。本文擬針對目前幾種常用及代表性的無線個人區域網路(WPAN)系統，如UWB(Ultra Wide Band)超寬頻、Bluetooth藍芽、ZigBee蜂訊、NFC近距離通訊(Near Field Communication)，以及相近但屬於無線區域網路(WLAN)之Wi-Fi系統等系統之技術特徵及發展趨勢，進行綜合之比較整理及探討。

WPAN系統技術特性

由於短距離無線資料傳輸，並不像行動通訊一般涵蓋相當大的使用區域範圍(WAN)，因此僅需對小區域的使用範圍中的使用者做最適當的通道規劃，因此大部分的短距離無線通訊標準與技術均建立或制定在免使用費的ISM頻段。圖2即表示此些代表性無線個人區域網路系統間，

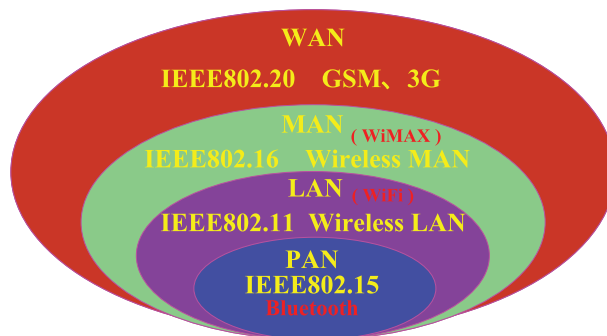


圖1 無線通訊標準發展層次示意圖

依傳輸距離/速度比較結果，方框之大小並代表大致價格上之差異(愈小價格相對愈低)。如以傳輸速率而論，UWB傳輸率最高，ZigBee(及NFC)最低；而如以傳輸距離而論ZigBee最遠(就WPAN而言)，而UWB(及NFC)最近。

表1 並從頻段、距離範圍、傳輸、安全性、價格，及標準等詳細整理比較無線個人區域網路間之技術特性。

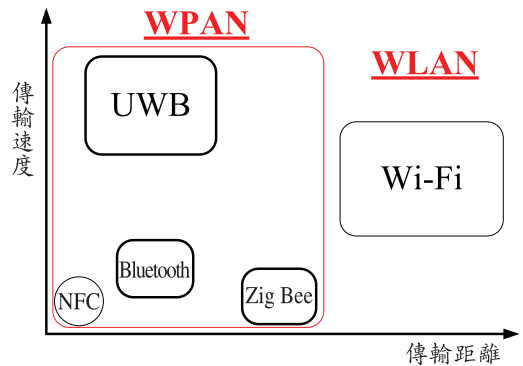


圖2 無線個人區域網路技術傳輸距離/速度比較

WPAN	UWB	Bluetooth	ZigBee	NFC	WiFi
頻段	3.1~10.6GHz	2.4GHz (ISM)	2.4GHz/868/915MHz	13.56MHz	2.4GHz
距離	0~10m	0~10m	10~75m	<50cm	0~100m
傳輸率	高 53.3~480Mbps	中 1Mbps+	低 10k~250kbps	低 424kbps	高 54Mbps
安全性	High	High	Medium	Very High	Low
價格	High	Medium	Low	Very Low	High(~\$25)
標準	802.15.3	802.15.1	802.15.4	IEC 18092/21481	802.11x

表1 無線個人區域網路技術特性比較表

以下並以高/中/低速率傳輸標準區分，分別探討其彼此間之技術特性及區分。

(1) UWB高速率傳輸系統：

高速率傳輸標準概指可提供大於50Mbps的傳輸速率，如UWB及Wi-Fi之802.11a/g標準等。UWB應用裝置可分成三種類型：(1)通訊與量測系統。(2)車用防撞雷達系統。(3)影像系統。其中，較受人關注的是使用頻段3.1GHz~10.6GHz的通訊與量測系統應用部分，此技術可提供

高於100Mbps以上之資料傳輸速率，但價格較高，IEEE也將UWB收納為IEEE 802.15.3的標準。UWB是一種無載波通信技術，它不採用正弦載波，而是利用奈秒至微微秒級的非正弦波窄脈衝(pulse)傳輸數據，因此其所佔的頻譜範圍很寬。UWB可在非常寬的帶寬上傳輸信號，並採用低功率脈衝傳送數據而不會對其他一般窄帶無線通信系統造成大的干擾，並可充分利用頻譜資源。美國FCC對UWB的規定為：在3.1~10.6GHz頻段中佔用500MHz以上的帶寬。



(2) Bluetooth中速率傳輸系統：

中速率傳輸標準可提供1Mbps~50Mbps之資料傳輸速率，如藍芽及Wi-Fi之802.11b標準等。藍芽1.0版的標準可提供1Mbps的資料傳輸速率，2.0版則將速率提升至12Mbps，價格相對屬中等。IEEE也將其收納為IEEE802.15.1的標準。藍芽科技通道使用所謂的”跳頻/分時雙工”的機制，時間軸被切割成多個625 μ s為一時距的時槽(Slot)，每兩個時槽組成一個1.25ms的訊框(Frame)。在每個時槽使用不同的跳頻頻率，這樣的作法產生每秒1600次的跳躍次數，每個封包可在每個時槽上傳送，隨之而來的時槽可被選擇用來做為傳送或接收之機制，即所謂的分時雙工。這種方式即稱之為跳頻/分時多工(FH/TDD)的方式，藍芽系統使用這種方式來傳送/接收訊號。

(3) ZigBee低速傳輸系統：

低速率傳輸標準可提供低於1Mbps的資料傳輸速率，主要的技術有Zigbee等。IEEE也將Zigbee收納為IEEE 802.15.4的標準。Zigbee一詞源自於蜜蜂(Bee)，係

因蜜蜂看似隨意跳的字形舞，實際是將有花和蜂蜜的地方，正確傳達給其他蜜蜂，而Zigbee正是採用這種通訊方式。ZigBee採直序展頻技術，並使用2.4GHz的ISM頻段、歐洲的868MHz頻段，以及美國的915MHz頻段三個頻段，提供10kbps~250kbps的傳輸速率，價格較低，以發展易於建構的低成本無線網路為主。

(4) NFC超近距離/低速傳輸系統：

NFC為超近距離/低速傳輸標準（傳輸率約424kbps，距離約50公分以內），標準為IEC 18092 / 21481。NFC使用以13.56MHz頻段之RFID（射頻識別）技術為基礎，價格最低。NFC予人的第一印象應是RFID與藍芽的混合繼承物，但與RFID不同者係當其被做為其他無線技術聯結點的時候，NFC採用了雙向識別及連接方式。

WPAN系統應用

WPAN系統之應用範疇及領域，依其傳輸距離及傳輸率等性能及技術特性，列示如表2之無線個人區域網路技術應用。

表2 無線個人區域網路技術應用

UWB	Bluetooth	ZigBee	NFC	WiFi
精確定位追蹤 雷達探測 家庭娛樂網路 無線區網	汽車無線應用 電子商務 遊戲機連線 PC無線周邊 消費性電子 家庭家電網路	家庭自動化 家庭保全監控 工業環境監控 個人醫療照護	門禁識別 免接觸付款 數位內容傳輸	公用無線上網 熱點上網 網點擴充

UWB高速率傳輸系統：由於UWB可以利用低功耗、低複雜度發射/接收機實現高速數據傳輸，近年來發展迅速。基於UWB技術而廣泛運用者，如Ad hoc網絡、移動IP計算，及集中式多媒體應用等。UWB技術具有系統複雜度低，發射信號功率譜密度低，對通道衰落不敏感，低截獲能力，定位精度高等優點，因之適用於室內等密集多徑場所的高速無線接入。

Bluetooth中速率傳輸系統：藍芽的發展定位於低成本、低功率、小區域範圍的標準，並提供了一對多的資料傳輸能力，同時與數個藍芽設備進行資料傳輸。藍芽之所以被命名為藍芽(Bluetooth為曾統一北歐之國王)，乃是希望其能統一電子產品間的無線傳輸，藉由此技術，使得手機、PDA、個人電腦、印表機等進行無線資料傳輸應用。

ZigBee低速傳輸系統： ZigBee強調低成本、低耗電、雙向傳輸、感應網路功能等特色，不過Zigbee是朝著開放標準的方向發展，以發展易於建構的低成本無線網路。因受限於頻寬之故，Zigbee大部分都是作為控制之用，如家電控制、監控設備控制、保全設備控制等，以小資料量傳輸為主的應用。另外Zigbee亦可取代傳統的控制傳輸方式，如紅外線遙控即可以Zigbee來取代，以及更適合於需要大量佈建的設備，如工業環境監控及消防感測器等。

NFC超近距離/低速傳輸系統：NFC主要有三種應用類型：

1.行動商務：如非接觸式之智慧卡(Smart Card)商業交易應用便是一個很好的例子。

2.設備連接：NFC也可以簡化藍芽連接，而在一定距離(如20公分)內便自動完成聯機；Notebook電腦用戶如果想在機場上網，他只需要走近一個Wi-Fi熱點即可實現。

3.即時預定：如利用含NFC協議的手

機或PDA，靠近背後貼有特定晶片(無需獨立的能源)之海報或展覽信息，便能取得詳細信息，或是立即連線使用信用卡進行票卷購買。

WPAN系統競合

從各種WPAN技術被提出與發展以來，雖然許多的應用規範與標準相繼被提出，然而並非所有的標準都能夠被廣泛的採用與推廣，因此有許多的標準在訂定的過程中即被淘汰，亦有部份的標準由於相關技術或基礎設備的建構延宕而失去競爭力。總之，WPAN技術之競合其實亦如前述之三大網路競合發展一般(縮影)，任何國家資訊網路之發展皆係由電信網路先開始的，其生存發展與社會經濟環境及國家政策有關，而規模則與經營面、技術面及業務面有關。一般而言，社會經濟愈富裕，國家政策愈開放，經營資金投入愈多，技術支援程度愈高，及業務面需求愈多(如寬頻多媒體等)，則無線通訊系統規模便愈大也愈多樣化 反之便愈蕭條單調。

屬於無線區網(WLAN)之Wi-Fi的發展雖然迅速，但仍存在許多瓶頸及問題，如高昂的價格讓許多消費者止步不前、公共Wi-Fi服務的目標消費群體其實少之又少、城市地區無線熱點的有限空間意味著利用Wi-Fi上網將非常擁擠，以及Wi-Fi安全問題仍受到質疑。就整體而言，Wi-Fi在短期內仍不能成為商家取款機，還不能吸引大量的用戶群體，消費者對於Wi-Fi熱點的渴望仍不夠強烈，凡此，皆是Wi-Fi很難帶來盈利的根本原因，而這些亦正是前述之四項WPAN技術及系統仍得以持續發展應用，頭角崢嶸之原因。此四項WPAN技術之發展及競合關係敘述如後。

UWB原本用於美國國防工業，特性為高傳輸速率、不受干擾，其利用低功耗/低複雜度發射/接收機實現高速數據傳輸而在近年來得到迅速發展。但目前仍需儘快解



決原本相互衝突的多種UWB物理層，使之可以共存，及同時迴避相互競爭的UWB標準提案之間的分歧。

Bluetooth是一種無線數據與語音通信的開放性全球規範，其實質內容是為固定設備或移動設備之間的通信環境建立通用的無線電空中接口，將通信技術與計算機技術進一步結合起來，使各種3C設備在沒有電線或電纜相互連接的情況下，能在近距離範圍內實現相互通信或操作，是一種低成本、低功率無線「線纜替代」技術。其當初技術與市場定位為低耗電與低成本的優勢（但具有通訊距離短與傳輸速度低劣勢）；從價格而論，Wi-Fi 晶片已可降到3美元以下，其低成本優勢似乎不再！此外，抗干擾能力不強、傳輸距離太短、兼容性不佳，以及訊息安全問題存疑等，造成預估市場銷售形勢不樂觀。Wi-Fi WLAN在高端（High Ends）市場和ZigBee在低端（Low Ends）市場的擠壓也讓其備感失落。

ZigBee其耗電不到Bluetooth的百分之一，一顆電池便可用上2年，且價格較Bluetooth更便宜。目前包括手機、藍芽耳機、鍵盤、印表機等Bluetooth 應用皆屬低傳輸率應用，易被ZigBee取代，因此，ZigBee應用應較Bluetooth更為寬廣。但ZigBee數年前剛出現時，支持者曾預測此無線技術擁有潛在的巨大市場，但目前視之，當初的預測並未成為現實，因而ZigBee的前景並不像先前預測的一帆風順。

NFC雖然似乎是一項正在尋求實現的技術，但它卻是一個實實在在的問題解決者。例如，NFC可以讓用戶無需輸入網址便可連接WAP站點，從而解決了困擾無線上網的用戶接口問題。在移動商業領域的兼容性方面，非接觸性付款技術已經推動了商業的發展，尤其在亞洲的公共運輸系統中得到了廣泛應用。此外，NFC和索尼的FeliCa支付系統、非接觸性支付的ISO標

準都是兼容的。綜合以上分析，NFC技術一方面可以刺激藍芽、Wi-Fi等技術發展；另一方面，NFC技術的最終實現也要依賴於這些技術。因之，NFC與其他無線技術之間是互相促進的關係。

總而言之，五種技術各有所長也各有所短，消費者及技術專家總希望五種技術能合而為一，以實現無縫兼容（Ubiquitous）的想法，未來仍可能僅是一個夢。但是，無論如何，在標準林立的無線接取（Access）市場中似乎已不需要新加入者，而是應思考如何完善整合現有之技術。

結論

為了建構在任何時間、任何地點，都能傳遞訊息並處理任何工作的高度資訊化環境，世界各資訊先進國家都積極開發一個無縫兼容（Ubiquitous）的網路架構，希望藉由各種不同網路通訊技術的發展與應用，交織成一個綿密的通訊網絡，可以為日常生活帶來更多的安全性與便利性。而隨著後PC時代的來臨，所有的個人、家庭或企業的電器設備皆朝向可攜帶式通訊設備方式發展，因此短距離的無線個人區域網路（WPAN）通訊標準也因而被制定且逐漸佔有重要的地位，本文已針對目前幾種常用及代表性的無線個人區域網路（WPAN）系統之技術特徵及發展趨勢，進行綜合之比較整理及探討。目前政府的「U-Taiwan」計畫係為了要實現無縫兼容的社會（Ubiquitous Society）所擬訂計畫，作為國家科技發展政策的一環，其中無線感測網路即為一個關鍵的技術，而WPAN無線傳輸技術之成熟發展將會扮演關鍵之角色。