

MB-OFDM 技術之無線 USB 家庭網路

趙嘉偉 林煥標

長庚大學電機工程研究所 學生；長庚大學電機工程研究所 教授
m9621317@stmail.cgu.edu.tw；wplin@mail.cgu.edu.tw

摘要

本文針對室內高速無線傳輸環境，使用多頻帶-正交分頻多工(MB-OFDM)技術在無線通用串列匯流排(USB)及超寬頻站(UWB Station)建構而成的家庭網路。此網路可提供多媒體影音同步及 USB 資料無線傳輸至電腦、顯示器、揚聲器及外部設備。實驗結果證實此技術具有高傳輸率及抗干擾性，成功的傳送影像及數據封包，適合應用在家庭網路。

關鍵詞：多頻帶-正交分頻多工、無線通用串列匯流排(USB)、超寬頻、無線 USB、家庭網路

1. 簡介

2001 年 11 月，附屬於 IEEE 802.15 的任務小組 TG3a (Task Group 3a) 成立，目的在發展高速傳輸技術，以提供 10 公尺內可達到 110 Mb/s 至 480Mb/s 的通訊實體層。2002 年 2 月 14 日，FCC 發佈 02-48 號報告與法規，批准商用產品內的 UWB 使用 3.1~10.6 GHz 頻段，並對其發射功率作出限制 (-41.3 dBm/MHz) [1]。

正交分頻多工(OFDM)技術發展至今已非常成熟，且在很多系統上獲得採用，如 IEEE 802.11a/g/n、ADSL 等，其優點包括頻譜效益較高、可有效解決多重路徑衰減問題，並且對於窄頻干擾有較高的免疫力。而多頻帶正交分頻多工 (Multi-Band OFDM, MB-OFDM) 系統則屬於超寬頻(Ultra Wide Band, UWB)其中一項技術，其規範制定由 WiMedia 聯盟所推出 [2]。多頻段的方式就是把整個 7.5 GHz 頻寬分成 14 個較小的 528 MHz 的子頻段來操作 [3-4]，其優點在於可藉著關閉子頻段或進而採用其它子頻段來彈性避開有干擾或被占用的頻段。另外，用較小頻寬的子頻段可減低接收器設計的複雜度，同時減少射頻端的功率消耗，進而降低系統成本。

無線 USB 則是結合 USB2.0 和 MB-OFDM

的一種技術，其規格也是由 Wimedia 聯盟所制定的，運用無線超寬頻將周邊設備連接到電腦，讓這些設備互相連接，以取代有線的連接技術。

USB-IF 頒布的 WUSB1.0，最快傳輸率為 480Mbit/s、傳輸距離為 3 公尺，在距離達到 10 公尺時，速率則降至 110Mbit/s，其每個速段為 53.3 Mbit/s、80 Mbit/s、106.7 Mbit/s、160 Mbit/s、200 Mbit/s、320 Mbit/s 至 480 Mbit/s 等，這與 MB-OFDM 的 UWB 原有數據完全相同 [5-6]。在媒體存取控制層上，無線 USB 則捨棄 MB-OFDM 多年的努力，順應市場需求，以傳統有線 USB2.0 為基礎來制訂，故最多的連接裝置為 127 個，傳輸型態為 4 種，加上以輪詢式(Polling)分時多工方式進行存取(TDMA)等，都是承襲既有的實線特性。且 UWB 高速率傳輸系統比現有的其他無線個人區域網路技術快上許多。

2. 系統架構及分析

儘管無線網路解決方案已成功運用在企業和公共區域市場，但家庭網路市場仍在尋找適合的無線解決方案。隨著多媒體設備和應用的增加，家庭市場對於無線連接的需求也更為迫切。然而，現有的技術方案卻無法滿足該市場的特殊要求。家庭無線市場不同於其他市場，因為它同時要求能支持多個數位鏈的高傳輸速率、有利於消費者廣泛接受的超低成本，以及能嵌入手持裝置的超低功耗。

目前家庭中有各式各樣的娛樂設備，如數位電視、大螢幕顯示器、音頻/視頻接收器、DVD 播放機、音響、MP3 播放機、數位相機等。如圖 1 所示，使用了無線 USB 家庭網路解決方案加以配合，家庭中的網路應用將會繼續增長。舉例來說，家庭劇院可完全以無線的方式傳輸，而且完全不差有線傳輸的效能。另外，DVD 播放機可以直接向住宅中另一個房間或掛在牆上的螢幕顯示器傳送訊號，再也不需要隱藏這些設備間的電線。有了無線 USB 家庭網路

解決方案，使用者可以在家中的任何一個角落使用多媒體家電，而不需遷就電線線路的安排設計。



圖 1 無線 USB 家庭網路架構圖

如圖 2 所示，使用電腦接上 WUSB 模組產生多頻帶正交分頻多工(MB-OFDM)超寬頻信號，藉由超寬頻天線傳送信號至接收端，再將收到的信號送給衰減器模擬無線網路的衰減，最後，傳回接收端電腦做數據分析。操作的頻率是從 3.1 GHz 到 10.6 GHz，每個頻組都有 10 個頻道可以使用(TFC1~10)，其中 3 個是定頻 7 個是跳頻。

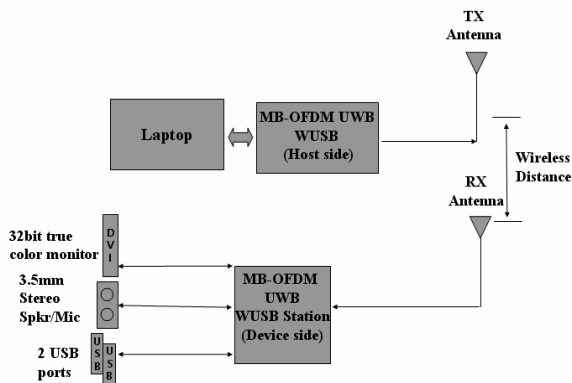


圖 2 無線 USB 傳輸系統

進一步，使用頻譜分析儀對無線 USB 發送出來的信號做一些分析，如圖 3 所示為無線 USB 訊號發送端裝置所傳送訊號之實測頻譜圖，圖上顯示的頻段位置為我們所設定使用的第一頻段群組(Band Group 1)和跳頻方式為規律的： $f_2, f_2, f_2 \dots$ (TFC 6)，其子頻帶所佔範圍從 3.696GHz 到 4.224GHz，中心頻率為 3.960GHz，傳送訊號的發送功率為 -41.52dBm/MHz；再來我們設定使用第三頻段群組(Band Group 3)和跳頻方式為規律的： $f_8, f_8, f_8 \dots$ (TFC 6)，其子頻帶所佔範圍從 6.864GHz 到

7.392GHz，中心頻率為 7.128GHz，傳送訊號的發送功率為 -41.42dBm/MHz；再來我們設定使用第六頻段群組(Band Group 6)和跳頻方式為規律的： $f_{10}, f_{10}, f_{10} \dots$ (TFC 6)，其子頻帶所佔範圍從 7.920GHz 到 8.448GHz，中心頻率為 8.184GHz，傳送訊號的發送功率為 -42.19dBm/MHz，由此我們可以發現其發射功率皆沒有超出 FCC 的限制 (-41.3dBm/MHz)，且每個子頻段的頻寬皆為 528 MHz，頻率也完全符合 Wimedia 聯盟制定 MB-OFDM 的技術規範。

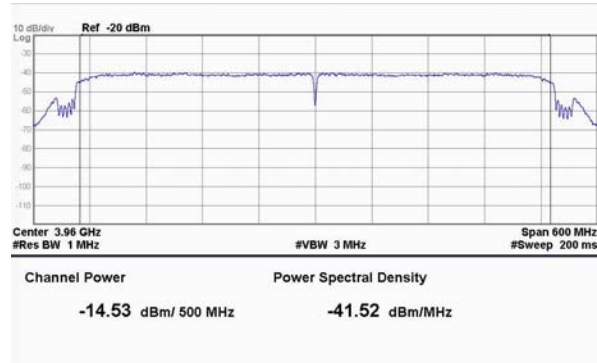


圖 3 WUSB 頻帶組 1 頻道 6 傳送訊號頻譜圖

根據圖 2 的架構，再來量測系統的封包錯誤率關係，我們設定了三個不同的傳輸速率，分別為 53 Mbps、200 Mbps、480 Mbps，接收功率範圍從 -45 dBm 到 -75 dBm，封包長度為 1024 bytes，如圖 4 所示，選擇最高傳輸速度 480 Mbps 接收功率在 -60 dBm 的時候，封包錯誤率 < 8%，可以達到 IEEE TG3a 的技術要求 [7-8]。

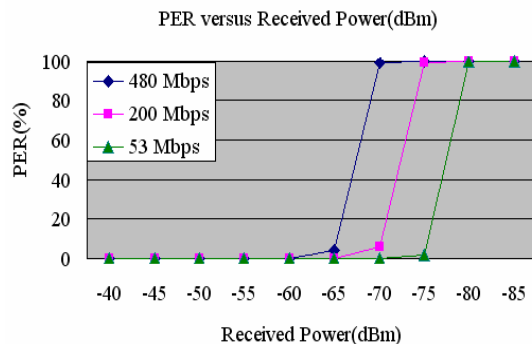


圖 4 頻組 1 頻道 6 之接收封包錯誤率

3. 實際應用測試

根據以上的實驗之後，我們已經了解系統的特性及性能，再來就是做一些實際的應用測

試，地點選在一般的室內環境，距離為 5m。如圖 2 所示，我們先將主機端接上電腦，設備端接上 DVI 螢幕、3.5mm 立體聲喇叭及隨身硬碟，接著，在電腦上播放 DVD 高畫質影片，利用無線 USB 傳送到接收端，且影像跟聲音皆有同步出現在螢幕及喇叭上，如圖 5 所示。接著，我們在電腦端執行 HD SPEED 硬碟工具，裝置選擇到接收端上的隨身硬碟，如圖 6 所示，可以透過超寬頻同步存取隨身硬碟資料。



圖 5 無線音訊視訊傳輸



圖 6 無線數據資料傳輸

4. 結論

在本文中，我們提出且實際架設一無線 USB 家庭網路傳輸系統並量測它的傳輸速率和效能。相較於 IEEE 802.11b/g 和現有的藍芽傳輸技術，它具有頻譜寬、功率消耗低、傳輸速率高等優勢，特別適合應用於室內環境作高速短距離的無線傳輸。且無線 USB 利用 Wimedia 聯盟定義的 MB-OFDM 調變技術將可提高數據傳輸速率達 480 Mbps，在無線距離 1

至 3 公尺內，且超寬頻技術可以使個人電腦無線連結到相關的電子設備做數據傳輸及控制。未來市場會慢慢走向無線化，超寬頻以取代傳統的有線 USB 和一些無線傳輸設備為目標，儼然已成為短距高速無線解決方案的最佳代表。

參考文獻

- [1] K.Siwiaak and D.Mckeown, "Ultra-Wideband Radio Technology", John Wiley & Sons, 2004
- [2] Wimedia Alliance, <http://www.wimedia.org/en/index>
- [3] MBOA, "Multiband OFDM Physical Layer Proposal for IEEE 802.15.3a," IEEE P802.15 Working Group for WPANs, Sept.2004.
- [4] Jeff F. Ultra-wideband technology for short-Range, high-rate wireless communications [EB/OL]. www.intel.com/technology/itj/q22001/pdf/art_4.pdf, 2003-04-1
- [5] Wireless USB Blog, www.wireless-usb.eu/wusb/.
- [6] USB.org-Wireless USB, www.usb.org/developers/wusb/.
- [7] IEEE 802.15.3 WPAN high rate alternative PHY task group 3a, available from: www.ieee802.org/15/pub/G3a.html
- [8] G.R. Aiello, G.D. Rogerson, "Ultra-Wideband Wireless Systems," IEEE Microwave Magazine, vol. 4, pp.36-47, June 2003.