



## Wireless HID – Are You Following The Standard to Another “Average” Product Development?

### 無線人機介面裝置—

### 您是否仍依照標準開發另一項「普通的」產品？

By (Steve Kolokowsky, Cypress Semiconductor Corp.

與 Trevor Davis)

#### **Executive Summary**

Customization can save power, create data efficiency, and cut down on development cycle times. Standardization can lessen the learning curve, can reduce risk in a project, and can eliminate some design steps. The question is, what method is better when developing a Wireless USB system? This article will discuss the Wireless USB standards, will detail entire system requirements and issues, and will compare and contrast developing using standard versus proprietary protocols in the wireless world. Users will learn the pitfalls of wireless design and will gain insight on what design path will give them the greatest chance of success.

客製化 ( customization ) 可以節省功耗、提昇資料處理效率、縮短產品開發週期。標準化 ( standardization ) 則可以縮短學習曲線、降低專案風險、還可以省掉一些設計步驟。但問題是，到底哪種方法才適合用來開發 Wireless USB 系統呢？針對 Wireless USB 標準，目前有兩種選擇—您可採用一套最被廣泛接受的無線標準，抑或是採用一套可最佳化您的應用之專屬 ( proprietary ) 解決方案。你是否勇於嘗試一套保證能讓您維持市場競爭優勢的專屬解決方案呢？或者你會害怕使用這類專屬解決方案呢？

標準是無所不在的，它讓人與人之間可彼此溝通及合作。有些標準是全球通用，例如交通號誌標準的排列是紅燈在上，而綠燈在下。其他的則不一定，例如汽車駕駛方向。現在，我是用 QWERTY 鍵盤打字的，這個出現於 1868 年獲得專利的鍵盤在字母排列上並不如許多其他鍵盤來得好用，但它可以防止 19 世紀的打字機上支撐字母的條棒 ( type-bars ) 卡住。然而這個 QWERTY 鍵盤將會被其他具備更有邏輯的字母排列之鍵盤所取代嗎？答案是不會的。因為這牽涉到所有原本熟悉 QWERTY 鍵盤的人都得重新訓練，還有要全部修改所有正在使用的鍵盤，這樣一來所需付出的成本實在太高了。而這也正好說明了所謂「標準」的力量。

就像任何產業一樣，科技產業界中有兩種標準型態：開放 ( open ) 標準與專屬 ( proprietary ) 標準：

- **開放標準**是從一群人或團體所開始的，為一般的建置需求，在規格上發展出共同的標準。開放標準可讓任何對於「規則與法規」有興趣的人使用來開發出他們的產品。在無線的世界中，這類的標準包括 802.11、Bluetooth、以及 Zigbee。
- **專屬標準**通常是根據產品線而定，亦或是根據特定廠商的技術，而發展出專屬或獨有標準。

目前在無線個人區域網路 ( Wireless Personal Area Network ; Wireless PAN ) 市場中，已經有多項不同的標準，以作為無線裝置與 PC 間的通訊之用(如表 1 所示)。

表 1：無線標準與 PC 介面種類

通訊協定	無線介面	PC 介面
WiFi	標準 ( 802.11 )	專屬
WirelessUSB	WirelessUSB	標準：USB HID
Bluetooth	Bluetooth	標準：Bluetooth HCI

Wi-Fi (802.11)提供一種寬頻連線方式，主要是用來建立無線網路。而 Wireless USB 則提供低頻寬連線功能，可用於人機介面裝置 ( HID ) 與其他低速周邊裝置。大多時候是作為行動電話連結功能的 Bluetooth，目前也被應用於無線滑鼠與鍵盤。

圖 1：無線滑鼠與鍵盤 ( 典型 HID ) 應用圖示

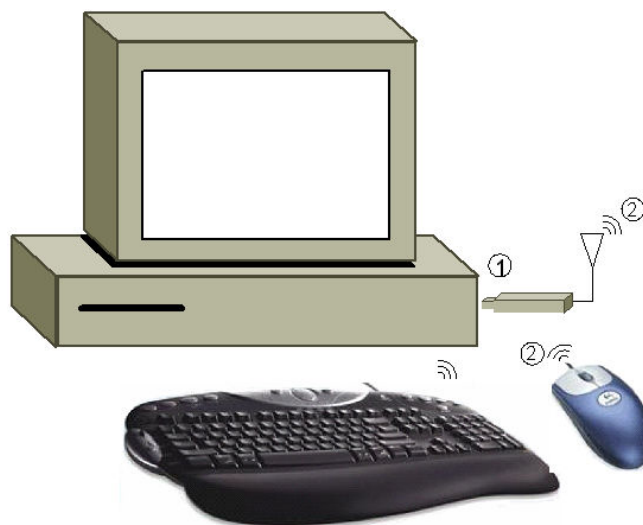


圖 1 為利用無線方式連結至 PC 的應用，其中有兩個部分可以標準化。其中標示 1 號是連結至 PC 之處，此裝置通常是 USB 或 PC Card。2 號則表示無線連結的部分。在此應用中，設計人員必須要注意硬體功能（USB、無線電、滑鼠晶片）、韌體（滑鼠按鍵功能）、以及軟體（裝置驅動器、PC 上的功能性軟體）。每個部分的複雜度或標準化都會影響到系統整體的複雜度。如果 PC 連結已經標準化，就有可能利用類別驅動程式（class driver）來控制無線介面卡，或稱為無線「dongle」。若無線連結已經標準化，則各家廠商所生產的 dongle 與裝置就可以相互溝通。

而在任何環境下皆可「隨插即用」的功能是標準化裝置上的一大好處；而其相互溝通的功能對廠商和消費者皆有利。當廠商專注於設計與製造能力時，消費者則能夠擁有更多元化的選擇。

然而，標準化有一項缺點，那就是它可能還包含了許多您在應用中用不到的功能。若是此標準是以模組化方式設計的，就能夠移除那些用不到的功能；然而有許多情況是，就算是最小的模組，對您來說還是太大。以網路應用來說，不同廠商所生產的產品要能夠相互溝通的話，以標準化為基礎的解決方案通常是最理想的解決方案。但就那些只具備獨立連結功能的產品而言，複雜的網路解決方案負擔似乎過於龐大，而且可能不利於那些簡單設計，因為此時設計人員不希望負擔複雜網路協定的額外支出。

Bluetooth 在無線 HID 的應用就是一個過度複雜的例子。讓我們先了解 Bluetooth 建置需求與針對 WirelessUSB 開發的客製化建置方式之間的比較。Bluetooth 在建置時需要 15K 至 64K 的 ROM 空間來執行各項基本功能。而 WirelessUSB 滑鼠在整個建置過程中僅需包含程式碼的 5.5K 記憶體空間，即可管理按鍵與滑鼠感測器。所以，我們有必要先介紹 WirelessUSB：

### WirelessUSB 與 Certified Wireless USB 的差異？

#### WirelessUSB™ 與 Certified Wireless USB 之間常會出現混淆。

Certified Wireless USB(如圖 1 所示)是擁有 USB 標準的「USB 規格制訂者論壇」所背書認可的唯一無線 USB 標準，能在與主機端距離 3 公尺的範圍內，以每秒 480Mbits 的速度傳輸；而此種速度與高速 USB 的規格是完全一樣的。Certified Wireless USB 需要特定的驅動軟體，而 Microsoft 現已提供 alpha 版本。Certified Wireless USB 也已經有晶片展示，但尚未有產品上市。名義上，Certified Wireless USB 的目標市場是所有的 USB 裝置，但主要的焦點似乎是放在虛擬擴充塢座(virtual docking stations)的部分，可讓筆記型電腦在桌上直接「連結」至多個周

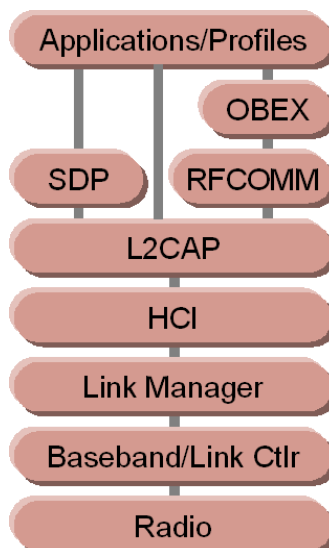
邊裝置，而不用任何的纜線。



WirelessUSB™是 Cypress 低功耗、具備每秒 1MBit 速度傳輸 的 USB 介面系列產品。WirelessUSB™採用 2.4 GHz ISM 頻段，傳輸距離從 10 公尺（最高每秒 1 Mbit）到 50 公尺（最高每秒 62.5 kbit），而且使用既有的 USB 架構，因此不須特別的驅動軟體。WirelessUSB™的產品已上市多年，使用的廠商包括羅技（Logitech）與 IBM 等國際大廠，主要應用市場為 HID 裝置（鍵盤、滑鼠、遊戲搖桿等）以及 VOIP 耳機等的音訊裝置。WirelessUSB™ 裝置的成本與功耗都比 Certified Wireless USB 或 CableFree USB 來得更低。

關於 Bluetooth 會有程式碼空間的問題，其主要是由於 Bluetooth 本身就是針對讓元件可互相溝通所設計的網路標準，因此，裝置的連結功能可適用於各種產業，而全球的廠商亦可以設計各類相容的產品。為了達成這項目標，以管理各種不同的需求，Bluetooth 的通訊協定也就變得更複雜了。（如圖 2 所示）

圖 2：藍芽的通訊協定堆疊



然而，使用較複雜的通訊協定也意味著要承受更複雜的資料傳輸機制。在圖 3 中，WirelessUSB 與 Bluetooth 之間資料封包格式的差異十分明顯，這顯示出就算使用藍芽協定中最簡易的封包格式，其簡化程度上仍舊不如其他專為 HID 裝置所設計的專屬解決方案。

無線 HID 市場的本質更突顯出資料長度的重要性。一旦資料開始傳輸，裝置就會開始消耗電力，並且資料亦受到干擾而受損。較短電池壽命以及資料封包遺失都會造成消費者在使用時極大的負面使用經驗。

**圖 3：WirelessUSB 與 Bluetooth 的最小封包長度**

Data Byte	Sequence ID	Checksum
-----------	-------------	----------

**A. Minimum Wireless USB packet**

Address	Control	Length	FCS	Length (2 bytes)	Channel ID (2 bytes)	Data Byte
RFCOMM			L2CAP			Application

**B. Minimum Bluetooth Packet**

之所以需要建立一套專屬通訊協定的主要原因之一就是差異性。雖然標準化確實為設計帶來了某種程度的必然性，但通常也不允許太大的差異。在 HID 設計的世界中，標準化提供的有限選擇反而限制了創新性。在無線 HID 領域中可容忍差異性的項目包含：

- 抗干擾與訊號範圍
- 功率
- 安全性

近來抗干擾功能成為一項重要的議題，特別是在 License-Free 的 2.4 GHz 頻段。我們可以看到生活週遭有越來越多新的 Wi-Fi 熱點；而且越來越多的行動電話與其他裝置都已配備 Bluetooth 功能。但是，無線電話與微波爐，以及剛開始普及的 Zigbee 都是無法預期的干擾源。如果您的設計完全依照標準，就只能具備固定的抗干擾能力。

在抗干擾的技術方面，Bluetooth 所採用的是跳頻展頻技術 ( Frequency-Hopping Spread Spectrum ; FHSS )，將 24 GHz 的 ISM 頻段切割成 79 個 1 MHz 頻寬的通道。Bluetooth 裝置會依照偽亂數所定的序列，以每秒 1,600 次的速度，在這 79 個頻道之間變換。WirelessUSB 的無線電訊號類似 Bluetooth 系統，但所用的是直接序列展頻 ( DSSS ) 而非跳頻展頻技術。WirelessUSB 的每個通道皆為 1 MHz，讓 WirelessUSB 也可像 Bluetooth 一樣，將 24 GHz 的 ISM 頻段切割成 79 個 1 MHz 的通道。WirelessUSB 裝

置皆可機動轉換頻道 ( frequency agile ) ，也就是說，它們一開始會固定使用某一個頻道，但是當此頻道的連線品質受到干擾或其他因素影響而降低時，該裝置就會自動調整改用其他頻道。這種「固定式」的頻道選擇讓 WirelessUSB 可以動態地找到無干擾的頻譜區域，並有效地使用該頻譜資源。由於開發人員可以更改系統主從端的設定以符合其設計環境所需，因此這種「固定式」通道就可以依照特定應用或環境來進行設定。

除了機動轉換頻道外，WirelessUSB 還有一套獨特的錯誤更正方法。WirelessUSB 利用偽雜訊 ( pseudo-noise ; PN ) 碼，將每個資訊位元編碼成若干個片元 ( chips ) 。多數的 WirelessUSB 系統會利用兩組 32-chip 的 PN 碼，將兩個位元的資料編碼成每組 32-chip 的符碼 ( symbol ) 。這套機制在每個符碼中不僅最多可更正三個片元錯誤 ( chip errors ) ，最高更可偵測出 10 個片元錯誤的存在。這套方法的「編碼增益」 ( coding gain ) 讓 WirelessUSB 不僅能降低遺失率及封包錯誤率，而且也容許更遠的傳輸距離。對於無線遠端遙控等低頻寬的裝置而言，只要每位元用 64 chips 編碼，就可以達到更遠的傳輸距離。WirelessUSB 的 PN 碼也能讓裝置用較低的功率傳輸資料。

在 HID 的世界中，因為消費者多半不會希望需要經常更換電池，因此電池壽命一直都是最重要的議題之一，也是多數設計人員首先會探討的問題。而這項效能表現則深受通訊協定建置、資料傳輸時間、韌體最佳化等因素影響。舉例來說，Bluetooth 裝置必須要定期與網路進行同步 ( synchronize ) 作業，來藉以「發現」新的裝置。而在某些應用中，裝置會定期地出入網路，此時「發現」新裝置就成為必須且相當重要的功能。但在低成本、多點對單點的系統中，這類通訊協定的運作有時甚至比資料傳輸更為耗電！

若裝置被設計用來以更有效的方式傳輸資料，其收發模式切換所花的時間、還有將實際資料傳送至無線通道上所花的時間都能更為降低，如此一來電池壽命受影響的程度則相對大為減少。針對這些特性選擇最佳化的專屬系統，就可以大幅改善功耗。

無線 HID 設計是一塊特有的市場。就技術而言，無線電、基頻、通訊協定的發展都是極為複雜的挑戰。功率、安全性、還有使用者經驗也都是關鍵之處，但最重要的還是電池壽命與產品價格。因此要開發一套精巧、複雜但使用簡易、功能先進且價格便宜的系統絕非易事。開發人員所要面對的是個兩難的決定，到底是要選擇開放標準可直接採用既有且廣為使用的技術，但在較單純的應用中卻會因為額外成本與複雜度而產生設計上的負擔？抑或是選擇專屬解決方案為特定應用最佳化，但面對技術不斷改變的世界時，就得要面臨單一解決方案供應商的風險。最後設計人員還是必須選擇要成為領導者或是追隨者、選擇類似的設計還是獨特的設計、選擇平穩還是創新。您會怎麼做呢？在您的下一個設計中也許就會有答案！



## **參考資料**

**Avoiding Interference in the 2.4-GHz ISM Band, EETimes CommsDesign Feb 2005**

An efficient 2.4-GHz wireless net for less, EETimes, October, 2003



Cypress Semiconductor  
198 Champion Court  
San Jose, CA 95134-1709  
Phone: 408-943-2600  
Fax: 408-943-4730  
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.