

具有遠端燒錄功能的 AT89S5x 燒錄器

張家濟

朝陽科技大學

資訊與通訊系

e-mail : ccchang@cyut.edu.tw

摘要

AT89S5x 是一款低耗電、高性能、8 位元工業級微處理器，因其價格低廉，構造簡單，故廣泛應用於智慧控制、感測應用、消費性電子產品。不同於市售的 805x 線上燒錄器，本研究同時整合 AT89S52 微處理器和藍牙無線通訊功能，實現同時具有線上和遠端燒錄功能的 AT89S5x 無線燒錄器。未來，此無線燒錄器可以廣泛應用於危險領域的嵌入式系統應用，減少人力損失。

關鍵詞：AT89S5x、微處理器、藍牙、遠端燒錄。

Abstract

The AT89S5x is a low power, high-performance, 8-bit industry-standard microcontroller. The 8051 core architecture is not only simple but low-cost, which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications. The research combines the excellent performance of a bluetooth transceiver with the Atmel AT89S52. The code memory of the AT89S51 can be programmed using not only manual wired reprogramming but over-the-air reprogramming. We believed that the flash programmer can be applied to dangerous embedded applications in the future.

Keywords: AT89S5x, microcontroller, bluetooth, over-the-air reprogramming

1. 前言

AT89S5x 系列微處理器是美國半導體廠 Atmel 生產的著名 8 位元微處理器[3]，此微處理器具備 8 位元 8051 核心，因其構

造簡單，價格低廉，廣泛應用在低耗電且高性能的嵌入式系統或消費性電子商品。AT89S5x 系列微處理器有兩種型號微處理器，分別是 AT89S51[1]和 AT89S52[2]。AT89S52 比其 AT89S51 有更大的程式記憶體 8K 和資料記憶體 256B，其計時器選擇也比 AT89S51 更加彈性。AT89S5x 微處理器內嵌程式記憶體和資料記憶體。其中程式記憶體是用來儲存程式映像檔，而資料記憶體是用來儲存程式變數之用。此微處理器提供兩種燒錄介面可以讓使用者選擇合適的燒錄方式去更新自己開發的應用程式，第一種燒錄介面是平行模式(Parallel Mode)，而第二種燒錄介面是串列模式(Serial Mode)。我們採用串列模式的線上燒錄功能(In-System Programmable)是為了簡化電路設計，使其整個系統體積縮小化。

目前市售的 AT89S5x 燒錄器都是採用線上燒錄的方式。近年無線通訊技術的蓬勃發展，設備無線化是目前的趨勢，主要的考量是可以有效減少線材使用量和提高產品的攜帶性。藍牙是一種短距離無線個人區域網路傳輸標準(IEEE 802.15.1)[4]。其運作的原理是使用跳頻展頻技術(Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS)，採用的頻段是在 2.4 到 2.485 GHz 之間，主要應用在對電腦周邊設備的一對一連結。目前藍牙版本已經到 4.0，最大資料量為 24 Mbit/s。本研究結合藍牙無線通訊和 AT89S5x 微處理器的 ISP 燒錄方式，讓使用者可以藉由藍牙的資料傳輸功能即可對 AT89S5x 系列的微處理器進程式更新動作。在未來，具備藍牙無線通訊功能的無線燒錄器可以應用在危險的嵌入式系統應用，如核電廠或是火山口附近等。本文的章節如下所述，第二章主要描述系統硬體架構，而第三章描述系統軟體架構，主要是人機介面和無線通訊封包格式，最

後章節為結論和未來展望。

2. 系統架構

本系統平台整合一顆美國 Atmel 公司生產的 8 位元 AT89S52 微處理器[2]、藍牙 V2.0 版本無線傳輸器和 USB 通訊模組，其系統架構圖如圖 1 所示。Master 部分為系統平台的主要核心，可以手動選擇 USB 通訊模組或是藍牙通訊模組與個人電腦的視窗程式介面溝通。Slave 部分則為待燒錄 AT89S5x 微處理器部分，Master 與 Slave 之間選用 ISP 連接方式實現程式更新動作，以縮小整個系統的電路設計。

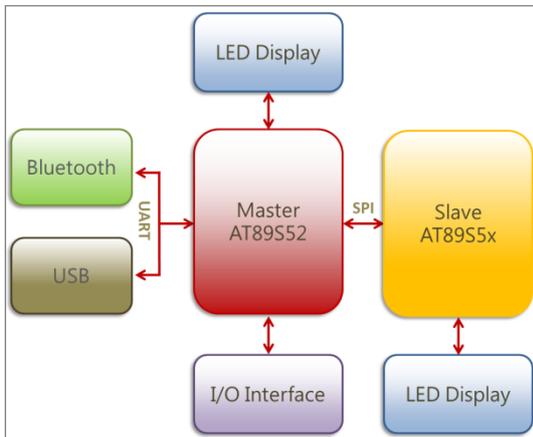


圖 1、系統平台架構圖

圖 2 為本系統平台之電路圖設計。Master 微處理器 AT89S52 使用 P1.0、P1.1 和 P1.2 I/O 腳位分別連接 GLED、RLED 和 YLED。這三個 LED 可以用來顯示目前 AT89S52 的運作狀況或程式除錯。AT89S52 的 P3.0 腳位(RXD)和 P3.1 腳位(TXD)為串列埠腳位，主要是用來與 PC 端視窗程式傳輸資料，考慮資料傳輸穩定度，AT89S52 採用 11.0592 MHz 振盪器，鮑率設定為 19200 bps，8-bit 資料位元、無位元檢查和 1 結束位元，則鮑率錯誤率為 0%。AT89S52 的 P1.5 腳位(MOSI)、P1.6 腳位(MISO)、P1.7 腳位(SCK)和 RST 腳位主要是用來更新 Master 微處理器 AT89S52 的核心韌體，而 AT89S52 的 P2.3 腳位、P2.2 腳位、P2.1 腳位和 P2.0 腳位分別連接 Slave 微處理器 AT89S5x 的 P1.5 腳位(MOSI)、P1.6 腳位(MISO)、P1.7 腳位(SCK)、RST 腳位。當 P2.0 為低電位時，則重置待燒錄微處理器，

若 P2.0 為高電位時，則釋放 Master 微處理器對 Slave 微處理器的控制，亦即讓待燒錄微處理器進入正常工作模式。S1 按鈕用來重置藍牙通訊模組、S2 按鈕用來重置 Master 處理器，而 S3 按鈕用來重置待燒錄微處理器。

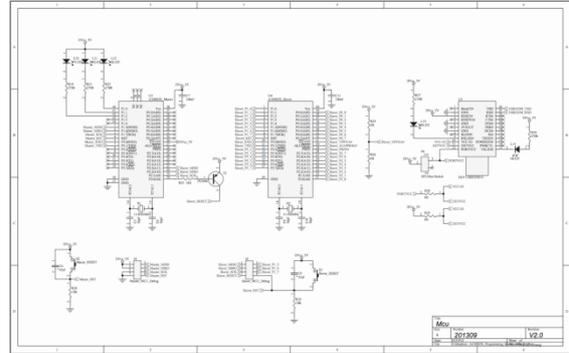


圖 2、無線燒錄器之電路圖設計

圖 3 為本系統平台之印刷電路板設計。本系統平台採用二層雙面板電路設計，上層電路板(Top Layer)為表面黏著元件上件處，使其容易使用和除錯。另外，下層電路板(Bottom Layer)主要為易被干擾的走線。幾乎所有電子元件都是採取表面黏著方式以減少印刷電路板的面積和提高抗雜訊能力。

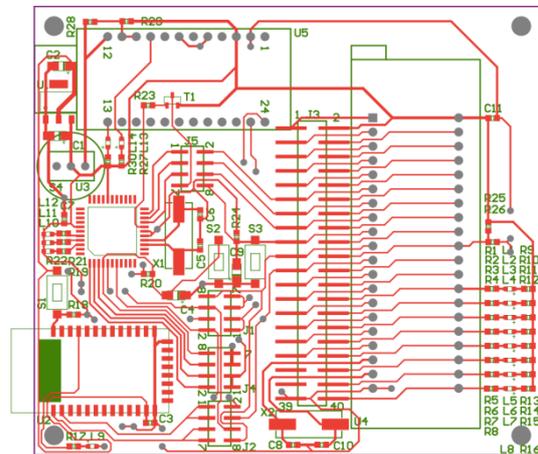


圖 3、無線燒錄器之印刷電路板設計

圖 4 為無線燒錄器的實體圖，其尺寸為 90mm x 80mm。採用雙面板設計，線路為噴錫處理，噴錫量為 1 oz，版厚為 16mm。



圖 4、無線燒錄器之實體照

2.1 USB 通訊模組

圖 5 為 FTDI 生產的 USB 通訊模組 DLP-USB232M，採用 FT232BL USB 轉 UART 晶片[5]。此模組不僅支援 USB1.1，也可支援 USB2.0。在 USB2.0 模式底下，其傳輸速度可以切換 USB 2.0 全速模式(12Mb/s)或是 USB 2.0 高速模式(480Mb/s)。透過電腦設定速率、傳輸格式、同位元檢查和結束位元設定，DLP-USB232M 可以很容易地將 UART 封包格式轉換成 USB 封包格式傳送出去。此外，透過 VCC-IO 腳位連接不同電位 (3.3V 或 5V)，DLP-USB232M 可以直接與 3.3V 或是 5V 系統連接，而不需考慮電位轉換的問題。



圖 5、DLP-USB232M 實體圖

2.2 藍牙通訊模組

我們採用匯承信息科技有限公司生產的 HC-05 藍牙模組[6]，其靈敏度可達 -80dBm、傳送功率最高可達 6dBm。在 UART 傳輸方面支援 USB1.1 和 USB2.0，因此 HC-05 藍牙模組透過 UART 連接方式即可將 UART 封包格式轉換成藍牙封包格式。該模組設計成貼片元件，尺寸僅為 27mm x 13mm x 2mm 非常適合極小化的嵌入式系統設計。



圖 6、HC-05 藍牙模組實體圖

3. 系統軟體架構

3.1 ISP 線上燒錄原理

本系統採用串列燒錄方式，亦即透過連結 P1.5 腳位(MOSI)、P1.6 腳位(MISO)、P1.7 腳位(SCK)和 RST 腳位，以及特定的燒錄通訊協定進行 Slave AT89S5x 微處理器上程式記憶體區塊裡資料的抹除、讀取或寫入等動作。詳細的燒錄通訊協定敘述如下：

- I. 進入燒錄模式必須先將 5V 電源開啟後，讓 RST 腳位維持在高電位狀態，亦即讓 Slave AT89S5x 微處理器維持在重置狀態下。
- II. 本系統平台 Master AT89S52 微處理器下達 Programming Enable 指令(如表 1 所示)給 Slave AT89S5x，直到 Slave AT89S5x 回應 0x69 給 Master AT89S52 微處理器，確定 Slave AT89S5x 已經進入燒錄模式。
- III. 在燒錄模式底下，Master AT89S52 可以任意對 Slave AT89S5x 進行以位元組資料為單位讀取、以頁資料為單位讀取、晶片特定資料讀取、鎖定位元資料讀取和抹除程式記憶體區塊。
- IV. 在燒錄模式底下，Master AT89S52 對 Slave AT89S5x 進行資料寫入前，必須確保該程式記憶體位址上的資料為 0xFF；換句話說，進行燒錄程式時，建議先下達抹除程式記憶體區塊，以確保程式記憶體區塊上的資料為 0xFF。
- V. 上述動作結束後，拉低 RST 腳位上的電壓至 0V，使其 Slave AT89S5x 進入工作模式。

表 1、串列燒錄指令表[1,2]

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx 0000	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx 0000	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽¹⁾	1010 1100	1110 0000	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes	0010 1000	xxxx 0000	xxxx 0000	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx 0000	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx 0000	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Note: 1. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
 B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
 B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
 B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

圖 7 為 AT89S5x 微處理器的燒錄時序圖，資料封包為 8-bit 為單位，最高有效位元(MSB)先傳，其中 P1.7 腳位(SCK)的頻率不能超過 Slave AT89S5x 微處理器震盪頻率的 1/16。

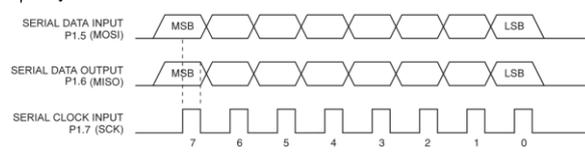


圖 7、串列燒錄時序圖[1,2]

3.2 視窗程式介面

我們採用 Visual Basic 2010 去實現燒錄視窗程式介面，該視窗程式具備讀取欲燒錄的程式映像檔格式 hex、抹除程式記憶體區塊、寫入程式映像檔、讀取微處理器的特定資料(如 0x1E 為 Atmel 製造商編號、0x51 為 AT89S51、0x52 為 AT89S52 等)、讀取微處理器程式記憶體區塊的內容和重置微處理器等，如圖 8 所示。

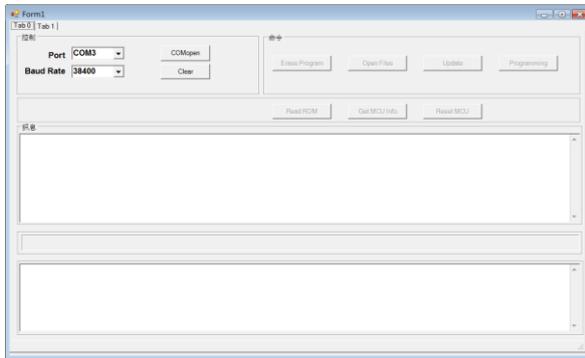


圖 8、燒錄視窗程式

4. 結論與未來展望

我們成功實現同時整合藍牙傳輸功能和 USB 通訊功能的 AT89S5x 燒錄器，使用

者可以針對不同的使用環境去選擇無線燒錄方式或是線上燒錄方式。特別是在人類無法到達的危險區域如核能電廠，藉由遠端程式更新技術，除了可以有效降低線材成本支出，也可以確保危險區域的人員生命。

致謝

本文為國科會補助之專案研究計畫，對於其在研究過程的補助與協助，本文作者謹此致謝。國科會研究計畫編號 NSC102-2221-E-324-006[計畫名稱:無線感測陣列應用於車內空氣品質監測與駕駛行為警示]。

參考文獻

- [1] AT89S51 Complete Datasheet, “8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash,” <http://www.atmel.com/>
- [2] AT89S52 Complete Datasheet, “8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash,” <http://www.atmel.com/>
- [3] Atmel Corporation, “8051 Architecture Microcontroller,” <http://www.atmel.com/>
- [4] Bluetooth Web, <http://www.bluetooth.com/>
- [5] FTDI Chip Home Page, “DLP Modules: DLP-232M-G”, <http://www.ftdichip.com/>
- [6] HC 匯承信息, “HC-05 Bluetooth Moduel,” <http://www.wavesen.com/>