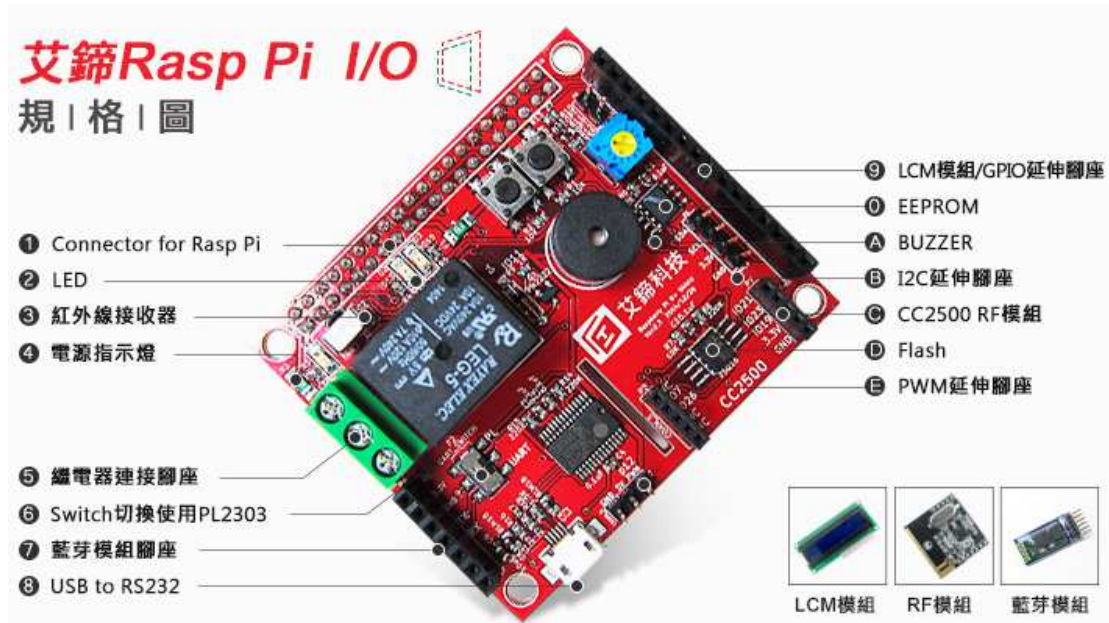


# Rasp Pi I/O

## User Manual



### 主要特點 (Main Features):

- USB-Serial (PL2303) 模組 — 直接與 Raspberry Pi B+ UART 連線
- UART 外接腳座
- CC2500 RF 模組延伸腳座
- I2C 延伸腳座
- PWM 延伸腳座
- 字元型液晶模組延伸腳座 (LCM Module) 連接座
- 紅外線訊號接收器
- 繼電器
- 蜂鳴器
- I2C 介面序列型 EEPROM
- SPI 介面 FLASH 記憶體
- GPIO 按鈕 x 2
- GPIO 發光二極體 x 2
- Raspbian Linux 驅動程式與範例程式碼支援

## 目錄

主要特點 (Main Features):.....	0
目錄.....	錯誤! 尚未定義書籤。
1. 硬體規格 (Technical Specifications).....	2
2. 技術設計圖樣 (Technical Drawing).....	3
3. 安裝說明 (First Time Installation) .....	3
3.1 適用作業系統.....	3
3.2 硬體安裝: .....	4
3.3 使用 USB-Serial 模組登入 Raspbian Linux 作業系統 .....	5
3.4 軟體安裝設定: .....	6
4. 使用 Rasp Pi I/O 子板 (Using your IO board).....	7
4.1 使用 USB-Serial 連接 Raspberry Pi B+ UART .....	7
4.2 SPI 介面操作 FLASH 記憶體測試 .....	8
4.3 使用 i2c-tools 讀寫 EEPROM .....	9
4.4 字元型液晶模組延伸腳座(LCM Module) 連接座 .....	9
4.5 紅外線訊號接收器測試 .....	10
4.6 繼電器 .....	11
4.7 蜂鳴器 .....	11
4.8 GPIO 按鈕 .....	12
4.9 發光二極體 .....	12
4.10 PWM 輸出 .....	12
5. 其他連結 (Additional Links) .....	13

## 1. 硬體規格 (Technical Specifications)

Size: 65 x 56 mm

### USB-Serial (PL2303)

- USB 轉 TTL 連接 Pi 板序列埠。
- 預設速率 115200

### UART 延伸腳座

- UART SWITCH 切換 Pi 板序列埠連接 USB-Serial 或 UART 延伸腳座

### CC2500 RF 模組 SPI 介面延伸腳座

- SPI Channel Select : 1 (Pin 26)

### 字元型液晶模組延伸腳座 (LCM Module)

- 可外接字元型液晶模組或作為一般 GPIO 延伸腳座使用。

### 紅外線訊號接收器 (IR Signal Receiver)

- 接收一般紅外線遙控器訊號。

### 繼電器 (Relay)

- 10A 240VDC 繼電器

### 蜂鳴器 (Buzzer)

- 自激式 DC 直流蜂鳴器

### I2C 介面序列型 EEPROM

- Slave Address: 0x50
- 型號: 24AA16

### SPI 介面快閃記憶體 (FLASH memory)

- SPI Channel Select : 0 (Pin 24)
- 型號: MX25L4005A

### GPIO 按鈕 x 2

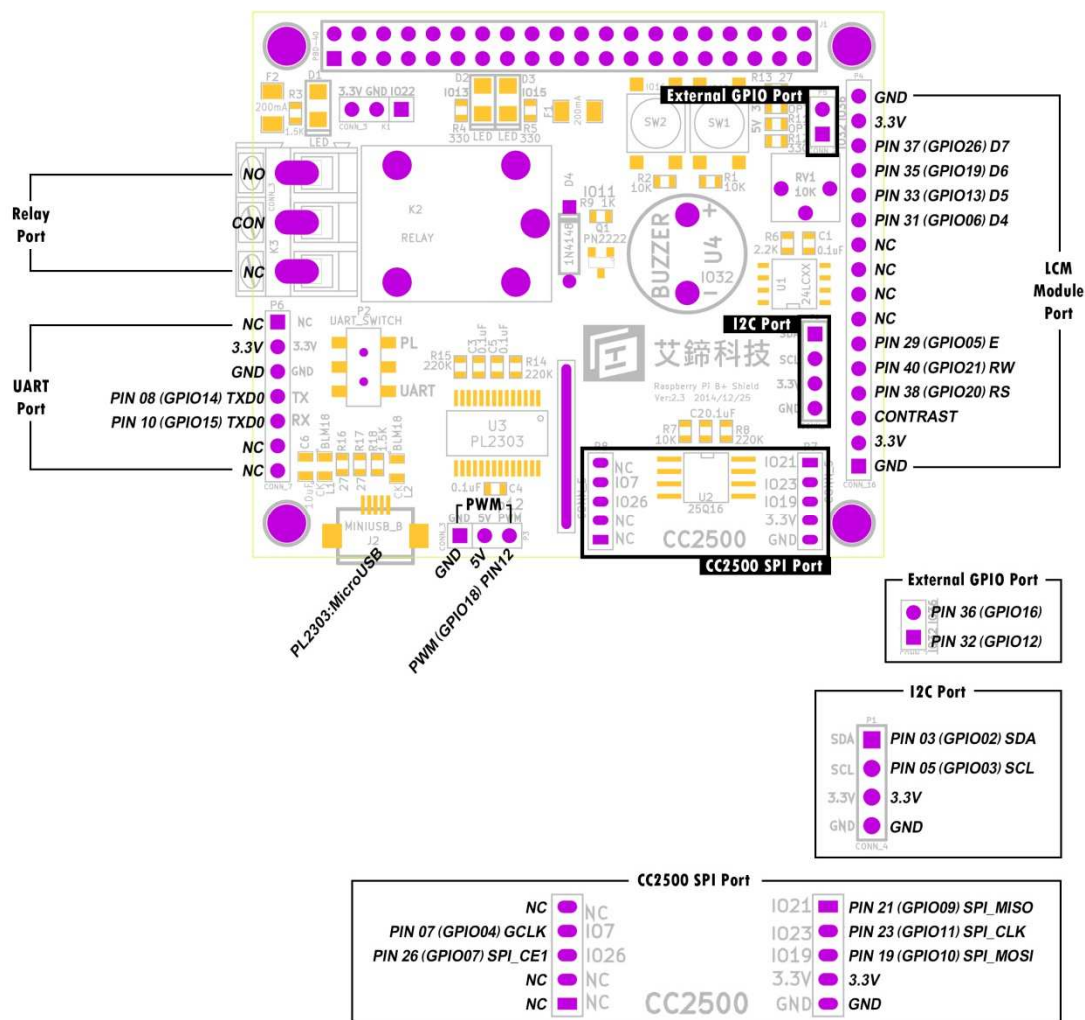
### GPIO 發光二極體 x 2

### I2C 延伸腳座

### PWM 延伸腳座

### Linux (Raspbian) 驅動程式支援

## 2. 技術設計圖樣 (Technical Drawing)



## 3. 安裝說明 (First Time Installation)

### 3.1 適用作業系統

請使用可支援 I<sup>2</sup>C 與 SPI 傳輸介面的作業系統:

1. **Raspbian Linux** 作業系統映像檔請至 Raspberry Pi 官方網頁下載最新版  
本 <http://www.raspberrypi.org/downloads/> 並參照網頁教學安裝燒錄至 microSD 卡上。

2. 插入該 micro SD 卡至 Raspberry Pi B+ 板子上進行開機。
3. 第一次登入作業系統請執行系統設定程式，並參考 3.4.1 章節開啟 I2C 和 SPI 介面功能:

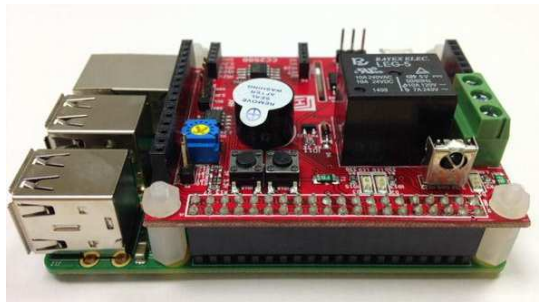
```
$ sudo raspi-config
```

### 3.2 硬體安裝:

適用 **Raspberry Pi B+** 版本外觀如下:



- 如下圖所示連接 Rasp Pi I/O 子板於 Raspberry Pi B+ 板上:



- 如下圖所示連接 LCM 模組於板子之上字元型液晶模組延伸腳座:



### 3.3 使用 USB-Serial 模組登入 Raspbian Linux 作業系統

- 使用 USB-micro 連接線，連接電腦和 Rasp Pi I/O 子板上的 USB-Serial 轉接埠。



- 如下圖箭頭所示，切換 SWITCH 朝向“PL”標示，連接 USB-Serial 模組與 Raspberry Pi UART :



- 登入 Raspbian Linux 系統:

此時從個人電腦端可以透過終端機連線軟體登入 Raspbian Linux 作業系統。

個人電腦端作業系統為 Windows，需至 [Prolific 官方網站](http://prolific.com.tw) 下載驅動程式。

安裝完成後可至裝置管理員中查詢與 PL2303 晶片相對應的 COM Port 號碼。個人電腦端作業系統為 Linux 或 MAC OS X，可使用 minicom 通訊軟體開啟裝置檔 “/dev/ttyUSB0” (Linux) 或 “/dev/tty.usbserial” (MAC OS X)。

終端機連線設定為 8-N-1 連線模式，鮑率 (Baud Rate) 值為 115200:

鮑率 (Baud Rate): 115200

資料位元 (Data Btis): 8

同位檢查 (Parity Check): None



停止位 (Stop Bit): 1

- Raspbian Linux 系統預設 (帳號/密碼) 為 (pi/raspberry)。

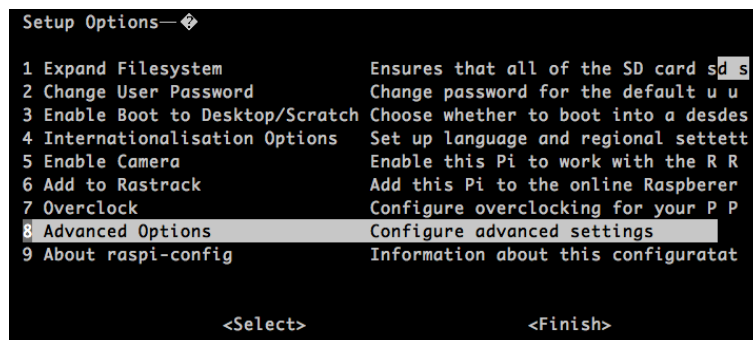
### 3.4 軟體安裝設定:

Raspbian Linux 作業系統的軟體安裝需要上網，請確認 Raspberry Pi B+ 板子上的網路接孔與網路連接。作業系統預設使用 DHCP 方式自動分配 IP。

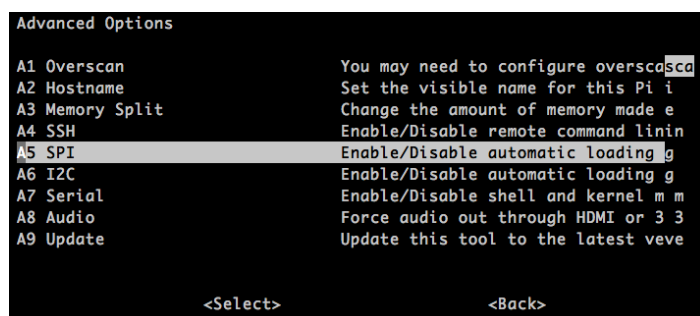
- 設定 SPI 與 I2C 模組為系統開機後自動載入

登入系統後執行指令進入類似以下系統設定畫面。

```
$ sudo raspi-config
```



如圖所示，進入選項 **8 Advanced Options** → 分別進入選項 **A5 SPI** 與 **A6 I2C** 之後選擇 **<Yes>** 打開 SPI 與 I2C 功能設定。



之後退回一開始的畫面選擇 **<Finish>** 離開設定程式後，重新開機。

```
$ sudo reboot
```

- 下載並安裝 bcm2835 C 語言函式庫

請至網頁 <http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/> 找到最新版 bcm2835 C 函式庫壓縮檔 (bcm2835-1.xx.tar.gz) 連結，照下列指示安裝:

```
$ wget
http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/bcm2835-1.xx.tar.gz
$ tar zxvf bcm2835-1.xx.tar.gz
$ cd bcm2835-1.xx
$ ./configure
$ make
$ sudo make check
$ sudo make install
```

- 下載並安裝 wiringPi C 語言函式庫

```
$ sudo apt-get install git-core
$ git clone git://git.drogon.net/wiringPi
$ cd wiringPi
$ ./build
```

- 安裝 I2C 工具

```
$ sudo apt-get install i2c-tools
```

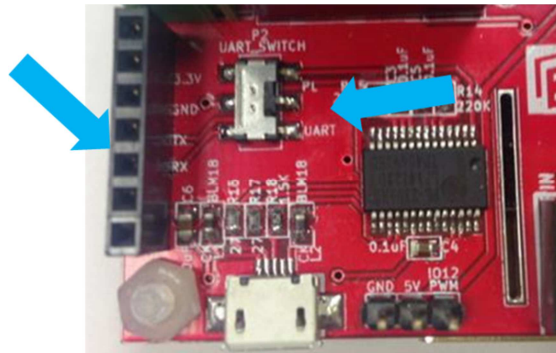
## 4. 使用 Rasp Pi I/O 子板 (Using your IO board)

### 4.1 使用 USB-Serial 連接 Raspberry Pi B+ UART

如前文 3.3 章節所示，將所示 UART SWITCH 切換到標示 “PL” 方向，Rasp Pi I/O 子板上的 USB-Serial 模組即與 Raspberry Pi B+ 板上的 UART 端 (Tx/Rx: Pin 08/Pin 10) 連接。如下圖箭頭所示將 UART SWITCH 切換到 “UART” 標示方向，Raspberry



Pi B+ 板 UART 的 Tx/Rx (Pin 08:Pin 10) 會被分別連接至側邊 UART port 針座的 TX/RX 端，切斷與 USB-Serial 模組的連繫。



## 4.2 SPI 介面操作 FLASH 記憶體測試

Rasp Pi I/O 子板上的 FLASH 記憶體被連接至 SPI 介面的 Channel 0。下列範例 C 程式碼為利用 bcm2835 C 函式庫所寫的測試程式：

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<bcm2835.h>
int main(int argc,char *argv[]){
    uint8_t buff[]={0x90, 0x00,0x00,0x00,0x00,0x00 };
    int i = 0;
    bcm2835_init();
    bcm2835_spi_begin();
    bcm2835_spi_setBitOrder(BCM2835_SPI_BIT_ORDER_MSBFIRST);
    bcm2835_spi_setDataMode(BCM2835_SPI_MODE0);
    bcm2835_spi_setClockDivider(BCM2835_SPI_CLOCK_DIVIDER_65536);
    bcm2835_spi_chipSelect(BCM2835_SPI_CS0);
    bcm2835_spi_setChipSelectPolarity(BCM2835_SPI_CS0, LOW);

    bcm2835_spi_transfern(buff,6);
    printf("Manufacturer ID: %02X\n", buff[4]);
    printf("Device ID: %02X\n",buff[5]);
    return 0;
}
```

將其存檔為 test.c 並用 gcc 指令將其編譯為可執行檔 test。如下圖所示，執行 test 之後螢幕上會顯示從 FLASH 記憶體中讀取到的廠商代碼(C2)和裝置代碼(12)：

```
pi@raspberrypi ~ $ gcc test.c -o test -lbcm2835
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./test
Manufacturer ID: C2
Device ID: 12
```

### 4.3 使用 i2c-tools 讀寫 EEPROM

Rasp Pi I/O 子板上的 I2C 上已安裝好一個 EEPROM (24AA16) 其 Slave Address 為 0x50。在使用 i2c-tools 工具套件測試 EEPROM 之前必須先使用 modprobe 指令載入 i2c-dev 驅動模，載入成功之後使用 lsmod 指令可以看到 i2c\_dev 模組已經掛載在 Linux 系統之中了：

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo modprobe i2c-dev
pi@raspberrypi ~ $ lsmod
Module                  Size  Used by
i2c_dev                 5769  0
snd_bcm2835             19496  0
snd_soc_tas5713          5573  0
```

之後便可使用 i2c-tools 工具套件的指令 i2cdetect 來偵測 I2C 介面上所有元件的 slave address。

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo i2cdetect -y 1
   0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- UU -- --
20:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50:  50 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70:  -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
```

可看到有一元件占用了 slave address: 0x50，此元件即為 Rasp Pi I/O 子板上的 EEPROM。知道 slave address 之後便可使用 i2c-tools 模組所提供的 i2cset 和 i2cget 存取 EEPROM 中指定暫存器的值。下圖示範儲存數值 0x64 至 EEPROM 暫存器 0x13，並讀取出來驗證其結果：

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo i2cset -f -y 1 0x50 0x13 0x64
pi@raspberrypi ~ $ sudo i2cget -f -y 1 0x50 0x13
0x64
pi@raspberrypi ~ $ █
```

### 4.4 字元型液晶模組延伸腳座(LCM Module) 連接座

依照 3.2 節安裝 LCM 模組至 Rasp Pi I/O 子板上，調整 LCM 顯示對比度可透過下圖箭頭所示的可變電阻進行。



LCM 模組需使用 4bit 操作模式，腳位對照如下：

LCM	RS	RW	E	D4	D5	D6	D7
Pi Pin #	Pin 38	Pin 40	Pin 29	Pin 31	Pin 33	Pin 35	Pin 37
GPIO #	GPIO 20	GPIO 21	GPIO 05	GPIO 06	GPIO 13	GPIO 19	GPIO 26

因操作方式較為複雜，詳細的操作方式請參考教學網頁：

<http://blog.ittraining.com.tw/2014/12/raspberry-pi-b-python-lcd-16x2-hd44780.html>

## 4.5 紅外線訊號接收器測試

線外線接收器訊號腳位與 Raspberry Pi B+板上的 Pin: 22 接腳連接。下列範例 C 程式碼為利用 bcm2835 C 函式庫所寫的測試程式：

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<stdint.h>
#include<sys/time.h>
#include<bcm2835.h>
#define IR_PIN RPI_BPLUS_GPIO_J8_22
struct timeval pre_t;
struct timeval now_t;
uint8_t now_l,pre_l;
uint16_t d_t;
int main(int argc,char *argv[]){
    bcm2835_init();
    bcm2835_gpio_fsel( IR_PIN, BCM2835_GPIO_FSEL_INPT);
    now_l = bcm2835_gpio_lev(IR_PIN);
    pre_l = now_l;
    while(1){
        now_l = bcm2835_gpio_lev(IR_PIN);
        if( now_l != pre_l ){
            gettimeofday(&now_t, NULL);
            d_t = 1000000 * (now_t.tv_sec - pre_t.tv_sec);
            d_t += (now_t.tv_usec - pre_t.tv_usec);
            printf("%ld\n", d_t);
            pre_l = now_l;
            pre_t.tv_sec = now_t.tv_sec;
            pre_t.tv_usec = now_t.tv_usec;
        }
    }
    return 0;
}
```

將其存檔為 `test.c` 並用 `gcc` 指令將其編譯為可執行檔 `test`。

```
pi@raspberrypi ~ $ gcc test.c -o test -lbcm2835
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./test
9274
8895
4494
580
607
```

執行後可用一般常見紅外線遙控器朝向 Rasp Pi I/O 子板上的紅外線接收器發射訊號，螢幕上會顯示接收到的紅外線訊號變化時間間隔(單位為 `micro second`)。

可按 `Ctrl + C` 結束程式。

## 4.6 繼電器

繼電器開關腳位與 Raspberry Pi B+板上的 Pin: 11(GPIO17)接腳連接。可使用下列指令設定該 pin:11 (GPIO17)為輸出來操作繼電器:

```
$ echo 17 > /sys/class/gpio/export
$ echo out > /sys/class/gpio/gpio17/direction
```

打開繼電器:

```
$ echo 1 > /sys/class/gpio/gpio17/value
```

關掉繼電器:

```
$ echo 0 > /sys/class/gpio/gpio17/value
```

## 4.7 蜂鳴器

該蜂鳴器為自激式 DC 直流蜂鳴器，和 Raspberry Pi 板上的 Pin 32 連結。可使用下列指令設定該 pin:32 (GPIO12)為輸出來操作蜂鳴器:

```
$ echo 12 > /sys/class/gpio/export
$ echo out > /sys/class/gpio/gpio12/direction
```

打開蜂鳴器:

```
$ echo 0 > /sys/class/gpio/gpio12/value
```

關掉蜂鳴器:

```
$ echo in > /sys/class/gpio/gpio12/direction
```

## 4.8 GPIO 按鈕

Rasp Pi I/O 子板上的兩顆按鍵 SW01、SW02 分別對應 Raspberry Pi B+ 板上的 Pin 16 (GPIO23) 和 Pin 18 (GPIO24)。下列指令示範使用藉由讀取 pin:16 (GPIO23)的輸入電位來得知 SW01 的狀態:

```
$ echo 23 > /sys/class/gpio/export  
$ echo in > /sys/class/gpio/gpio23/direction
```

讀取按鍵狀態:

```
$ cat /sys/class/gpio/gpio23/value
```

若按鍵未按下回傳值為 1 (High Level)，若按鍵按下則回傳值為 0 (Low Level)

## 4.9 發光二極體

Rasp Pi I/O 子板上的兩顆發光二極體 LED01、LED02 分別對應 Raspberry Pi B+ 板上的 Pin 13 (GPIO 27)、Pin 15 (GPIO 22)。下列指令使用 Pin 13 (GPIO27)來操作發光二極體 LED01:

```
$ echo 27 > /sys/class/gpio/export  
$ echo out > /sys/class/gpio/gpio27/direction
```

打開發光二極體 LED01:

```
$ echo 1 > /sys/class/gpio/gpio27/value
```

關掉發光二極體 LED01:

```
$ echo 0 > /sys/class/gpio/gpio27/value
```

## 4.10 PWM 輸出

Rasp Pi I/O 子板上的 PWM 延伸腳座對應 Raspberry Pi B+板上的 Pin 12 (GPIO18)。

該 PWM 延伸腳座為 Raspberry Pi B+ MCU 晶片系統內建硬體 PWM 輸出。下面使用 wiringPi 套件的 gpio 指令控制該硬體 PWM (GPIO18) Pin 12 訊號輸出。

設定 Pin 12 (GPIO18) 為 PWM 輸出:

```
$ gpio mode 1 pwm
```

設定 Pin 12 (GPIO18) PWM 輸出訊號:

```
$ gpio pwm 1 500
```

關掉 Pin 12 (GPIO18) PWM 模式。

```
$ gpio mode 1 input
```

## 5. 其他連結 (Additional Links)

<http://blog.ittraining.com.tw/>

<http://www.raspberrypi.org/>

<http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/>

<http://wiringpi.com/>