



RA8876_77_71(M)_73(M) AP

操作說明

Version 0.3
July 6, 2017

RAiO Technology Inc.

@Copyright RAIo Technology Inc. 2013

Revise History		
Version	Date	Description
0.1	January 15, 2015	Initial Release
0.2	February 26, 2015	Add Chapter 10 PIP Function
0.3	June 29, 2017	Added information about the RA8871(M) and RA8873(M)

Preliminary

Contents

1. 使用前須知.....	4
1.1 在本指南中使用的約定.....	4
1.2 RA8876_77_71(M)_73(M) AP 簡介.....	4
1.3 系統需求.....	5
2. 軟體簡介與驅動程式安裝.....	6
2.1 安裝 USB 驅動程式.....	6
2.1.1 Windows XP 驅動程式安裝.....	6
2.1.2 Windows 7/8/10 驅動程式安裝.....	10
2.2 軟體面板介紹.....	16
2.3 軟體功能按鍵介紹.....	18
3. SPI Flash 燒錄功能.....	19
4. MPU 寫圖功能.....	22
5. 字型功能.....	25
5.1 內建字庫功能.....	25
5.2 外接集通字庫功能.....	27
6. DMA 功能.....	29
7. 幾何圖形繪圖功能.....	34
8. 記憶體檢視功能(RA8876、RA8877 only).....	38
8.1 Ping-pong Buffer.....	38
8.2 捲動功能.....	41
9. BTE Function.....	45
9.1 Memory Copy with ROP.....	45
9.2 Memory Copy with Chroma Keying.....	48
9.3 Memory Copy with Color Expansion.....	51
9.4 Memory Copy with Color Expansion and Chroma Keying.....	54
9.5 Solid Fill.....	55
9.6 Alpha Blending in Picture Mode.....	57
10. PIP Function.....	60

1. 使用前須知

1.1 在本指南中使用的約定

符號

符號	說明
	RAiO 聯絡資訊
	步序號碼
	注意事項編號

Text

Abbreviations	Description
AP	Application Program
PC	Personal Computer
API	Application Programming Interface
DMA	Direct Memory Access
BTE	Block Transfer Engine
CE	Color Expansion
PIP	Picture in Picture
76、77、71(M)、73(M)	RA8876、RA8877、RA8871(M)、RA8873(M)
RA8876_77 AP	RA8876、RA8877、RA8871(M)、RA8873(M) AP

1.2 RA8876_77 AP 簡介

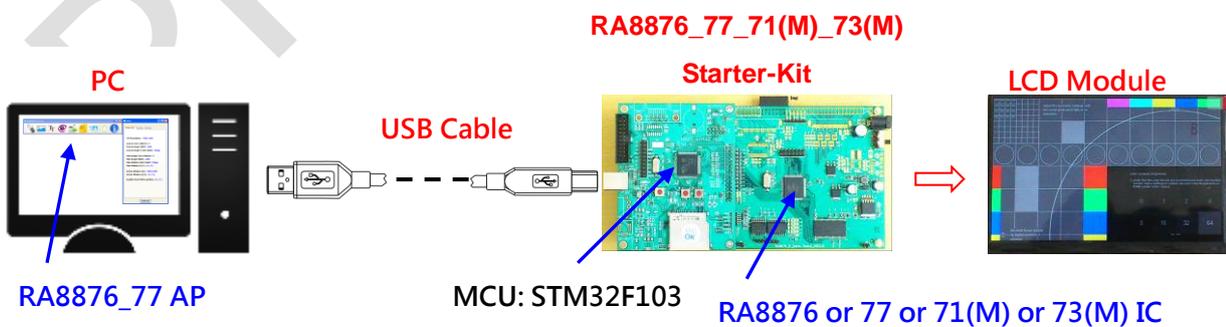


Figure 1-1 Starter-Kit connection with PC and LCD Panel

RA8876_77 AP (Application Program)是一套在 Windows 作業系統的應用軟體，搭配 RA8876、77、71(M)、73(M) IC 的硬體環境(Starter-Kit)，經由軟體簡單的操作介面，去控制 IC 執行圖形、文字、DMA、BTE、PIP 等相關功能。

除了 RA8876_77 AP 外，瑞佑科技提供入門開發工具包(Starter-Kit)，MCU 為 STMicroelectronics STM32F103，並使用 KEIL-C 撰寫其韌體，提供常用的 API 韌體，使用者開發自己的系統時，方便程式移植到自己的系統中，減少開發時間。

使用此 AP 的目的:

- 快速了解 IC 各個功能，客戶可以針對自己的系統，選擇適合的功能來使用，增加系統效能，並減少 MCU 的負擔
- 幫助了解各個功能如何操作，加速開發時間
- 能即時將操作結果顯示於 LCD 上，避免頻繁修改參數後，需花費大量時間更新 MCU 韌體
- 對於 LCD 模組廠，也可以用此系統來推廣自家的 LCD 模組

此 AP 主要是幫助不熟悉 RA8876、77、71(M)、73(M) IC 如何操作的客戶，能快速了解相關功能的參數如何設定與操作，僅提供較常用到的功能，且由於 RA8876、77、71(M)、73(M)功能強大，為了讓使用者易於了解，特將環境設定在簡單與易了解的模式下，若想進一步使用到其它的功能，或對於 AP 有什麼建議，可以與 RAiO 的 FAE 聯絡 ，針對使用者的建議，此 AP 也會不斷的修正與更新。

**RAiO**

☒ TEL : +886-3-5637888 EXT : 178 / 188

☒ FAX : +886-3-5601166

☒ Sales E-mail : sales@raio.com.tw

☒ FAE E-mail : fae@raio.com.tw

☒ <http://www.raio.com.tw>

☒ Office Address :

6F-5, No.8, Tai Yuen 1st Street, Chupei City, Hsinchu, Taiwan

1.3 系統需求

- 需要搭配 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) Starter-Kit 硬體環境
- 此軟體適用於 Windows XP / 7 / 8 / 10 平台上
- 軟體操作前需先安裝 STM32F103 MCU 的 USB Driver.

2. 軟體簡介與驅動程式安裝

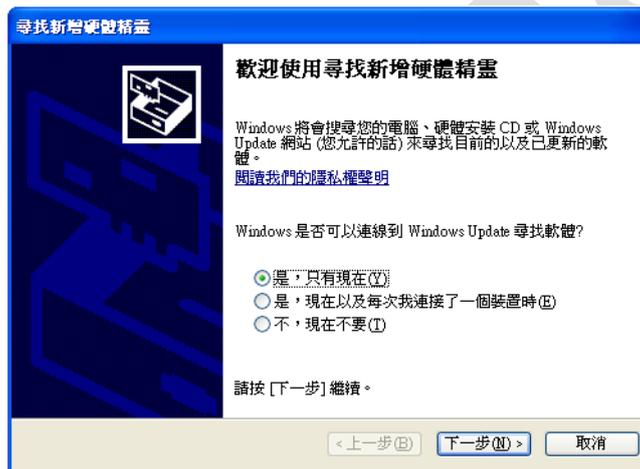
2.1 安裝 USB 驅動程式

2.1.1 Windows XP Driver 驅動程式安裝

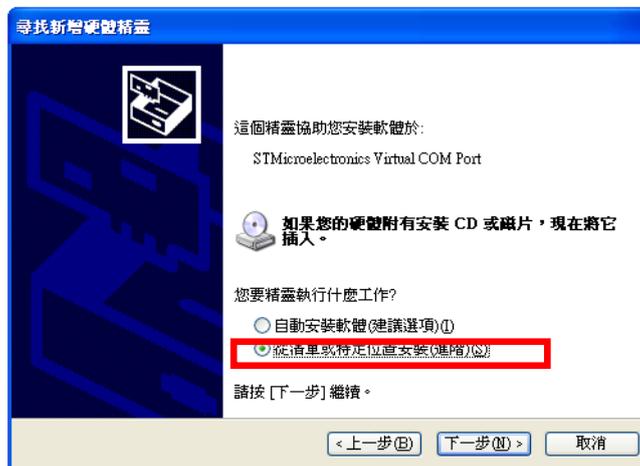
- 1 第一次將 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) Starter-Kit 透過 USB Cable 連接至 PC(Personal computer)時，Windows 會出現 “找到新硬體” **STMicroelectronics Virtual COM Port**” 的提示訊息。



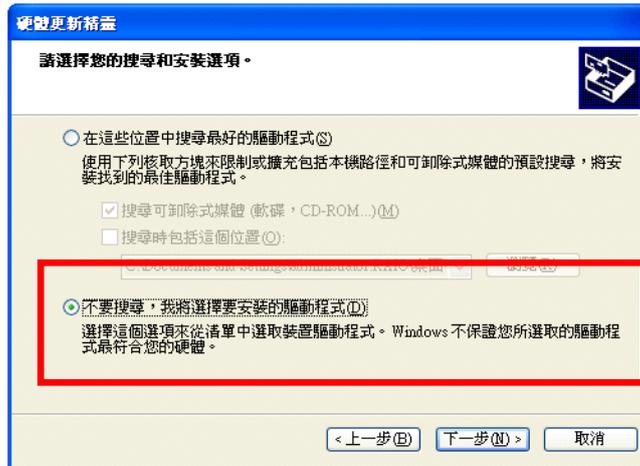
- 2 Windows 會要求安裝新硬體的驅動程式，點擊” 下一步” 。



- 3 選擇 “從清單或特定位置安裝(進階)”，點擊” 下一步” 。



4 勾選“不要搜尋，我將選擇要安裝的驅動程式”，並點擊”下一步”。



5 點擊”從磁片安裝”



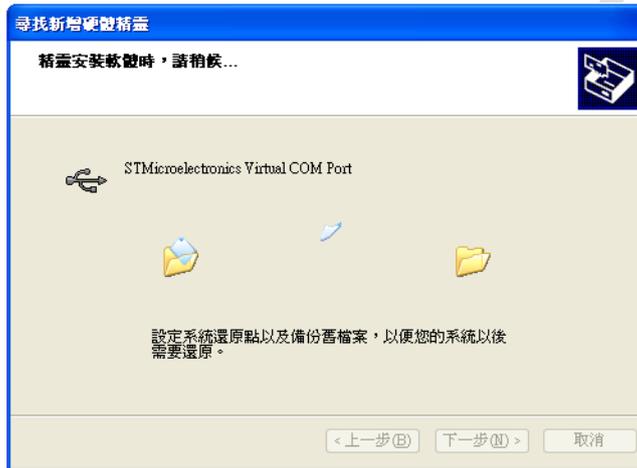
6 點擊”瀏覽”，並選擇驅動程式路徑



7 點擊“下一步”



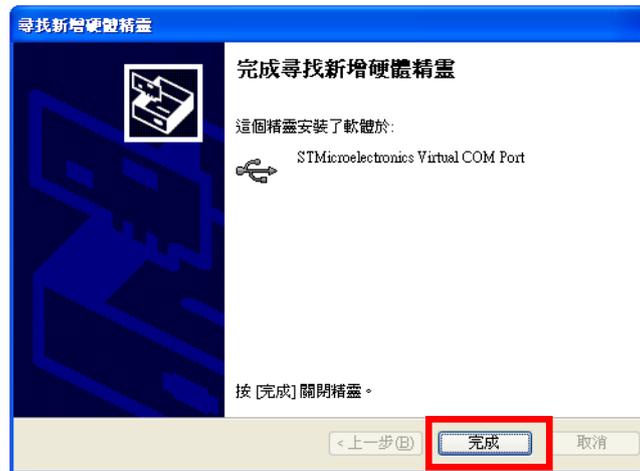
8 開始安裝驅動程式，請稍候。



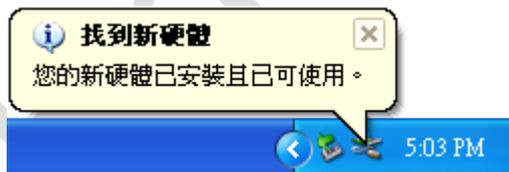
9 系統會再要求放置 libusb0.sys 的檔案路徑，將路徑設定至 STM32F103_USB_DRIVER\x86 路徑下，點擊“確定”。



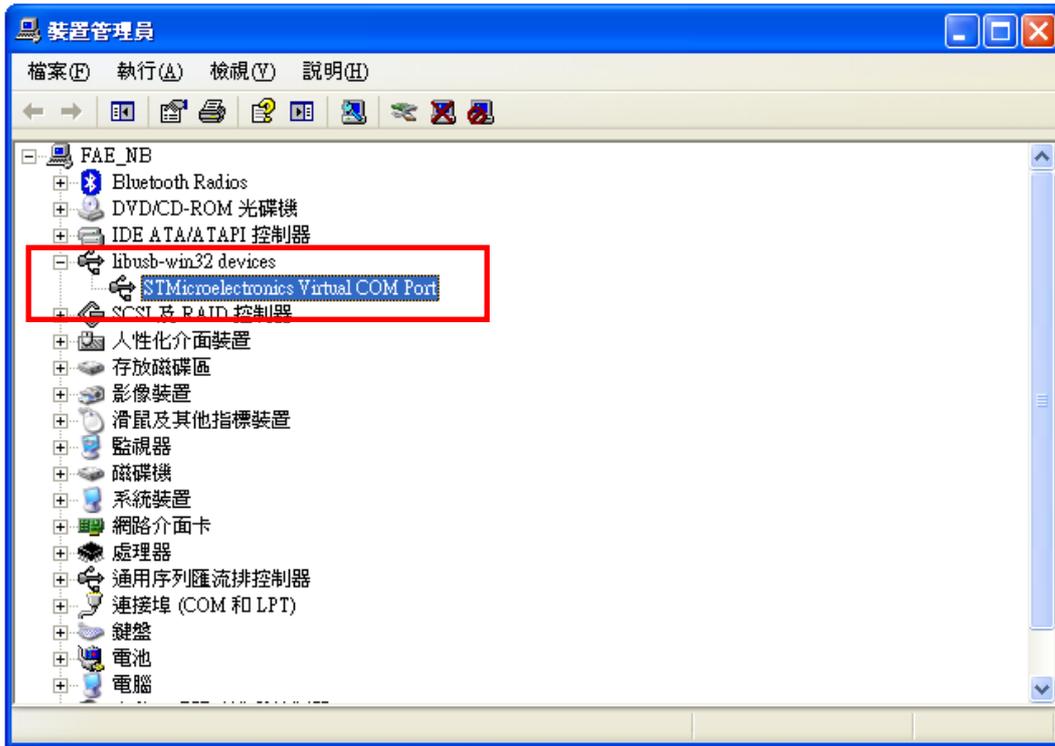
- 10 稍待片刻即完成驅動程式安裝，點擊”完成”。



- 11 系統顯示新硬體已安裝且可使用。



12 由 Windows 控制台->系統->硬體->裝置管理員中，可以看到多了 **STMicroelectronics Virtual COM Port** 裝置，已經完成 Starter-Kit 的 USB Driver 安裝。



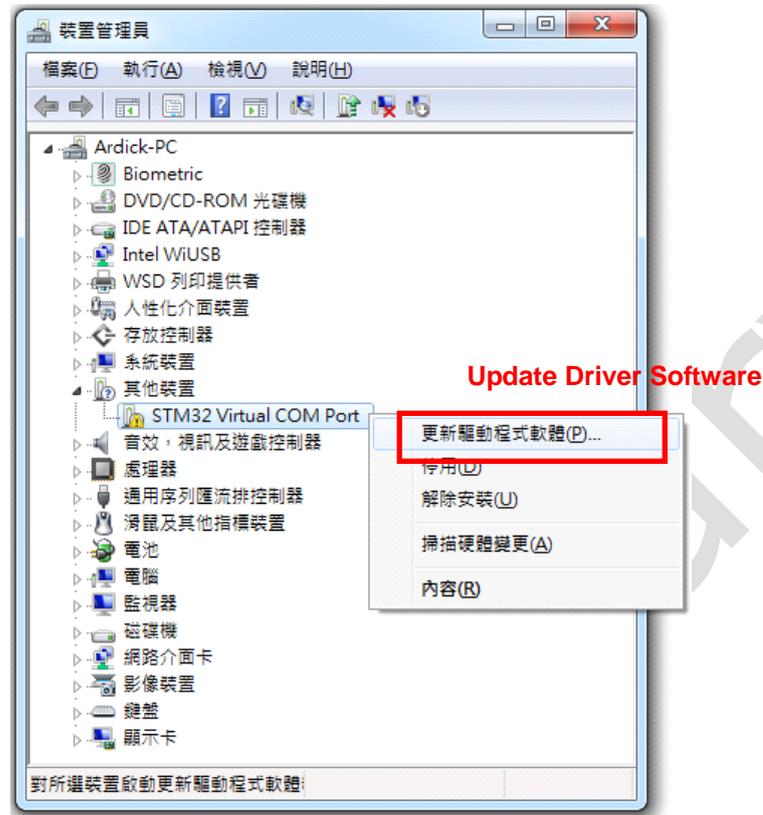
2.1.2 Windows 7/8/10 驅動程式安裝

與早期的作業系統不同，Windows 8 的驅動程式有著嚴格的數位簽章限制，正因為如此，安裝未經過簽屬的驅動程式，必須有額外的安裝步驟，我們可以參考 [此教學影片](#) (或 [此教學網站](#))，先暫時關閉數位簽章的禁用功能，再安裝驅動程式。如果系統是在 Windows 7 運行，請跳過此步驟，從第一個步驟開始安裝驅動程式。

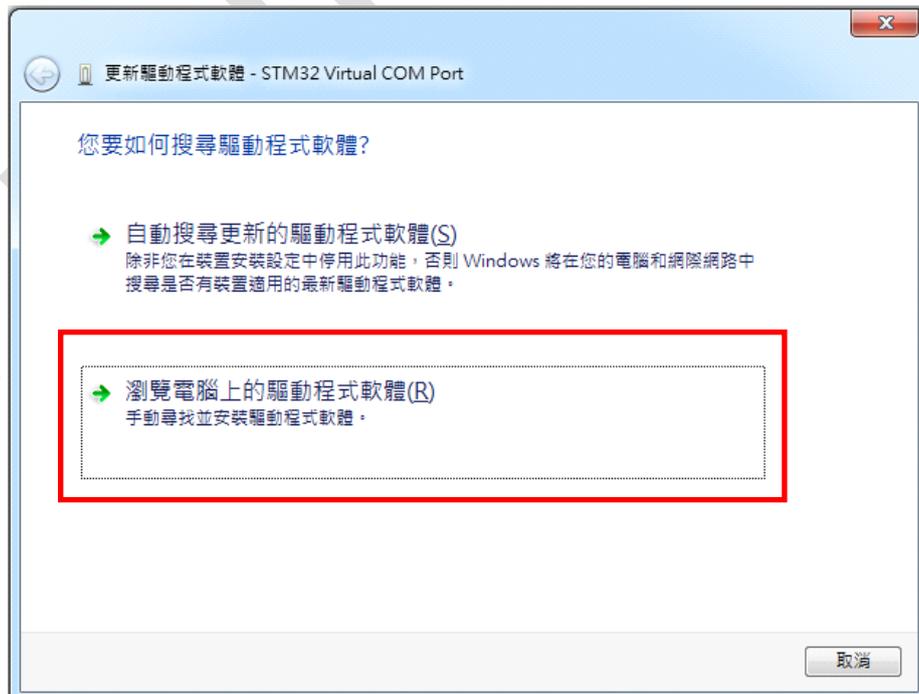
1 第一次將 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) Starter-Kit 透過 USB Cable 連接至 PC(Personal computer)時，Windows 會出現 "正在安裝裝置驅動程式軟體" 的提示訊息。



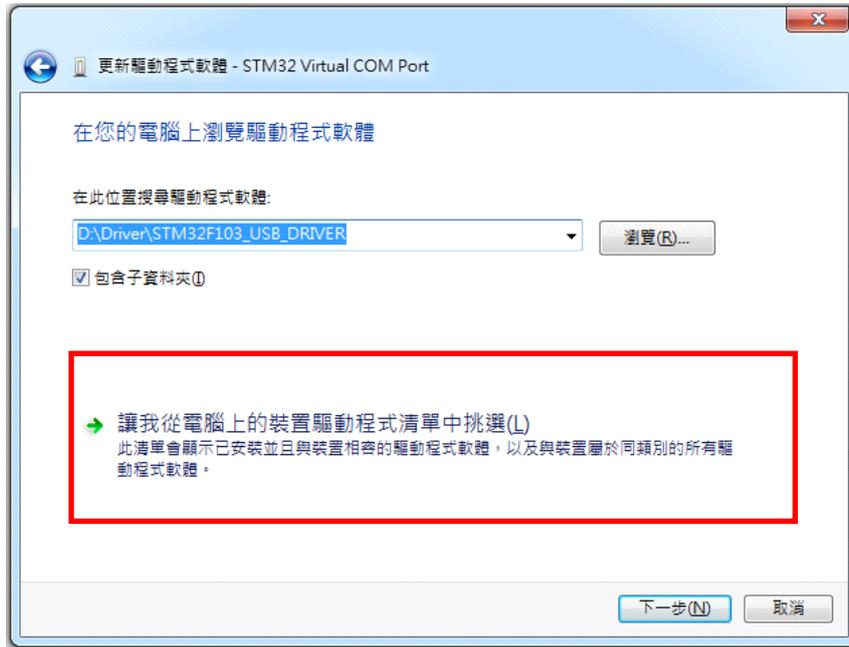
2 裝置管理員視窗中，點擊**其他裝置**，於 **STM32 Virtual COM Port Driver** 點擊滑鼠右鍵，再點擊**更新驅動程式軟體**。



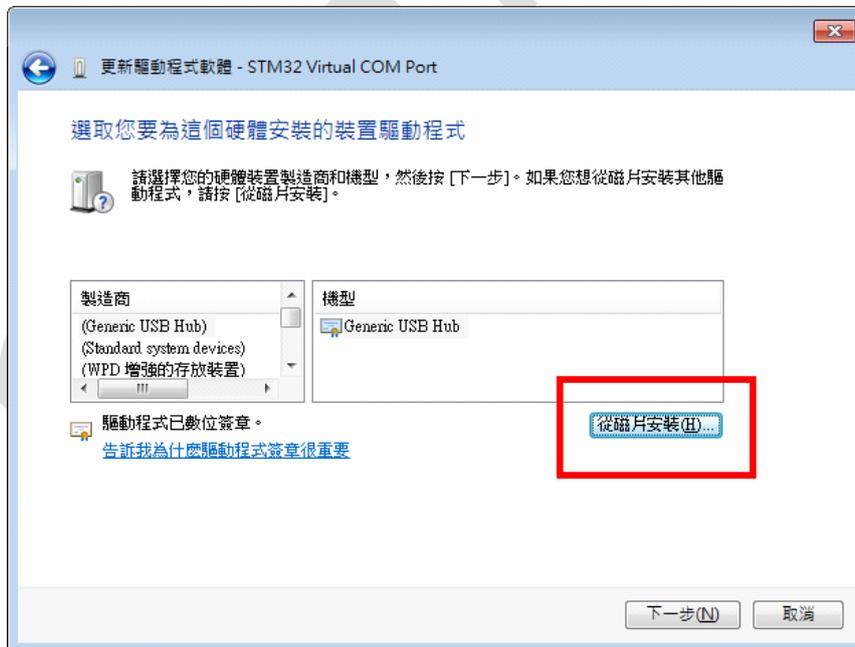
3 點擊**瀏覽電腦上的驅動程式軟體**



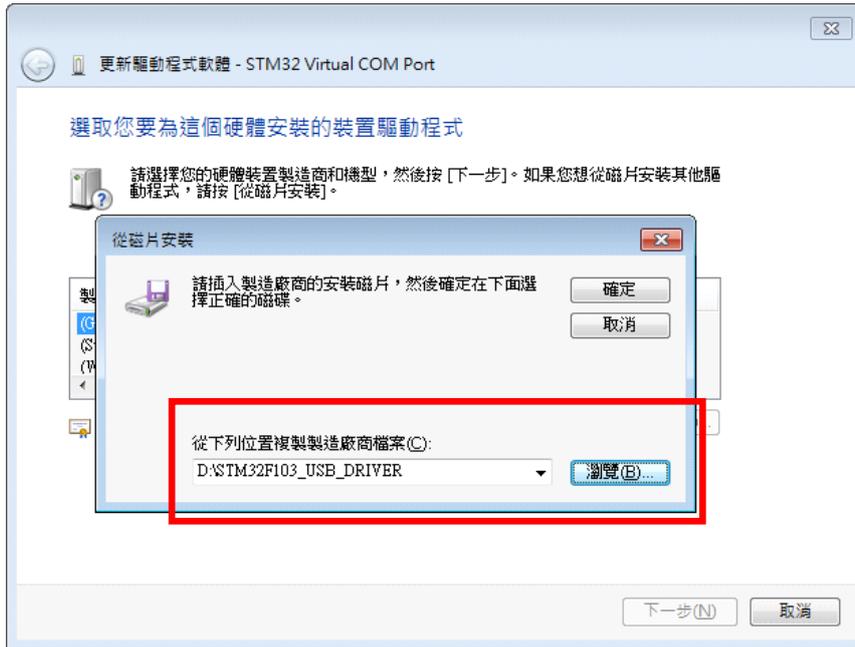
4 點擊“讓我從電腦上的裝置驅動程式清單中挑選”



5 點擊“從磁片安裝”



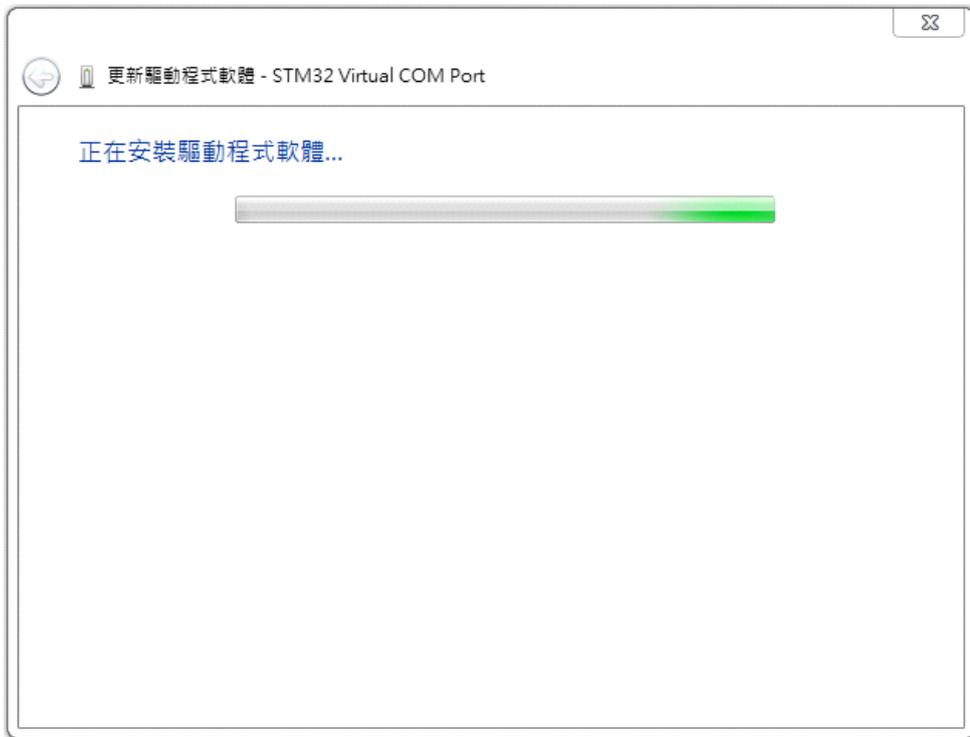
6 點擊“瀏覽”，選擇驅動程式的所在路徑，點擊“確定”。



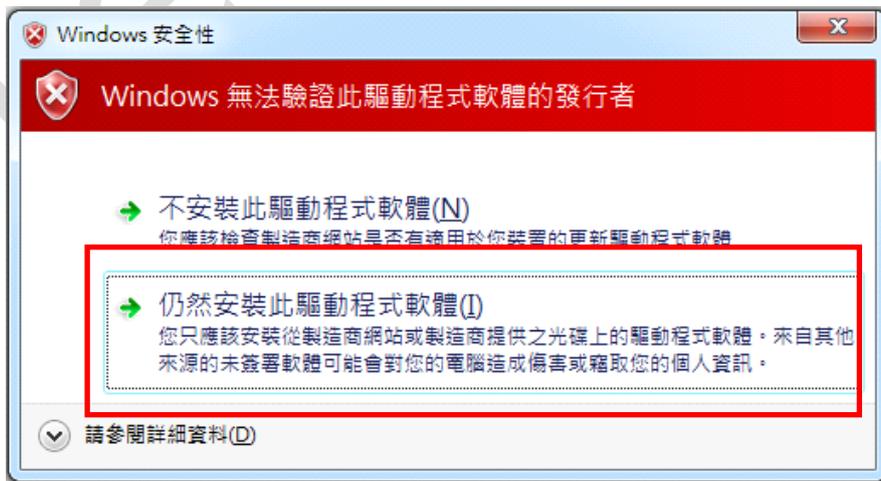
7 點擊“下一步”



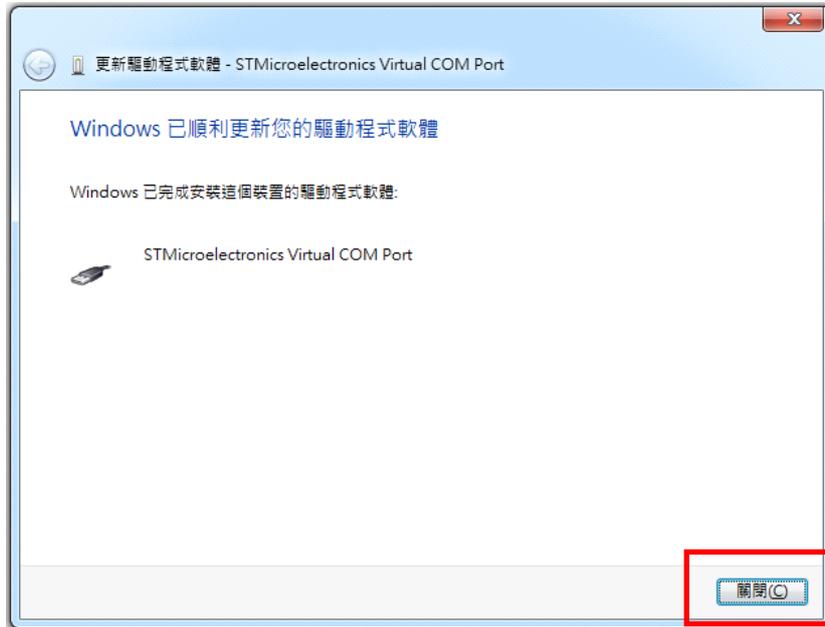
8 開始安裝驅動程式，請等待。



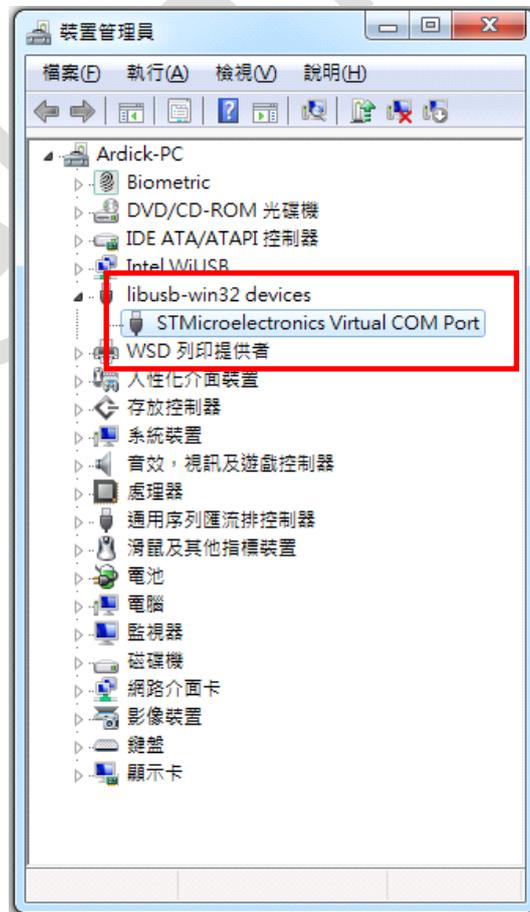
9 點擊“仍然安裝此驅動程式軟體”



10 驅動程式安裝完成，點擊“關閉”



11 可以在裝置管理員中找到 **STMICROELECTRONICS Virtual COM Port** 裝置，驅動程式安裝完成並可以與裝置通訊，請參考下圖。



2.2 軟體面板介紹

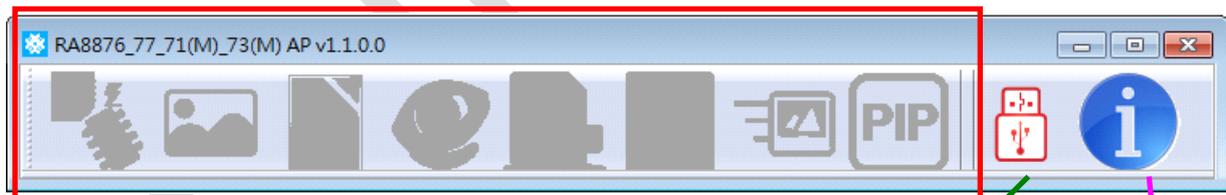
RA8876_77 AP 程式有 3 個檔案，RA8876_77_AP.exe 是主要執行檔，usb_off.ico 與 usb_on.ico 則是程式執行用到的圖檔，3 個檔案必須放在同一路徑下。



執行 RA8876_77_AP.exe，程式執行顯示情況如下。

未與 PC USB 正常連線時：

- USB Connection Status (紅色) 顯示未正常連線
- IC Function Button 關閉，無法選擇所需功能
- Status Window 關閉



IC Function Button Disable

USB Connection Status

Software Information

與 PC USB 正常連線時:

- USB Connection Status (綠色) 顯示正常連線
- IC Function Button 開啟，可選擇欲操作的功能
- Status Window 開啟，並顯示此時相關功能的參數設定值

RA8876 或 RA8877 情況下:

The screenshot shows the RA8876_77_71(M)_73(M) AP v1.1.0.0 software interface. A red box highlights the top toolbar. Below it, red text labels point to specific features: "IC Function Button Enable" points to the 'i' icon; "USB Connection Status" points to the USB icon; "Software Information" points to the 'i' icon; "IC Part Number & F/W Version" points to the 'i' icon; and "Status Window" points to the 'Status' window. The 'Status' window is open, showing the following information:

IC: 8876	F/W Ver. : v2.3
LCD Resolution: 1280 x 800	
Canvas Start address: 0	
Canvas image width: 2560	
Canvas image's color depth: 16bpp	
Main Image Start Address: 0	
Main Image Width: 2560	
Main Window Color Depth: 16bpp	
Main Window (X,Y): (0 , 0)	
Active Window Size: 1280 x 800	
Active Window (X,Y): (0 , 0)	
Graphic Read/Write position: (0 , 0)	

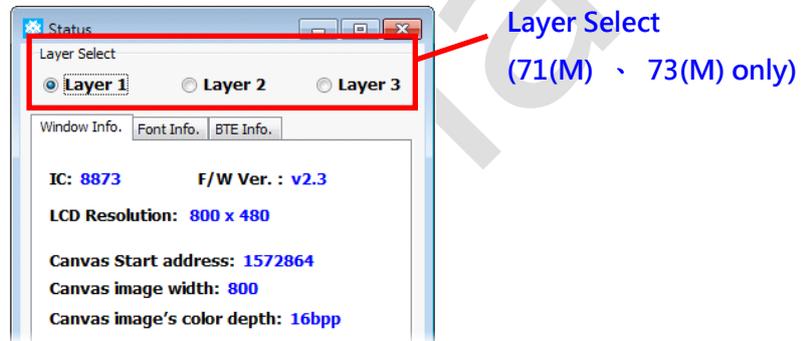
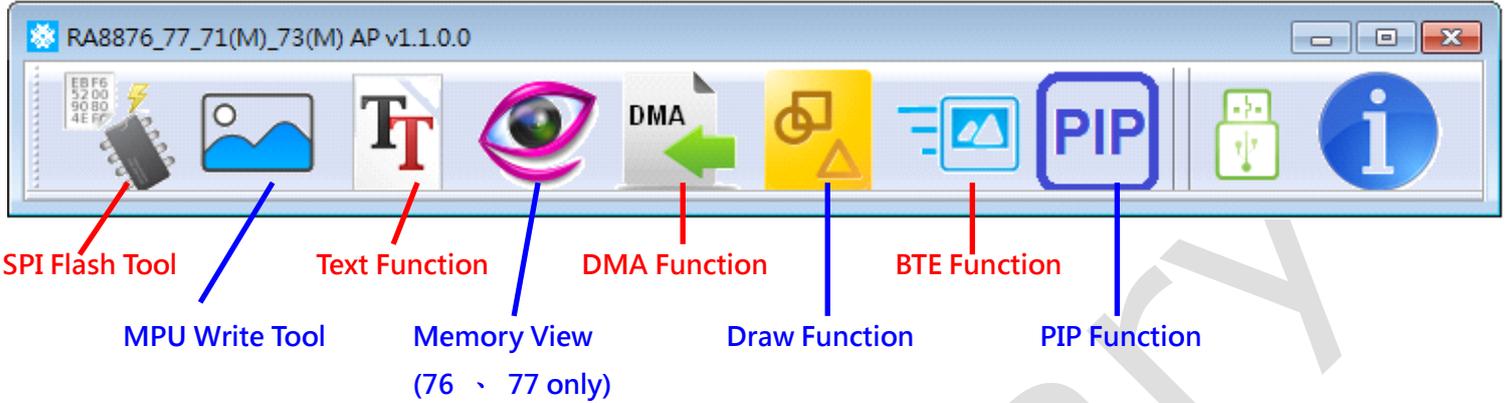
RA8871(M)或 RA8873(M)情況下:

The screenshot shows the RA8871(M)_73(M) AP v1.1.0.0 software interface. A red box highlights the top toolbar. Below it, red text labels point to specific features: "RAM View Function Disable" points to the RAM icon; and "Layer Select Function Enable" points to the 'Layer Select' window. The 'Layer Select' window is open, showing the following information:

Layer Select	
<input checked="" type="radio"/> Layer 1	<input type="radio"/> Layer 2 <input type="radio"/> Layer 3
Window Info. Font Info. BTE Info.	
IC: 8873	F/W Ver. : v2.3
LCD Resolution: 800 x 480	
Canvas Start address: 1572864	
Canvas image width: 800	
Canvas image's color depth: 16bpp	
Main Image Start Address: 1572864	
Main Image Width: 800	
Main Window Color Depth: 16bpp	
Main Window (X,Y): (0 , 0)	
Active Window Size: 800 x 480	
Active Window (X,Y): (0 , 0)	
Graphic Read/Write position: (0 , 0)	

2.3 軟體功能按鍵介紹

IC Function Button 可以選擇 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M)常用的幾個功能，包含“SPI Flash Tool”，“MPU Write Tool”，“Text Function”，“Memory View”，“DMA Function”，“Draw Function”，“BTE Function”，“PIP Function”，and “Layer Select”等功能。



Preliik

3. SPI Flash Tool 燒錄功能

RA8876、77、71(M)、73(M) 可以外接 SPI Flash，SPI Flash 主要放置圖片資料，或使用集通字庫(Genitop Font ROM)，兩者分別可以使用 DMA 與字型功能，將圖片或文字快速由 SPI Flash 搬至顯示記憶體中，進而在 LCD 畫面上顯示。

對於 SPI Flash 存放圖片資料的方式，可以透過 IC 萬用燒錄器(例如: ALL-100A)，將圖片資料燒錄至 SPI Flash 中，但在圖片資料未完全確定的產品開發過程中，必須常常進行 SPI Flash IC 解焊、燒錄、焊接的動作，直到圖片資料完全確定，這相當費時與費力。

AP 中的 SPI Flash Tool，則能避免上述繁瑣的動作。利用 RA8876、77、71(M)、73(M)的 SPI Master 功能，對 SPI Flash 進行清除(chip erase)、燒錄資料(Program)、資料比對(Verify)等動作。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 SPI Flash Tool 功能。

操作畫面顯示如下圖:

The screenshot shows the SPI Flash Tool window with the following annotated features:

- 1 Select Flash on CS0 or CS1:** A dropdown menu currently set to "Flash On CS1".
- 2 SPI Flash Size Select:** Radio buttons for selecting the flash size: 32Mb (4MB), 64Mb (8MB), 128Mb (16MB), 256Mb (32MB), and 512Mb (64MB).
- 3 Binary File Select:** A "Load *.bin File" button for selecting the binary file to be programmed.
- 4 To Verify or not to Verify:** A checkbox labeled "Verify" to toggle verification.
- 5 Start to Program SPI Flash:** An "Auto" button to start the programming process.
- 6 Executive Progress:** Progress bars for "Erase", "Program", and "Verify" operations, all currently at 0%.

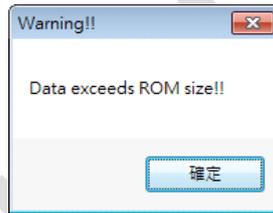
Additional fields include "ROM Size(Bytes)" and "Binary File(Bytes)", both currently showing a dash (-). A "Binary File Size Information" icon is also present.

操作 SPI Flash 燒錄步驟如下:

- 1 選擇 SPI Flash 使用 CS0 或 CS1
- 2 選擇所使用的 SPI Flash 容量。
- 3 選取圖形資料 Binary File (*.bin)。
- 4 勾選資料是否進行比對(Verify)動作，進行 Verify 會花比較多的時間。
- 5 點選 Auto 按鍵，進行燒錄動作。
- 6 等待執行進度顯示 **Complete**，即完成 Erase、Program (and Verify) 等各項操作。



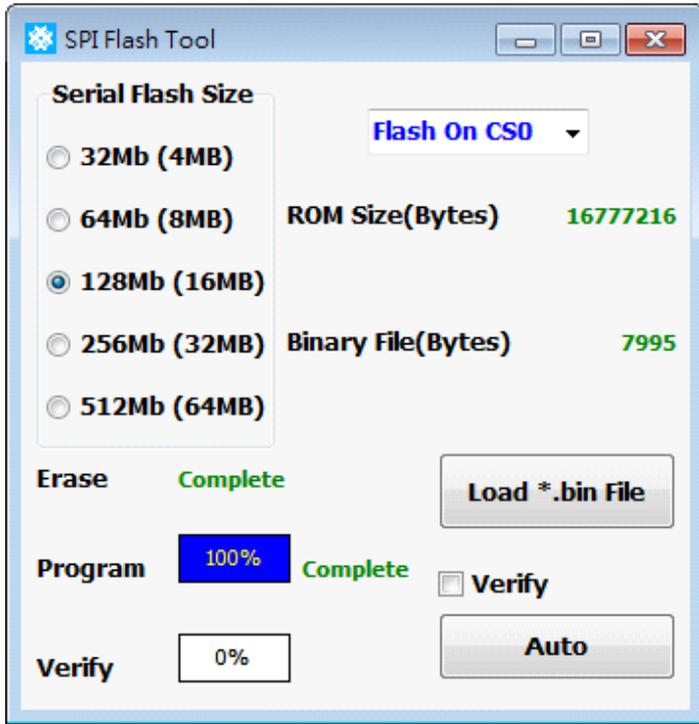
1 若所選的 Binary File (*.bin)檔案大小超過 SPI Flash 容量，會出現警告視窗，無法進行燒錄動作。



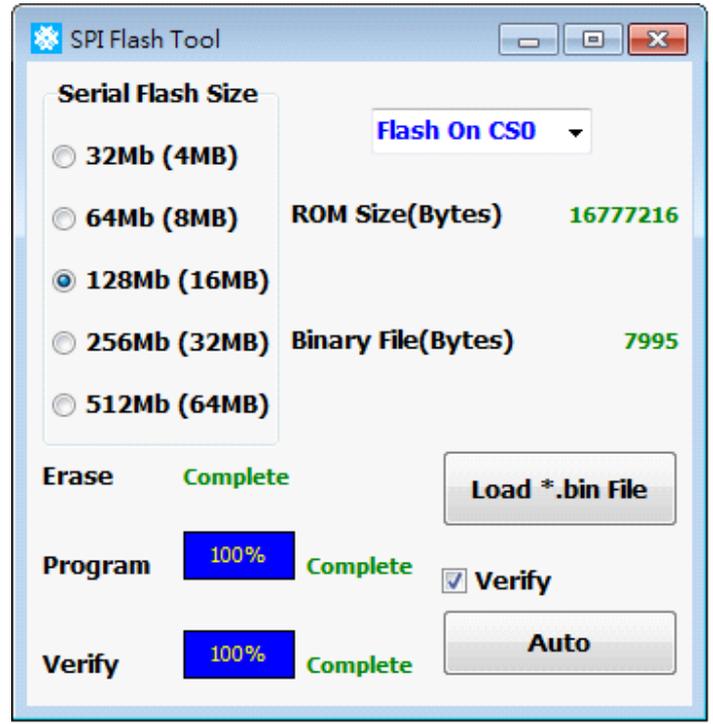
2 RAiO 有另外一套轉圖軟體 (Image Tool)，可以將*.bmp、*.jpg 轉為*.bin 格式，建議可以使用這套專用軟體。

3 操作期間若出現 **Timeout !!**、**Fail !!** 等訊息，請檢查 SPI Flash 的相關電路、韌體與軟體相關設定是否正確。
例如: SPI Flash CS0 與 CS1 設定、SPI Flash 相關訊號(protocol)設定、ROM Size 選擇是否正確。

沒有 Verify 正確燒錄完成畫面



有 Verify 正確燒錄完成畫面



此功能已在下面所列的 SPI Flash 測試完成，若使用其它系列的 IC，發生無法正常燒錄的情況，請聯絡 RAiO FAE 。

MXIC: MX25L6406E, MX25L12835E, MX25L25635E.

Winbond: W25Q256FVFG.

Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=rjlcG84PE>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XODk4NzUyNTc2.html

4. MPU 寫圖功能

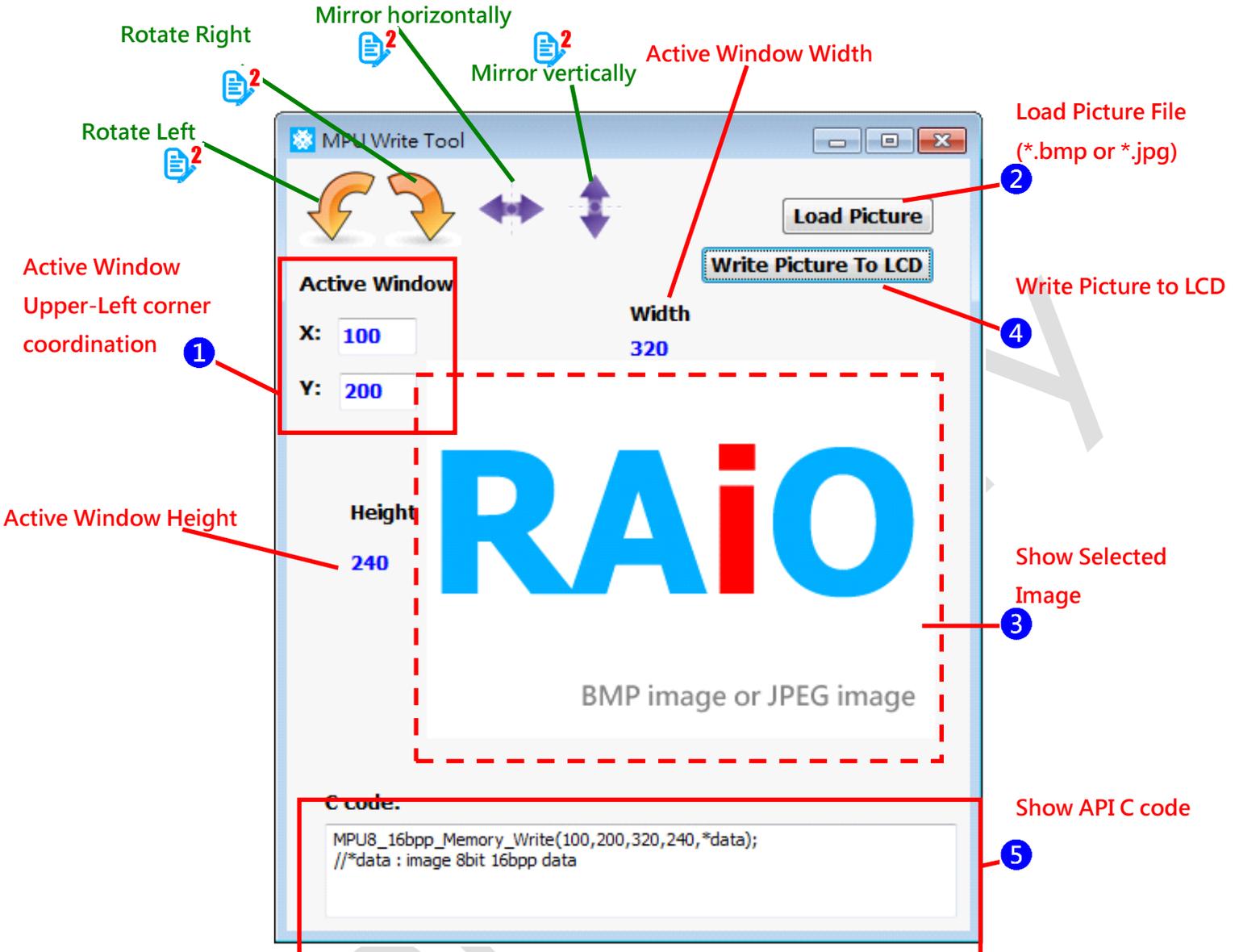
透過瑞佑提供的 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) Starter-Kit，此功能將 PC 中的圖片資料，經由 USB 傳輸與 MCU 寫入，將資料寫至 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 的 SDRAM 中，進而將圖片資料顯示在 LCD 畫面上。同時，也會基於使用者的設定，產生一段 C 語言的程式段，使用者可以將此程式段直接移植到他們自己的韌體程式中，由於客戶也會同時需要很多副程式去控制 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M)，為提高客戶的便利性，故瑞佑已備妥許多相關的 API，提供給我們的客戶，客戶毋需花時間自行撰寫。歡迎

聯絡我們的 FAE ，或者是拜訪我們的官方網站。

本功能支援色彩深度(Color Depth) 24bpp 與 1bpp 的 Bitmap 與 JPEG 原始圖形檔案，色彩深度 1bpp 的單色圖主要應用在 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) BTE Color Expansion 功能上，需配合 AP 的 BTE Function 功能。而對於 24bpp 的彩圖，AP 會判斷 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 此時設定在那一種色彩深度(8/16/24bpp)，會將 24bpp 的圖形檔案，轉為 IC 所使用的色彩深度資料格式，再將資料傳輸給 IC，完成正常顯示，此應用為一般常用的應用。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 MPU Write Tool 功能。



操作 MPU Write Tool 步驟如下:

- 1 依欲存放資料的記憶體區域，設定 Active Window 起始座標(X,Y)
- 2 開啟圖片檔案(*.bmp or *.jpg)，支援色彩深度 24bpp 與 1bpp 圖形檔案，在此 1bpp 圖檔應用於 BTE Color Expansion 功能，須配合 BTE Function Tool 實現。
- 3 開啟圖片檔案後，會顯示圖形資料、圖形寬度與高度。
- 4 按下 Write Picture To LCD 按鍵，立即將資料透過 USB 傳輸，存放於記憶體設定好的區域，完成操作。
- 5 在 C code 區域內，會顯示此操作的 API 程式內容，以方便使用者撰寫程式。



1 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 功能強大，相關的暫存器設定也多，RAiO 為了讓使用者能快速熟悉，除了提供軟體 AP 之外，也提供了韌體的 API，將常用到的功能做成副程式，使用者只要呼叫副程式，並代入相關的參數與資料，即可完成操作。

2 圖片旋轉與鏡像的功能，僅支援色彩深度 24bpp 的圖片。

實際 LCD (1280x800)畫面顯示(因照相的關係，顏色與實際情況有誤差):

(X=0, Y=0)



Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=Ly-8XRgCNyY>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XOTAwMTA5ODUy.html

5. 字型功能

5.1 內建字庫功能

RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 提供了字型的功能，除了內建的 8x16, 12x24, 16x32 大小的 ISO/IEC 8859-1/2/4/5 字形(Internal CGROM)之外，還支援中國上海集通公司的部份外部字庫 ROM (Genitop CGROM)，可以依字型需求，選擇有支援的字庫 ROM 使用，支援的字庫型號為 GT21L16T1W、GT30L16U2W、GT30L24T3Y、GT30L24M1Z、GT30L32S4W、GT30L24F6Y 與 GT30L24S1W。使用者只須將 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 切換為文字模式 (Text mode)，設定使用內建或外接的字型，並寫入字型字碼，RA8876 / 77 / 71(M) / (73M) 會解出相對應的字型資料，並寫入設定好位置的記憶體中，顯示於 LCD 畫面。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 Text Function 功能。

Select Internal CGROM or Genitop CGROM

Select ISO/IEC 8859 (1/2/4/5)

Active Window Parameter

Text Editing Area

Show C Code

Run Text Function

Character foreground color and background color

Select Character Height Size (16/24/32)

Other related functions

The screenshot shows the 'Text Tool' window with the following elements:

- Internal CGROM / Genitop CGROM:** Two tabs at the top.
- ISO/IEC 8859 (1/2/4/5):** A dropdown menu currently set to '2'.
- Active Window Upper-Left Corner X/Y Coordination:** X: 100, Y: 200.
- Active Window Width:** 500.
- Active Window Height:** 300.
- Text Editing Area:** A text box containing C code:


```
Internal_CGROM_Select_ISOIEC8859_2();
Select_Font_Height_WxN_HxN_ChromaKey_Alignment(24,1,1,0,0);
Font_Line_Distance(0);
Set_Font_to_Font_Width(0);
Print_Internal_Font_String(100,200,500,300,0xFFFF,0xF800,*str);
/**str : font code
```
- Character Control:**
 - Foreground Color:** 0xFFFF (Red)
 - Background Color:** 0xF800 (Red)
 - Character Height Size:** 24
 - Character Width Enlargement:** 1
 - Character Height Enlargement:** 1
 - Character Line gap:** 0
 - Character to Character Space:** 0
- Buttons:** 'Send' button at the bottom.

操作 Internal CGROM Text Function 步驟如下:

- 1 切換為使用 Internal CGROM
- 2 選擇 Select ISO/IEC 8859 (1/2/ 4/5) 所要使用的字型。
- 3 設定欲顯示字的前景色(foreground color)與背景色(background color)，輸入的顏色資料格式，依 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 當時的 Canvas color depth (8/16/24bpp)設定，可分為三種情況，以全紅色資料設定為例：

8bpp，資料格式設定為 0xe0
16bpp，資料格式設定為 0xf800
24bpp，資料格式設定為 0xff0000
- 4 選擇欲顯示字的字型高度(16/24/32)
- 5 設定其它與字型相關的功能，字對齊(Alignment)、字背景透明(Chroma keying)、字型放大(Enlargement)、字與字間距(Character-to-character space)、行距(Character line gap)。
- 6 設定 Active Window 相關參數，Active Window 起始 XY 座標、Width 與 Height。AP 會預設將字型模式下的字型游標(Text Cursor)起始座標，設定與 Active Window 的起始 XY 座標相同，之後隨著文字增加自動增加位址。
- 7 在文字編輯區域內，編輯有支援的文字與符號。
- 8 按下 Send 按鍵，將文字寫入記憶體中，顯示於 LCD 畫面上。
- 9 顯示內建字庫功能 C 語言程式。

實際 LCD (1280x800)畫面顯示:



```
The RA8876 is a low power color LCD Controller with support for up to 512M-bits external SDRAM memory. The RA8876 supports an 8/16-bit asynchronous parallel host bus while providing high performance bandwidth into the external display memory allowing for fast screen updates. The RA8876 also provides support for multiple display buffers, Picture-in-Picture, Opacity control, and display rotation/mirror ... etc.
```

5.2 外接集通字庫功能

當 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 外接支援的集通字庫 (Genitop CGROM)，透過 AP 簡單的設定，輸入欲顯示的文字或符號，即可完成 GB2312、GB12345、BIG5、JIS、Unicode...等文字的顯示。

The screenshot shows the 'Text Tool' window with the following components and callouts:

- 1** Select Internal CGROM or Genitop CGROM: Points to the 'Internal CGROM' and 'Genitop CGROM' tabs.
- 2** Select Genitop CGROM, Character sets and width style: Points to the 'Select Genitop CGROM' (GT30L24T3Y) and 'Select Character sets' (BIG5) dropdowns.
- 3** Character foreground color and background color: Points to the 'Character Control' section, specifically the 'Foreground Color' (0xFFFF) and 'Background Color' (0xF800) settings.
- 4** Select Character Height Size (16/24/32): Points to the 'Character Height Size' dropdown menu.
- 5** Other related functions: Points to the 'Alignment', 'Chroma keying', 'Character Width Enlargement', 'Character Height Enlargement', 'Character Line gap', and 'Character to Character Space' settings.
- 6** Active Window Parameter: Points to the 'Active Window Upper-Left Corner X/Y Coordination' (X: 200, Y: 100) and 'Active Window Width' (600) and 'Active Window Height' (300) fields.
- 7** Text Editing Area: Points to the text input field containing Chinese text.
- 8** Run Text Function: Points to the 'Send' button.
- 9** Show C Code: Points to the 'C code' text area showing the generated code for the text.

- 1 切換為使用 External CGROM (Genitop CGROM)
- 2 選擇外接支援的集通字庫 IC 型號，並選擇欲顯示字型的類別與字寬風格。
- 3 設定欲顯示字的前景色(foreground color)與背景色(background color)，輸入的顏色資料格式，依 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 當時的 Canvas color depth (8/16/24bpp)設定，可分為三種情況，以全紅色資料設定為例：

8bpp，資料格式設定為 0xe0

16bpp，資料格式設定為 0xf800

24bpp，資料格式設定為 0xff0000

- 4 選擇欲顯示字的字型高度(16/24/32)
- 5 設定其它與字型相關的功能，字對齊(Alignment)、字背景透明(Chroma keying)、字型放大(Enlargement)、字與字間距(Character-to-character space)、行距(Character line gap)。
- 6 設定 Active Window 相關參數，Active Window 起始 XY 座標、Width 與 Height。 AP 會預設將字型模式下的字型游標(Text Cursor)起始座標，設定與 Active Window 的起始 XY 座標相同，之後隨著文字增加自動增加位址。
- 7 在文字編輯區域內，編輯有支援的文字與符號。
- 8 按下 Send 按鍵，將文字寫入記憶體中，顯示於 LCD 畫面上。
- 9 顯示外部字庫功能 C 語言程式。

實際 LCD (1280x800)畫面顯示(因照相的關係，顏色與實際情況有誤差):



Demo Video:

YouTube

<https://youtu.be/QV2ARVI4iAE>

youku

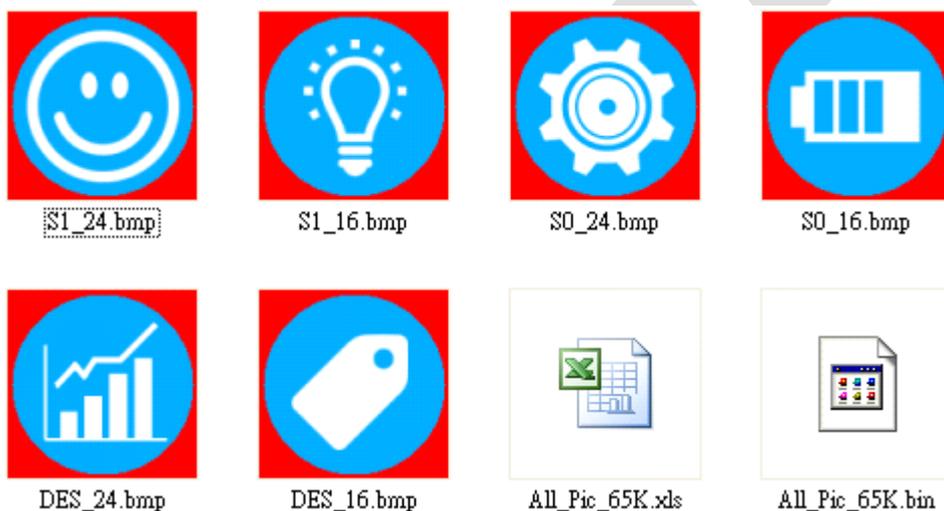
http://v.youku.com/v_show/id_XMTQyMzgyNTgzMg==.html

6. DMA 功能

RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 的 DMA 功能，能將 SPI Flash 的資料，沒有 MCU 介入之下，快速搬至 SDRAM 記憶體中。配合之前介紹的 SPI Flash Tool 功能，可以將所要顯示的圖形資料存放於 SPI Flash 中，再使用 DMA 快速將圖形資料寫入 SDRAM 記憶體中，進而顯示於 LCD 畫面上。

先利用 RAiO 提供的另一套轉圖軟體 Image Tool，將所使用的圖片轉換且合併為一個 Binary File，轉換完成後會產生 *.bin 與 *.xls 檔案，*.bin 檔案利用 SPI Flash Tool 功能燒錄至 SPI Flash 中，而各圖片的相關資訊，則列於 *.xls 檔案中。

關於 Image Tool 的操作，請參閱 Image Tool User Guide，下面以轉換 RAiO 特製的六張 128x128 圖庫 ICON 為例，轉換後產生 All_Pic_65K .bin 與 All_Pic_65K .xls 檔案。(瑞佑科技提供許多常使用到的 64*64/128*128 小圖案，可以至瑞佑網站參考 http://www.raio.com.tw/E%20version/e_product.tech3_pic.htm)



All_Pic_65K .xls 資料內容如下:

	A	B	C	D	E	F	G
1	No.	File Name	Width	Height	Data Format	Size (Bytes)	Start Address
2	1	DES_16.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	0
3	2	DES_24.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	32768
4	3	S0_16.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	65536
5	4	S0_24.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	98304
6	5	S1_16.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	131072
7	6	S1_24.bmp	128	128	16bpp mode (RC	32768	163840
8						196608	

將 "All_Pic_65K .bin" 燒錄至 SPI Flash 後，開始操作 DMA 功能。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 DMA Function 功能。

1 Select Flash on CS0 or CS1

2 Select ROM Size 128Mbits

3 Set the image start address in the SPI flash memory

4 Set the image width

5 Set Destination Upper-Left corner coordination

6 Set DMA Block Width and Height

7 Run DMA Function

8 Show API C code

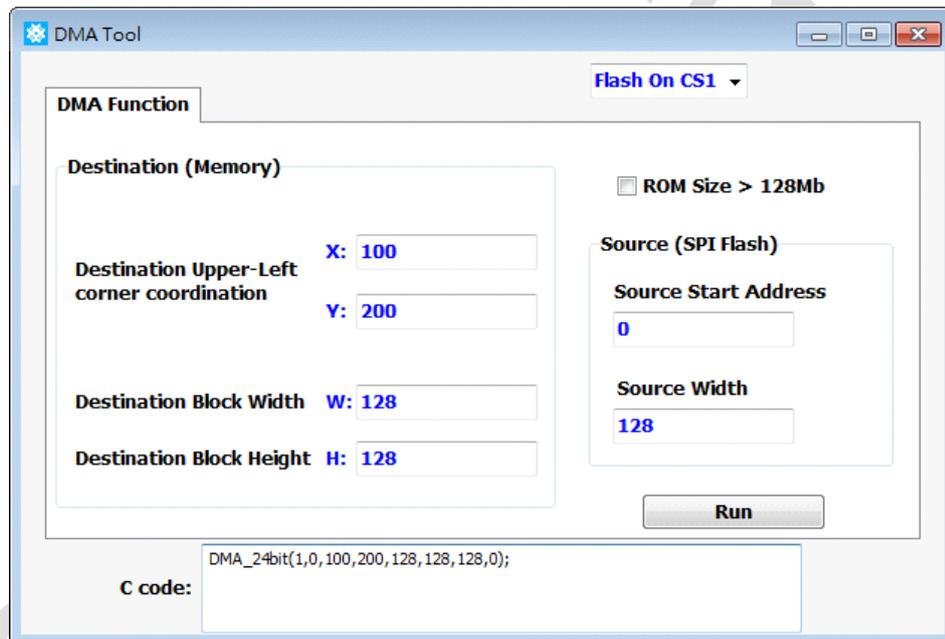
DMA Tool interface details:
 - DMA Function: Flash On CS1
 - Destination (Memory): X: 100, Y: 200
 - Destination Block Width: W: 128, Destination Block Height: H: 128
 - Source (SPI Flash): ROM Size > 128Mb (checked), Source Start Address: 0, Source Width: 128
 - Run button
 - C code: `switch_24bits_to_32bits(1); DMA_32bit(1,0,100,200,128,128,0);`

- 1 選擇 SPI Flash 使用 CS0 或 CS1
- 2 所使用的 SPI Flash Memory Size 若大於 128Mbits，請勾選此選項，我們使用的容量為 256Mbits，所以要勾選此選項。
- 3 設定欲顯示的圖片，存放於 SPI Flash 的起始位址，以顯示 DES_16.bmp 圖形為例，設定為 0
- 4 設定原始圖片的 Width，在此設定 128。
- 5 設定資料經過 DMA 搬至 SDRAM 記憶體的位置 Canvas 座標，例如資料要顯示在(x=100,Y=200)位置。
- 6 設定所要搬動的圖片區塊的 Width 與 Height，在此設定搬一整張 128x128 的完整圖案資料。
- 7 按下 Run 按鍵，執行 DMA 功能。
- 8 顯示 DMA API C 語言程式。 



超過 128Mbits 的 SPI Flash Memory，要以 32bits 的方式定址，128Mbits 以下則以 24bits 定址，而 SPI Flash Memory 預設是以 24bits 的方式接受指令，若選用超過 128Mbytes 的 SPI Flash，使用前必須下指令，將 SPI Flash 設定為 32bits 位址模式。

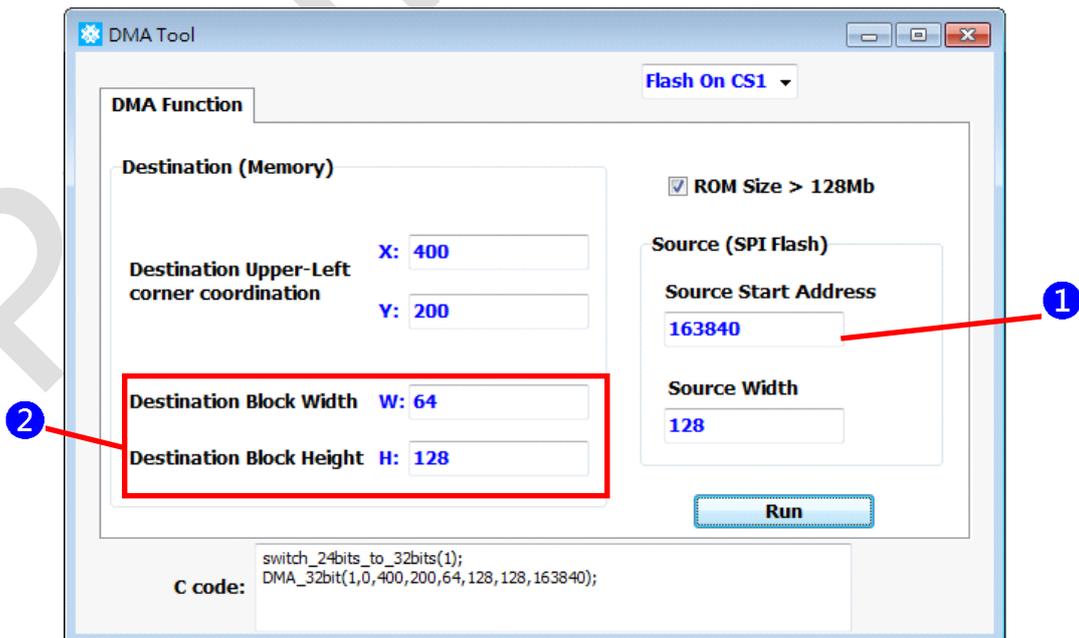
當步驟 2 勾選 ROM Size>128Mb，執行 DMA 後，顯示的 C code，會多一行 switch_24bits_to_32bits API 程式段，且執行 DMA_32bit 的 API 程式，RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 也會以 32bits 的位址方式執行 DMA 功能；若 2 未勾選，則僅執行 DMA_24bit API 程式，以 24bits 位址的方式執行 DMA。如下圖所示。



執行後畫面顯示結果:



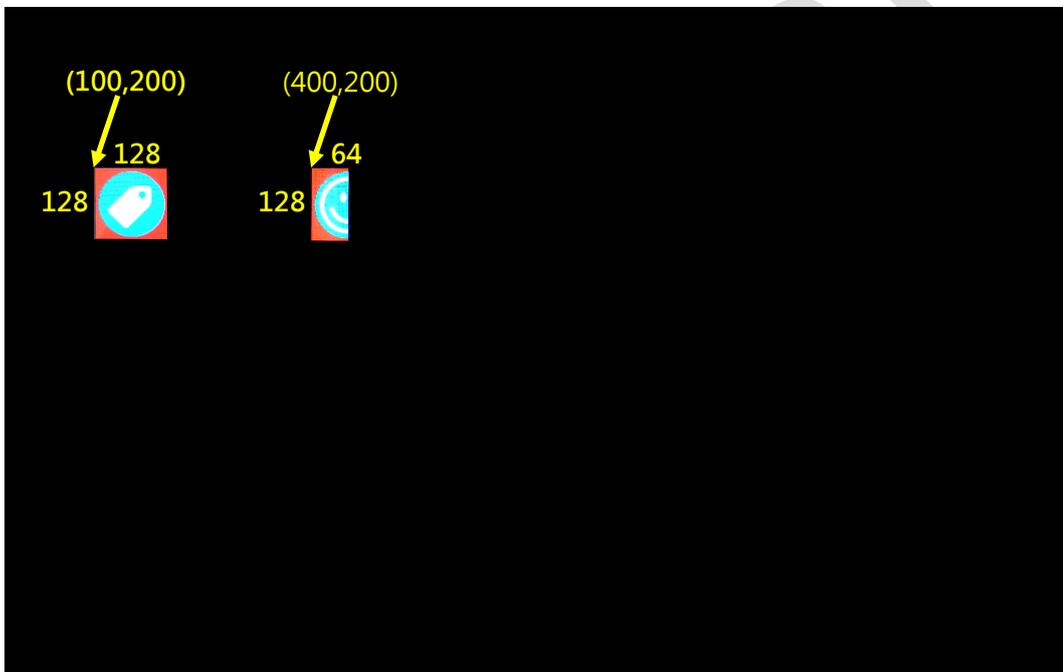
DMA 也可以顯示原始圖形的部份區塊，以顯示 S1_24.bmp 的一半寬度圖形為例。



操作步驟大致如前例所述，其中較不一樣的地方如下：

- 1 S1_24.bmp 圖形資料，存放於 SPI Flash Memory 的起始位址，如 All_Pic_65K .xls 所示為 163840。
- 2 由於只顯示寬度一半的圖形(64x128)，Width 要設定為 64。

執行後畫面顯示結果：



Demo Video:

YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=PJ-6_h9sFMk

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XOTAwMjAwNDY4.html

7. 幾何圖形繪圖功能

RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 提供幾何圖形畫圖(Geometry drawing)功能，支援 Ellipse、Circle、Curve、Square、Line、Triangle、Square Of Circle Corner 等圖形，可以應用於按鍵形狀或對話框。AP 提供簡單的參數設定，即可繪製所需的幾何圖形。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 Drawing Function 功能。

Active Window Upper-Left corner coordination (X,Y) · Active Window Width and Height

Select Geometric Shape

Drawing Function Parameters

Color

Color Fill or not Fill

The screenshot shows the 'Draw Function' dialog box with the following elements and callouts:

- 1:** Points to the 'Square' shape selection button.
- 2:** Points to the 'Active Window' section, specifically the 'X: 0' and 'Y: 0' input fields.
- 3:** Points to the 'Height' input field, which is set to '800'.
- 4:** Points to the 'Color' section, showing a color picker and the value '0x0000'.
- 5:** Points to the 'Color Fill' dropdown menu, which is set to 'Fill'.
- 6:** Points to the 'Run' button.
- 7:** Points to the 'C code' section at the bottom of the dialog.

The 'C code' section contains the following code:

```

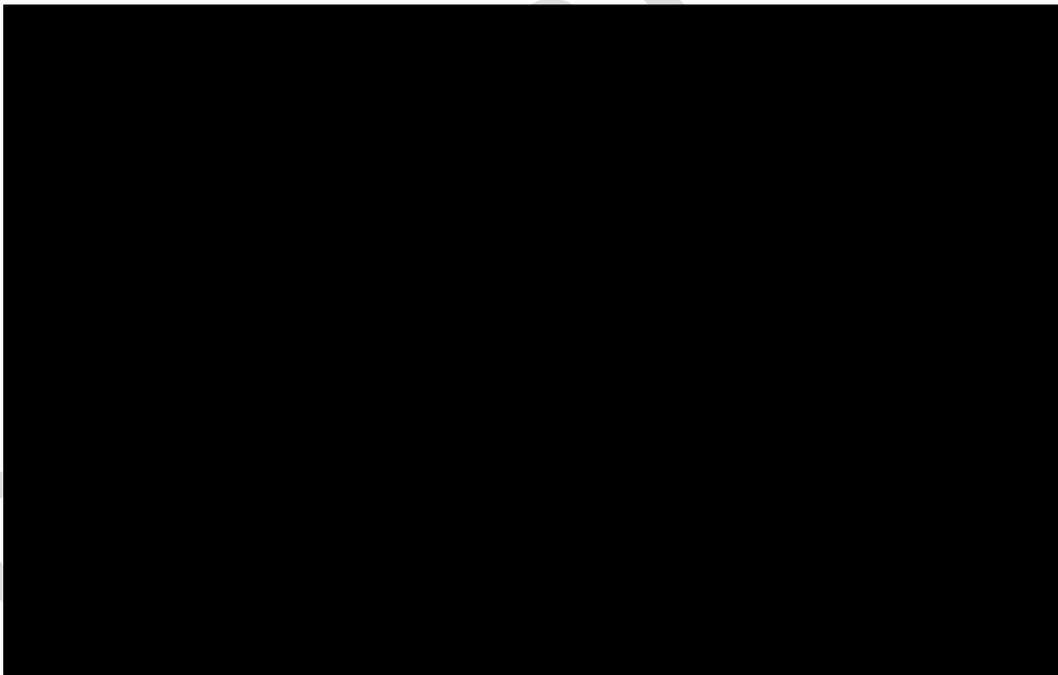
C code: Active_Window_XY(0,0);
        Active_Window_WH(1280,800);
        Draw_Square_Fill(0x0000,0,0,1279,799);
    
```

操作步驟:

- 1 選擇所要顯示的圖形功能，在此以矩形(Square)為例，以黑色填滿 1280x800 的 LCD 整個畫面，這是清除畫面的常用功能。
- 2 設定 Active Window 的相關參數，要注意的一點，Drawing Function 只可以在 Active Window 內執行其畫圖功能。Active Window 起始 XY 座標設定為(X=0,Y=0)，Width 為 1280，Height 為 800。
- 3 矩形相關參數為左上起始座標，與右下結束座標，兩點圍起的區域即為矩形大小範圍，不同形狀有不同的參數，請詳閱 IC Datasheet。起始座標設為(X=0,Y=0)，結束座標為(X=1279,Y=799)。
- 4 如先前的第 5 章字型功能操作步驟 3 所述，Color Depth 16bpp 的黑色設定為 0x0000。
- 5 設定矩形顏色填滿(■)或不填滿(□)。
- 6 執行 Drawing Function.
- 7 顯示 Drawing Function API 程式段。

執行後畫面顯示結果:

800

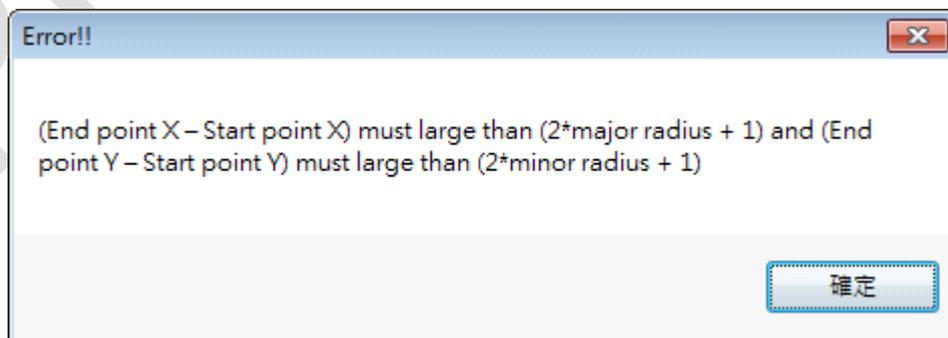


(1279,799)

以繪製矩形圓角為例:

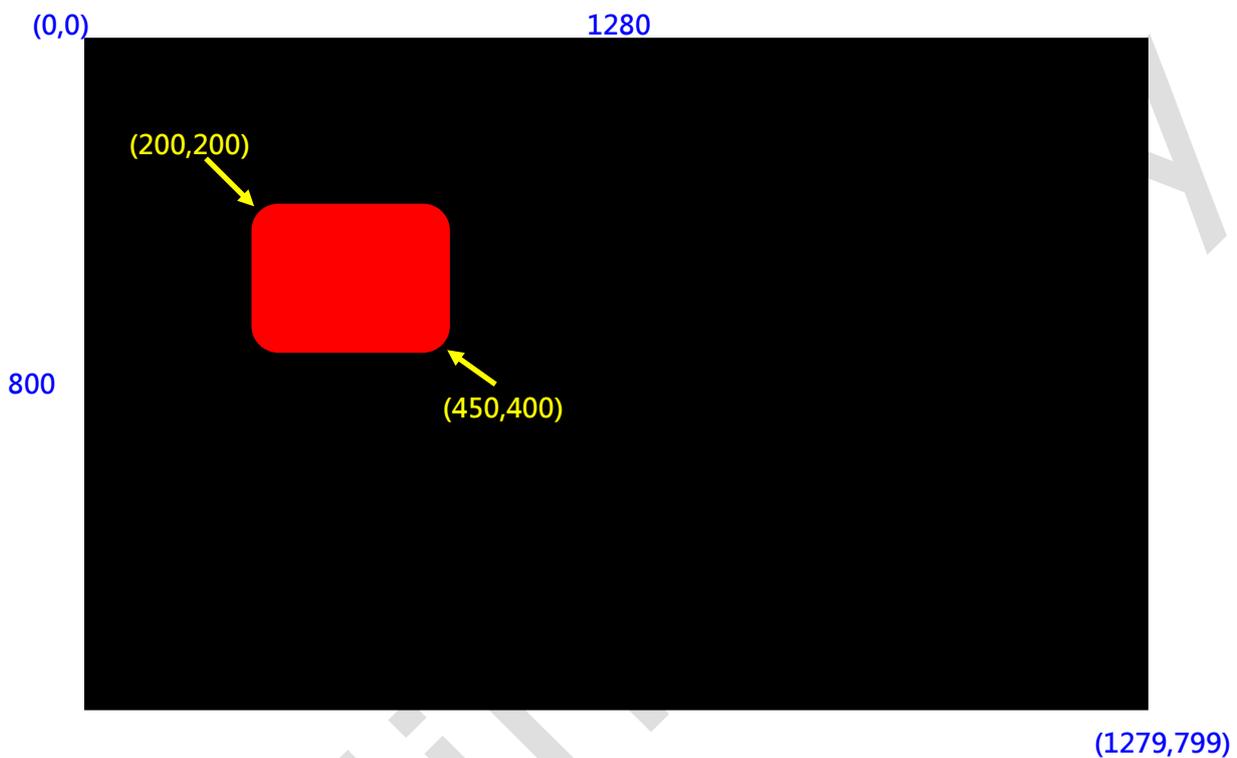
- ① 選擇圓角方功能。
- ② 設定圖形相關參數，左上起始 XY 座標(X=200,Y=200)，右下結束 XY 座標(X=450,Y=400)，圓角的 X 半徑 25 與 Y 半徑 25。

在此圓角的 X 半徑與 Y 半徑有條件限制，若填入的參數超過限制，會出現視窗警告，條件限制與警告視窗如下：



3 執行功能

執行後畫面顯示結果:



完成圓角方的功能後，可以在圖形上面利用 **Text Function** 的功能，並設定字背景透明，將文字寫在圖形上，即完成簡單的按鍵製作，若需要很多的同樣按鍵圖形，可以利用後續介紹的 **BTE Function**，將選定的按鍵圖形，搬至不同的記憶體位置，達到顯示許多按鍵的功能。

Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=5JLdPng51fs>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XODk5OTE0NzQ0.html

8. 記憶體檢視功能(RA8876、RA8877 only)

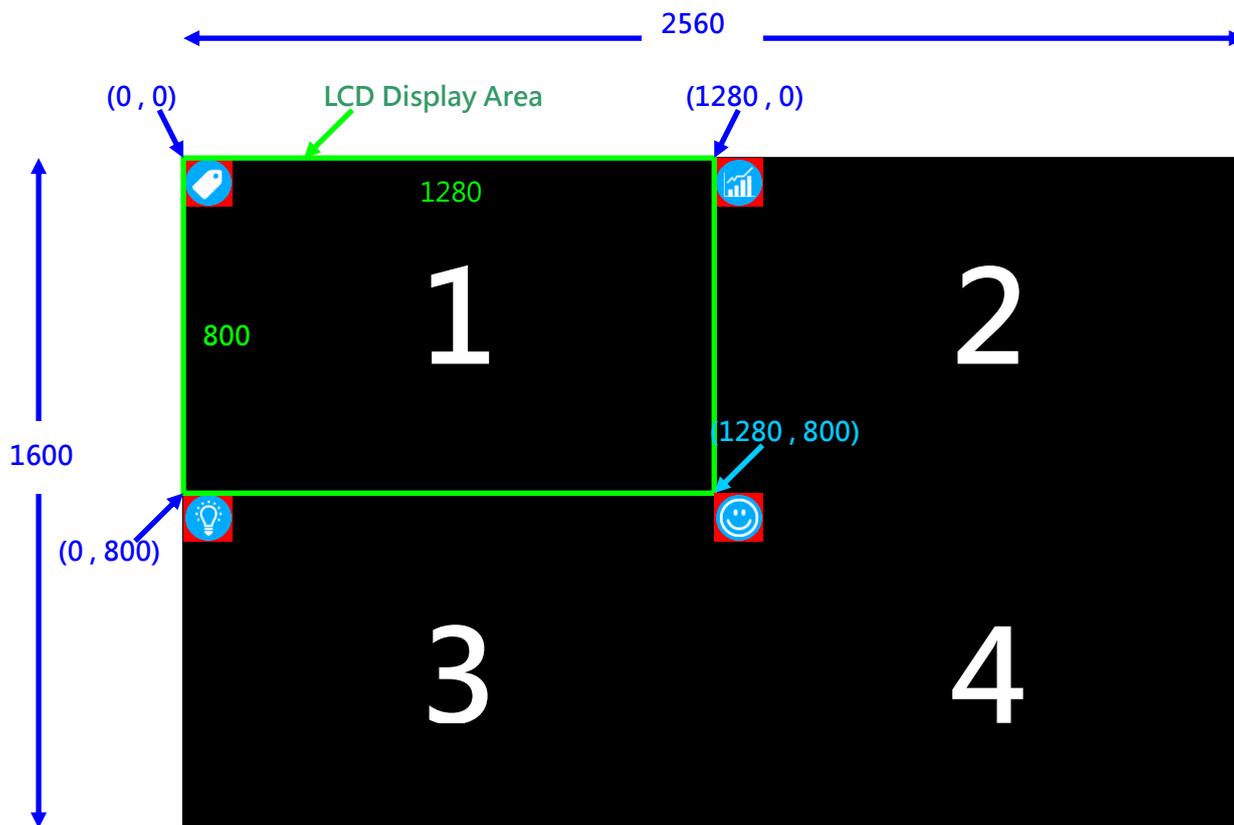
8.1 Ping-pong Buffer

RA8876/RA8877 提供了外接 SDRAM 的介面，可支援到 512Mbits 大小的記憶體容量，正常使用時必須外接 SDRAM，存放處理過的資料，供 LCD 顯示使用。一般選用的 SDRAM 記憶體容量，會比 LCD 解析度顯示的資料量來的大，透過 IC Function 的 Main Window 功能，切換記憶體顯示的區域，而未顯示的區域，則可以做為處理資料的 Image Buffer，利用 Main Window 定時切換顯示區域與 Image Buffer，可以達到類似捲動(Scrolling)的功能。

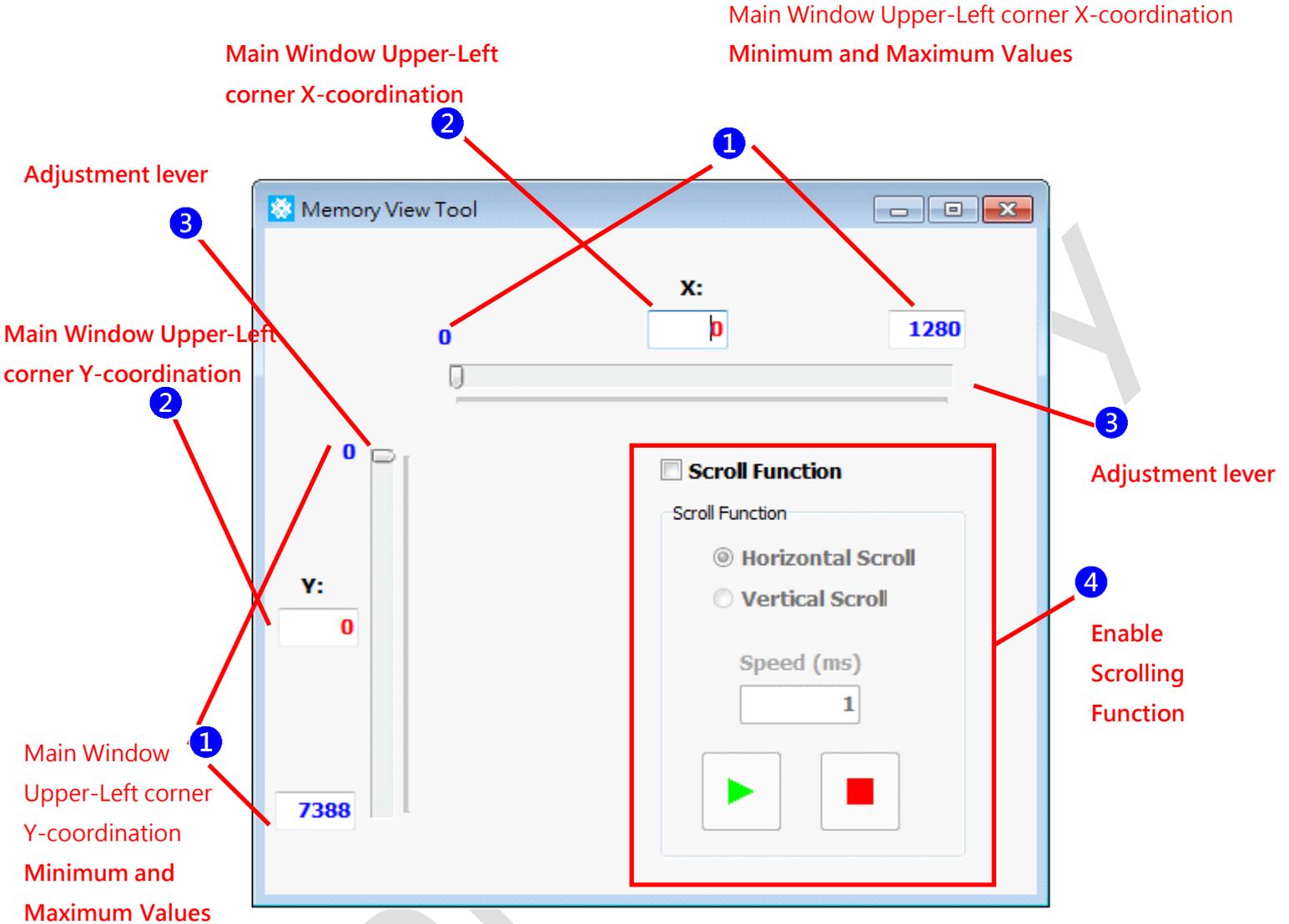
以使用的 LCD 顯示解析度 1280x800(可視範圍)為例，Canvas image width 設定為 2560，Active Window Size 為 2560x1600，設置一個 LCD 顯示解析度 4 倍大的 Canvas image 於 SDRAM 記憶體中。

首先，以先利用之前介紹的幾何圖形繪圖功能與 DMA 功能，將 2560x1600 記憶體區塊清空且配置為下圖所示，可分成 1、2、3、4 區，而每一區大小都是 1280x800，這種情況下，LCD Display Area 預設是顯示第 1 區記憶體資料的畫面，而其它 2、3、4 區，則是看不到的，那如果我們要讓 LCD 畫面分別顯示 2、3、4 區呢？可以切換 Main Window Upper-Left corner XY-coordination，將其分別設定(1280,0)、(0,800)、(1280,800)，就可以分次顯示每個區域。

依上述的 Function 功能，可以做很多的應用，例如：使用者先顯示第 1 區資料，趁空檔更新第 2 區資料，等第 2 區更新完畢，將 Main Window 切至顯示第 2 區，類似 Ping-pong Buffer，這種方式可以解決 MCU 速度不足，使用者看到資料更新時的畫面。

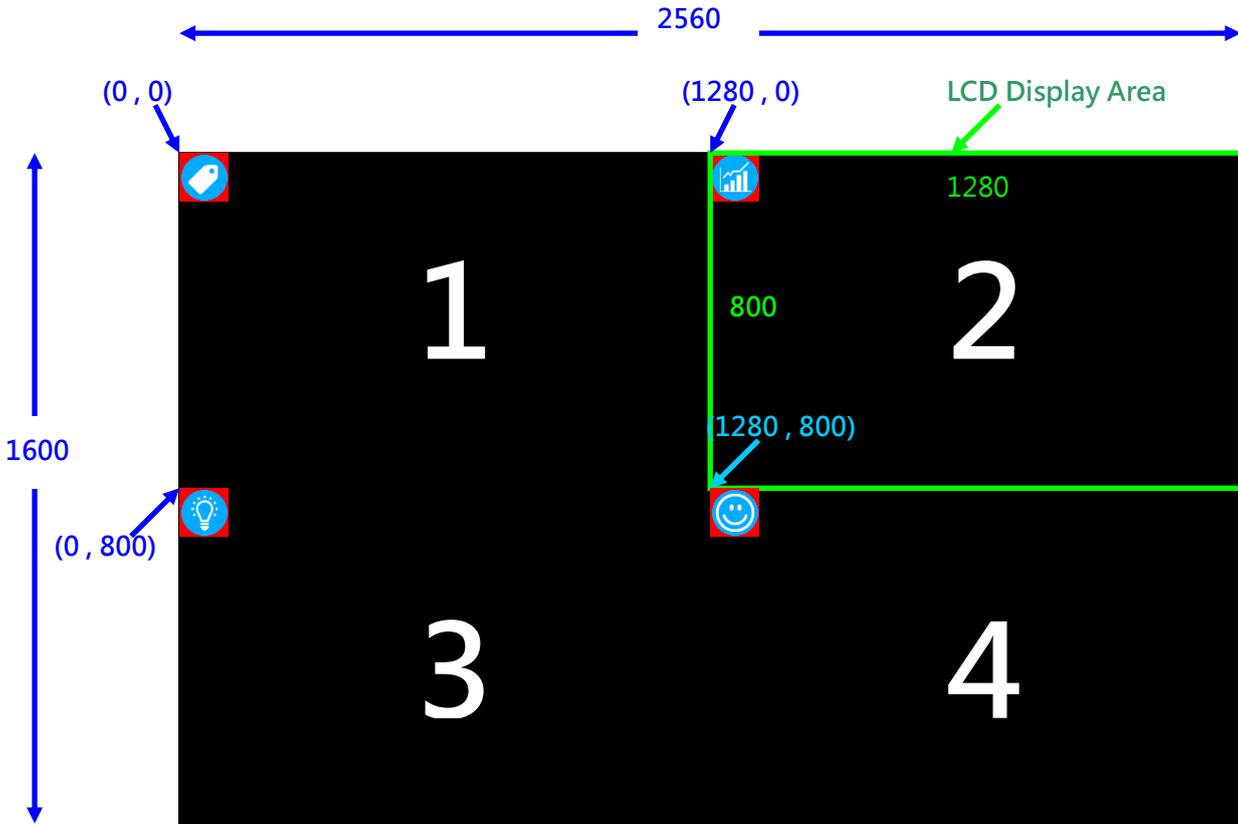


AP 提供簡單切換 Main Window XY 座標的功能，點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟記憶體檢視功能。



- 1 Main Window XY 座標可設定的最小、最大值，由 AP 自動帶出，可以不用設定，其中 X 座標最大值為 Canvas Width 減掉 LCD Display Width(例: 1280)，所以這裡最大可設定的 Main Window X 座標值為 $2560-1280=1280$ ，而 Y 座標的可設定範圍最大值，是 $8188-800=7388$ ，但必須注意的，雖然 Y 座標可以設定到 7388 這麼大，但還是必須看實際記憶體容量是否能達到，若無法達到，LCD 會有無法預期的畫面顯示，關於 Canvas Image、Main Window 與記憶體容量的計算，請參考 IC Datasheet。
- 2 此時 Main Window X 與 Y 設定座標值，例如 LCD 顯示第 2 區，X 座標設定 1280，Y 為 0。由於 IC 上設計的限制，X 座標值要可以被 4 整除，Y 座標則沒有此限制。
- 3 除了 2 輸入座標的方式之外，還提供另一種快速設定方式，用滑鼠點拉調整桿的方式設定。
- 4 Scroll Function，開啟 Scrolling 功能。

顯示結果示意圖:



8.2 捲動功能

Main Window 的捲動應用。

Memory View Tool interface showing scroll function settings:

- 1** Enable Scrolling Function
- 2** Main Window Upper-Left corner XY-coordination
- 3** Horizontal or Vertical Scroll
- 4** Scroll Time Interval
- 5** Function Start or Stop

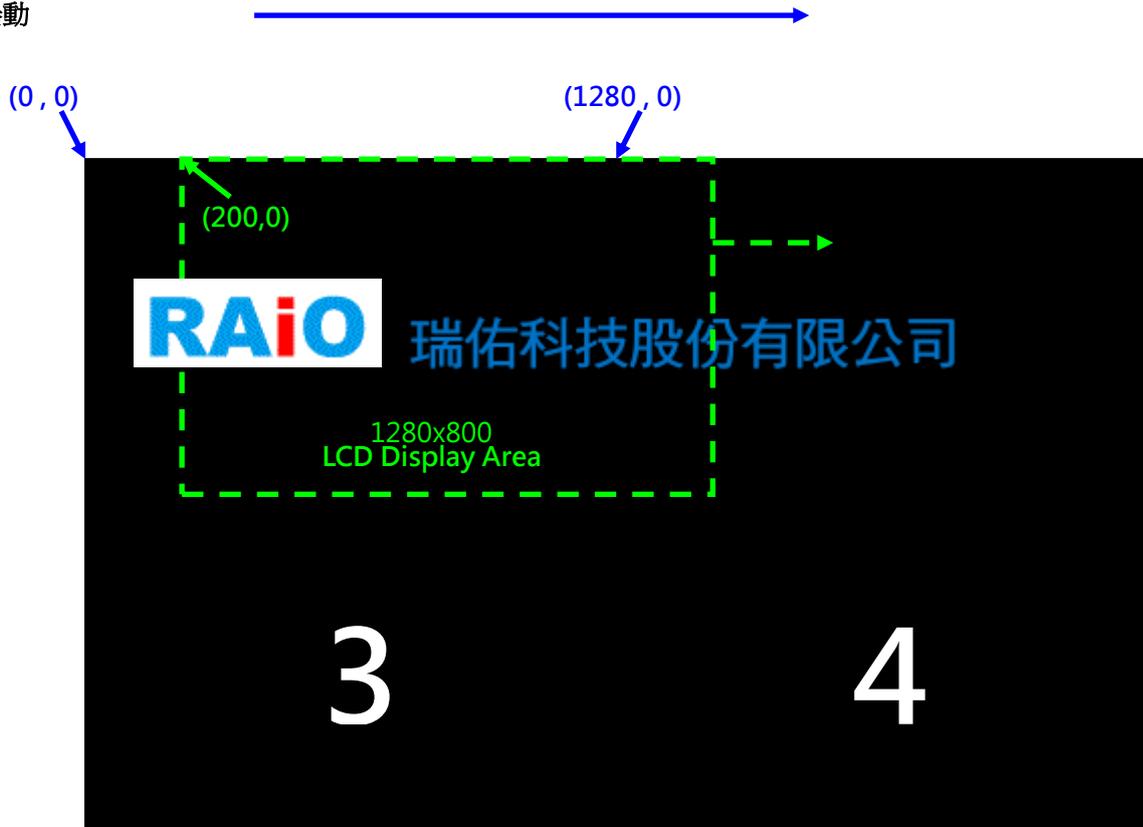
- ① 開啟 Scrolling Function
- ② 設定捲動畫面的 Main Window XY 起始座標，捲動功能將會以此座標捲動到 X 與 Y 的 Main Window 最大座標值。
- ③ 設定水平捲動(Horizontal Scroll)或垂直捲動(Vertical Scroll)，水平捲動一次增加 4 個 X 座標值(如前述，IC 設計限制)，垂直捲動一次增加 1 個 Y 座標值。
- ④ 每次增加座標量的間隔時間。
- ⑤ 捲動功能開始或停止。

水平捲動示意圖:

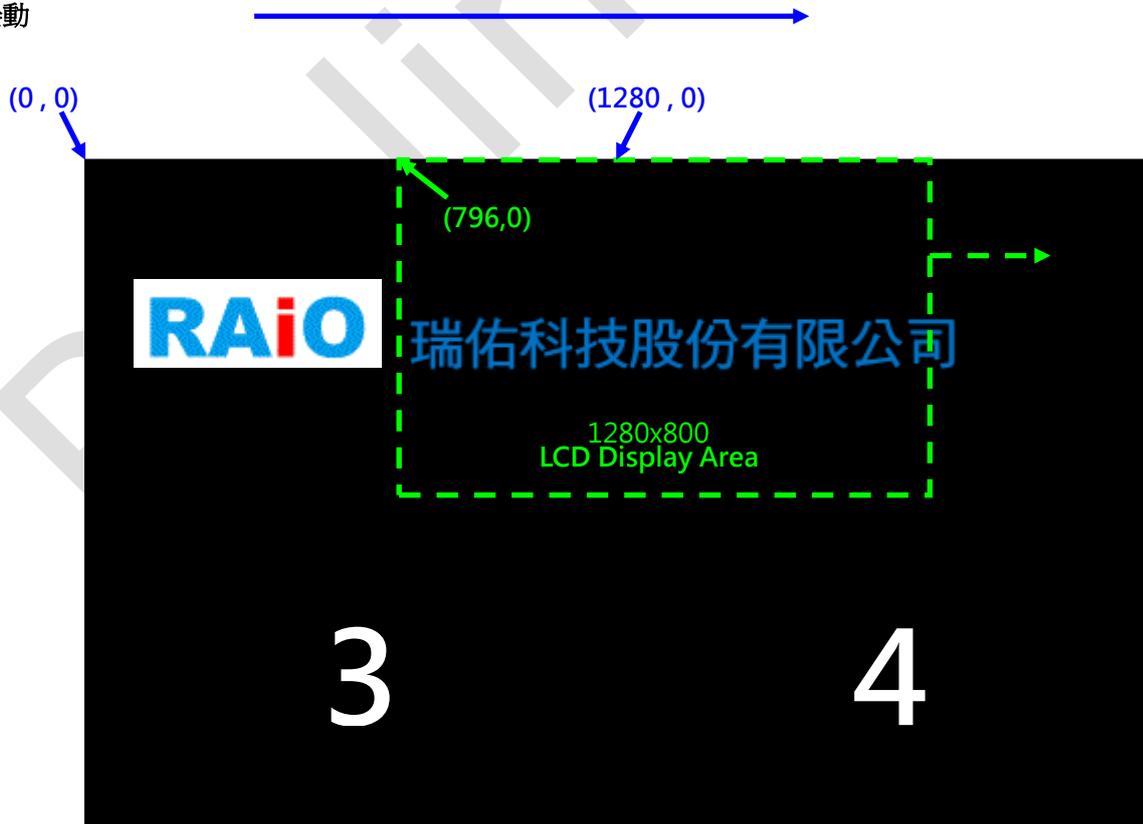
水平捲動開始之前.



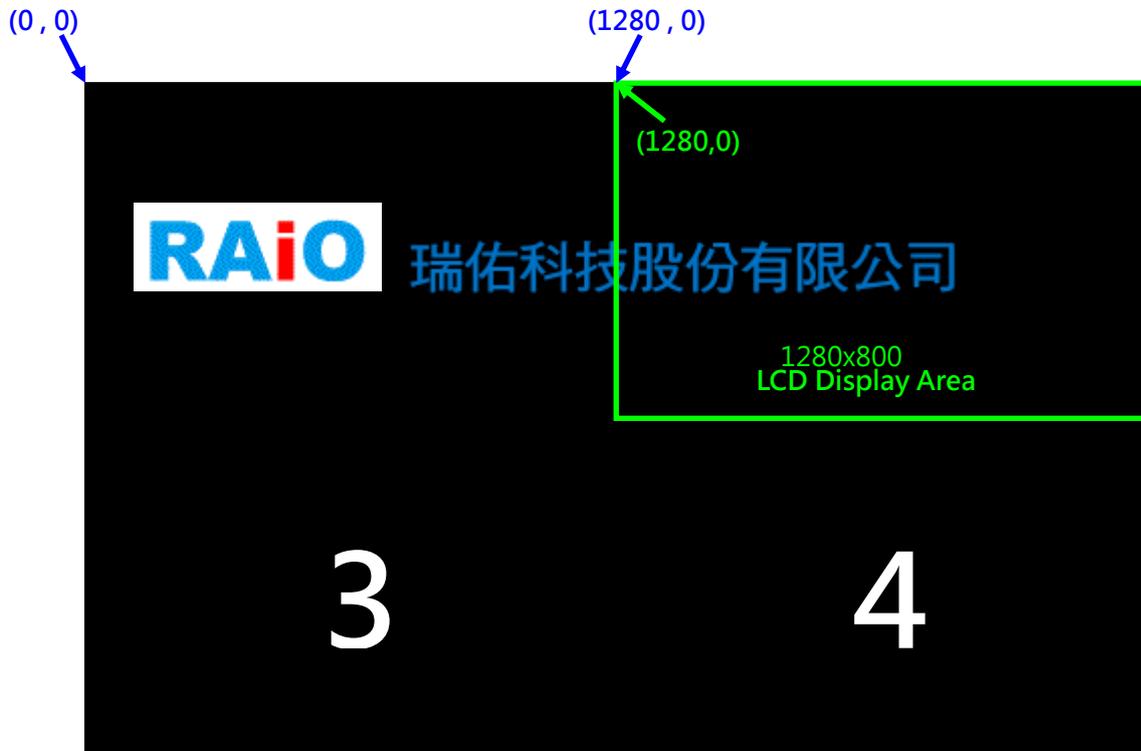
進行水平捲動



進行水平捲動



水平捲動結束



視覺效果有如廣告跑馬燈，若進行更進階的應用方式，還可以即時更新捲動畫面的資料。

Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=bliJiKRqhd4>

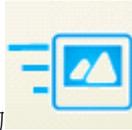
youku

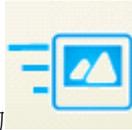
http://v.youku.com/v_show/id_XODk4NzQ0MDQw.html

9. BTE Function

9.1 Memory Copy with ROP

BTE 的詳細功能介紹，可以參考 RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) Datasheet，AP 提供其中幾個常用功能操作介面，讓使用者能進行簡單的操作與了解，本章皆使用 RA8876 為例。



點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 BTE Function 功能。

1 Select Copy ROP

2 S0 Parameters

3 ROP Code

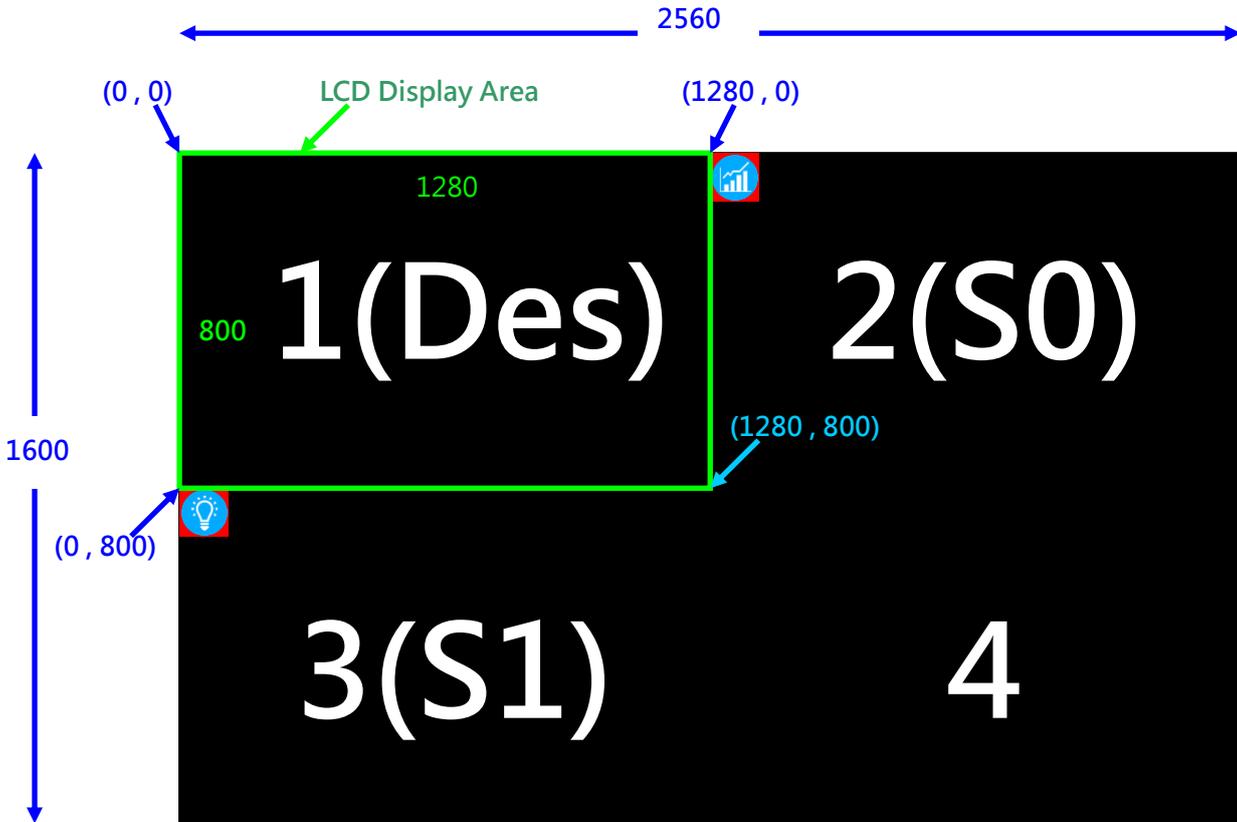
2 Des Parameters

2 S1 Parameters

5 Show API C code

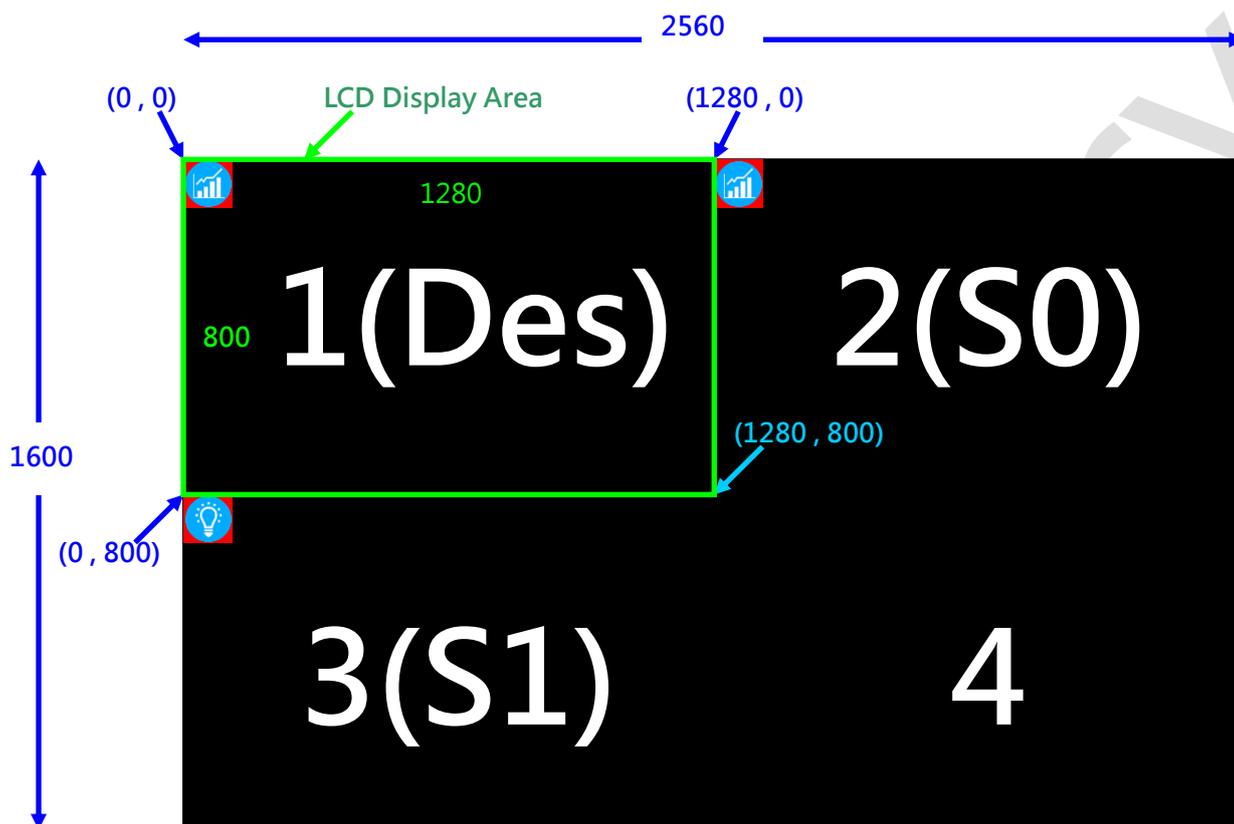
4 Run

記憶體資料如下配置，第 1 區設定為 Destination；第 2 區為 S0；第 3 區 S1；第 4 區沒有用到：



- ① 選擇 Copy ROP (Memory Copy with ROP)功能。
- ② 設定 S0、S1、Des 相關參數，Start Address 使用預設 0，Image Width 設定與 Canvas Image Width 相同 2560，S0 XY 座標設定為(1280,0)；S1 為(0,800)；Des 為(0,0)，BTE Size 設定為 128x128。
- ③ 設定 S0 與 S1 邏輯運算功能，以 ROP=S0 為例。
- ④ 執行 Copy ROP 功能
- ⑤ 顯示 Copy ROP 的 API C code

執行結果如下，當 ROP=S0，將 S0 設定的搬移資料，複製至 Des 設定的座標區域上。



Demo Video:

YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=srbvwcZ_w_U

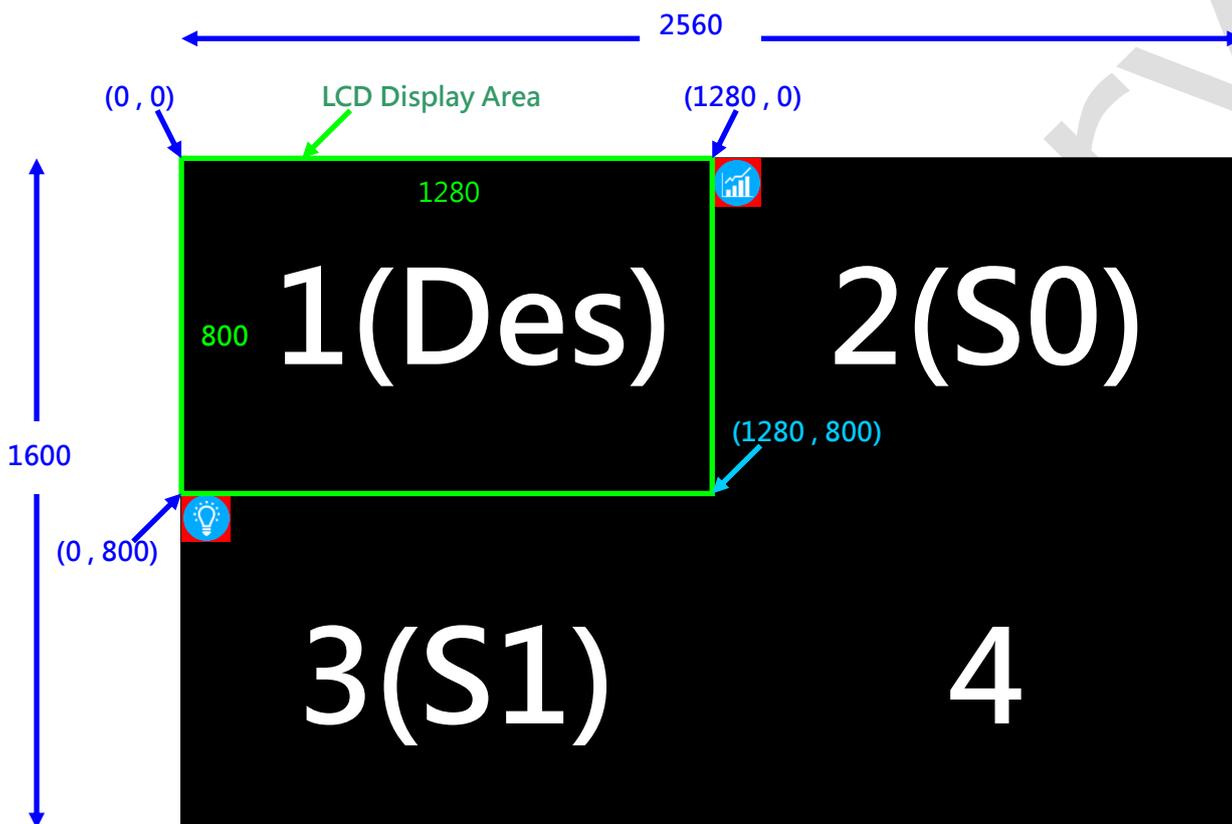
youku

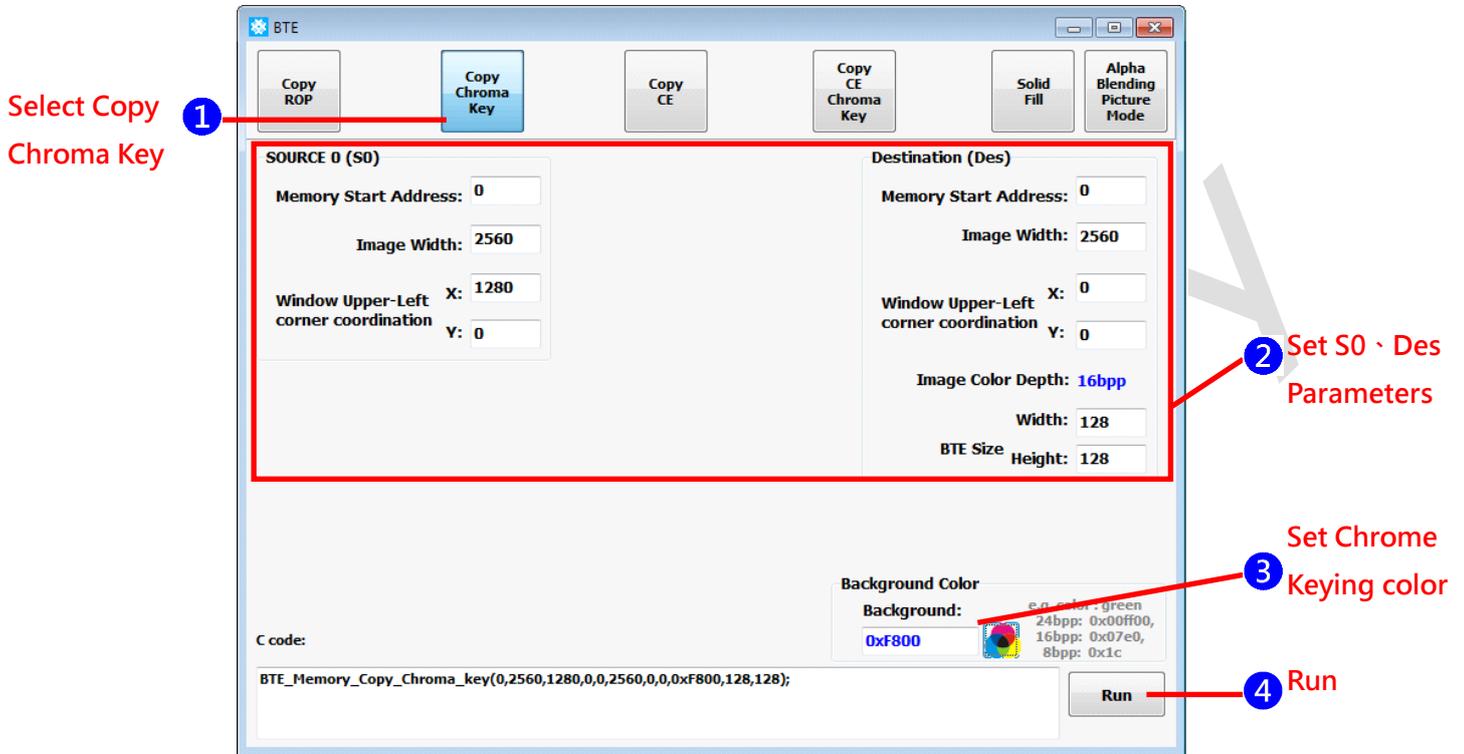
http://v.youku.com/v_show/id_XODk4Njc1NzA4.html

9.2 Memory Copy with Chroma Keying

與 Memory Copy with ROP 功能類似，但沒有 ROP 功能，能設定 chroma keying 的顏色，將 S0 的某一個顏色濾除。

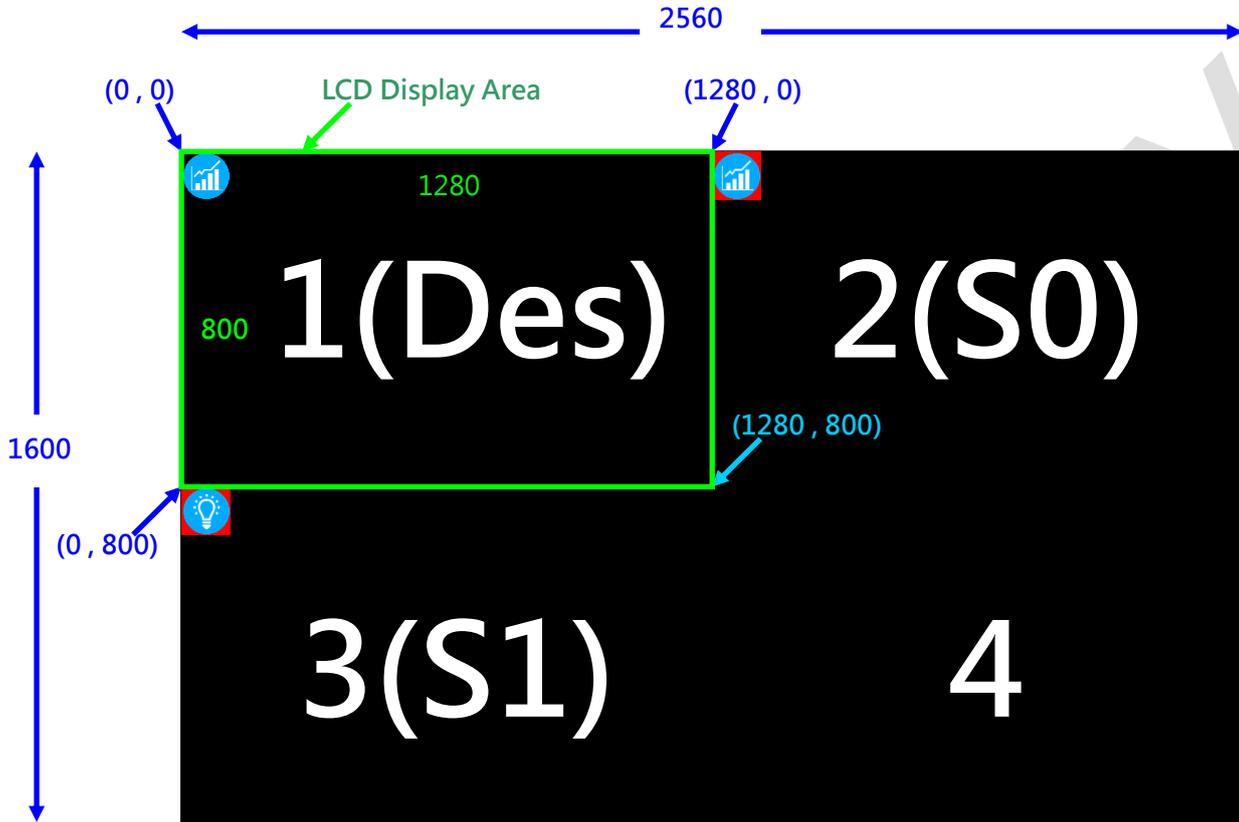
記憶體資料如下配置，第 1 區設定為 Destination；第 2 區為 S0；第 3 區 S1；第 4 區沒有用到：





- ① 選擇 Copy Chroma key (Memory Copy with Chroma Keying)功能
- ② 設定 S0 與 Des 相關參數，此功能沒有用到 S1，故不須設定相關參數。
- ③ 設定 S0 資料要濾除那個顏色。
- ④ 執行功能。

執行結果如下，可以發現 S0 的圖，經過處理後，背景的紅色已經被濾除，且資料複製到 Des 區域內。



Demo Video:

YouTube

<http://youtu.be/hmidywKHm0Q>

youku

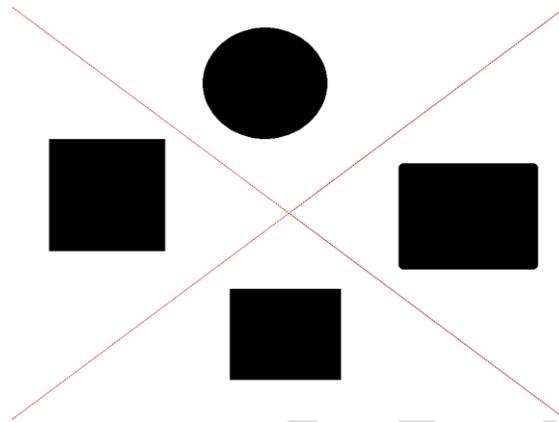
http://v.youku.com/v_show/id_XOTEwODM0NzQ4.html

9.3 Memory Copy with Color Expansion

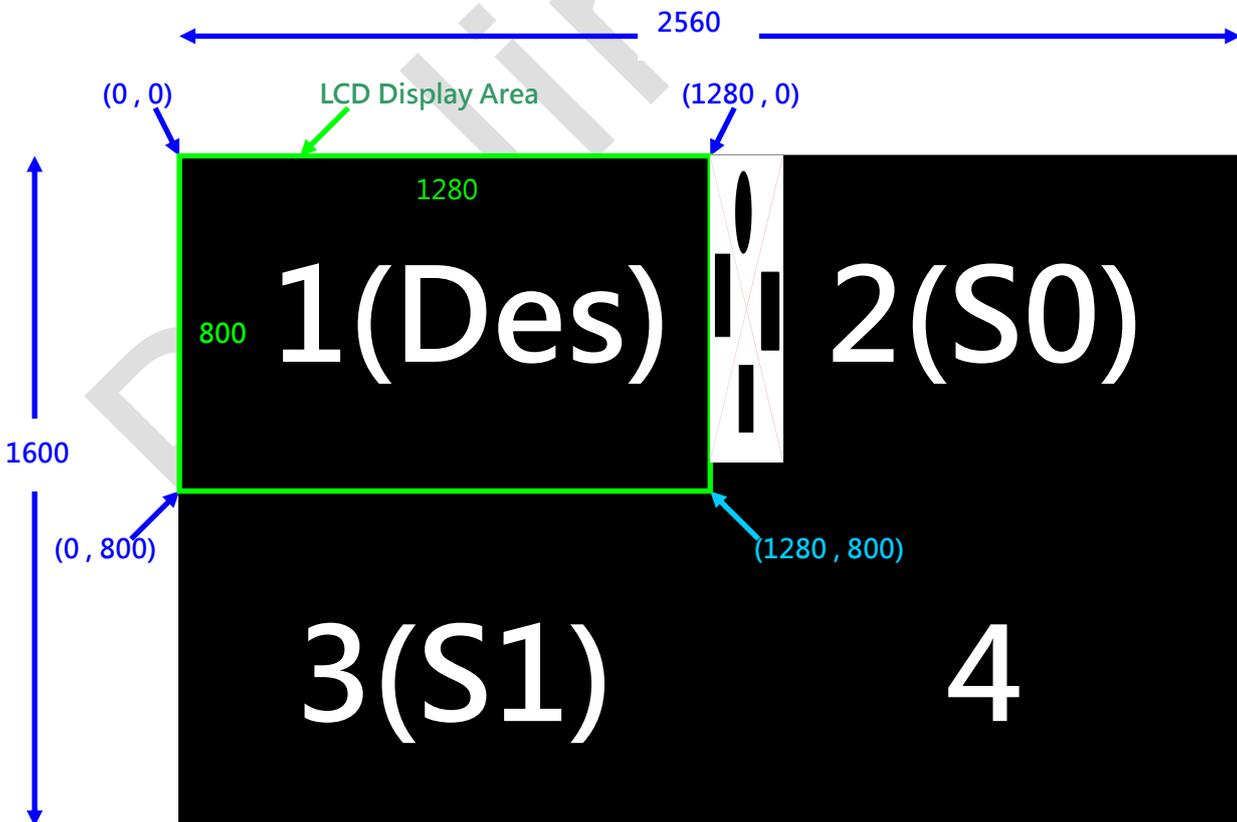
Memory Copy with Color Expansion 的功能，是將色彩深度 1bpp 的黑白圖，轉為所設定的前背景兩種顏色的彩色圖。

先利用 MPU Write Tool 的功能，將色彩深度的圖形資料(1024x768)寫入到 S0 區域內，由於是 1bpp 的資料，顯示出來的畫面，感覺寬度被壓縮過，這是正常的。

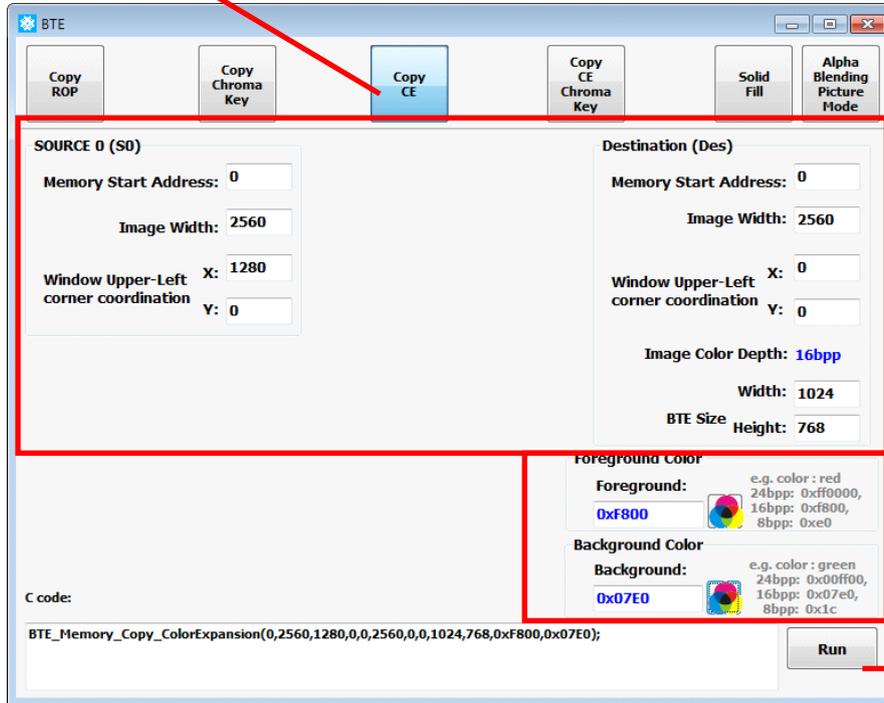
1bpp 原始黑白圖:



記憶體資料如下配置，第 1 區設定為 Destination；第 2 區為 S0；第 3 區 S1；第 4 區沒有用到：



Select
Copy CE **1**



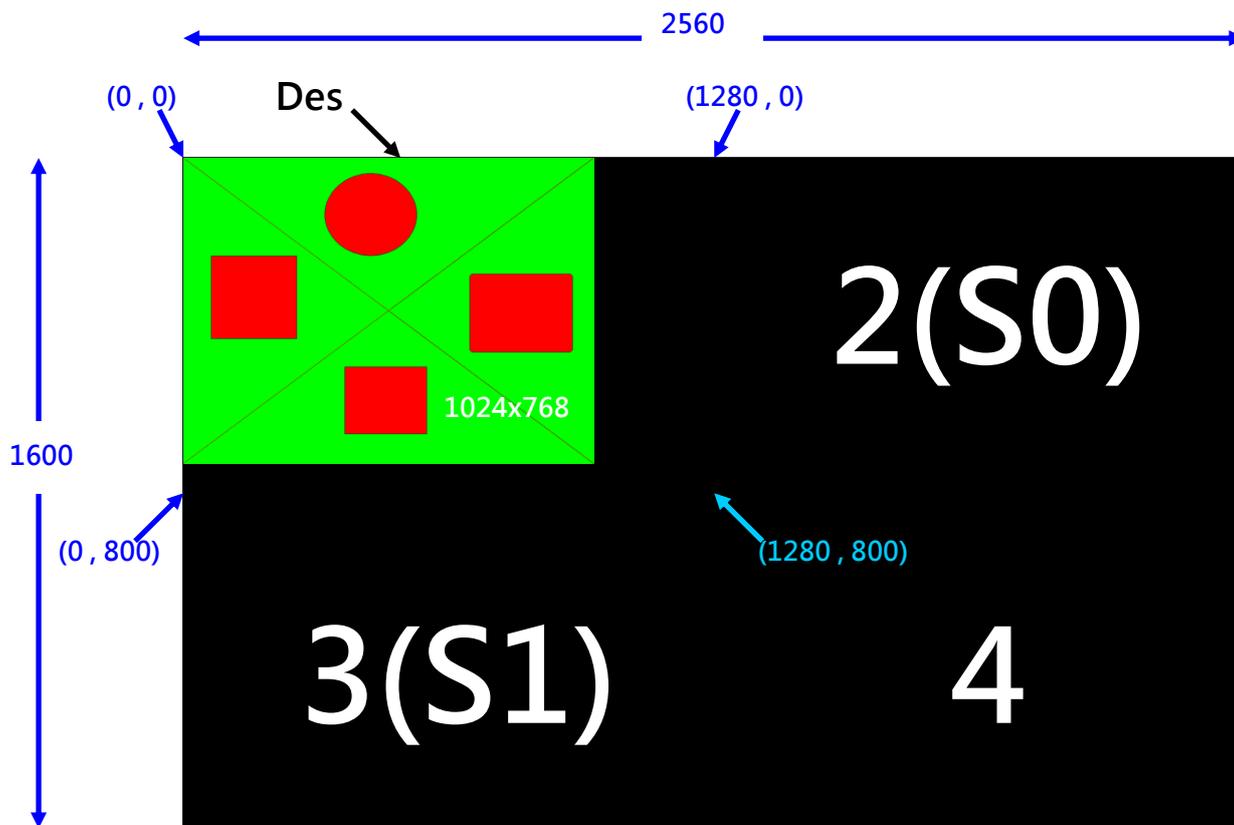
Set S0 · Des
parameters **2**

Set Foreground
and Background
color **3**

Run **4**

- 1** 選擇 Copy CE(Memory Copy with Color Expansion)功能
- 2** 輸入 S0、Des 相關參數
- 3** 設定前背景色，單色圖的"1"資料會轉為前景色，"0"資料轉為背景色。
- 4** 執行功能。

執行後畫面顯示結果:

**Demo Video:**

YouTube

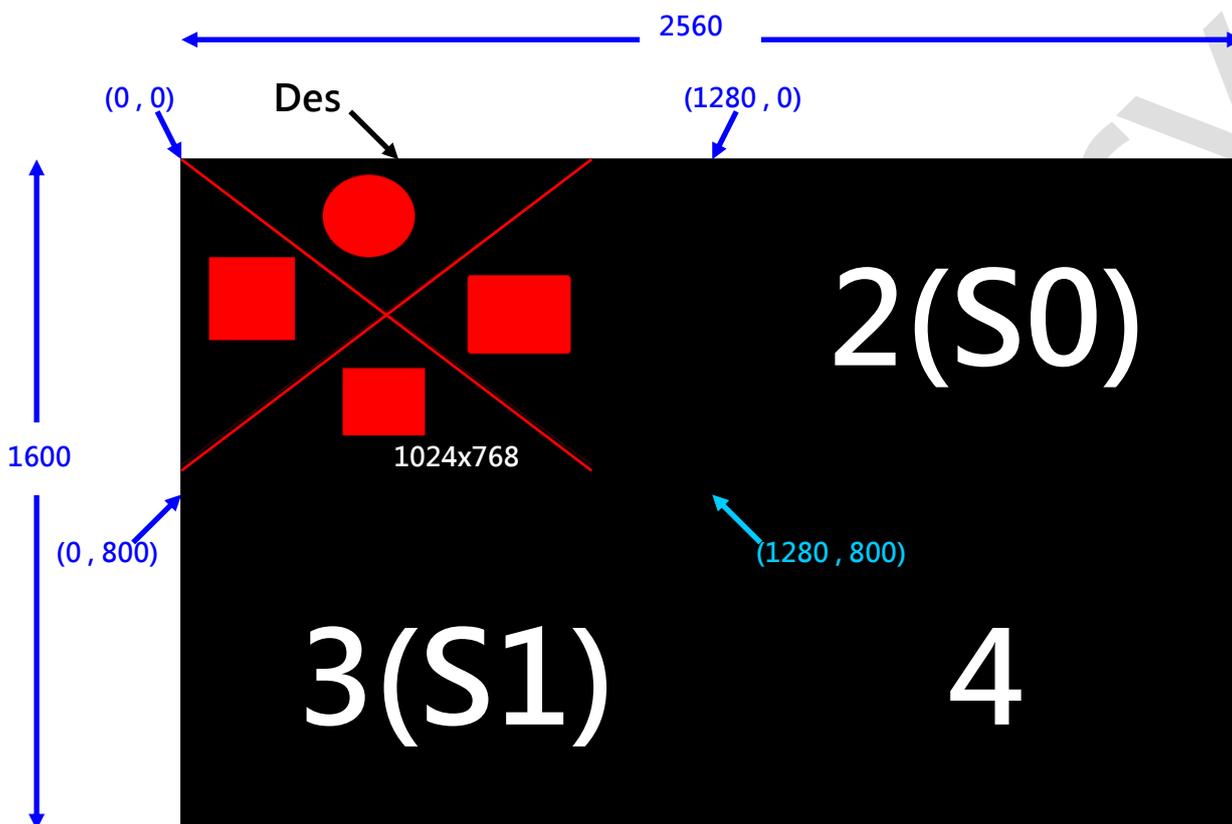
<https://www.youtube.com/watch?v=MRV7CrANIA0>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XODk4NjYwOTI0.html

9.4 Memory Copy Color with Expansion and Chroma Keying

此功能與 Memory Copy with Color Expansion 功能類似，差別在資料"0"並沒有轉為背景色，而是維持原先 Des 的資料，所以少了設定背景色的設定，其餘相同，再此不再列出其執行步驟，而執行結果如下：



Demo Video:

YouTube

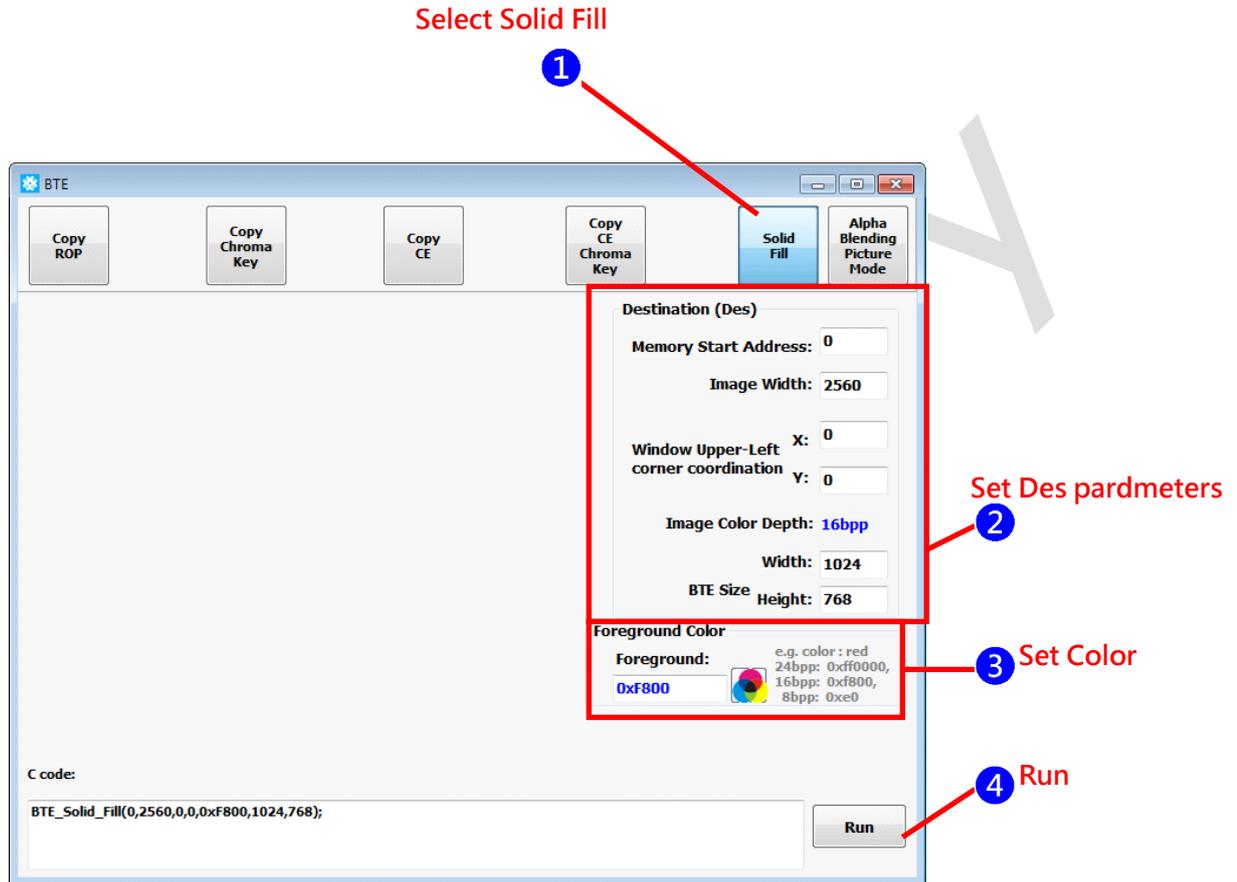
<http://youtu.be/cbwKnBfinPQ>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XOTEwNDYxODMy.html

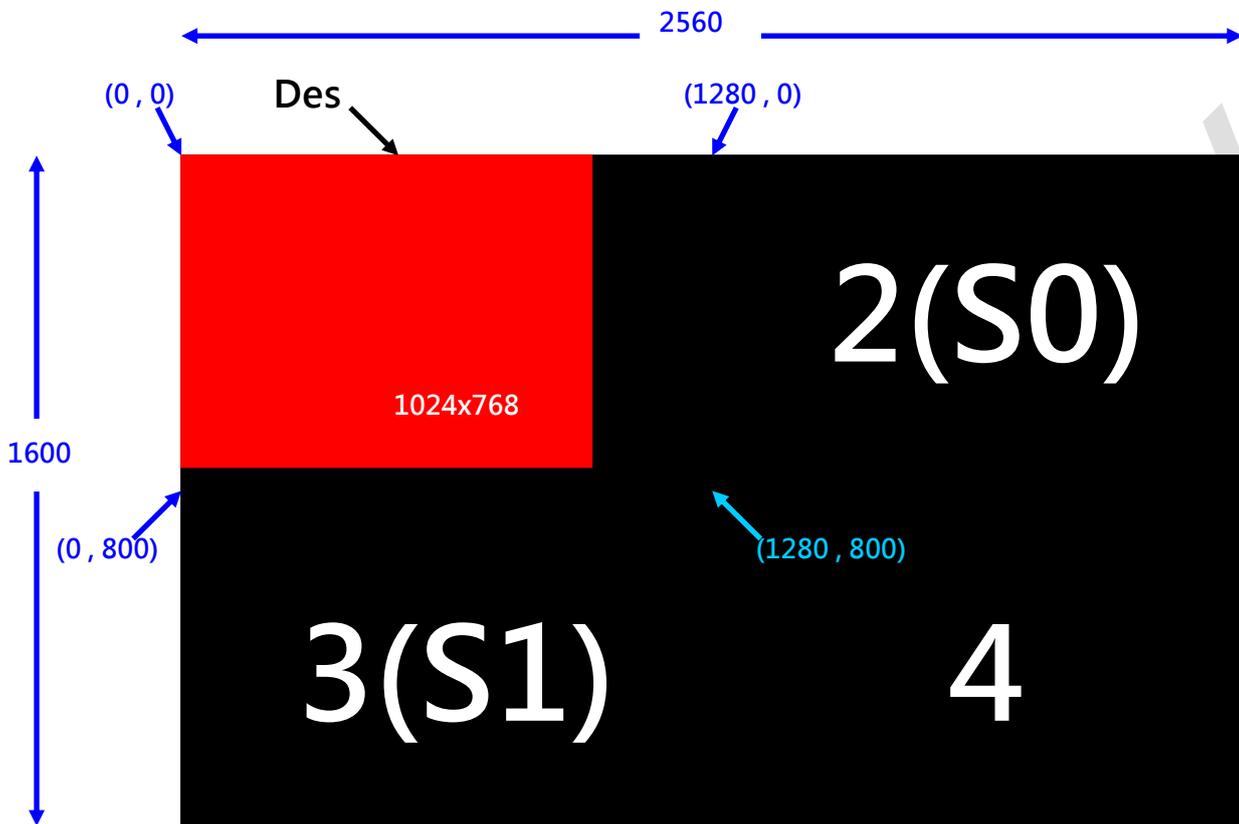
9.5 Solid Fill

Solid Fill 的功能是將選定的 Des 區塊，將它的資料寫為所設定的顏色，功能與幾何圖形繪畫功能的矩形功能類似。



- ① 選擇 Solid Fill 功能。
- ② 設定 Des 要填滿顏色的區域與大小。
- ③ 設定要填滿的顏色。
- ④ 執行功能。

執行後畫面顯示結果:



Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=bbFBLHCvoUE>

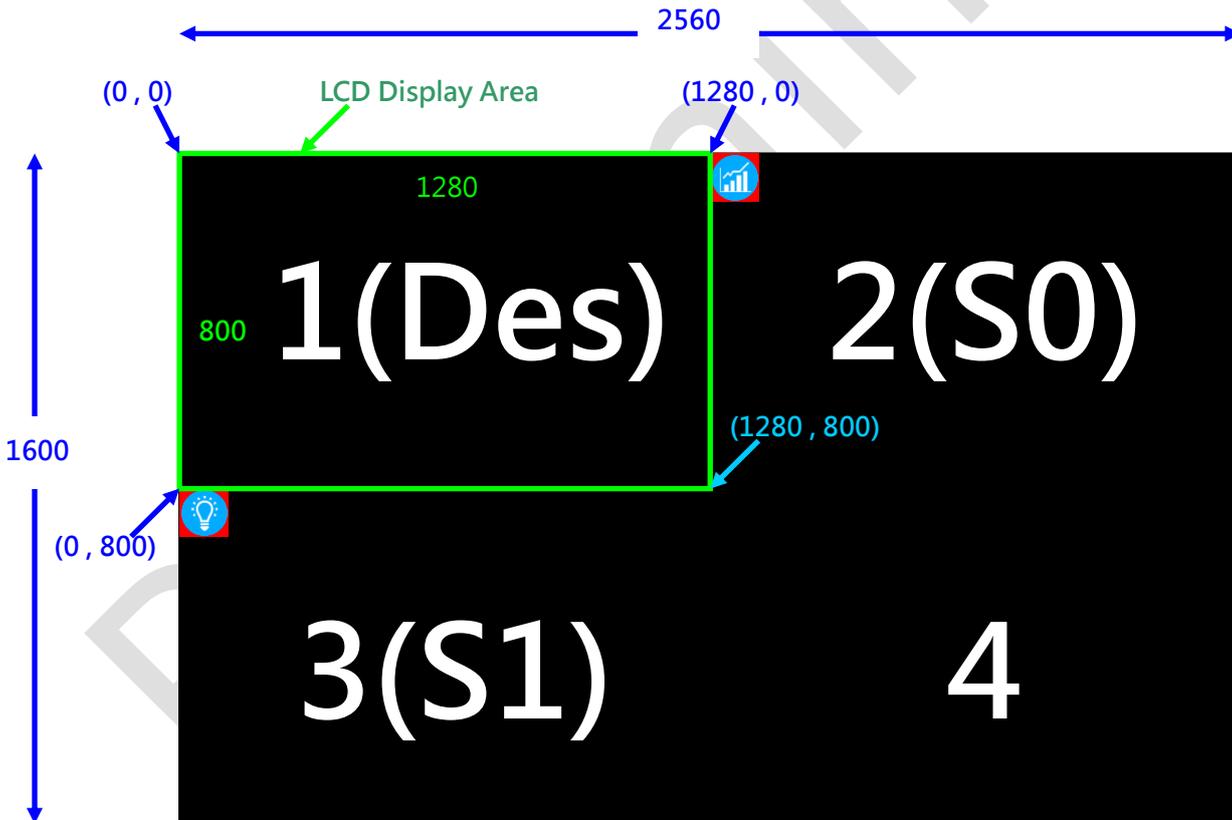
youku

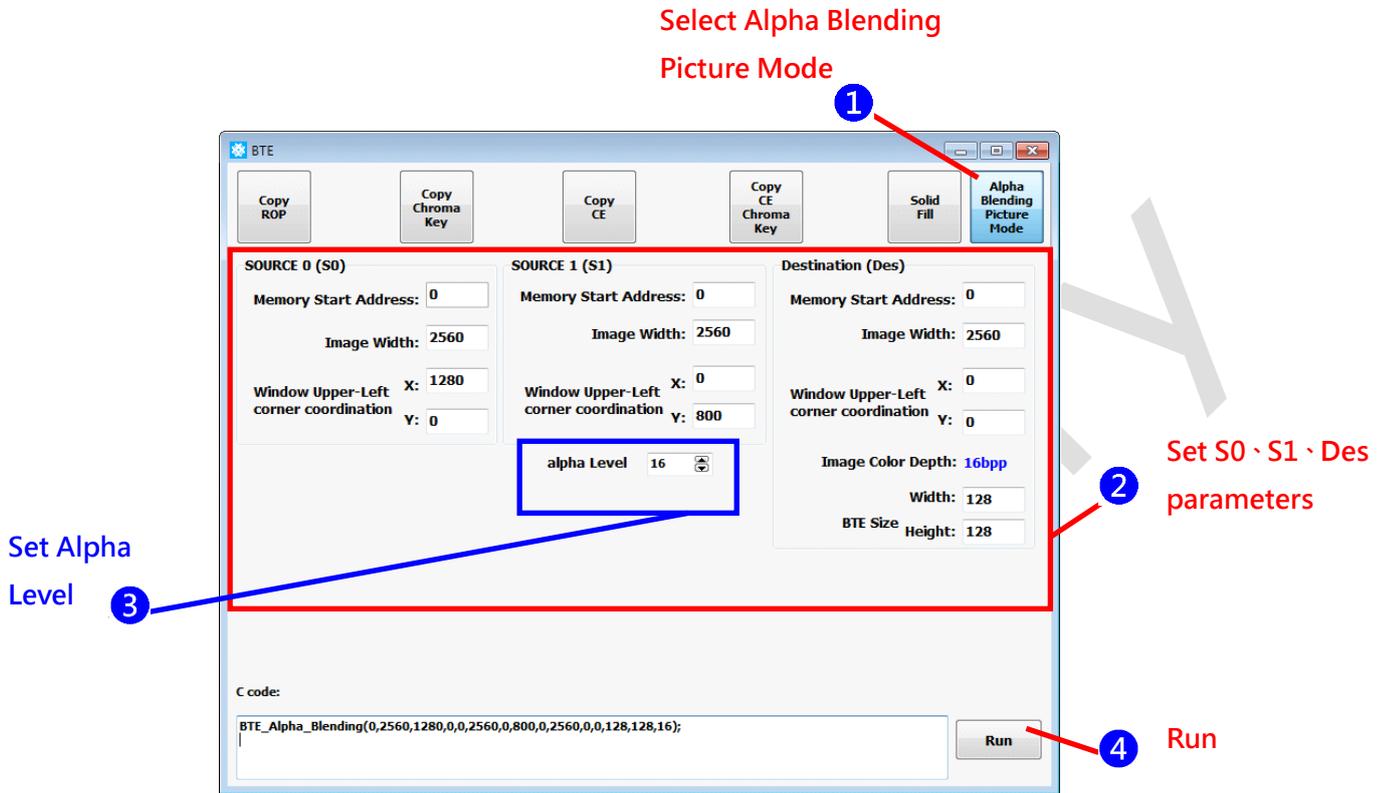
http://v.youku.com/v_show/id_XODk4NjkwNjU2.html

9.6 Alpha Blending in Picture Mode

此功能是将 S0 与 S1 的资料做 Alpha Blending 运算，再写到 Des 中，功能类似 Memory Copy with ROP，只是 ROP 功能改为设定 Alpha Level，此功能所选定区域内的资料，其每一个 Pixel 的 Alpha Level 处理方式都是相同的，此为 Picture Mode，RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 有支援 16bit 的 Pixel Mode，在此并没有列出，RAiO 的 Image Tool 有支援此种格式的图形转换，若有此功能的需求，请联络 RAiO FAE 。

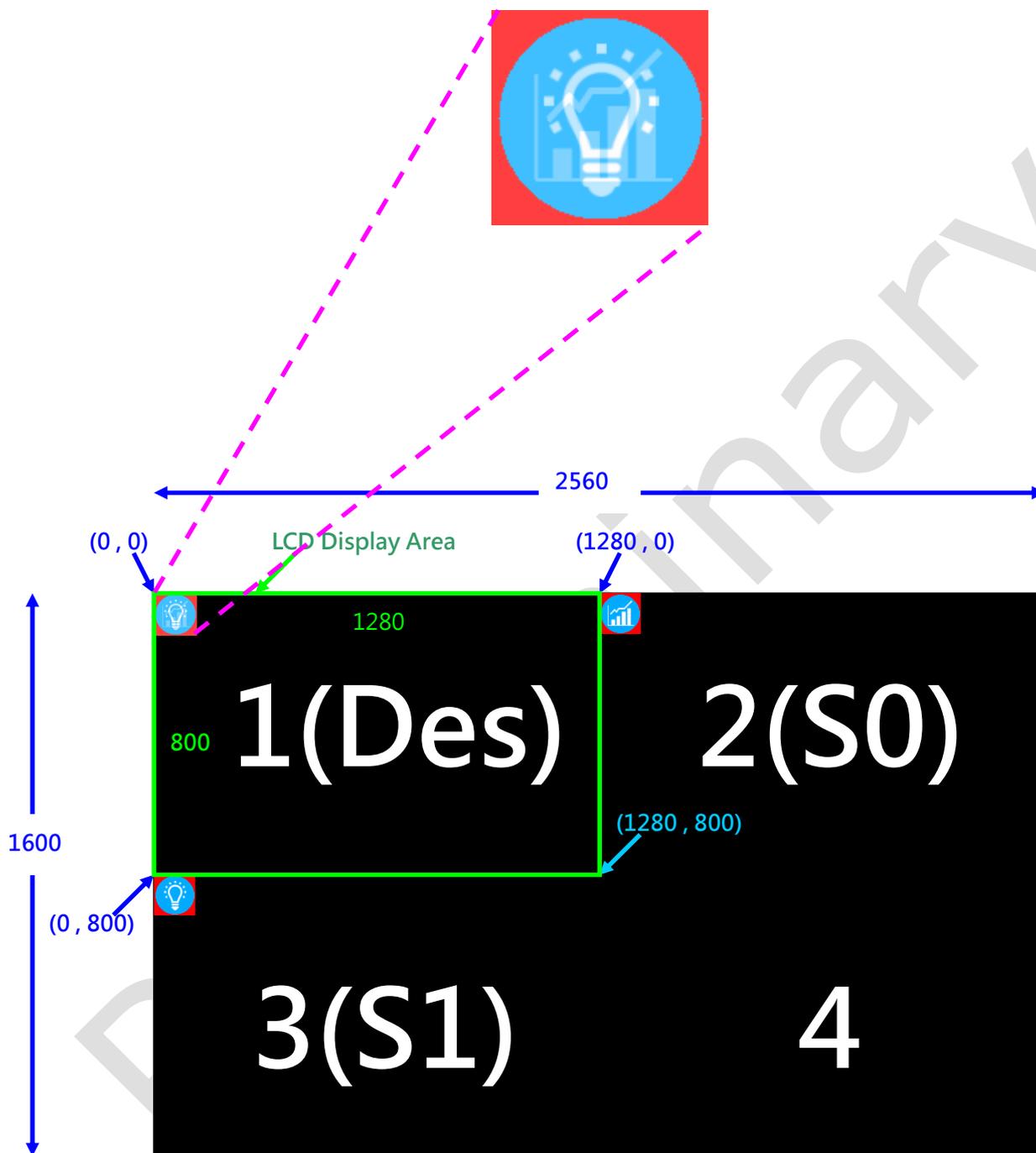
記憶體資料如下配置，第 1 區設定為 Destination；第 2 區為 S0；第 3 區 S1；第 4 區沒有用到：





- ① 選擇 Alpha Blending Picture Mode(Alpha Blending in Picture Mode)功能。
- ② 設定 S0、S1、Des 相關參數。
- ③ 設定 Alpha Level (0~32)，設定 16，為一半的透明效果。
- ④ 執行功能。

執行後畫面顯示結果:



Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=GG05FbaeARg>

youku

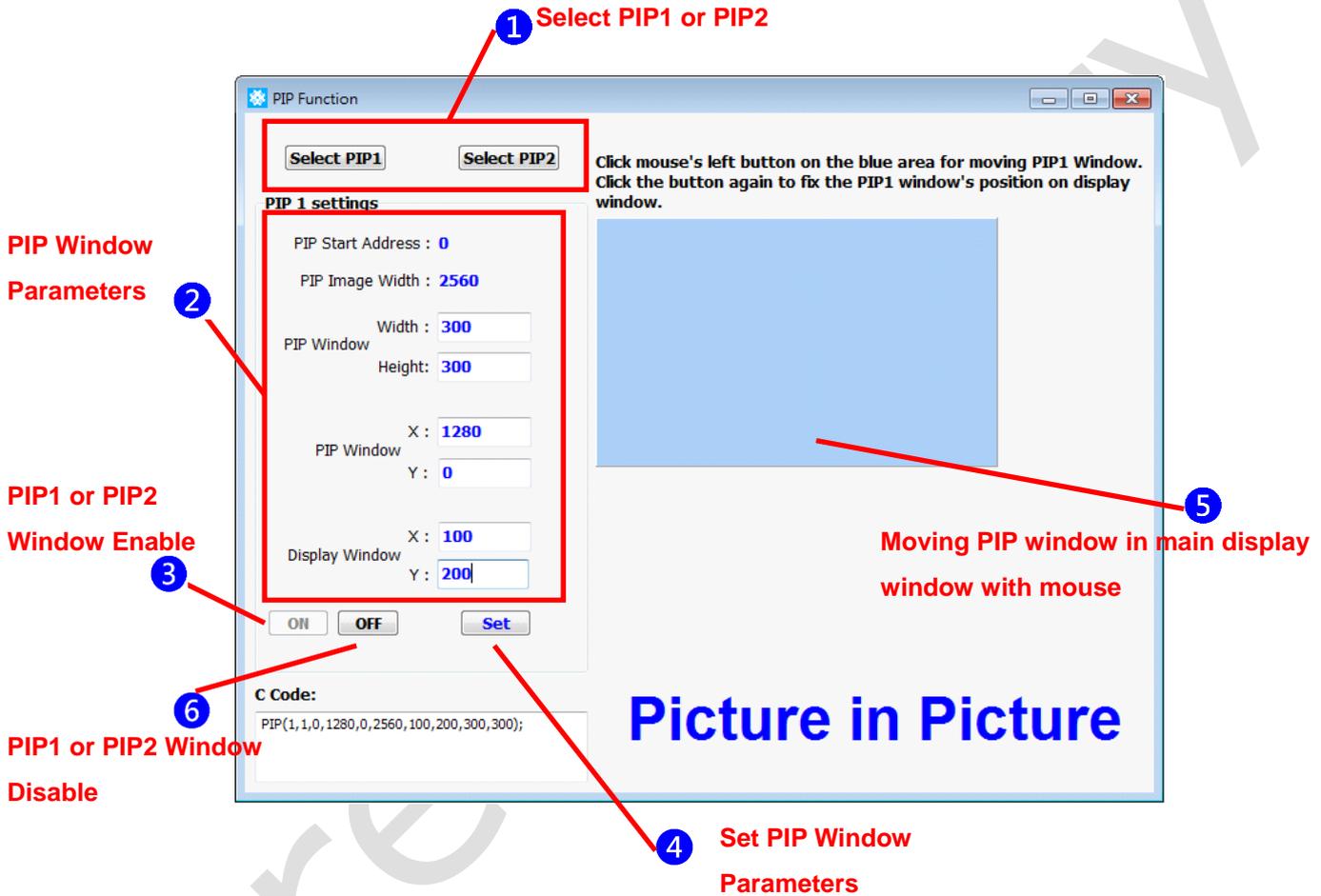
http://v.youku.com/v_show/id_XOTQwMTI2OTMy.html

10. PIP Function

RA8876 / 77 / 71(M) / 73(M) 可以同時顯示兩組 PIP 視窗於顯示視窗上，PIP 視窗不支援透明度的功能，使用者可以開啟 PIP 功能，選擇將某一處記憶體存放的資料，重疊顯示於原來的顯示畫面上，且不會影響顯示畫面的原始資料。若 PIP1 與 PIP2 開啟，且兩者視窗有重疊的情況，PIP1 視窗會在 PIP2 視窗上。



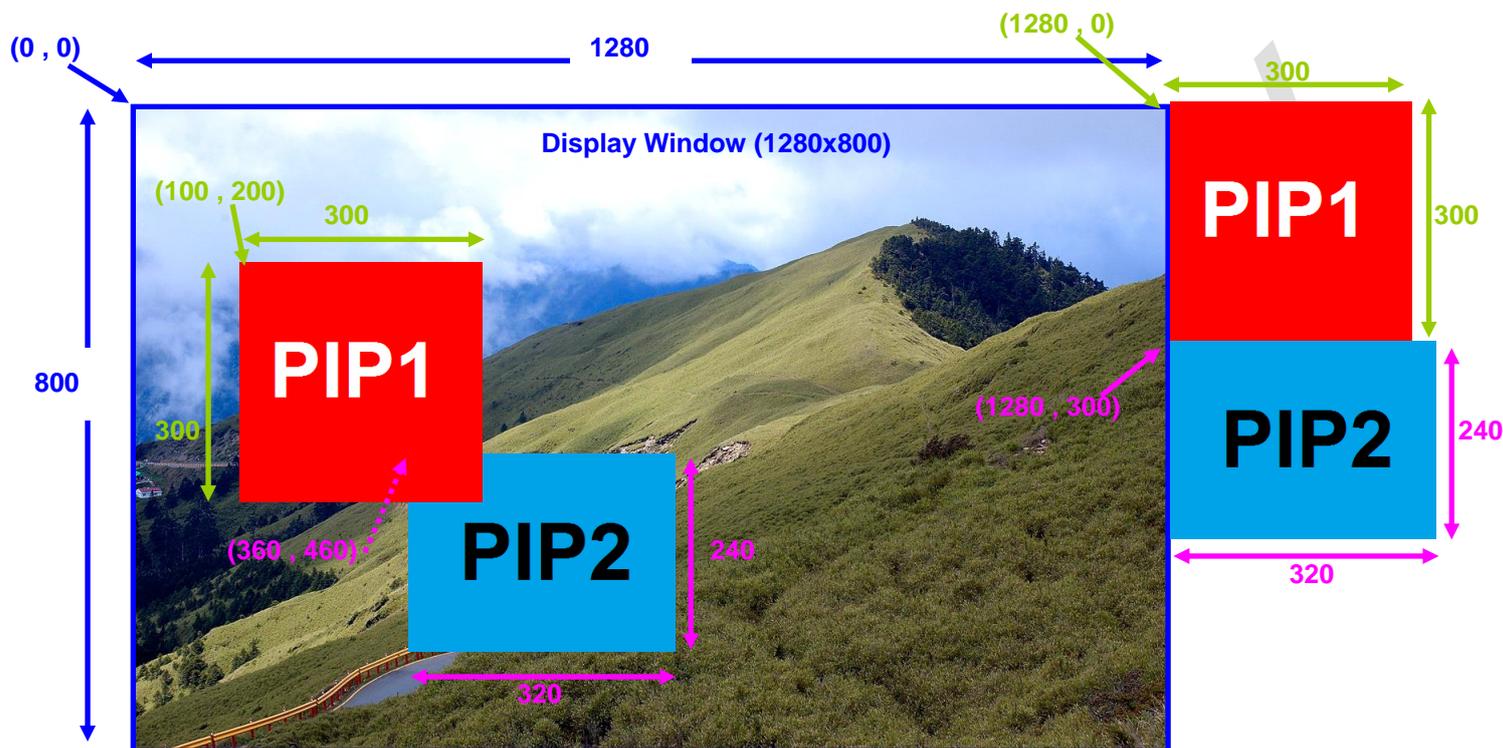
點選 IC Function Button 中的  按鍵，開啟 PIP 功能。



- 1 點擊 “Select PIP1” 或 “Select PIP2” 按鍵，來選擇 PIP1 或 PIP2 視窗。
- 2 設定 PIP 視窗相關參數。以此範例說明，PIP1 視窗的資料座標為(1280, 0)，PIP1 視窗大小為 300x300，設定 PIP1 視窗於顯示視窗(100,200)座標上。
- 3 點擊“ON” 按鍵來開啟所選擇的 PIP 視窗。
- 4 若有需要而修改 PIP 視窗的相關參數，於修改完相關參數後，點擊“Set” 按鍵來執行修改參數後的 PIP 視窗。
- 5 除了步驟 4 的方式之外，我們還可以透過移動滑鼠來設定 PIP 視窗於顯示視窗的位置。首先，在藍色區域點擊滑鼠左鍵，滑鼠遊標由箭頭形狀  變為十字形狀 ，此時，在藍色區域內移動滑鼠，在顯示視窗的 PIP 視窗也會隨著滑鼠移動位置，若再點擊滑鼠左鍵，PIP 視窗將會定位於顯示視窗上。

- 6 欲開啓 PIP2 視窗，請重複步驟 1 至 5。以此範例說明，PIP2 視窗的資料座標為(1280, 300)，PIP2 視窗大小為 320x240，設定 PIP2 視窗於顯示視窗(360,460)座標上。
- 7 點擊“OFF”按鍵可以關閉所選擇的 PIP 視窗。

執行後畫面顯示結果:



Demo Video:

YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=psNso5ZkLrY>

youku

http://v.youku.com/v_show/id_XODk4NzM2ODUy.html