iTank 系統 Menu 操作手冊

一、 Menu 架構與基本操作慣例

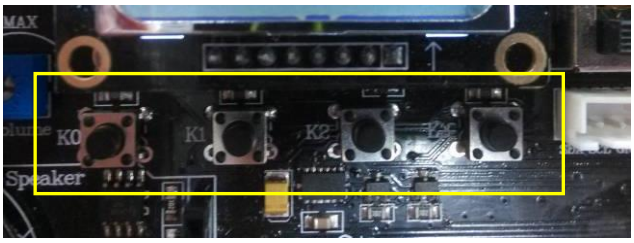
1. 硬體核心與多層式 (Hierarchical) 樹狀架構

本多功能教育學習板 (Multi-Function Educational Board, EB) 以一顆 Atmel 的 ATMEGA1280 **AVR** 為核心，負責所有輸出入裝置的控制與偵測，並提供一多層式樹狀結構 Menu 選單供使用者操作。所有功能先依特性分成多個類別，相近類別合併成子選單 (Sub Menu)，性質相關的子選單再合併為更高一層的選單，逐層合併後，始構成最頂層的主選單 (Top Menu)。



2. LCD 顯示與按鈕操作慣例

各層選單皆可顯示於 84×48 點陣 (每列 14 個英數字元, Line0~Lin5 共 6 列) LCD 顯示屏上，以供使用者操作、選取。每一頁 LCD 的畫面最多可顯示 6 個選項 (每列顯示 1 個)，並將預設選項 (以最近一次選定過之選項優先；若之前未進過該選單，則為第一個選項) 反白 highlight 以示選取；若單一選單的選項超過 6 項，則以捲動方式來輪流顯示，且維持畫面上共有 6 個選項。選單原則上皆以本 (EB) 板上內建 4 個按鈕 (由左而右依序標示為 K0 ~ K3) 的其中 3 個來操作：



- 第一鈕 (**K0**) – 為最左鈕，可切換至上一個選項，若是已到 LCD 頂部 (Line0) 且尚未回到第一個選項，則自動往上捲動；但到最頂項之後若繼續按此鈕，則會循環捲動至最下方列 (Line5)，且選定最末項
- 第二鈕 (**K1**) – 可切換至下一個選項，若是已到 LCD 底部且尚未回到最後一個選項，則自動往下捲動；但到最底項之後若繼續按此鈕，則會循環捲動至最上方列，且選定最頂項
- 第四鈕 (**K3**) – 為最右鈕，確認進入 **(啟動)** 目前已選取 (highlighted)

的選項，可能是進入下一層選單、或是啟動所選取的動作。當達到選單的最底層後，按下此鈕將會開始執行所選取的動作，或自動將目前所選的設定內容儲存到 EEPROM；否則進入下一層選單繼續操作

- 除最上層外，原則上每層選單的最後一個選項都是 "**Back**"，可取消目前選取項目，回到上一層選單並 highlight 剛剛在該層選取的選項
- **進入 I2C Control 或 UART Control 模式後，必須按 Reset 鈕或關電源後重新啟動，始能離開這兩種模式**
- **啟動後, Arduino Nano 母座的 5V 電源預設為 Off (不供電)**
- **請使用 7.2~12V 且恆定輸出電流 1.3A 以上之變壓器，或以 7.2V 以上且儲電能力至少 1500mAH 之鎳氫 (鋰/鋰聚合物) 電池組供電**

二、 Menu 內容

1. I2C Control (透過 I2C 介面來控制本系統)：為自外部控制本系統之第一種方式，所有的輸出控制與輸入偵測資訊都是透過 I2C 介面、以及**共 192 bytes 的 I2C 分享記憶體 (前 128 bytes 可讀寫，接著 64 bytes 則是唯讀空間)** 來與外部交換。選取並開始此模式後, AVR 必須進行如下的程序：

   Step1. 開啟 Arduino Nano 母座的 5V (Vcc) 電源

   Step2. 以 Slave 角色啓動 AVR 本身的 I2C 通訊功能, **ID 為 0x2A (另 ADXL345 3D 加速度晶片亦為 Slave，其 ID 為 0x53)**

   Step3. 先完成必要的初始化動作，再於 LCD 的 Line0 與 Line1 閃爍顯示 "I2C Controlled Mode Starting!" 字樣 3 次

   Step4. 開始如下 10 次/秒以上的主迴圈，但此期間仍必須即時處理各種預設之系統中斷要求 (Interrupt)；若要脫離此控制模式，則**必須將 AVR 重新啟動 (Reset / Reboot)**：

      Step4.1. AVR 會先主動處理所有 Sensor 所傳回的資訊，並將結果都存入本身 I2C Slave 的唯讀記憶空間供 Master 端讀取。此空間**目前共使用 42 bytes，最多可擴充至 64 bytes**，包含最前 10 bytes 的本產品代號字串 "FLAG-1619A"，其起始位址緊接在 I2C 可讀寫空間最高位址 (byte 127) 的次一位址，也就是 byte 128。同時 AVR 也會容許 Master 端將輸出控制資訊寫入自身的 I2C 可讀寫空間；此空間**目前共使用 114 bytes，最多可擴充至 128 bytes**

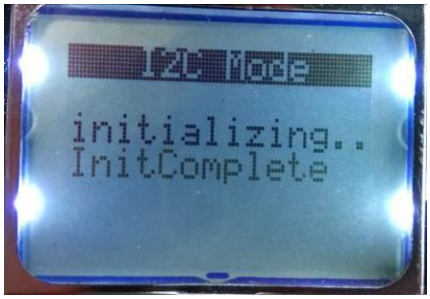
      Step4.2. 完成輸入偵測並更新 I2C 唯讀空間的資訊後, AVR 必須依照目前 I2C 可讀寫空間中的輸出控制資訊來設定所有輸出裝置的狀態

      Step4.3. 等待直到下一個迴圈開始的時間，回 Step4.1

   以下為本選項下的子選單：



1.1 Start (開始 I2C Control 模式)：先完成必要的初始化動作，並於 LCD 的 Line0 與 Line1 閃爍顯示 “I2C Controlled Mode Starting!” 字樣 3 次，然後開始以至少 10Hz 的頻率 (最高約可達 50Hz)，於每個週期中進行以下幾個動作：





- ✓ 對所有 Sensor 進行偵測，並將結果存入 I2C 的唯讀記憶體空間
- ✓ 接受同一 I2C Bus 上的 Master 透過 I2C 介面來讀取 Sensor 偵測結果，同時接受 Master 將控制資訊寫入 I2C 的可讀寫記憶體
- ✓ 依照 I2C 可讀寫記憶體中的控制資訊來設定所有輸出裝置

1.2 Back (取消選取，回到上一層)

2. UART Control (透過 UART 介面來控制本系統)：為另一自外部控制本系統的模式，所有的輸出控制與 Sensor 偵測資訊都是透過 UART 介面來傳遞。選定並啟動後, AVR 必須執行如下的程序：

Step1. 依 Menu 選項決定是否開啟 Arduino Nano 母座的 5V 電源

Step2. 以 Master 角色啓動 AVR 的 I2C 通訊功能

Step3. 對所有輸出、入裝置進行初始化，直到全部 Ready，再於 LCD 的 Line0 與 Line1 閃爍顯示 “UART Controlled Mode Starting” 字樣 3 次

Step4. 開始如下的主迴圈，除了依迴圈的流程執行外，並應即時處理各種預設之系統中斷要求 (Interrupt)；若要脫離此控制模式，則**必須將 AVR 重新啟動 (Reset / Reboot)**：

Step4.1. 等候自 UART 介面傳入的控制封包，並解析封包內容，判斷封包語法的正確性與屬性，若收到完整的正確封包則進入 Step4.2；反之若是封包格式有誤，則全部捨棄並從頭執行 Step4.1，等候正確的 UART 控制封包傳入

※ 封包正確性的要件包括：

- 前後有完整且正確的 **header + tailer**
- 各 **OP** 的語法格式皆正確，不能出現錯誤的參數個數或 **illegal** 參數

Step4.2. 解讀與處理封包內容：

If (為**輸出控制**封包)

{

(1) 僅需依封包內容，逐一改變所指定之輸出裝置的設定，不用透過 UART 介面做任何回應

}

Else If (為**偵測要求**封包)

{

(1) 針對封包所指定的各傳感器裝置，一一取得其偵測值

(2) 完成後將取得的偵測結果依**偵測要求封包**內的順序，組合成對應的回應封包，從 AVR 的 UART 介面 (SYS_UART) 送出

}

Step4.3. 回到 Step4.1 繼續執行

以下為本選項下的子選單：

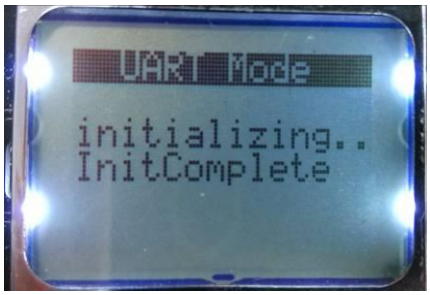


2.1 Start (準備進入 UART Control 模式)：選擇後還會出現一個提示畫面，協助使用者決定是否確定要進入 UART Control 模式，還有進入之時，是否要開啟 Arduino Nano 母座的 5V 電源。使用者可以利用 K0, K1, K3 這 3 個按鈕來選擇對 Arduino 供電、不對 Arduino 供電、或是回到上一層 menu 而不進入 UART Control 模式：



K0->Yes：開啟 Arduino Nano 母座的 5V 電源

K1>No：不開啟 Arduino Nano 母座的 5V 電源
(前 2 個選項都將令本板上的 AVR 正式進入 UART Control 模式，此時 AVR 會先完成所有初始化動作，並於 LCD 的 Line0 與 Line1 閃爍顯示 “UART Controlled Mode Starting” 字樣 3 次，再開始接受並執行自 UART 傳進來的控制封包、或回應任何**偵測要求**指令)





K3->back：不進入 UART Control 模式，回上一層 menu

2.2 Back (取消選取，回到上一層)

3. SelfTesting (進行自我測試)：依使用者的選擇測試特定輸出、入元件，並按照元件的特性，直接由輸出裝置呈現、或將特定 Sensor 的偵測結果與重要資訊顯示在 LCD 上。選定後, AVR 必須進行如下的程序：

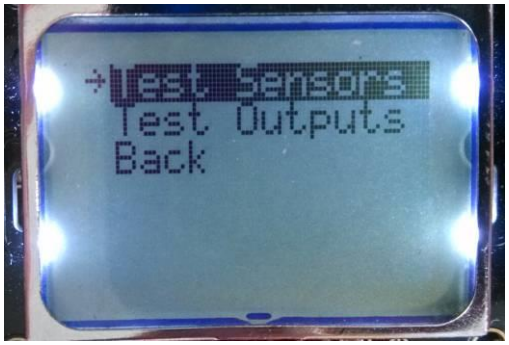
Step1. 以 Master 角色啓動 AVR 自己的 I2C 通訊功能

Step2. 關閉 Arduino Nano 的 5V 電源

Step3. 切換至 SelfTesting 子功能選單，供使用者瀏覽、選擇並執行欲測試的偵測器 (Sensors) 或輸出元件 (Outputs) 項目；若不繼續進行任何輸出、入功能的測試，亦可選擇退出本選單，回到最上層選單

SelfTesting 的測試對象可分為 Sensors 與 Outputs 兩大類，不管進入哪一大類，當選定測試項目時 (有些 Testing 對象裝置可能需瀏覽至更下層 menu 始能選定), LCD 的 **Line0 皆為標題 (title) 列**，必須顯示目前測試中的項目名稱；**若需中斷測試中的項目，可於測試進行中按第四鈕 (K3) 回到上一層選單 (僅於測試 Tact Switches 時例外，因 K3 本身亦為受測對象，因此改以 DIP3 為回上一層 menu 的開關)**

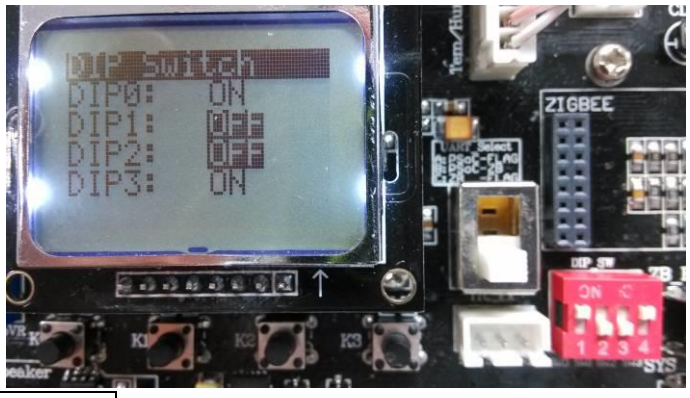
以下為本選項下的子選單說明：



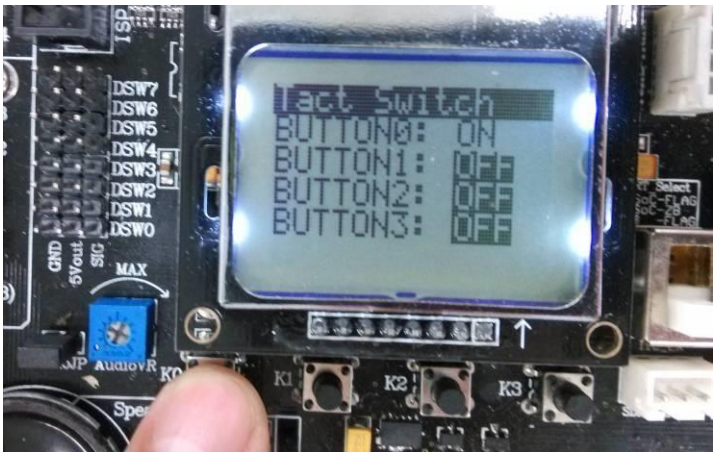
3.1 Test Sensors (測試一或多個 Sensor)：進入此測試選單後，即可利用 K0 與 K1 上下移動 highlighted 區塊來選取目標 Sensor，並以 K3 為「確認」鈕，進入該 Sensor 的 Testing 選單



3.1.1 DIP Switches (指撥開關)：由 AVR 持續 (至少 10 次/秒) 讀取 4 個指撥開關目前的狀態，並將所得到的結果依照 DIP0 ~ DIP3 順序逐行顯示於 LCD 的 Line1~4。各 Line 的左側均顯示 "**DIP*n*:** "，其中 ***n*** 為開關編號 (0~3)；而右側則依實際結果顯示 "**ON** " 或 "**OFF**" (反白)。測試過程只要改變任一 DIP 開關的狀態, LCD 上的結果就會在 0.1 秒之內跟著更新; 但若在此測試模式下按 K3 鈕，則會結束測試，退回上一層 Menu



3.1.2 Tact Switches (按壓開關)：由 AVR 持續 (至少 10 次/秒) 讀取 4 個按壓開關 (按鈕) 目前的狀態，並將所得到的結果依照 K0 ~ K3 的順序，分別顯示於 LCD Line1~4。各 Line 的左側顯示按鈕名稱 "**BUTTON*n*:** " (板上的標示為 "K***n***")，其中 ***n*** 為按鈕編號 (0~3)；而右側則依實際結果顯示 "**ON** " 或 "**OFF**" (反白)。測試過程只要按下或鬆開任一按鈕，顯示於 LCD 上的結果就會在 0.1 秒之內更新



- 請注意，因本項測試的對象包含預設用來終止測試的第四鈕 (K3)，因此若要停止測試，必須扳動 **DIP3** (最右邊的 DIP 開關)，改變它的狀態 ("ON" to "**OFF**" 或 "**OFF**" to "ON" 均可) 以停止按鈕的測試

3.1.3 VoiceSwitch (聲控開關)：聲控開關是利用一顆位於板子正面左前方的小型麥克風，依接收聲音訊號的強度來當作開關 On 或 Off 的決定條件。我們可以先在 **Setup** 功能中設定好一個聲音強度的門檻，然後開始偵測周遭的背景聲音，假使音量達到觸發門檻就回應 On，否則回應 Off。不過因為聲音發出的持續時間可能甚短，所以我們讓聲控開關觸發的 On 狀態多保留了一段時間，以免偵測時錯失了觸發訊號。開始測試後, AVR 持續 (至少 10 次/秒) 偵測是否接收到已達觸發門檻的聲音，並依過去 0.3 秒內是否曾經觸發聲控開關 (亦即自每次偵測到 "已觸發" 後起算的 0.3 秒內，都要維持 On 的狀態)，將結果更新在 LCD 上。Line2 左側顯示 "**Triggered:**"，接著則依偵測結果在右側顯示 "**Yes**" 或 "**No** "



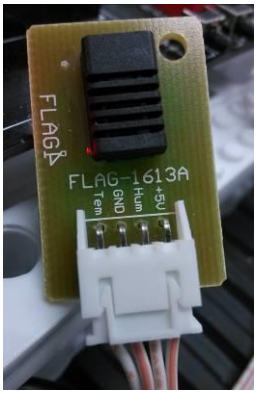


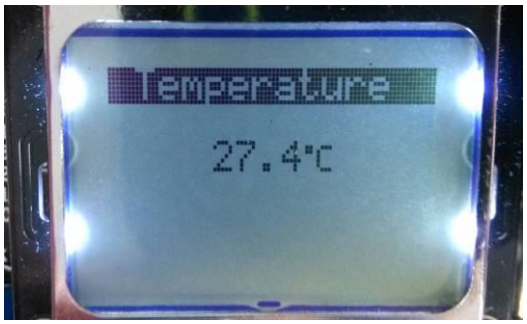
3.1.4 Bumpers (防撞偵測之按壓開關)：AVR 持續 (至少 10 次/秒) 分別偵測防撞桿兩側的微動開關是否被觸發 (壓下)，並將結果更新在 LCD 的 Line2 與 Line3 上。Line2 左側顯示 "**Left:** ", Line3 左側顯示 "**Right:** "，而兩列的最右側 4 個字

元空間，則依是否發生碰撞而分別顯示“ **Hit**” 或是 “**Safe**”



3.1.5 Temperature (環境溫度)：此功能必須搭配包裝內附的旗標 Flag-1613A 溫濕度模組，始得正常運行。AVR 將持續 (至少 10 次/秒) 透過模組上之溫度 Sensor 偵測周圍環境，並以 Steinhart-Hart 多項式算出正確溫度值，然後更新在 LCD 的 Line2 中央。最左 1 個字元為正、負符號，負者顯示 “-”，正者不顯示；再來為整數部分，最多 3 個字元空間；然後是 1 個小數點 “.” 緊接著 1 位小數，最後為攝氏溫度的單位符號 “℃”





3.1.6 Humidity (環境濕度)：此功能同樣必須搭配 Flag-1613A 溫濕度模組始得正常運行。AVR 將持續 (至少 10 次/秒) 偵側模組上之濕度 Sensor 所傳回的訊號強度，並換算為濕度值，再將結果更新在 LCD 的 Line2 中央。最左側 3 個字元空間為數值 (整數) 部分，範圍是 0~100，然後是佔 3 個字元空間的單位符號 “**% RH**”；總計使用 6 個字元空間來顯示濕度的值



3.1.7 Illuminance (照度偵測)：AVR 持續 (至少 10 次/秒) 取得照度 Sensor 所偵測到的照度值，並將結果立即更新在 LCD 的 Line2。本產品上安裝了一顆醫療器材等級的照度 Sensor，可迅速且穩定地針對板面上方的光源照度做出反應。另外在此搭配經由相當多次測試所推算出來的計算方法，因此可得出一般環境照明強度範圍內的真實照度。此功能可回報的照度範圍為 0~6553.0Lux；假使偵測結果超過此照度，則一概顯示 6553.3。照度值將顯示於 Line2 的中央，最左側 4 個字元空間為整數部分，再來是小數點 "**.**"，接著是 1 位小數，最後是 1 個空格與 3 個字元的照度單位符號 "**Lux**"；總計使用 10 個字元空間來顯示照度的值



3.1.8 Rail Track (軌道追蹤)：可持續 (至少 10 次/秒) 更新 Rail Tracking 模組下方 3 個 (可擴充為 5 個，含最左與最右 2 個) IR sensor 分別偵測到的結果，並將結果 (地面 "**G**" 或 軌道 "**R**") 顯示於 LCD 的 Line1 ~ Line3 (若安裝 5 顆 IR，則結果將顯示於 Line1~Line5)。此功能是利用深、淺不同顏色之反射物對紅外線的反射率差異，搭配在 Setup 中所設定的門檻值與判定規則 (將於稍後段落中說明)，藉以判別每個 Sensor 正下方究竟是地面還是軌道。各列均依實際結果，在右半邊以 1 個字元空間顯示 "**G**" (Ground) 或 "**R**" (Rail)，左邊的項目名稱則分別靠左顯示為：

Line1: "**Left**: " (左)

Line2: “**Center**: ” (中)

Line3: “**Right**: ” (右)



關於 IR Sensor 的個數，請參考主選單中 **5. Setup** 設定功能的說明；而以下兩列必須在設定為 “**5 Sensors**” 時才顯示 (但能否正常偵測，仍需視實際安裝的 IR sensor 數而定)：

Line4: “**LeftMost**: ” (最左)

Line5: “**RightMost**: ” (最右)



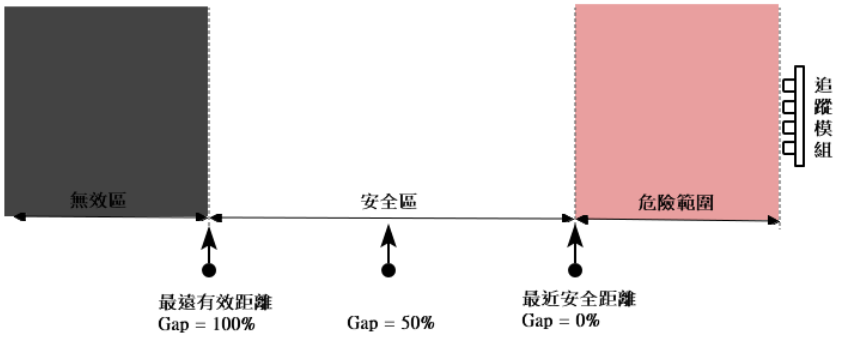
3.1.9 Object Dist (IR 障礙物距離偵測)：本板在左前 (LeftFront)、右前 (RightFront)、左後 (LeftRear)、右後 (RightRear) 4 個角落各安裝了一個 IR 測距 Sensor，搭配板上的電路後，可持續 (至少 10 次/秒) 偵測車體四周是否有障礙 (反射) 物，並在 LCD 的 Line 1~4 顯示方位與對應的障礙物距離。這 4 個 Sensor 對正前方白色反射物均有 250mm 以上的感測能力，且搭配線路於 20mm 至最遠有效距離範圍內均為**正距離係數**偵測模式 (即距離越遠，電路的回傳電壓越高)。要注意的是 IR 偵測器有指向性，假使物體偏離 IR 偵測器的正前方，那麼即使距離相同，接收器感應到的反射強度也會比正前方物體所反射回來的強度弱，且越偏離正前方則感應強度越弱，即回傳電壓值越高，此時容易被判定為較實際更遠的距離 (甚至偵測不到)；但在同一方向上，距離與回傳電壓關係仍是呈正距離係數。為了因應各種物件對 IR 反射率的差異，我們設計了相當有彈性的 Setup 功能，供使用者預先針對使用情境校準好各測距 Sensor，如此即可更準確的算出

物體與各 Sensor 間的實際距離。且考量多數物件的反射率均低於白色反射物，因此本功能僅保守地將**有效距離**設定為 20~150mm。SelfTesting 過程中, LCD 的 Line1~Line4 皆分別於左側提示方向：“**DisLF**: ” (左前)、“**DisRF**: ” (右前)、“**DisLR**:” (左後)、“**DisRR**:” (右後)，同時於各列接下來 3 個字元空間顯示障礙物的距離，最後以 mm 為單位。若在最大有效距離內未測得障礙物，則顯示 “ --”，**反之若障礙物距離小於 20mm，則顯示 “ 0**”



- 使用此功能之前，建議先在使用環境下針對 20, 50, 125mm 三個距離分別校準 4 個角落的 IR sensor，始能得到最精確之結果，否則依一般 IR sensor 共同的特性，可能會因偵測對象與環境因素而產生一定程度之誤差!

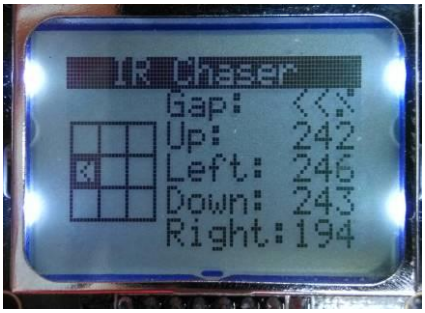
3.1.10 IR Chaser (IR 前方物件追蹤)：本功能使用 1 個內建 4 對 IR 接收器的追蹤模組，可持續 (至少 10 次/秒) 檢查偵測範圍內是否出現目標物體 (即偵測到門檻強度以上的 IR，該強度可由 Setup 功能設定)，並判斷其**方向**與**距離範圍**。方向是以九宮格顯示，標示目標物出現在追蹤模組前方的哪個對應區塊；而距離範圍則依 Setup 所設定之**最遠有效距離**與**最近安全距離**來區隔，由遠至近分為無效區、安全區、以及危險範圍，偵測結果則依如下的規則顯示於 LCD：



If (物體出現在**危險範圍**，即物體距離小於**最近安全距離**)
{

(1) 在 LCD 左方九宮格的對應區間中以“<”符號標示物體所在方向

(2) 在 LCD 的 Line1 將距離 Gap 的數值顯示為“ <<%”



物體已進入危險範圍

}

Else If (可順利在**安全區**以內偵測到物體)

{

(1) 在 LCD 左方九宮格的對應區間中以實心填滿的符號標示物體所在方向

(2) 在 LCD 右側依物體出現的位置顯示相對距離 Gap 的數值，其計算方式是以**最近安全距離**為 0%、**最遠有效距離**為 100%，將區間範圍等分為 100 段，以此比例值來表示物體距離



物體進入安全區中

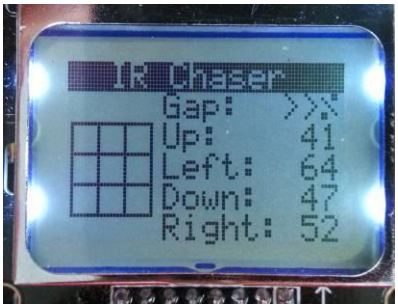
}

Else

{

(1) LCD 左方九宮格全部維持空格，不填入任何符號

(2) 在 LCD 右側將距離 Gap 的數值顯示為“ >>%”



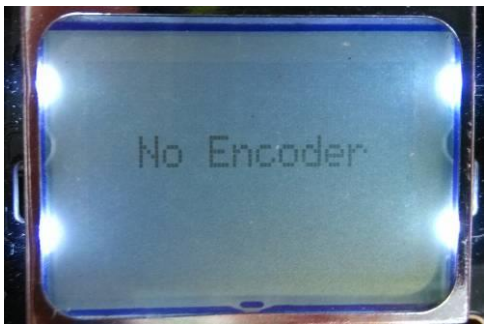
前方有效範圍內未偵測到任何物體

}

- 本功能所使用的追蹤模組中央為 IR 發射器，並於上、下、左、右各設置一組 IR 接收器。由於每個接收器的性能均有些微差異，且使用者對於**最遠有效距離**與**最近安全距離**的要求標準亦各有不同，因此建議先在使用環境下搭配目標反射物，以 Setup 功能對這兩個距離分別進行校準設定，如此一來即可根據個別的需求，獲得最佳的偵測效果! 此外在 LCD 右下半部另顯示 Up, Left, Down, Right 共 4 個數據，這其實是 4 組 Sensor 對紅外線強度的感測值，入射 IR 越強 (反射物距離越近) 則數值越大，但當接收到的 IR 強度大到飽和的程度，此數值便不再變動，亦無法再針對反射物距離做出任何反應。反之，背景環境原本就會有些漫射的 IR 雜訊 (Noise) 存在，因此 4 組 Sensor 會受到一定程度的干擾，以 Setup 設定最遠有效距離的目的，就是要設定一個足以辨識的**反射強度門檻值** (Threshold)，以免誤判前方有障礙物出現

3.1.11 Wheel Speed (外輪轉速)：此功能可測試所選定驅動輪之外輪轉速，單位為 “轉/秒”。它是利用安裝於減速齒輪內部的磁感式編碼器，以每轉觸發 2 次的倍率來計算該齒輪於最近單位時間 (預設為 0.3 秒) 內的累計觸發次數，因此將所得到的數據除以 **[2 * 該齒輪相對於外輪的減速比 * 單位時間]**，即可獲得外輪的實際轉速。正因為感應器是安裝於減速齒輪中，所以唯有內附驅動馬達的輪子，才有辦法安裝編碼器。本產品出廠時 Setup 預設的 #Of Decoder (**編碼器數量**) 為 2，分別安裝於左、右後輪 (LR 與 RR)，此設定狀態下可看到左、右兩邊的轉速選項；若是設定為 4 個編碼器，則可看到 4 個輪子的轉速選項；但若設定為 0 個編碼器，則只會出現一個「無編碼器」的提示畫面，不會看到更進一步的測速功能選項；以下是各種設定下的對應操作畫面

- 設定#OfDecoder 為 0 時，只會出現這樣的提示，閃爍幾下之後將自動回到上一層選單：



- 當 Setup 為 2 個編碼器時，會出現如下的選單：

3.1.11.1 Left (左輪)
3.1.11.2 Right (右輪)
3.1.11.3 Back



- 假使 **Setup 成** 4 個編碼器，則出現的選單將為：

3.1.11.1 LeftFront (左前)
3.1.11.2 RightFront (右前)
3.1.11.3 LeftRear (左後)
3.1.11.4 RightRear (右後)
3.1.11.5 Back



選定任一輪並開始測試後，可利用按鈕調整其驅動強度。預設驅動輸出為 0，但測試過程中可利用 K0 鈕來增加正向的驅動輸出 (或減少負向的驅動輸出) 強度，亦可用 K1 鈕來減少正向驅動輸出 (或增加負向的驅動輸出) 強度。AVR 將

持續 (至少 10 次/秒) 累算該輪在過去 0.3 秒內的平均轉速 (單位為每秒轉動圈數), 並將測試內容與結果均顯示於 LCD：

- ✓ Line2 顯示目前輸出強度：左側 8 個字元空間顯示 "**M-Level:**" (Motor Level), 接著 2 個字元空間則顯示當時驅動強度, 範圍為 -7 ~ +7 共 15 個整數值; 但強度為 0 時, 則不顯示 +/- 符號
- ✓ Line3 顯示外輪每秒轉動圈數：左側 3 個字元空間顯示 "**SP:**" (SPeed), 其後以 4 個字元空間來顯示數字, 包含 1 位整數、1 個小數點、以及 2 位小數, 最後則是轉速單位 " **R/S**" (Rotations per Second)





3.1.12 Wheel Load (驅動輪消耗電流, **此處可分別測試 4 個角落之馬達消耗電量, 測試結果僅與該處是否實際安裝馬達有關, 至於操作選單則不受 Setup Menu 中的#Of Motors 設定影響**): 此功能可測試任一輪之馬達消耗電流 (單位為 A, 安培), 若選擇之對象輪未安裝馬達, 則實測結果均為 0。由於本車出廠時預設僅後 2 輪安裝馬達, 因此 2 個前輪的耗電均固定為 0：

3.1.12.1 LeftFront (左前)

3.1.12.2 RightFront (右前)

3.1.12.3 LeftRear (左後)

3.1.12.4 RightRear (右後)

3.1.12.5 Back



不論#Of Motors 如何設定,4 個角落的輪子都可以測試

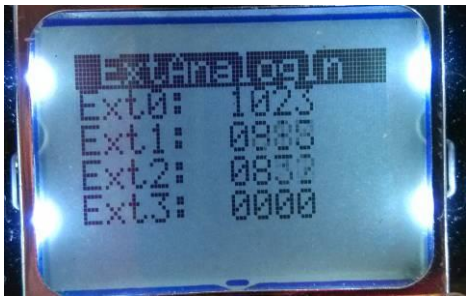


馬達以 Level 4 向前轉



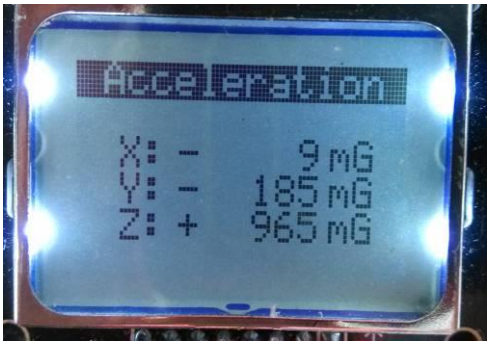
馬達以 Level 7 向後轉

3.1.13 ExtAnalogIn (擴充類比輸入偵測)：選擇此項目後, AVR 會持續 (至少 10 次/秒) 以自身的 ADC (Analog to Digital Converter, 類比對數位轉換器) 偵測 4 個可擴充的 analog 輸入來源並一一轉換為整數值, 然後將結果顯示於 LCD。這 4 個特地預留的擴充輸入端均為 3-pin 的公腳座, 包含一對 Vcc (即本板上的 5V) 電源與 GND 腳位、還有 1 支類比訊號輸入腳位 (訊號大小介於 0~Vcc), 輸入腳位直接連接到系統的 ADC 通道, 以多工器 (Multiplexer) 切換, 輪流進行類比轉數位的動作。4 個公座分別稱為 Analog Input Ext***n***, ***n*** 為 0~3。當類比裝置透過擴充座連接上本系統時, AVR 會將各對應公座所傳回之 Analog 訊號轉換成範圍介於 0~1023 (unsigned 10-bit integer) 的整數值, 再分別顯示於 LCD 的 Line1~ Line4。每一列的左側依序顯示 "Ext***n***: ", ***n*** 為擴充輸入來源的編號 (0~3); 其右側均為轉換數值, 各佔 4 個字元空間, 沒有單位名稱

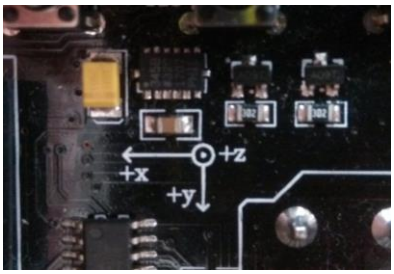


3.1.14 Acceleration (三維加速度偵測)：由 AVR 持續 (至少 10 次/秒) 透過 I2C 讀取 ADXL345 三維加速度偵測系統的輸出結果, 並於運算後將所得到的值依照 X、Y、Z 三軸的順序, 分別顯示於 LCD 的 Line2~Line4。本板裝設的 ADXL345 是一顆可設定範圍、內建 3D Accelerometer (三維加速度 sensor) 與 13-bit ADC 的微機電系統 (MEMS) 晶片, 且可利用 I2C 通道來與其他系統溝通。當此 MEMS 啟動後, 將以 Slave 的身分連接上 I2C 匯流排, 並將自身的硬體 ID 設為 0x53, 以供同一匯流排上的 Master 識別、控制與讀取。當 AVR 從

ADXL345 讀出 3 個維度上的數值後，必須先依其實際對應的加速度範圍加以運算 (乘上約 3.9)，以獲得真正的加速度大小，然後才能顯示於 LCD 上。顯示結果時, Line2~4 左邊皆以 3 個字元空間分別顯示 “**X:** ”、“**Y:** ”、“**Z:** ”，接著利用 1 個字元空間顯示方向，以 ‘+’、‘-’ 號表示，接著的 5 個字元空間則用來顯示大小數字，範圍是 0~16000，最後是佔用 2 個字元的重力單位 “m**G**” (milli-Gravity)



顯示出 3 維方向上的加速度大小,正負符號代表加速度方向



此處清楚的標示了加速度方向與正負符號之間的關係

3.1.15 Back (回到上一層)

3.2 Test Outputs (輸出裝置)

3.2.1 Wheel Driving (馬達驅動)：可用第 K0, K1 按鈕選取 2 (或 4) 顆馬達中的 1 顆，來測試其在不同驅動輸出大小的轉速；但可選擇的馬達數量必為#Of Motors 的設定結果，而實際控制馬達強度的 PWM 佔空比也會受 Setup 的 Motor BAL (馬達平衡) 設定所影響。選取後按 K3 即開始進行測試，預設該輪的動力為 0。測試時利用 K0 來選擇增加向前 (或減少向後) 動力、而以 K1 來減少向前 (或增加向後) 動力，向前以正數表示、向後以負數表示，範圍為 -7 ~ +7。測試過程 LCD 顯示如下資訊：

- ✓ Line0 顯示 “**Wheel Driving**”
- ✓ Line2 顯示所選取那一輪的名稱

- ✓ Line3 顯示驅動強度，分為-7 ~ +7 共 15 個級數，正數表示正轉、負數為反轉。最左側 7 個字元空間顯示 “**Level:** ”，接著 2 個字元空間則顯示該輪目前的驅動強度 (-7 ~ +7)；其中僅 Level 0 沒有正負號
- ✓ Line4 顯示目前驅動輪的 PWM duty cycle 比例，最左 6 個字元空間為 “PWM: ”，其右 3 個字元為 0~100 的佔比大小 (單位為%)；此值只有強度，沒有正負方向





此測試項目的選單如下：

3.2.1.1 LeftRear (左後輪)

3.2.1.2 RightRear (右後輪)

3.2.1.3 Back (回到上一層)



而當設定為 4 輪驅動時, LCD 將會顯示：

3.2.1.1 LeftFront (左前輪)

3.2.1.2 RightFront (右前輪)

3.2.1.3 LeftRear (左後輪)

3.2.1.4 RightRear (右後輪)

3.2.1.5 Back (回到上一層)



3.2.2 LEDs (測試所有 LED)：選擇進行 LED 測試後, AVR 即自動同時對 8 顆 LED 進行亮、暗交替的輸出控制。本板上的 8 顆 LED 皆可獨立控制其亮、暗狀態, 因此最多可有 256 種不同的組合。進行此測試時, AVR 將依序以 3 種狀態輪流進行測試：

Step1. 將所有 LED 點亮 (**ON**) 2 秒

Step2. 全暗 (**OFF**) 1 秒

Step3. 以跑馬燈 (**Round Flashing**) 方式來回輪流點亮 LED, 每次僅亮起 1 顆; 此動作持續約 4 秒 (每秒一趟, 來回各 2 趟), 結束後回到 Step1 重新開始下一循環

直到使用者按下 K3 回到上層選單之前, 皆依照以上的順序不斷重複。測試過程中 LCD 將顯示如下：

- ✓ Line0 中央顯示 "**LEDs**"
- ✓ Line2 顯示 "**LED State:**" 字樣
- ✓ Line3 依實際測試進度顯示目前的狀態, 包括 "**All ON**"、"**All OFF**"、"**Round Flashing**"





3.2.3 D-Switches (數位開關測試)：可同步進行所有 (8 個) 數位開關的輸出測試。選取此項並按下 K3 開始測試後, 請利用第一個指撥開關 (DIP0) 來進行開關狀態的設定, 當撥到 "On" 時, 所有 Digital Switches 輸出端 (DSW0~DSW7 的 SIG 腳) 都會輸出代表 "**ON**" 的 Vcc (5V) 訊號; 反之若撥到 "Off", 則所有輸出端即會回歸為代表 "**OFF**" 的 0V 訊號。測試同時 LCD 將顯示如下：

- ✓ Line0 中央顯示 "**D-Switches**"
- ✓ Line2 顯示 "**GPIO State:**"

✓ Line3 依實際測試時 DIP0 目前的狀態，顯示 “ **All ON**” 或 “**All OFF**”)。

若欲結束此測試程序，只要再按下 K3，即可停止數位開關的輸出測試，並回到上一層選單





- 此測試可能需搭配電表來進行，或用其他可反映數位控制訊號的裝置來協助，例如高輝度白光或藍光 LED

3.2.4 Speaker Tone (喇叭發音測試)：選取此項並按 K3 之後，即可開始進行測試，音域範圍為低 8 度音的 Do 到高八度音的 Si 共 21 個正音 (3 個全音階)。開始前記得先將 Volume 旋鈕調整至適當音量，然後套上 Speaker Out 的 Jump (或可利用 3.5mm Stereo Audio Jack 外接耳機或其他發聲裝置)，系統將依目前選取的音名，持續發出對應頻率的聲音。發聲的同時，LCD 還會分別在 Line2 與 Line3 中央顯示音名與音階。開始測試時預設發聲的音高為較中音 (Alto) 低八度的 Bass Do (約 131Hz)，但可利用 3 個按鈕來切換音名或終止測試：

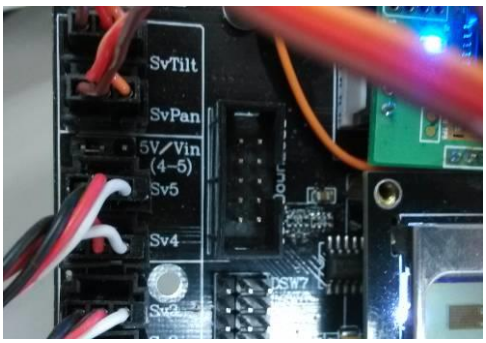
- K0：可往上調高一個正音，反覆按此鈕，即可從低音 **(Bass)** 的 “**Do**” 音開始，往上依 “**Re**”, “**Mi**”, “**Fa**”, “**So**”, “**La**”, “**Si**” 的順序切換音名，再上去則從中音 **(Alto)** 的 “**Do**” 開始繼續調高，最高可切換到**高 8 度 (Treble) 的** “**Si**”，隨後即無作用
- K1：可往下調低一個正音，反覆按此鈕，即可依如上的反向順序往下切換音名，但此鈕切換到 Bass **Do** 時即無作用
- K3：結束發音測試，回到上一層選單







3.2.5 Servos Test (伺服舵機測試)：選此項目之後，即可對安裝於本板上之任一個 Servo 進行測試。Servo 在自動控制與機器人領域是一種相當常用的輸出裝置，其內部元件主要包含一顆馬達、減速齒輪組、以及一塊控制板，可接受特定的電源 (視 Servo 本身的工作電壓而定) 與控制訊號，並依控制板的設計，回應以對映的旋轉角度或速度；而當我們將 Servo 連接到外在的機械結構後，便能準確地實現各種機械動作。不過使用 Servo 除了必須有足夠的電源，更須提供正確的 PWM 方波控制訊號，以命令它準確轉到目標旋轉角度或速度，藉以達到定位或定速的目的。



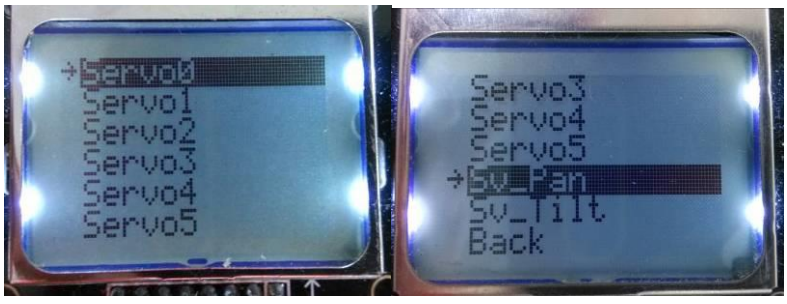
Servo 的插頭有 3 個腳位,圖中最左的是電源的 GND,中間的是電源,而最右邊的就是控制訊號的輸入線了

不過在使用 PWM 控制訊號前，我們先來了解何謂 duty cycle，它可縮寫為 DC (不同於直流電流的 DC)，有人直譯為工作週期，代表每一訊號週期中，維持高電位的時間；不過一般會以高電位的時間佔整個訊號週期的比例來表示，因此又稱佔空比，本產品的說明與標示均採用此說法。大多數 Servo 能接受的控制訊號約為 50Hz 左右的 PWM 方波，而每個週期中的 duty cycle 脈衝多半介於 2.5% ~ 12.5%區間，有些 Servo 範圍略大、有的可能窄一些或偏移一些。不過因為每一顆 Servo 對同一 DC 值的反應不盡然完全相同，為了因應這種個體差異，我們不直接以 DC 值來當作控制的參數，而改以目標角度 (或速度) 來當成指定角度或速度的方法。至於每個參數值所對映到的角度或速度，則由使用者透

過 Setup 功能來預先設定好。以控制角度的 Servo 為例，就可先利用 Setup 選單選擇任一個 Servo 項目，分別針對其最大角度 (Max.，參數值為 180)、最小角度 (Min.，參數值為 0)、以及中央角度 (Central，參數值為 90) 3 個基準角度來做設定，而且中央角度亦未必一定要在最大與最小角度間幾何上的角平分線方向。如此設定好之後，即可將 0~90 度之間等分為 90 個角度，分別用 0~90 的參數值來指定；而 90~180 度之間亦可等分為 90 個角度，分別用 90~180 的參數值來指定。這樣的設計不僅讓所有 Servo 的控制更加直覺，而且即使更換了不同的 Servo，也可以立即用 Setup 功能修改 3 個基準角度對應的 DC 值，將它的動作範圍調整成與原來的一致，是一種最簡單有效的控制機制。

接著我們就以操作過程來說明測試的程序。當進入 **Servos Test** 選單後，一開始可先利用 K0 與 K1 兩個按鈕選取所要測試的對象 (包括 Servo0 ~ Servo5 以及 Sv_Pan, Sv_Tilt)，再按下 K3 開始測試：

3.2.5.1 Servo0
3.2.5.2 Servo1
3.2.5.3 Servo2
3.2.5.4 Servo3
3.2.5.5 Servo4
3.2.5.6 Servo5
3.2.5.7 Sv_Pan
3.2.5.8 Sv_Tilt
3.2.5.9 Back



選定對象後，可利用 K0 與 K1 分別對選定的 Servo 設定控制參數，範圍僅限 0~180 的整數：

- ✓ 按 K0 一次可增加 1，但升到 180 則此鈕無效；持續按 K0 不放，則會快速增加參數值
- ✓ 按 K1 則每次減少 1，但降至 0 則此鈕無效；持續按 K1 不放，則會快速減少參數值

一開始測試時將從 90 的數值開始，至於每個數值實際轉動的角度或轉動速度，則依 Setup 所設定者為準。過程中 AVR 必須在 LCD 的 Line0 顯示 “Servo Test”; Line2 則顯示目前測試的 Servo 名稱，左半邊顯示 “Servo:”，右邊則為編號 ***n*** (***n*** 為編號 0~5) 或 Pan、Tilt 兩者之一。Line3 則顯示目前的控制參數，左半列顯示 “Position:”，右邊以 3 個字元空間顯示 0~180 的參數值。測試完畢後可按 K3 結束測試，回到上一層選單







4. Auto Demo (自動功能展示)：本產品提供了多種裝置供使用者自由運用，但是想要讓這些裝置發揮協同效用，還是要先學會基本的程式技巧。為了讓玩家一上手就能體會本產品的強大能力，我們除了規畫出先前的 SelfTesting 測試選單，更整合、設計出 4 個完整的 Demo 功能，只要啟動想嘗試的展示選項，就能立即感受。開始 Auto Demo 功能後, AVR 必須將自己設為 I2C Master，並切斷 PSoC 的 MOS 電源開關



4.1 Chasing Tank (追物車)：第一個功能展示是追物自走車，這個功能一定要搭配完整的路虎車體與 2-servo 雲台、並在其上架設 IR 追蹤模組，才有辦法進行展示。而且雲台動作若要正確反映物體出現的方向，則必須先在 Setup 功能中將水平轉向 (Pan) Servo 的 Min (0 度) 設定為向左轉, Max (180 度) 設定為向右轉, Central (90 度) 設定為

正前方；至於垂直轉向 (Tilt) Servo 的 Min (0 度) 則應朝俯角約 45 度的下方, Max (180 度) 朝正上方, Central (90 度) 設定為水平角度。啟動後系統便會開始利用雲台、IR 追蹤模組來追尋前方可偵測範圍內的物體，並控制兩邊的驅動輪分別前進或後退，使被追蹤物體保持在車體正前方一定的距離範圍 (安全區) 內，亦即靠近時車體會退後、拉遠時車體往前追上，且行進中會自動轉向，以面對物體移動的方向。若以適當的速度引導，則車體會像一隻寵物狗一般，一直追著前方引導它的物體跑；而當物體主動逼近到危險距離以內，還會自動後退以避免碰撞。一旦物體離開它的追蹤範圍，車體便會靜止不動，直到再有物體進入它的追蹤範圍。而任何時候若是操作者按下 K3 鈕，即會停止此 Demo。

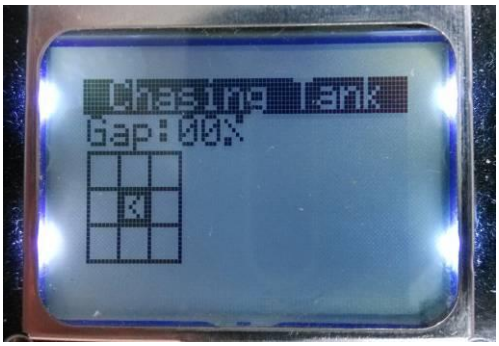
實際操作時，一開始若追蹤範圍內沒有任何物體，則 LCD 僅在 Line1 顯示 “Chasing Tank”，本 Demo 項目名稱的字樣，而 Line1 則顯示 “Gap:00%”，表示追蹤範圍內沒有偵測到物體：



一旦有物體進入追蹤範圍，則用來表示方向的九宮格便會出現，並將物體出現的左右與高低二維方向以圖形展現出來；此時 Gap 距離比例也會顯示在 Line1：



物體距離太近時，就如 SelfTesting 測試過程中所見到的一樣，九宮格中的指向符號會變成 “<”，且因為物體距離已不在安全範圍，所以 Gap 顯示的結果還是 “00%”：

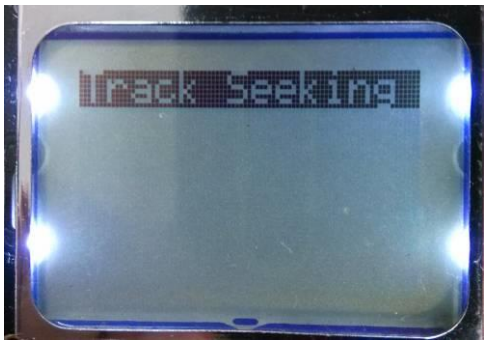


最後只需按下 K3, 即可結束此展示功能, 回到上一層選單

4.2 Track Seeking (尋軌車)：第二個功能展示也是自走車, 不過並非利用前方車台上的雲台與追蹤模組來追尋目標路徑, 而是利用下方的 IR 尋軌模組來找尋並追蹤地面上的軌道, 一路沿著預先佈好軌道的路線前進。同時它還會憑藉碰撞偵測的結果來判斷是否遇到障礙物, 並及時將車體停住。

本車的尋軌功能極為強大, 它的尋軌模組預設將安裝 3 顆高感度的 IR sensors, 以追蹤軌道所在位置; 且可加裝至 5 顆, 以便在脫離軌道之後, 還能尋回軌道的方向。此外最重要的是它可以設定軌道 (Rail) 與地面 (Ground) 的反差關係, 透過 Setup 功能來選擇要淺色 (White) 地板搭配深色 (Black) 軌道、或是深色地板搭配淺色軌道。而且深色與淺色兩者的 IR 反射率還可以依據實際使用環境, 透過 Setup 來進行個別校準, 因此可以精準判斷黑 (深)、白 (淺) 顏色之間的差異, 即使是很小的反差, 只要所有代表白色部分的反射率都比同一環境中任何黑色部分的反射率高, 就幾乎不會誤判。

啟動此展示功能後, 系統將不斷讀取尋軌模組所傳回來中央 3 個 IR sensors 的偵測結果, 配合預先用 Setup 設定的環境條件 (黑、白的判定標準以及軌道及地面的顏色關係) 來判讀是否已在軌道上。假使未找到軌道, 則會靜止等候, LCD 也只會顯示展示功能的名稱：



當我們將它放到軌道上之後, 車體就會邊走邊依循一些尋軌演算法, 自動決定目前車體是否仍走在軌道上、還有需不需要改變行進方向; 萬一行進中碰撞偵測器被觸發, 還會暫停車體的行進, 直到確認障礙物排除 0.5 秒鐘後, 才重新開啟尋軌功能, 繼續循著軌道前進

Demo 過程中, LCD 的 Line0 顯示 “Track Seeking”, 其下則顯示目前 3 個 (Left, Center, Right) IR sensor 的偵測結果：R 為軌道 Rail, G 為地面 Ground; 其後皆以比例來表示 ADC 的偵測結果, 反射率越高則 ADC 結果越小。假使碰撞開關被觸發, 則 3 個 IR sensors 的結果均不顯示, LCD 會以閃爍的方式顯示 “Object hit!”。





若要結束此展示功能, 只需按下 K3 鈕, 即可回到上一層選單

4.3 Music Player (音樂播放)：此項目主要展示對象是最基本的聲音輸出裝置 – 喇叭, 過程中會反覆播放幾段已預先輸入樂譜的單音樂曲, 用以展示本板的聲音輸出功能; 假使使用者有其他的發聲裝置與 Stereo 音源線, 還可以從板子左側的 Audio Jack 輸出聲音。不過除了喇叭之外, 它還用到 3D 加速度偵測器來當作音樂啟動與暫停的開關。當選擇此 Demo 項目並按下 K3 鈕開始後, 音樂播放器便會啟動, 但不會立刻播放音樂, 而是出現一個提示畫面：



這時依提示輕敲一下車體, AVR 將會透過本板上的喇叭發出樂音,

而且 LCD 的 Line2 會顯示 “Now Playing”：



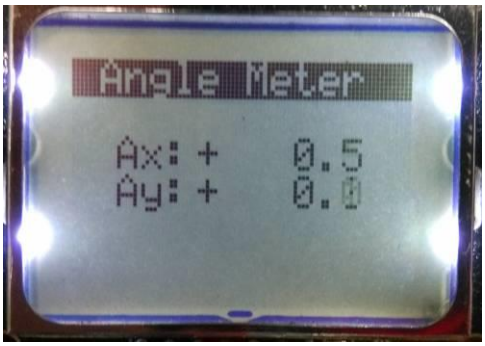
此時若再敲一下車體，音樂聲便會暫停，而且 LCD Line2 將同時居中顯示 “Pause…”：



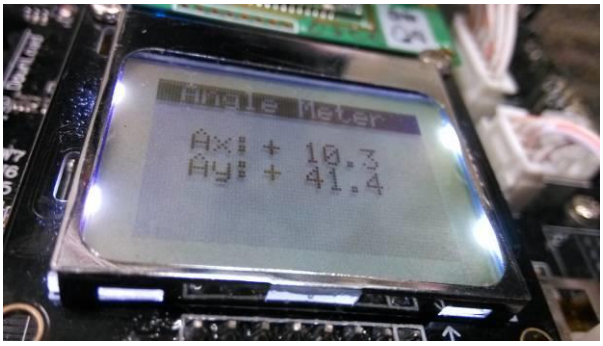
接下來只要重複敲打車體的動作，系統便會在播放與暫停這兩種狀態間來回切換，直到使用者按下 K3，這個 Demo 便會結束

4.4 Slope Meter (坡度計)：此 Demo 選項會持續回報目前車體自身 X 與 Y 兩軸相對於水平面的傾斜角度。它也是使用板子上的 3D 加速度計來量測靜止於重力場中的車體狀態：藉著 Z 軸上的加速度方向與 X、Y 兩軸上的加速度大小，據以判斷目前車體傾斜的程度。兩個值所代表的分別是 X 軸與 Y 軸相對於水平面的角度，範圍各是 -180 ~ +180 度：

- 水平且正面朝上、雲台在前時，X 軸傾角為 0 度。左邊向下傾斜時為負向，傾角越大則越接近-180 度，且正面朝下時恰為-180 度；若往反方向傾斜則傾角為正向，由水平且正面朝上的+0 度逐漸遞增至+180 度。+180 度與-180 度意義相同，板子都是呈水平但正面朝下
- 水平且正面朝上、雲台在前時, Y 軸傾角為 0 度。近身端向下傾斜時為負向，傾角越大則越接近-180 度，且正面朝下時恰為-180 度；若往反方向傾斜則傾角為正向，由水平且正面朝上的+0 度逐漸遞增至+180 度。同樣地，+180 度與-180 度也都代表板子呈水平但正面朝下



校準後水平靜置,X、Y 兩軸傾角都接近 0



朝右前方微微傾斜,可見 X、Y 兩軸傾角都是正角度

特別提醒，開始此 Demo 之前，建議先在 Setup 功能中做好歸零 (MEMS align) 的動作，這樣 Demo 過程中才能得到較準確的結果。此外板子若受其他外力時，會因加速度改變而出現不正確的結果，不過只要等它靜止下來，此功能便會恢復正常

4.5 Back (回上一層選單)

5. Setup (裝置設定)：此選項可進行各裝置元件的功能或狀態設定，完成後只要將設定結果儲存於由 AVR 特定位址之 Flash 所模擬的 EEPROM 中，設定即會開始生效。基本上可以設定的對象包括大多數的輸入 (Input) 裝置、輸出 (Output) 裝置，還有 LCD 顯示屏本身的對比度也可以設定



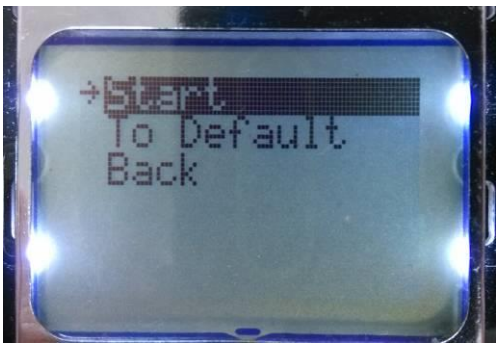
5.1. Input Setup (輸入裝置設定)：輸入裝置的 Setup 主要目的有三，其一是做 Sensor 校準，這是因為各種偵測器單體的靈敏度與反應曲線都會有個體差異，為了能在正式使用時獲得更精準的結果，所以需要

進行調校。其二是門檻值的設定，這可供使用者配合需求與環境，而自行訂定某些感測器的觸發強度。其三是配合實際安裝的硬體規格來修改設定，因為本車預留了一些硬體擴充的彈性，為了擴充後的硬體配備得以發揮正常作用，此處也提供了對應的設定項目。本板在出廠前已先依照各偵測器的平均特性提供預設的 Setup 值，但為了讓它發揮更完整的功能，建議最好還是因應實際使用環境與應用需求，對各偵測器做好必要的設定，以下就是設定的方法



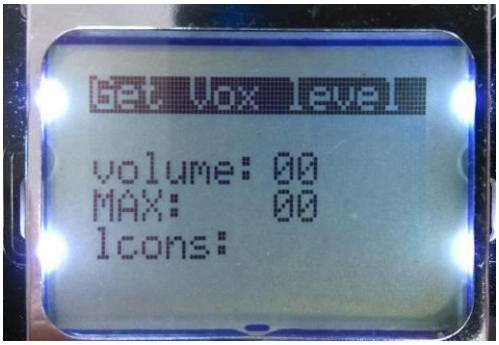
5.1.1 VoiceSwitch：這是用來設定聲控開關的觸發強度。當外界的聲音透過空氣震動傳入麥克風時，會產生一定強度的電子訊號，這個訊號經過放大電路處理之後，會以對應大小的電壓輸出，然後經由 AVR 的 ADC 轉換成一個整數值。理論上若傳入同樣強度的聲波震動 **(請注意，是傳入麥克風的震動強度，而不是音源本身的強度**，所以越遠處發出的聲音，強度的衰減就會越嚴重)，皆會產生相同的數值，只要記錄下此數值，便可輕易判斷感測器所接收到的聲音是否已達到設定門檻強度。

選取後將先進入下一層選單，接著再選取 "**Start**"，即可令 AVR 開始持續偵測輸入音量，並將自此之後的最大音量 (震動) 記錄下來；若是選取 "Back"，則不會進行偵測聲音輸入的動作，並回到上一層選單：

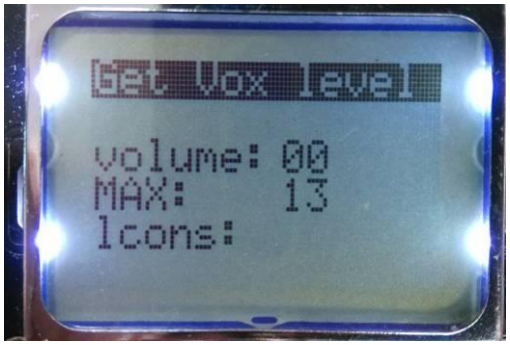


5.1.1.1 Start (開始設定門檻音量)：選取後進入 AVR 即開始不斷偵測輸入音量，這個期間使用者必須發出預計要觸

發聲控開關所需要的聲音 (其強度為觸發門檻)，讓 AVR 偵測並記下該最大的音量；直到按下 K3 鈕，它便會停止偵測，進入下一層選單



一開始未偵測到聲音



AVR 感應到震動,即顯示並記住偵測到的最大音量值



以 K3 鈕結束偵測後,進入確認畫面選擇接受或放棄本次設定

5.1.1.1.1 Confirm (同意以目前 AVR 所記錄的最大音量為聲控開關的觸發門檻，並回上一層選單)

5.1.1.1.2 Back (放棄本次設定，重回上一層選單)

5.1.1.2 To Default (將此項設回預設值)：放棄自行設定的門檻值，回復到出廠的預設值。執行此項時，同樣會進入與上面相同的確認畫面，以供作再一次的確認

5.1.1.2.1 Confirm (同意將聲控開關的觸發門檻改回預設值，並回上一層選單)

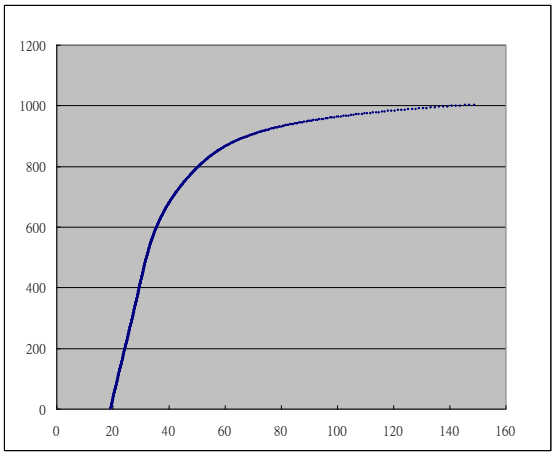
5.1.1.2.2 Back (放棄本次設定，重回上一層選單)

5.1.1.3 Back (回上一層選單)

5.1.2 **IR distancing (紅外光 IR 測距)**：此選單專用來對車體 4 個角落的 IR 測距偵測器進行校準。距離測量是控制應用中相當普遍的需求，目前常用的方式包括超聲波 (Ultra Sonic)、雷射 (Laser)、以及本板所提供的 IR 測距，三者所依循的原理與使用的偵測器均有所不同，其中 IR Sensor 相當常用於中、短距離測距。一個完整的測距器兼具 IR 發送器與接收器兩個單元：發送器負責送出一定強度的紅外訊號，而接收器則負責接收反射回來的紅外訊號、並轉化為電氣訊號，再由控制器的 ADC 轉化為對應數值。當物體距離越近，反射的紅外光越強，接收到的訊號就強，因此根據接收端的訊號，可以判定前方障礙物的距離遠近。

然而 IR 本身即是一種存在於自然界的不可見光，日光或環境中的熱源都會提供強度不等的 IR，因此環境本身對接收器就會造成一定程度的背景干擾。再則 IR 反射率會受反射物表面的顏色與平滑程度影響，這也會造成測距結果上的誤差。此外 IR sensor 中的發射器本身在長時間使用之後，亦有可能造成光衰，導致接收強度越來越不足。

儘管有以上各種影響 IR sensor 偵測結果的不利因素，其經濟性與使用上的便利性仍使 IR 成為最常使用的測距器。而且在搭配本板上的線路之後, IR sensor 的接收強度與實際距離之間的關係能始終維持特定的線形 (接收強度與距離呈負相關，致使 AD 值隨距離遞增)，只不過 AD 值相對於距離的範圍與變化率略有變化。因此我們得以設計出這一套校準的方法，讓使用者可根據環境與測距目標來進行校準，隨時隨地發揮出 IR sensor 最強大的功能：



IR 強度與距離之間的關係一直都維持類似的線形,圖中 X 軸為距離(單位 mm),Y 軸為 ADC 回傳值

進入選單後，可選擇車體四個角落的任一 IR 測距器來進行調校，方法是選取要校準的 IR 測距器後，分別於 2cm, 5cm 與 12.5cm 這 3 個距離都進行靜態校準，亦即將該 IR 偵測器分別依選定的校準距離，正對著目標物 (要偵測的物體) 並保持該距離不動，記錄下當時的偵測結果，此後系統的 AVR 便會用這 3 個結果自動計算該感應器所需要的一組參數。實際操作時，若只選擇其中 1 個距離來做校準，則另 2 個距離會保留原設定值，這麼一來校準效果當然有限。為了得到更準確的偵測結果，建議變更使用條件時最好先將 3 種距離的校準動作都做完，以取得最佳的換算參數。當然若是想回復出廠的預設值，那麼也可以利用 ToDefault 來做到。選取此功能後，即可進入以下選單，選取欲校準的偵測器：



以下僅提供左前 (DisLF, LeftFront) 測距器的例圖供參考，其餘 3 個測距器的設定過程及操作選單與之完全相同!

5.1.2.1 DisLF (LeftFront, 左前校準)：選擇左前方的測距器後，便可進一步選取所要校準的距離，進入更深一層的選單中去進行校準。或者也可以直接選擇 ToDefault 選項，將測距參數回復到原始出廠值。當然如果不繼續對同一顆測距器進行校準，則只要選 “Back” 即可：



在此可對應實際測試的場景,選擇所要校準的距離;
若不想進行,則選“Back”結束此測距器的校準

5.1.2.1.1 2cm (開始校準 2cm 距離的偵測結果)：將車體左前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如

牆面) 並保持 2cm 的距離, 無誤後按 K3 鈕確認, 再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果, 並回到校準距離選單



先對 2cm 進行校準,過程中 LCD 會顯示 ADC 回傳值供參考;欲停止校準,僅須按 K3 鈕即可



將測距器與目標物離調整為 2cm 並按 K3 鈕接受後,會出現確認選單;此選單在另 2 種距離的校準過程也都會出現

5.1.2.1.1.1 Confirm (記錄、存入 2cm 距離的校準結果, 並回上一層選單)

5.1.2.1.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.1.2 5cm (開始校準 5cm 距離的偵測結果)：將車體左前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 5cm 的距離, 無誤後按 K3 鈕確認, 再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果, 並回到校準距離選單



5cm 距離的 ADC 回傳值較 2cm 時明顯大了

5.1.2.1.2.1 Confirm (記錄、存入 5cm 距離的校準結果, 並回上一層選單)

5.1.2.1.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.1.3 12.5cm (開始校準 12.5cm 距離的偵測結果)：將車體左前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體(例如牆面) 並保持 12.5cm 的距離, 無誤後按 K3 鈕確認, 再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果, 並回到校準距離選單



12.5cm 距離的 ADC 回傳值又較 5cm 時更大,但隨著類比訊號更近飽和, ADC 回傳值隨距離加大的速度明顯趨緩

5.1.2.1.3.1 Confirm (記錄、存入 12.5cm 距離的校準結果, 並回上一層選單)

5.1.2.1.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.1.4 ToDefault (將左前測距器的參數回復到出廠的預設值)



5.1.2.1.4.1 Confirm (確認回復出廠預設值，並回上一層選單)

5.1.2.1.4.2 Back (放棄回復預設值，並回上一層選單)

5.1.2.1.5 Back (回上一層選單)

5.1.2.2 DisRF (RightFront，右前校準)：選擇右前方的測距器後，便可進一步選取所要校準的距離，進入更深一層的選單中去進行校準。或者也可以直接選擇 ToDefault 選項，將測距參數回復到原始出廠值。當然如果不繼續對同一顆測距器進行校準，則只要選 “Back” 即可



在此可對應實際測試的場景,選擇所要校準的距離;
若不想進行,則選“Back”結束對此測距器的校準

5.1.2.2.1 2cm (開始校準 2cm 距離的偵測結果)：將車體右前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 2cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目，AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.2.1.1 Confirm (記錄、存入 2cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.2.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.2.2 5cm (開始校準 5cm 距離的偵測結果)：將車體右前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如

牆面) 並保持 5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取“Confirm”項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.2.2.1 Confirm (記錄、存入 5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.2.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.2.3 12.5cm (開始校準 12.5cm 距離的偵測結果)：將車體右前方的 IR 測距器正對著要偵測的物體(例如牆面) 並保持 12.5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取“Confirm”項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.2.3.1 Confirm (記錄、存入 12.5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.2.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.2.4 ToDefault (將右前測距器的參數回復到出廠的預設值)

5.1.2.2.4.1 Confirm (確認回復出廠預設值，並回上一層選單)

5.1.2.2.4.2 Back (放棄回復預設值，並回上一層選單)

5.1.2.2.5 Back (回上一層選單)

5.1.2.3 DisLR (LeftRear，左後校準)：選擇左後方的測距器後，便可進一步選取所要校準的距離，進入更深一層的選單中去進行校準。或者也可以直接選擇 ToDefault 選項，將測距參數回復到原始出廠值。當然如果不繼續對同一顆測距器進行校準，則只要選“Back”即可

5.1.2.3.1 2cm (開始校準 2cm 距離的偵測結果)：將車體左後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 2cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取“Confirm”項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.3.1.1 Confirm (記錄、存入 2cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.3.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.3.2 5cm (開始校準 5cm 距離的偵測結果)：將車體左後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如

牆面) 並保持 5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.3.2.1 Confirm (記錄、存入 5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.3.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.3.3 12.5cm (開始校準 12.5cm 距離的偵測結果)：將車體左後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 12.5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.3.3.1 Confirm (記錄、存入 12.5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.3.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.3.4 ToDefault (將左後測距器的參數回復到出廠的預設值)

5.1.2.3.4.1 Confirm (確認回復出廠預設值，並回上一層選單)

5.1.2.3.4.2 Back (放棄回復預設值，並回上一層選單)

5.1.2.3.5 Back (回上一層選單)

5.1.2.4 DisRR (RightRear, 右後校準)：選擇右後方的測距器後，便可進一步選取所要校準的距離，進入更深一層的選單中去進行校準。或者也可以直接選擇 ToDefault 選項，將測距參數回復到原始出廠值。當然如果不繼續對同一顆測距器進行校準，則只要選 “Back” 即可

5.1.2.4.1 2cm (開始校準 2cm 距離的偵測結果)：將車體右後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 2cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.4.1.1 Confirm (記錄、存入 2cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.4.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.4.2 5cm (開始校準 5cm 距離的偵測結果)：將車體右後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如

牆面) 並保持 5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.4.2.1 Confirm (記錄、存入 5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.4.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.4.3 12.5cm (開始校準 12.5cm 距離的偵測結果)：將車體右後方的 IR 測距器正對著要偵測的物體 (例如牆面) 並保持 12.5cm 的距離，無誤後按 K3 鈕確認，再到下一個選單中選取 “Confirm” 項目, AVR 即會自動記錄此距離下的偵測結果，並回到校準距離選單

5.1.2.4.3.1 Confirm (記錄、存入 12.5cm 距離的校準結果，並回上一層選單)

5.1.2.4.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.2.4.4 ToDefault (將右後測距器的參數回復到出廠的預設值)



5.1.2.4.4.1 Confirm (確認回復出廠預設值，並回上一層選單)

5.1.2.4.4.2 Back (放棄回復預設值，並回上一層選單)

5.1.2.4.5 Back (回上一層選單)

5.1.2.5 Back (回上一層選單)

5.1.3 **IR Chaser (IR 追蹤模塊校準)**：如前所述, IR 追蹤模組可以判斷前方物體所在的方向以及距離範圍；不過這個功能所校準的，其實是模組前方上、下、左、右四組 IR 偵測器對同一物體偵測反應的 “一致性”。然而 IR 偵測器本就會有個體誤差，若取其原始偵測結果來當作追蹤標準，準確率自然較低。所以在此提供這個校準功能，它可透過 “同步學習” 的方式，讓 4 個方向上的 IR 偵測器達到 “同步化”，也就是

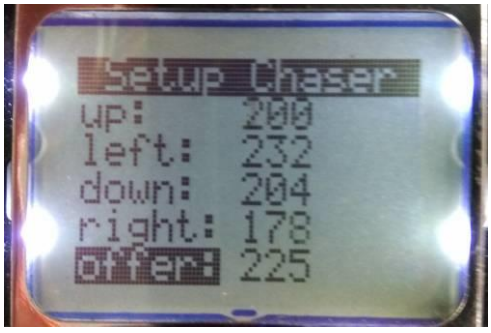
同時校正各接收器在相同距離下的偵測結果，如此便可正確提供追蹤物體所需的能力。此外，每個人對使用環境中的“最小安全距離”與“最遠有效距離”要求也不盡相同，利用這個功能，也可以同時設定自己想要的距離。

進行校準時，先將追蹤模組**正對著想要追蹤的物體**（或跟該物體同色的牆面），並從選單中選定本次要設定的距離類別（Min Dist 最小安全距離或是 Max Dist 最遠有效距離），此時 LCD 會開始出現 AVR 上 4 路 ADC 所偵測到的數值，距離越近則數值越大。接著依照選擇的項目，開始調整車體與物體間的距離，過程中一定要盡量維持四組 IR 偵測器與物體都等距離；至於甚麼樣的距離才合適，可參考以下校準過程的說明。當距離調整好之後，只要按一下 K3 鈕，再於確認選單中選取“Confirm”, AVR 便會記住本次設定的參數，並回到上一層的選單。當兩種距離都完成校準並確認之後，這組參數就會用來進行追蹤物體所需的計算，讓 IR 追蹤模組準確判斷前方物體的距離與方向。以下是實際的設定過程：



可針對 Min 與 Max 兩種 Dist 校對,也可選擇回復為預設的數值、或退出本選單不做調校

5.1.3.1 Min Dist (校準最小安全距離)



最小安全距離就是我們容許車體跟障礙物之間相隔的最近距離。基本上,本車的設計是距離越短,偵測值越接近飽和,而在趨近飽和的這段範圍,偵測器的特性可能會逐漸偏離預測曲線,導致偵測結果失準,所以在此選單中建議 4 顆

IR 偵測器的傳回值最好都在 225 以內,最大也不要超過 240,否則它所回報的距離比例較容易產生偏差。確認最小安全距離後即可按 K3 鈕,進入確認選單



在此選擇 Confirm,即可確認存下最小安全距離

5.1.3.1.1 Confirm (存下最小安全距離處的校準結果，並回上一層選單)

5.1.3.1.2 Back (回上一層選單)

5.1.3.2 Max Dist (校準最遠有效距離)



最遠有效距離就是我們希望追蹤模組能偵測到物體的最遠距離。因為距離越遠,偵測值就越小,所以這裡設定的其實就是判定前方有障礙物的偵測值最低門檻。但要注意,環境本身就存在一些背景雜訊,一般即使前方數公尺內無障礙物,也會傳回相當大小的偵測值。為避免誤判,建議讓 4 個偵測器的門檻值都超過 80,白天的室外環境甚至可能需要在 100 以上,甚或更高。確認最遠有效距離後即可按 K3 鈕，進入確認選單



在此選擇 Confirm,即可確認存下最遠有效距離

5.1.3.2.1 Confirm (存下最遠有效距離處的校準結果並回上一層選單)

5.1.3.2.2 Back (回上一層選單)

5.1.3.3 To Default (將追蹤模組上 4 組 IR 偵測器的換算參數全部重設為預設值)



選擇回復預設值的選項後,即出現此 Confirm 選單

5.1.3.3.1 Confirm (確認以預設值為最新的設定值)

5.1.3.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.3.4 Back (放棄設定，回上一層選單)

5.1.4 RailTrack (尋軌裝置)：本產品的尋軌模組具有很大的彈性，它可依需要安裝 3 或 5 顆短距的 IR 偵測器，且因這些 Sensor 可感應距離與回傳訊號大小的範圍皆廣，所以能輕易辨識地面反射率的微小差異，並依照使用環境的要求判讀出深色軌道 (白底黑軌) 或淺色軌道 (黑底白軌)。這些特性只要經過適當的設定與調校，便能發揮相當強大的尋軌能力



5.1.4.1 # Of Sensor (IR 偵測器個數)：本品出廠時，預設在尋軌模組上裝有 3 顆短距的 IR 偵測器，因此我們將此處的預設 Sensor 數設為 “3”；若有需要，亦可擴充為 5 顆。但即使裝了 5 顆 Sensors，若沒有更改此項設定，還是只能用到中央的 3 顆，所以當所有 Sensors 都裝滿、且 5 顆都需要用到時，就要在此將設定值改為 “5”



5.1.4.1.1 3 Sensors (只用 3 個 IR 傳感器，此為預設值)



5.1.4.1.1.1 Confirm (確認將傳感器個數設為 3 個)

5.1.4.1.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.4.1.2 5 Sensors (擴充為 5 個 IR 傳感器且全部用到)



5.1.4.1.2.1 Confirm (確認將傳感器個數設為 5 個)

5.1.4.1.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.4.1.3 Back (回上一層選單)

5.1.4.2 Rail Color (軌道顏色)：可設定軌道與地面的關係，兩者

顏色一定是一深一淺 (反射率一低一高),且反差最好大一點，如此較不易誤判。此處可選擇淺色地面配深色軌道，或者深色地面配淺色軌道；預設為前者



5.1.4.2.1 Black (白底黑軌)



5.1.4.2.1.1 Confirm (確認設為白底黑軌)

5.1.4.2.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.4.2.2 White (黑底白軌)



5.1.4.2.2.1 Confirm (確認設為黑底白軌)

5.1.4.2.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

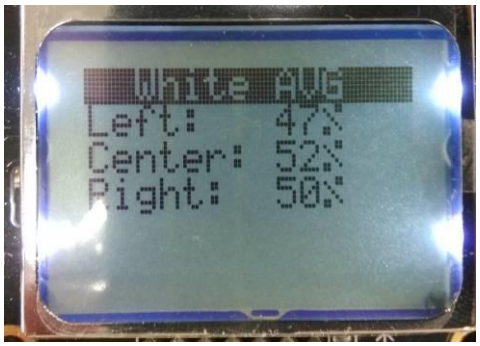
5.1.4.2.3 Back (回上一層選單)

5.1.4.3 Reflex Rate：此功能可設定地面跟軌道的反射率，此處必須同時對所有的 Sensor 進行設定，且所有期望被判定為“淺色”區域的反射率都要比所有“深色”區域的反射率高。基本上淺色 (白) 跟深色 (黑) 的區分標

準是由使用者決定，而黑與白之間的反射率分野，就定於這兩個設定值之間且較靠近黑色的一端 (因人眼對顏色強弱的感知乃是呈對數關係)。操作時，一定要讓所有 IR sensor 同時針對 “白色” (White Level)「學習」一次、還要同時對 “黑色” (Black Level)「學習」一次，這樣它才能記下兩種情況下的反射率分界。由於具備此功能，本產品便能適應各種不同的環境與軌道



5.1.4.3.1 White Lvl (白色的反射率)：要決定白色的反射率標準時，可將車體平放，讓所有傳感器同步對準要認定為淺色的區域，而且最好是其中反射率最低 (顏色最深) 的部分，這樣所有 Sensor 都會偵測到相同的顏色，然後選此選項，並到下一層再選取 **Confirm** 確認, AVR 即記錄下所有 Sensor 在偵測白色時的回傳值



顏色越淺反射率越高，此處的數值就會越小；

完成後按 K3 鈕即可



在此選擇 Confirm,即可同時記錄下所有 Sensor 的白色標準

5.1.4.3.1.1 Confirm (確認白色的反射率)

5.1.4.3.1.2 Back (放棄校準白色, 回上一層選單)

5.1.4.3.2 Black Lvl (黑色的平均值)：要決定黑色值時, 可將車體平放, 並使所有 Sensor 都同時對準在要認定為深色的區域, 讓所有 Sensor 都偵測到相同的顏色, 然後選此選項, 並到下一層再選取 **Confirm** 確認, AVR 即記錄此顏色為深色



顏色越深反射率越低, 此處的數值就會越大;

完成後按 K3 鈕即可



在此選擇 Confirm,即可同時記錄下所有 Sensor 的黑色標準

5.1.4.3.2.1 Confirm (確認黑色範圍)

5.1.4.3.2.2 Back (放棄校準黑色, 回上一層選單)

5.1.4.3.3 Back

5.1.4.4 ToDefault (將 IR 尋軌模組相關設定回復為預設值)



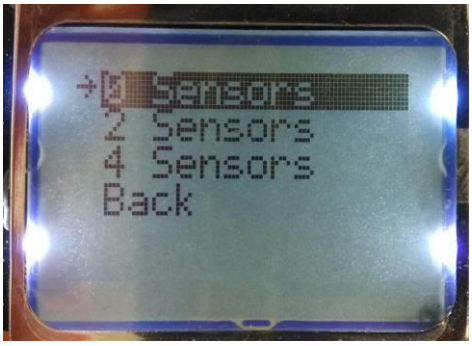
選擇 Confirm 後,所有黑、白的判斷標準即回復為預設值

5.1.4.4.1 Confirm (確認將設定回復為預設值)

5.1.4.4.2 Back (放棄回復預設值, 回上一層選單)

5.1.4.5 Back (回上一層選單)

5.1.5 #Of Decoder (測速編碼器個數)：此項功能可提供使用者設定實際安裝的測速編碼器個數, 預設是 2 個 (安裝於 2 邊後輪), 亦可設定為 4 個或 0 個。本設定也會影響到 SelfTesting 選單中, Wheel Speed 測試功能中可測試的 Sensor 個數



5.1.5.1 0 Sensors (並未安裝測速編碼器)



選擇 Confirm 後,AVR 便認為本機無測速編碼器

5.1.5.1.1.1 Confirm (確認將測速編碼器個數設為 0 個)

5.1.5.1.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.5.2 2 Sensors (左、右後輪各安裝一個測速編碼器,此為預設值)



選擇 Confirm 後,AVR 便會使用兩邊後輪的
測速編碼器來偵測輪子的轉速

5.1.5.1.2.1 Confirm (確認將測速編碼器個數設為 2 個)

5.1.5.1.2.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.5.3 4 Sensors (4 個輪子各安裝一個測速編碼器)



選擇 Confirm 後,AVR 會認定 4 輪皆有測速編碼器

5.1.5.1.3.1 Confirm (確認將測速編碼器個數設為 4 個)

5.1.5.1.3.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.1.5.4 Back (回上一層選單)

5.1.6 MEMs align (3 軸加速度偵測器-Accelerometer 歸零校準)：此項功能可供使用者校準 3 軸加速度偵測器。在此要特別注意，因為本板上的 AVR 在進行校準時必須以 I2C 的 Master 身分來控制 ADSL345 加速度偵測晶片，為避免不必要的干擾，開始前 PSoC/Arduino Nano 插槽上切勿插上任何控制板，同時最好也先取下安裝在 PSoC/Arduino Shield 插槽上的裝置。進入此 Menu 後只要將車體水平靜止陳放，待確認完全穩定再按下 K0，即可完成歸零校準：



水平放穩後按 K0,AVR 即會控制 3D Accelerometer
自動進行歸零校準



完成校準後,再按一下 K3,即可退出校準程序

5.1.7 Back (回上一層選單)

5.2 Output Setup (輸出裝置設定)：本產品配備多種輸出裝置與擴充連接端子，其中驅動馬達與伺服馬達的控制方式受裝置本身的特性影響相當大，為了因應這些不確定因素，此處特別針對這兩者提供了強大的設定功能，以大幅提昇使用上的便利性



Output 設定有 3 大項,其中 LCD Contrast 較特別,

因為它只能針對 LED 顯示屏的對比度來設定

5.2.1 Motor Setup ：這是針對馬達驅動輸出所提供的設定功能，在此可決定要驅動的馬達個數，並使兩側的馬達轉速得以平衡



5.2.1.1 #of Motors (設定驅動 Motor 的個數)：本板共提供 4 組馬達連接端子，可驅動左、右各 2 顆馬達；但因以履帶傳動時左、右各只需一顆馬達，所以可將兩側前馬達

驅動功能關閉，只保留 2 顆後馬達，出廠即以此為預設值。選定後按 K3，即進入另一個確認選單



5.2.1.1.1 2 Motors：只開啟 2 顆後輪的驅動



選擇 Confirm 後,AVR 會認定本車為 2 輪驅動

5.2.1.1.1.1 Confirm (確認驅動 Motor 個數為 2 個)

5.2.1.1.1.2 Back (放棄並回上一層選單)

5.2.1.1.2 4 Motors：開啟所有 4 輪的驅動輸出功能



選擇 Confirm 後,AVR 會認定本車為 4 輪驅動

5.2.1.1.2.1 Confirm (確認驅動 Motor 個數為 4 個)

5.2.1.1.2.2 Back (放棄剛剛的輪數設定，並回上一層選單)

5.2.1.1.3 Back (放棄設定輪數，並回上一層選單)

5.2.1.2 Motor BAL (轉速平衡設定)：本車體的每一個 Motor 皆容許靜止或朝正、反兩個方向轉動，且轉動時的驅動強度 (速度) 皆分為 1~7 共 7 種 Speed，由小到大各以不同百分比的 PWM duty cycle 來控速。然而對多數的馬

達來說，即使施以相同的驅動力，仍未見得能獲得一樣的轉速。此功能即是用來設定驅動輪在前進與後退時的實際轉速，使之在同向且相同輸出速度等級下的轉速能夠一致。此處最特別的是，所能操作的 Menu 內容必須由「#of Motors」的設定結果決定，以下即針對兩種情況分別說明

- ✓ **當設定為「2 Motors」時 (出廠預設)**，只需分別在兩輪的正轉與反轉兩個方向，個別設定 Speed=4 (中速) 與 Speed=7 (高速) 兩種速度下的平衡，即可得到相當好的結果。設定時，兩邊的輪子會同時以同向且相同的速度等級 (Speed=4 or 7) 轉動，每按 K0 一次則左輪減速或右輪加速 (向左修正)；反之每按 K1 一次則左輪加速或右輪減速 (向右修正)；同樣的動作可連續進行，直到兩輪平衡、或是達到可調整的極限為止。完成設定後按 K3，即可進入確認 (Confirm) Menu，以下是完整的操作流程



可選擇調整正轉或反轉的左、右兩輪平衡

5.2.1.2.1 Forward BAL (設定正轉時的兩輪平衡，可針對 4 與 7 兩種速度來校準。過程中 LCD 會顯示兩輪之 PWM Dutycycle ratio，同時顯示兩邊輪子之目前轉速，供使用者參考)



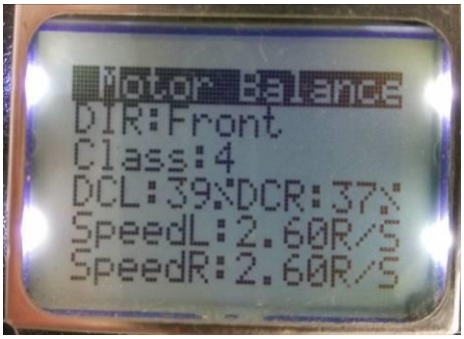
建議兩種轉速的平衡都要調整

5.2.1.2.1.1 Speed=4 (調整在速度為 4 時兩輪的正轉平

衡，此時兩輪都以 4 的速度向前轉動，並隨使用者的調整即時改變轉速，直到使用者按下 K3 才暫停設定，並進入下一個確認 Menu)



未做平衡調整之前,兩輪的轉速或許會有大小不等的差異



略做平衡調整之後,兩輪的轉速趨於一致;其實在調整的過程中,兩邊轉速差會有一定的誤差,所以只要把差距調整到一定的範圍以內,就可以得到相當好的平衡,不見得非得將數值調整到完全一樣不可



選擇 Confirm 後,便會將正轉、速度 4 的平衡設定儲存下來

5.2.1.2.1.1.1 Confirm (確認新設定之中速平衡)

5.2.1.2.1.1.2 Back (放棄設定，回復為設定前的驅動力並回上一層選單)

5.2.1.2.1.2 Speed=7 (調整在速度為 7 時兩輪的正轉平衡，此時兩輪都以 7 的速度向前轉動，並隨使用者的調整即時改變轉速，直到使用者按下 K3 才暫停設定，並進入下一個確認 Menu)



同樣的,速度 7 在未做平衡調整之前,兩輪的轉速也可能會有大小不等的差異



略做平衡調整之後,兩輪的轉速也會趨於一致;同樣的,還是建議接受一定程度的正常誤差



選擇 Confirm 後,便會將正轉、速度 7 的平衡設定儲存下來

5.2.1.2.1.2.1 Confirm (確認新設定之高速平衡)

5.2.1.2.1.2.2 Back (放棄設定，回復為設定前的驅動力並回上一層選單)

5.2.1.2.1.3 Back (不再設定，並回上一層選單)

5.2.1.2.2 Backward BAL (設定後倒轉時的兩輪平衡，過程中 LCD 顯示兩輪之 PWM Dutycycle ratio，同時顯示兩邊輪子之目前轉速，供使用者參考)



與正轉相同,建議兩種轉速的平衡都要調整

5.2.1.2.2.1 Speed=4 (調整在速度為 4 時兩輪的反轉平衡，此時兩輪都以 4 的速度向後轉動，並隨使用者的調整即時改變轉速，直到使用者按下 K3 才暫停設定，並進入下一個確認 Menu)



未做平衡調整之前,兩輪的反轉轉速也是可能會有大小不等的誤差



略做平衡調整之後,兩輪的轉速趨於一致;
其實只要把差距調整到一定的範圍以內,
就可以得到相當好的平衡,不必非要將數值調整到完全一樣



選擇 Confirm 後,便會將反轉、速度 4 的
平衡設定儲存下來

5.2.1.2.2.1.1 Confirm (確認新設定之中速平衡)

5.2.1.2.2.1.2 Back (放棄設定，回復為設定前的驅動力並回上一層選單)

5.2.1.2.2.2 Speed=7 (調整在速度為 7 時兩輪的反轉平衡，此時兩輪都以 7 的速度向後轉動，並隨使用者的調整即時改變轉速，直到按下 K3 才暫停設定，並進入下一個確認 Menu)



這是速度 7 在未做反轉平衡調整之前,
兩輪的轉速還是會有些許差異



略做平衡調整之後,兩輪的反轉轉速趨於一致;
同樣的,還是建議接受一定程度的正常誤差



選擇 Confirm 後,便會將反轉、速度 7 的
平衡設定儲存下來

5.2.1.2.2.2.1 Confirm (確認新設定之高速平衡)

5.2.1.2.2.2.2 Back (放棄設定，回復為設定前的驅動力並回上一層選單)

5.2.1.2.2.3 Back (不再設定，並回上一層選單)

5.2.1.2.3 ToDefault (將兩輪驅動時的平衡設定全部回歸為預設值)

5.2.1.2.3.1 Confirm (確認將轉速平衡改回預設值)

5.2.1.2.3.2 Back (放棄重設為預設值並回上一層選單)

5.2.1.2.4 Back (不再設定並回上一層選單)

✓ **而當設定為「4 Motors」時**，一樣必須分別對正轉與反轉兩個轉向、以及中速與高速兩種驅動輸出強度來設定。不過因為本車預設僅有 2 輪驅動，在此僅針對正轉中速的平衡設定過程做個簡要的說明。開始前請先確認 4 輪都是獨立驅動的，前後輪之間不能有履帶。一開始設定時，必須先選定要校準的旋轉方向



4 輪平衡同樣必須先選擇要正向或反向

在此以正轉為例子來說明，我們先選擇 Forward BAL。接下來選擇要校準的速度，同樣的，兩種速度都要校準



要平衡校準的 2 種速度與 2 輪驅動時相同，

一樣必須先選擇要正向或反向

我們先選擇 Speed=4，選定速度之後，就會進入另一個選擇輪子的畫面，每次只能校準一個輪子



每次只能從左前、右前、左後、右後 4 個

輪子中選擇一個來做平衡設定

決定輪子之後，按下 K3 開始校準，此時 4 個輪子都會轉動，然後一面目測 4 個輪子目前的實際轉速，一面用 K0 與 K1 鈕調整選定輪子的轉速，以減少它跟其他輪的速差



畫面中顯示的是目前校準的狀態，以及

選定輪在當前的輸出設定

每個轉向與速度下的 4 輪平衡設定可能要分多次來進行，先把目測看起來最快的輪子速度降低到其他幾輪的速度範圍內，然後將速度最低的調高，讓它追上其他的輪子，

接著再將最高速的降低… 反覆同樣的程序，應該就能完成調校。假使調整過程中有一個輪速調整到極限了，那麼就要改調整其他幾輪來配合它：

- 假使目前已經調整到極限的輪子是在它的最高速，那麼就把速度比它高的輪子都降到與它相同，假始都調整下來了，就再把速度比它低的往上調整到與它一樣。假使又發現有另一輪的最高轉速比它還低，那麼就改以這個更低速的為標準，將其他的輪子速度再降下來。但若是發現有某個較高速輪的速度降不到此輪的速度，那麼就把其他輪的速度調整在此兩種輪速的中間，讓 4 輪盡可能接近平衡
- 假使目前已經調整到極限的輪子是在它的最低速，那麼就把速度比它低的輪子都升高到與它相同，假始都調整上去了，就再把速度比它高的往下調整到與它一樣。假使又發現有另一輪的最低轉速比它還高，那麼就改以這個更高速的為標準，將其他的輪子速度再往上調。但若是發現有某個較低速輪的速度升不到此輪的速度，那麼就把其他輪的速度調整在此兩種輪速的中間，讓 4 輪盡可能接近平衡

4輪平衡校準比較需要經驗，而且要反覆的來回縮小速差，直到找到一個最佳平衡點為止。在此雖然僅說明正轉中速的調校，但其實其他幾種轉向與轉速組合的調校方式幾乎完全一樣，因此不再重複贅述

5.2.2 Servo PMW (Servo 校準)：本控制板提供了 8 組 Servo (伺服馬達，或稱舵機) 的輸出接口，可用來控制 8 個 Servo，其中有 2 個出廠即已用來連接雲台 Servo。Servo 的驅動基本上必須要有指定電壓的電源，搭配 50Hz 左右的 PWM 訊號來控制它轉動到目標角度或速度。雖說 Servo 轉動的角度與 PWM duty cycle 變化率之間的關聯非常的接近線性，但因每個 Servo 接受的 PWM duty cycle 範圍皆有所不同，為了克服此差異性、並確保所安裝之 Servo 均可正確地受到控制，因此我們設計了此功能，以供使用者設定各 Servo 於最小角 (Min degree，通常是 0 度)、中央角 (Central degree，通常是 90 度)、與最大角 (Max degree，通常是 180 度) 時所需提供之 PWM Duty cycle。即使並非一般的 180 度 Servo，亦可用此功能來設定三個標準角度或速度下的 PWM 輸出強度，以對 Servo 的活動範圍進行準確地定位。0 度下的 PWM duty cycle 不一定要小於 180 度的 PWM duty cycle, 90 度也不一

定要在轉動範圍的正中央; 即方向、角度、與中央角左右的對稱性均可由使用者自行定義。選取此功能後, 必須依照如下的步驟進行設定

Step1. 選取所要調校的 Servo, 進入 Step2 開始對該 Servo 進行設定; 若選取 **Back**, 則回到上一層選單, 結束 Servo 的設定程序

Step2. 選取本次要調整的角度, 此時 AVR 會依原本設定給該角度的 Duty cycle 比值進行輸出控制, 將它轉到對應的角度 (速度), 同時進入 Step3; 若選取 **Back**, 則回到 Step1 重新選定要進行設定的 Servo

Step3. 使用者可重複利用 K0 鈕來增加 PWM 的 Duty cycle 比值、或是利用 K1 鈕來減少 PWM 的 Duty cycle 比值, 每次按鈕更動的 Duty cycle 比值只佔一個 PWM 週期的 0.05%, 且調整範圍僅能介於 0~100%, 藉以將 Servo 調整到所要的角度或速度。調整過程中, LCD 的 Line2 將顯示目前 PWM Duty cycle 的比例值：於左半列顯示 "PWM DC:", 右半邊 7 個位元空間則顯示 3 位整數、1 個小數點、2 位小數, 以及 1 個單位符號 "%"

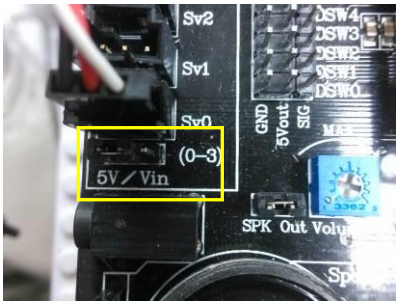
Step4. 把 Servo 調整到目標角度 (或不再繼續調整) 後, 只要按下 K3 鈕, 即結束針對該選取角度的設定, 進入 Step5

Step5. 進入確認選單, 若在此選取 **Confirm**, 即可儲存新的設定值; 若選取 **Back**, 將放棄本設定值。完成本步驟後回到 Step2

以下就以 Servo0 為例, 展示每個 Servo 的完整調校過程



一開始要先選擇想校準的 Servo



請記得先將 Servo 連接到對應的接口上，並且
利用跳線器調整好正確的電源電壓

5.2.3.1 Servo0 (調校 Servo0 的兩端極限值與中間值)：雖然 Menu 選單中的順序是 Min、Central、Max，但建議調整的順序還是從 Min (最小角或 0 度角) 先設定，然後是 Max (最大角或 180 度角)，最後再設定 Central (中央角或 90 度角)



此處可設定 Servo 順時針與逆時針轉動時的極限角度;
即使 Servo 本身可以轉動更大角度,也可以利用此功能
來予以設限,以滿足使用上的需要。而中央角度(90 度角)
也可以自行定義,從中央角度到兩端極限角度之間的轉角
不一定要對稱

5.2.3.1.1 Min (最小角度)：設定數值上的 0 度，也就是實際轉動範圍最小角度的 PWM 輸出，預設 Duty cycle 比值為 4%，可利用 K0 與 K1 來變更，過程中 LCD 的 Line2 將顯示目前的 Duty cycle 比值；最後用 K3 結束設定，進入下一層選單。此處提供了最大的設定彈性，雖然是 0 度角，但它可以依需要設定在 PWM Duty Cycle 比值最大的那一端，以因應應用上的需求



預設的 0 度角 PWM Duty Cycle 比值為 4%,可利用
K0 與 K1 鈕來調整



邊觀察 Servo 實際的轉動情況,邊調整到目標角度之後,
只要按下 K3 鈕,就可以進入確認畫面



也可以視應用上的需要,自行定義 0 度角的方向,
讓它位於 PWM Duty Cycle 比值較大的那一側;
要留意的是,將兩端極限角度反轉過來之後,會
同時影響到中央角的預設值,因為在設定的過程
中,系統會讓中央角維持在兩端極限角之間

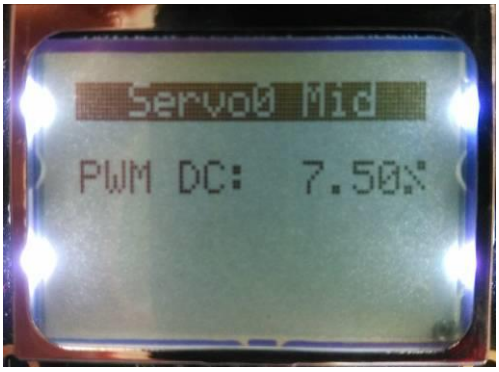


熟悉的確認畫面,選擇 Confirm 後,Servo0 的 0 度角就完成定位

5.2.3.1.1.1 Confirm (確認並儲存新的 0 度角設定值)

5.2.3.1.1.2 Back (回上一層 Servo0 選單)

5.2.3.1.2 Central (中央角度)：設定數值上的 90 度，也就是實際轉動範圍中，代表中央角度的 PWM Duty Cycle 比值，預設值為 7.5%；但若是先將 Min 角度的 PWM 輸出比值設定為控制範圍的最大比值，或是將 Max 角度的 PWM 輸出比值設定為最小比值，則此處所看到的預設輸出比值將會被改為偏向 Min 與 Max 兩個角度之 PWM Duty Cycle 比值的其中一個。不過不管預設為何值，都可利用 K0 與 K1 來變更，修正到目標角度。過程中 LCD 的 Line2 同樣將顯示目前的 Duty cycle 比值，最後用 K3 結束設定，進入下一層選單



預設的 90 度角 PWM Duty Cycle 比值為 7.5%，但若之前設定 0 度或 180 度角時有將兩端的極限“反轉”,那麼此處的預設值可能就會有較大的偏移;但無論如何,都可利用 K0 與 K1 鈕來修正



邊觀察 Servo 實際的轉動情況,邊調整到目標角度之後,
只要按下 K3 鈕,就可以進入確認畫面



熟悉的確認畫面,選擇 Confirm 後,Servo0
的 90 度角就完成定位

5.2.3.1.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.1.2.2 Back (回上一層 Servo0 選單)

5.2.3.1.3 Max (最大角度)：設定數值上的 180 度，也就是實際轉動範圍最大角度的 PWM 輸出，預設的 Duty cycle 比例為 11%，可利用 K0 與 K1 來變更，過程中 LCD 的 Line2 將顯示目前的 Duty cycle 比值；最後用 K3 結束設定，進入下一層選單。跟 Min 的設定一樣，此處雖然是 180 度角，但它可以依需要設定在 PWM Duty Cycle 比值最小的那一端，以因應應用上的需求



預設的 180 度角 PWM Duty Cycle 比值為 11%,
可利用 K0 與 K1 鈕來調整



邊觀察 Servo 實際的轉動情況,邊調整到目標角度之後,
只要按下 K3 鈕,就可以進入確認畫面



熟悉的確認畫面,選擇 Confirm 後,Servo0
的 180 度角就完成定位

5.2.3.1.3.1 Confirm (確認並儲存新的 180 度角設定值)

5.2.3.1.3.2 Back (回上一層 Servo0 選單)

5.2.3.1.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

以下 Servo1 到 Servo5 的設定過程與 Servo0 一模一樣，就不做詳細的說明。唯一要留意的是, Servo1 到 Servo3 所採用的電源電壓與 Servo0 相同，所以假使先前有改變過電壓設定，記得連接的 Servo 也必須是相同電壓規格的。若是要連接的 Servo 必須使用不同電壓，那麼建議將它安裝在 Servo4 或 Servo5 接口上，再依如上的過程來進行設定。

5.2.3.2 Servo1 (調校 Servo1 的兩端極限值與中間值)

5.2.3.2.1 Min (最小角度)

5.2.3.2.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.2.1.2 Back (回上一層 Servo1 選單)

5.2.3.2.2 Central (中央角度)

5.2.3.2.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.2.2.2 Back (回上一層 Servo1 選單)

5.2.3.2.3 Max (最大角度)

5.2.3.2.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.2.3.2 Back (回上一層 Servo1 選單)

5.2.3.2.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.3 Servo2 (調校 Servo2 的兩端極限值與中間值)

5.2.3.3.1 Min (最小角度)

5.2.3.3.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.3.1.2 Back (回上一層 Servo2 選單)

5.2.3.3.2 Central (中央角度)

5.2.3.3.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.3.2.2 Back (回上一層 Servo2 選單)

5.2.3.3.3 Max (最大角度)

5.2.3.3.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.3.3.2 Back (回上一層 Servo2 選單)

5.2.3.3.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.4 Servo3 (調校 Servo3 的兩端極限值與中間值)

5.2.3.4.1 Min (最小角度)

5.2.3.4.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.4.1.2 Back (回上一層 Servo3 選單)

5.2.3.4.2 Central (中央角度)

5.2.3.4.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.4.2.2 Back (回上一層 Servo3 選單)

5.2.3.4.3 Max (最大角度)

5.2.3.4.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.4.3.2 Back (回上一層 Servo3 選單)

5.2.3.4.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.5 Servo4 (調校 Servo4 的兩端極限值與中間值)

5.2.3.5.1 Min (最小角度)

5.2.3.5.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.5.1.2 Back (回上一層 Servo4 選單)

5.2.3.5.2 Central (中央角度)

5.2.3.5.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.5.2.2 Back (回上一層 Servo4 選單)

5.2.3.5.3 Max (最大角度)

5.2.3.5.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.5.3.2 Back (回上一層 Servo4 選單)

5.2.3.5.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.6 Servo5 (調校 Servo5 的兩端極限值與中間值)

5.2.3.6.1 Min (最小角度)

5.2.3.6.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.6.1.2 Back (回上一層 Servo5 選單)

5.2.3.6.2 Central (中央角度)

5.2.3.6.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.6.2.2 Back (回上一層 Servo5 選單)

5.2.3.6.3 Max (最大角度)

5.2.3.6.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.6.3.2 Back (回上一層 Servo5 選單)

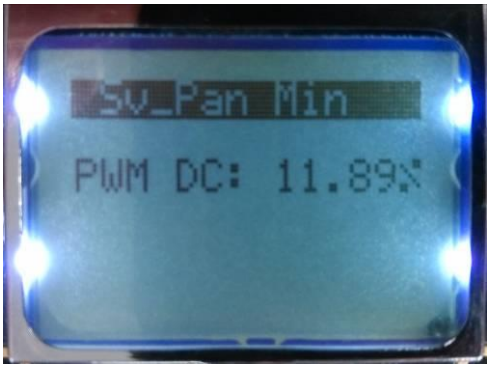
5.2.3.6.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.7 Sv_Pan (調校雲台水平轉向 Servo 的兩端極限值與中間值，本機在出廠時即已針對此角度完成調校, Min 時朝向正左, Central 時朝向正前, Max 時朝向正右)



雲台水平 Servo 的調校,一樣有 3 個方向

5.2.3.7.1 Min (最左角度)：設定雲台水平轉向 Servo 在轉向正左 (0 度) 時的 PWM Duty cycle 比值，雖然出廠時即已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改; 最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



雲台水平 Servo 的最小角度在正左方,但它的
PWM Duty Cycle 比值卻是 3 個方向中最大的

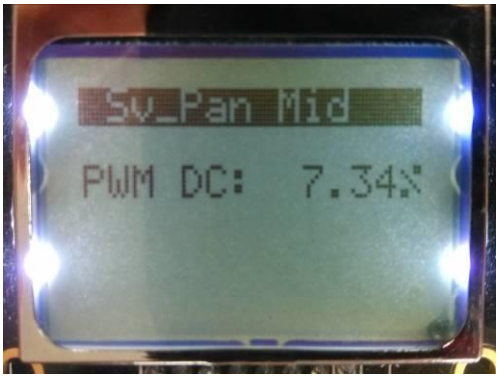


調整完後,一樣會進入這個確認畫面

5.2.3.7.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.7.1.2 Back (回上一層 Servo6…選單)

5.2.3.7.2 Central (中央角度)：設定雲台水平轉向 Servo 在轉向正前方 (90 度) 時的 PWM Duty cycle 比值，出廠時已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改；最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



雲台水平 Servo 的中央角度在正前方,所以
PWM Duty Cycle 比值接近有效範圍的中央

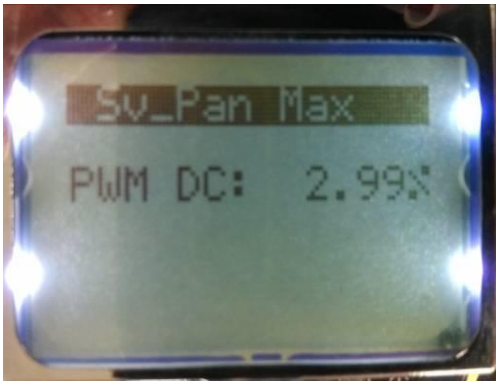


調整完後,一樣會進入這個確認畫面

5.2.3.7.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.7.2.2 Back (回上一層 Servo6…選單)

5.2.3.7.3 Max (最右角度)：設定雲台水平轉向 Servo 在轉向正右方 (180 度) 時的 PWM Duty cycle 比值，出廠時也已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改；最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



雲台水平 Servo 的最大角度在正右方,其 PWM Duty Cycle 是 3 個方向中最小的



調整完後,一樣會進入這個確認畫面

5.2.3.7.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.7.3.2 Back (回上一層 Servo6…選單)

5.2.3.7.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.8 Sv_Tilt (調校雲台鉛直轉向 Servo 的上下極限值與中間值，本機在出廠時即已針對此角度完成調校, Min 時雲台俯角約 30 度, Central 時朝向水平方向, Max 時朝向正上方。很明顯地，在此調校方式下，兩端極限角度相對於中央角度是不對稱的，這是因為往下轉動時，必須考慮到雲台不能與車體碰撞，特別當水平轉向轉到兩側的極限值時，更是要避開雲台底座)



雲台水平 Servo 的調校,一樣有 3 個方向

5.2.3.8.1 Min (最低角度)：設定雲台鉛直轉向最低角度 (0 度) 時的 PWM Duty cycle 比值，雖然出廠時即已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改; 最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



雲台鉛直轉向 Servo 的最小角度約為 30 度俯角,在此為避免調整了過低的角度,使得轉向過程中撞上腳座,因此特地將 Servo 硬體本身安裝在特定轉角,並將其 PWM Duty Cycle 比值限制在 3.5%以上



調整完後還是按 K3 鈕,進入這個確認畫面

5.2.3.8.1.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.8.1.2 Back (回上一層 Sv_Tilt 選單)

5.2.3.8.2 Central (中央角度)：設定雲台鉛直轉向 Servo 在轉至水平方向 (90 度) 時的 PWM Duty cycle

比值，出廠時已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改；最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



雲台鉛直 Servo 的中央角度在水平方向上,但因上下兩個極限角度並不對稱,因此 PWM Duty Cycle 比值並不一定接近調整範圍的中央點



調整完後按 K3 鈕,進入這個確認畫面

5.2.3.8.2.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.8.2.2 Back (回上一層 Sv_Tilt 選單)

5.2.3.8.3 Max (最上角度)：設定雲台鉛直轉向 Servo 在轉向正上方 (180 度) 時的 PWM Duty cycle 比值，出廠時已調校完成，但仍可利用 K0 與 K1 來更改；最後一樣是用 K3 結束設定，進入下一層選單



由於雲台鉛直 Servo 的朝下角度有設限,因此最大角度雖在正上方,其 PWM Duty Cycle 比值卻不一定是可調範圍的最大值。當然假使要將它的最大角度調到超過正上方,朝向後仰的方向,也是可以自行設定



調整完後按 K3,一樣會進入這個確認畫面

5.2.3.8.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.2.3.8.3.2 Back (回上一層 Sv_Tilt 選單)

5.2.3.8.4 Back (回上一層 Servo PMW 選單)

5.2.3.9 Back (回上一層 Output Setup 選單)

5.2.4 Back (回上一層 Setup 選單)

5.3. LCD Contrast (LCD 對比度設定)：此處可設定 LCD 顯示屏的對比度。本系統內建的 LCD 顯示屏提供了 7 種對比度可供設定，依本車的系統設計，設定在 Level 4 應可得到較好的顯示效果；不過假使發現某些 LCD 單體的對比度產生了偏差，便可利用此功能來修正



通常採用預設的 Level 4 可以得到最佳顯示效果，但若有需要,還是可以進入這個設定畫面,用 K0 與 K1 鈕來做強化與降低對比度的變更



當設了較低的 Level ,對比度便會降低,淺色部分變多了



設定較高的 Level 後 ,對比度提高, 深色部分被加強了



調整完後還是按 K3,用這個畫面來確認是否留下變更結果

5.3.1 Confirm (確認並儲存新的設定值)

5.3.2 Back (回上一層 Setup 選單)

5.4. Back (回主選單)

6. Reset All (將所有設定重設回出廠預設值)：回復各裝置元件的功能或狀態為出廠時的設定, 完成後儲存：



雖然是相同的確認化面,但是此處的影響將會
遍及所有的輸出、入裝置設定值,請小心謹慎
來操作

6.1 Confirm (確認將所有的設定清除, 回復到出廠預設值並儲存下來)

6.2 Back (回主選單)