

高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

教師專題研究（製作）報告



EV3 樂高機器人-

循跡避障以光感測器為例

老師姓名：葉忠賢 老師

科 別：資訊科 科

中 華 民 國 104 年 02 月

EV3 樂高機器人-

循跡避障以光感測器為例

摘要

本篇研究報告主要是透過樂高(LEGO)公司所提供的 NXT MINDSTORM 8257 機器人設計模組作為教具，運用機電整合、程式設計、與基礎控制觀念完成機器人專題的製作。首先需進行了解組裝機器人所必備的各種元件與基礎知識，並運用機器人程式設計的概念與上機實作、組裝，強化自己拓展機器人領域的知識，以增進專業技術能力為主軸，並分享自己對機器人實作的經驗給老師及學生，以達到教學相長之目標。

這次的研究主題是：「循跡避障機器人」，系統由 EV3 晶片系統所控制，利用致動器、感測器、控制、機構設計、程式設計及韌體撰寫等機電整合相關概念使建構一機器人，接著以實際的程式製作、設計以實機操作學習各式感測器的使用(如：觸碰感測器、光感測器、聲音感測器、超音波感測器與角度感測器等)與控制伺服馬達速度與位置，來達成此系統能自動避開障礙，且能沿著既定的路徑自動行走為目的的機器人。

關鍵詞：EV3、樂高、機器人

目 錄

摘要	I
目錄	II
表目錄	III
圖目錄	IV
壹、前言	1
一、製作動機	1
二、製作目的	1
三、製作架構	2
四、製作預期成效	4
貳、理論探討	5
一、樂高硬體相關零組件	5
二、樂高機器人 EV3 軟體系統使用說明	12
參、專題製作	21
一、設備及器材	21
二、製作方法與步驟	21
三、專題製作	23
肆、製作成果	31
伍、結論與建議	41
一、結論	41
二、建議	42
參考文獻	43

表目錄

表 3-1-1 專題製作使用儀器（軟體）設備一覽表	21
表 3-3-1 專題製作計畫書	23

圖目錄

圖 1-2-1 EV3 樂高機器人軟硬體套件成品	2
圖 1-3-1 樂高機器人專題製作流程圖	3
圖 2-1-1 EV3 樂高機器人套件開發	7
圖 2-1-2 EV3 樂高機器人零件表	8
圖 2-1-3 EV3 樂高機器人馬達及感應裝置	9
圖 2-1-4 樂高機器人 EV3 與 Sensors	10
圖 2-2-1 EV3 樂高機器人程式介面	13
圖 2-2-2 EV3 樂高機器人程式建構流程	14
圖 2-2-3 EV3 樂高機器人程式資料設定	18
圖 2-2-4 EV3 樂高機器人程式設定值設定	20
圖 3-2-1 製作方法與步驟	22
圖 3-3-1 紅外線感應器實體圖	24
圖 3-3-2 顏色感應器實體圖	27
圖 3-3-3 顏色感測器循跡測試電路圖	28
圖 3-3-4 顏色感應器測光模擬圖	29
圖 4-1-1 機器人組裝步驟 1-40	31-36
圖 4-2-1 機器人循跡設定	38
圖 4-3-1 樂高 EV3 機器人測試	39
圖 4-3-2 樂高 EV3 機器人連線測試(一)	39
圖 4-3-3 樂高 EV3 機器人連線測試(二)	40
圖 4-3-4 樂高 EV3 機器人連線測試(三)	40

壹、前言

一、製作動機

科技始終來自於人性，科技不斷的進步、機械技術不斷的提升、機電結合應用不斷擴展，人們內心似乎都存在有一個夢想，將科技的想法與理想結合至機器人，機器人會人類大腦裡科技進步的具體實踐者，在一些高度開發科技的國家中，如德國、日本等.....都積極努力研發機器人的動作方向與可能性，讓機器人能舞蹈、能精準的操縱、能幫人類處理與運算，一路進步至帶領人們探勘人類所不能生存的火星上，這些科技使得機器人不斷進步與研發出新能力，正好帶領人類大腦看見更多可能與實現科技對人類的幫助。

新時代眾多種機器人中，尤其以智慧型服務機器人在技術推動與需求拉動兩股力量的作用下，正朝向產業化的路程邁進，各國的發展可看出不同產業的切入點不同，技術層次要求亦互異，教育若能藉此機會投入機器人學習，不僅可以使資訊技術與學習新知升級增值，更可能幫未來教育資訊科技產業開創新藍海。研究動機與目的。

二、製作目的

以目前的資訊電子產業來看，成長速度之快，使得教師在資訊方面的知識也需跟著與速度成正比的學習；故此，在此一時代中，機器人的研究與開發便變得相當的熱門與重要，所以，希望能藉由此次專題的學習，配合學校的特色課程，能夠試著去了解、組裝、操控、修改及應用基本型的 EV3 樂高機器人，從其系統之軟、硬體中學習，利用親手去嘗試組裝機器人中的科技應用，從模仿與修改中找到對機器人應用的科技靈感，最後能在基本架構中加入新的修改元件，提升其附加價值，進而能使機器人的操控更符合人性化與需求，且加深了解機器人是如何一點一點改良與進步。

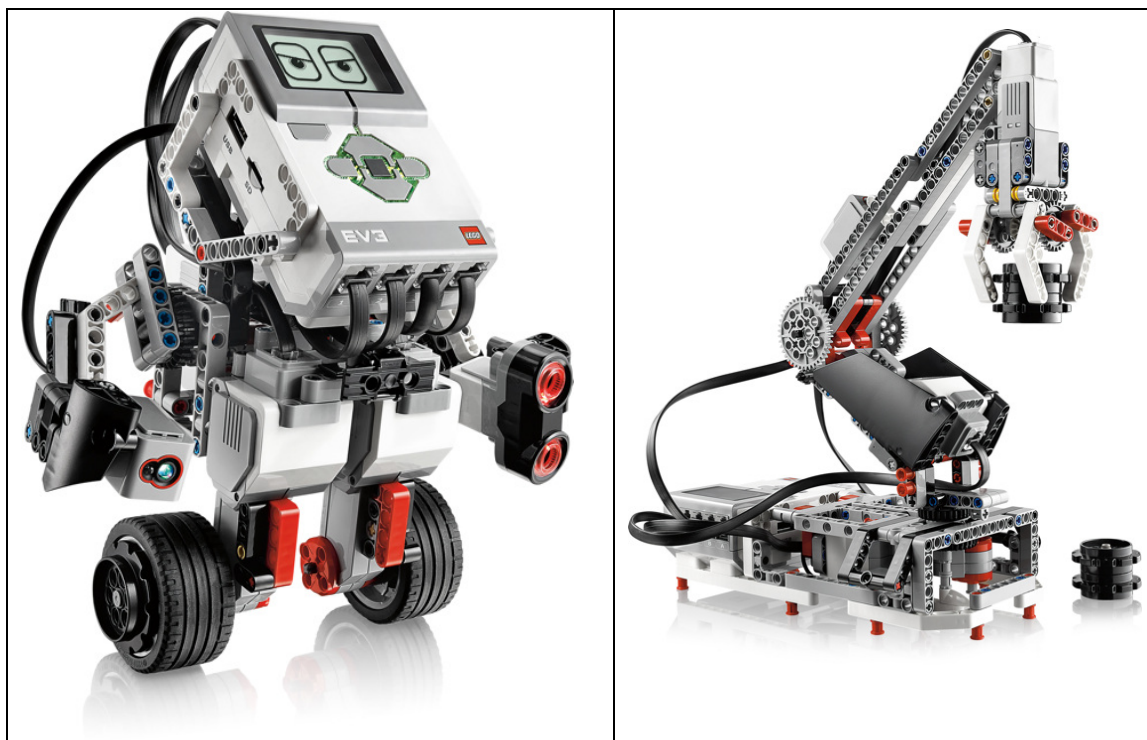


圖1-2-1 EV3樂高機器人軟硬體套件成品

故此，在製作之前，決定先搜尋有關這個專題的理論以及相關知識，所以先從網路上及科技書籍，開始找尋相關資料及知識，如有不懂之處，再與其它專業老師討論與實作。

三、製作架構

(一) 專題製作流程

在經過 LEGO EV3 學習討論及溝通之後，終於決定了要來製作循跡避障自走車機器人。題目確定後，便開始構思如何去完成這次的專題研究，及開始製作專題報告及資料等等，首先當然是樂高組裝，並在組裝完成後開始進行模擬測試，成功無誤後，便進行一個一個積木零組件組裝拍攝的動作，動作結束即開始組裝工作。系統設計過程中，如發現錯誤、無法動作等等問題時，即會与其它教師再進行討論及修改。

(二)專題流程圖

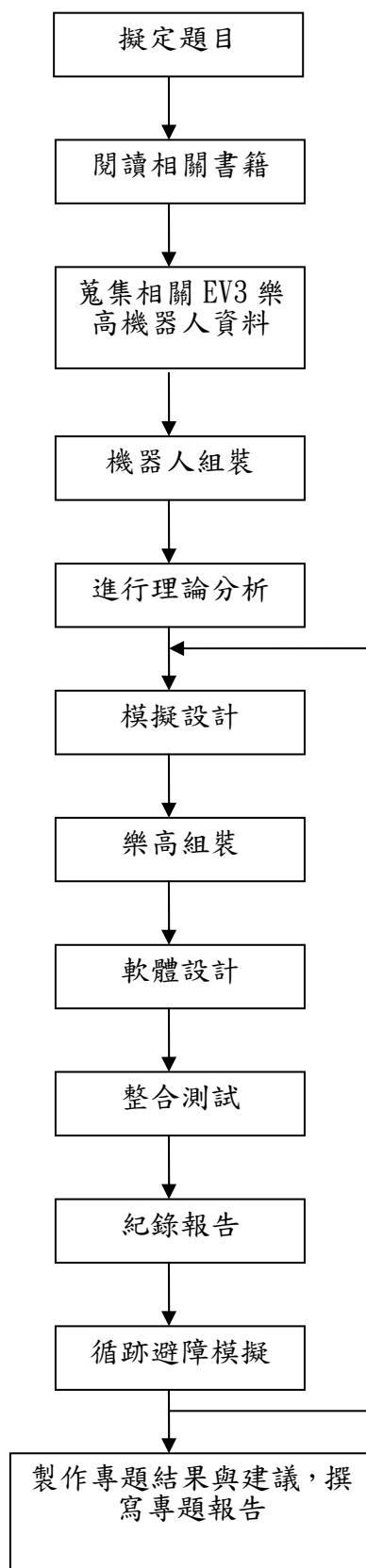


圖 1-3-1 樂高機器人專題製作流程圖

四、製作預期成效

將此次專題研究的 EV3 樂高機器人的研究目的預期成效，定義為：

- (一) 研究 EV3 樂高機器人的組裝及載入其程式的運作。
- (二) 了解機器人比賽場地的特性及設計一適合的樂高機器人。
- (三) 讓機器人可以循跡(沿著軌道)前進，而當遇到障礙物時，機器人會停止前進，待障礙移除，機器人才會恢復循跡前進。
- (四) 使 EV3 機器人在場地順利運作，並達成任務。

貳、理論探討

本章將綜覽 EV3 樂高機器人相關的理論與實務實作來進行研究，其共分為二節來進行相關的理論分析及探討。第一節介紹樂高硬體相關零組件的理論與原理；第二節說明程式的內部架構、載入特性、理論基礎及功能的設計原則。

一、樂高硬體相關零組件

(一) 基礎理論

LEGO Mindstorms EV3 是樂高公司 Mindstorms 系列的第三代機器人。這一機器人套件是由麻省理工學院，美國麻省理工學院(MIT)與 LEGO 合作開發。採用各類感應器和電動馬達，或測量溫度和物品距離感測器作為一種科學實驗。最先一代是 **LEGO Mindstorms RCX**，在 1998 年發表，核心是一台 8 位元 H8 微電腦。LEGO Mindstorms NXT，2006 年發表，核心是 ARM7 的 32 位 CPU 功能。可用 ROBOLAB，及基於美國國家儀器 NI LabVIEW 開發而來的 NXT-G 圖形化開發軟體，撰寫機器人程式。

1. 整合式系統：降低軟硬體開發困難度。
2. 模組化系統：所有零件都可以拆換與組合。
3. 可塑性強：軟、硬體附有技術文件，系統與模組可以自行應用。
4. 提供程式碼：提供範例程式，方便學習系統設計。
5. 相容性強：系統使用標準介面（IEEE 802.11b/g、RS232）
6. 擴充性強：提供擴充 I/O，使用者可以自行運用。

LEGO MINDSTORMS EV3 日前在 2013 年初發表，更強的 ARM9 處理器，多一個輸出端口，新增的 Micro SD 卡插槽，USB 硬體介面，自動識別功能(Auto-ID)。

EV3 可程式化主機 - EV3 主機比以前主機更強大，ARM9 300MHz 處理器，加上 16MB Flash 記憶體，64MB 記憶體，和主流的 LINUX 作業系

統，可以提供更快的運算速度。可外接 Micro SD 記憶卡可以讓 EV3 程式長時間的資料記錄(Data logging)，比如室內溫度的變化，馬達轉速的變化，或是有沒有人進來你的房間。

自動識別週邊功能(Auto-ID) - 曾用過 NXT，應該都有一個困擾，就是資料線沒插，或是插錯改，新的 EV3 主機可以偵測目前有哪些馬達和哪些感應器被連上主機，在圖形化程式中就可以用選擇的方式來設定，減少了錯誤設定的可能，當然學生在開發程式時也可以更順手。

USB 菊花鏈連接 - NXT 的藍芽通訊，是常見不同主機間的通訊方式，對學生來說建立藍芽通訊的過程複雜，容易失敗，即使建立連線後，有常有干擾斷線的困擾。EV3 可以讓你在不同 EV3 主機間用 USB 連線，建立所謂 **Daisy-Chain** 的 USB 串接。串接後，您的程式就可和直接控制其它主機上的馬達和感應器，所以 4 台 EV3 的主機最多就可以有 16 顆馬達，可以預期更大更強更可怕的 EV3 機器人即將出現！

藍芽通訊和 Wi-Fi 通訊，一部 EV3 主機可以同時最多和其它 7 台 EV3 主機通過藍芽通訊，也可以利用 Wi-Fi 無線網絡和外部溝通。與 iPhone 和 Android 的目前最流行的平板電腦和智慧型手機溝通合作就會更容易。在教學可以讓學生有更多的點子，讓網路上的資訊用具創意的方式，用靈活樂高機器人的方式來展現！

針對教育課程研究學習，開發出了 EV3 樂高系列的機器人。「機器人人工智慧」的研究非常不容易；因為光是硬體設備，就讓許多研究人員傷透了腦筋。而且機器人的組成，牽扯到「通訊」、「控制」、「電力」、「機械」、「微處理器」等...太多太多的領域。但「機器人人工智慧」就如同機器人的靈魂，是未來機器人長期發展的很重要指標。目前 EV3 樂高系列的机器人是最適合教育學術研究單位，因為他結合了「行為模擬」、「通訊 (UART、IR、ZigBee)」、「影像辨識」、「感測器」及「組裝機構」等系統領域。

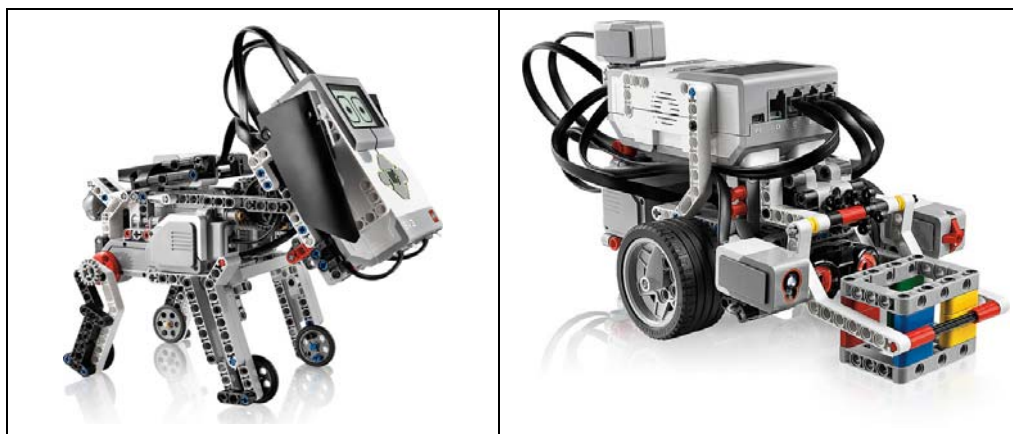


圖 2-1-1 EV3 樂高機器人套件開發

(二) EV3 機器人的各項零件介紹

樂高 EV3 教育版中的重要零件列表：

- | | |
|----------------------|-------|
| - EV3 主機 #6009996 | 1 台 |
| - 顏色感應器 #6008919 | 2 個 |
| - 超音波感應器 #6008924 | 1 個 |
| - 陀螺儀感應器 #6008916 | 1 個 |
| - 大型 EV3 馬達 #6009430 | 2 個 |
| - 中型 EV3 馬達 #6008577 | 1 個 |
| - 充電鋰電池 #6012820 | 1 個 |
| - USB 電線 #6036901 | 1 條 |
| - 電線(50CM) #6024585 | 1 條 |
| - 電線(25CM) #6024581 | 4 條 |
| - 電線(35CM) #6024583 | 2 條 |
| - 樂高零件 | 541 個 |

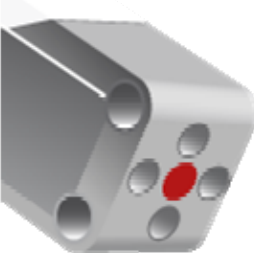
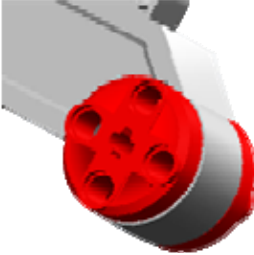









		
<p>中型馬達 Medium Motor</p>	<p>大型馬達 Large Motor</p>	<p>移動(坦克) Move(Tank)</p>
		
<p>顏色感應器 Color Sensor</p>	<p>陀螺儀感應器 Gyro Sensor</p>	<p>紅外線感應器 IR Sensor</p>
		
<p>馬達位置感應器 Rotation Sensor</p>	<p>溫度感應器 Temperature Sensor</p>	<p>聲音感應器 Sound Sensor</p>
		
<p>觸碰感應器 Touch Sensor</p>	<p>超音波感應器 Ultrasonic Sensor</p>	

圖 2-2-2 EV3 樂高機器人馬達及感應裝置

(三) EV3 and 各式感測器 Sensors

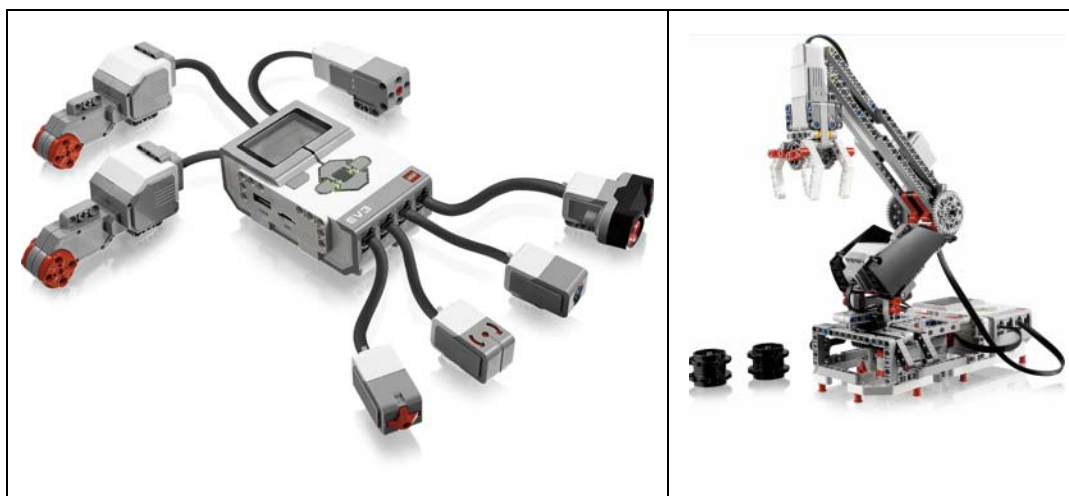


圖 2-3-1 樂高機器人 EV3 與 Sensors

1. 觸碰感應器

功能：

辨識是否觸碰到目標物

辨識是否碰觸至牆面(作為修正方式)

可做為觸控開關(數值 0, 1)，或計數器



PRESSED



RELEASED



BUMPED

2. 顏色感應器

功能：

可以辨識七種樂高常見顏色及無色彩

感應速度: 每秒1000次 (1kHz)

感應距離: 15 to 50 mm (太近無法感應)



實際運用：

自走車路線辨識

辨識轉彎點、起點



This is what your eyes see



This is what your robot will see, using the light sensor.

3. 陀螺儀

功能：

感應能力：每秒最高 440 度（誤差： ± 3 度）

可輸出感測到的角度及角速度

可程式重置累積的角度值



實際運用：

行進間轉向動態控制

機器人平衡控制

4. 超音波感應器

功能：

感測與目標物或障礙物之距離

感應距離：3cm to 250cm

感應角度：20 度

誤差：讀值是 0.1cm，不過誤差是約 1cm

左方眼鏡發射，右方是接收，LED 燈在發射時會閃動

純接收模式 - 可以感應環境中的超音波訊號



實際運用：

擺放角度以垂直目標物較佳

擺放位置離地面三公分以上較佳

5. 伺服馬達(Rotation sensor)

功能：

轉速: 160 – 170 RPM (接近每秒 3 圈)

角度編碼器誤差: +/- 1 度

扭力: 0.21 N*m



實際運用：

電力設定必須考量機件乘載重量否則會發生抖動現象

會因電力狀態影響旋轉速度

(四) 樂高機器人 EV3 軟體系統使用說明

開發環境：

EV3 軟體在“大廳”中打開。要進入程式環境，請單擊“打開專案”以打開現有專案。可以單擊“新建專案”以新增新專案。

檔案組織：

功能說明	圖解
1 大廳	<p>The screenshot shows the EV3 software interface. At the top, there is a dark grey bar with a home icon (1), the text 'Dog x' (2), and a plus sign (3). Below this is a lighter grey bar with a wrench icon (6), the text 'Dance x' (4), and a plus sign (5). The interface is organized into a list of projects and programs.</p>
2 專案選項卡	
3 增加專案	
4 程式選項卡	
5 增加程式	
6 專案屬性	

檔案組織為各個專案。

例如，可以構建一個“狗”機器人。會新增一個“狗”專案，在該專案中

有許多專用於該機器人的程式、圖片和聲音檔案。如果隨後構建一個顏色分類器，則會新增一個“顏色分類器”專案，其中包含與該機器人相關的所有程式、圖片和聲音檔案。

程式畫面工具欄：

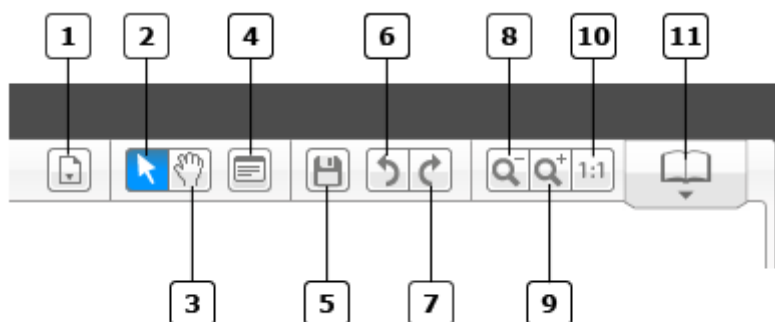


圖 2-4-1 EV3 樂高機器人程式介面

- 1 程式列表：“程式列表”下拉列表在單擊此工具時出現。這會列出專案中當前打開的所有程式。
- 2 選擇：需要處於此模式中才能編輯程式。單擊“選擇”，然後使用滑鼠選擇單個程式方塊進行編輯。或者，拖動一個框圍繞幾個程式方塊以選擇它們。
- 3 平移
- 4 註釋
- 5 儲存專案：儲存專案也會儲存與專案關聯的所有程式。
- 6 取銷：取銷程式畫面上的最後一個操作。
- 7 重做
- 8 縮小
- 9 放大
- 10 重置縮放
- 11 打開內容編輯器

註釋：

註釋可用於在程式畫面上進行有關程式的備註。在放置註釋之後，拖動“註釋”框並調整其大小，然後編寫註釋。

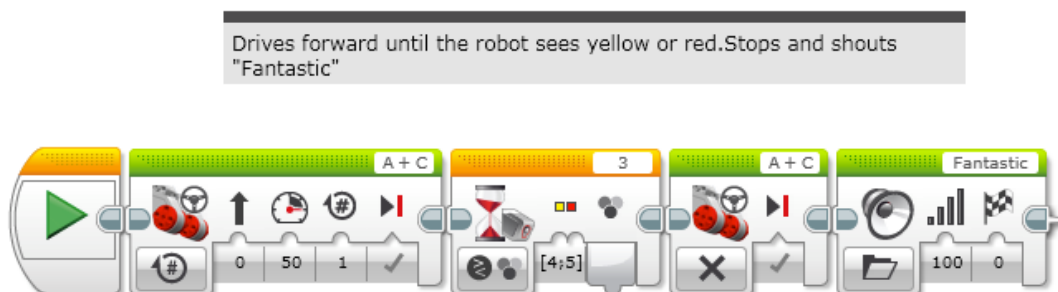
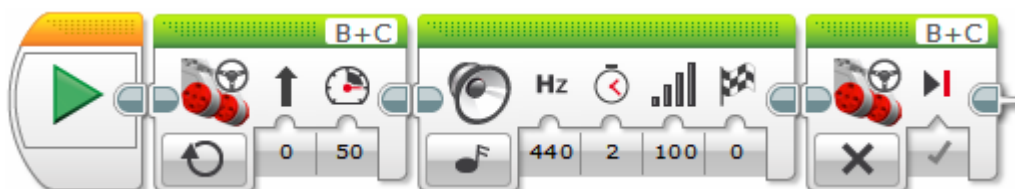


圖 2-4-2 EV3 樂高機器人程式建構流程

程式：

可以通過將程式方塊（從螢幕底部的程式面板）拖動到程式畫面上，來新增程式。當程式方塊相互接近時，它們會自動貼靠在一起。



當運行程式時，程式方塊會按螢幕上出現的順序（從左到右）來運行。

編輯程式方塊

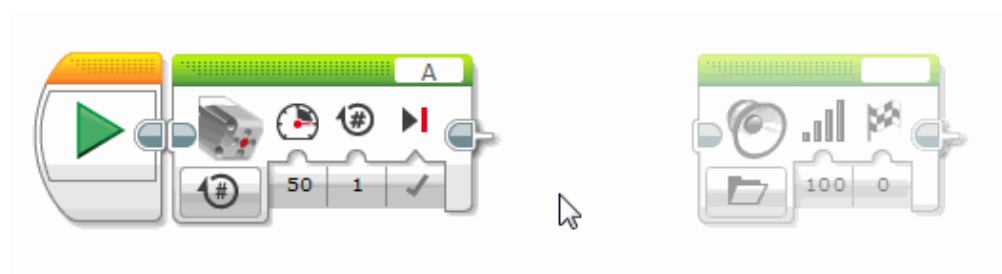
- 1 方塊類型：圖標指示方塊類型
- 2 方塊手柄：單擊此處可選擇或拖動方塊
- 3 連接埠選擇
- 4 模式選擇：單擊此處可打開模式下拉選單以選擇模式

- 5 輸入參數值：輸入可以在此處進行選擇或輸入
- 6 進入序列接頭
- 7 離開序列接頭

每個程式方塊都有一個詳細幫助檔案。

序列線：

當程式方塊不是相互緊靠時，可以連接它們。將序列線從第一個方塊拖動到第二個方塊。

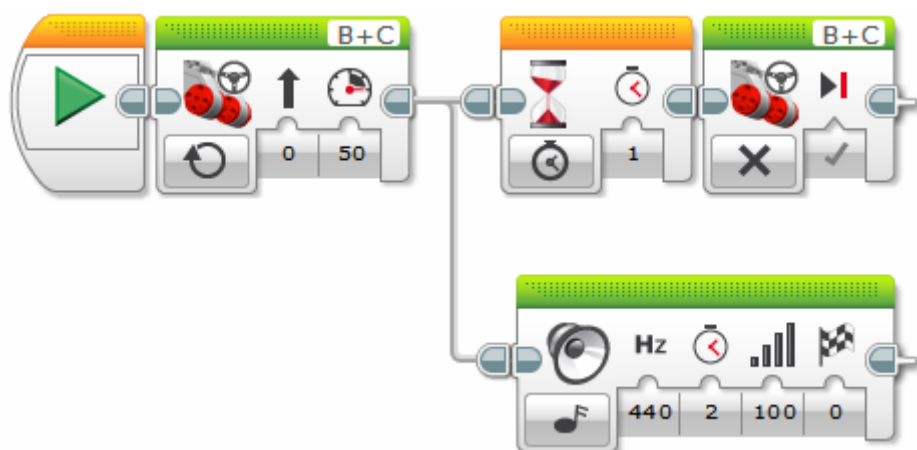


可以通過單擊第二個方塊的進入序列接頭刪除序列線。

代碼區塊：

對於較長的程式，將程式劃分為較小的程式方塊區塊（代碼區塊之間存在空白）可能會十分有用。這可以更容易地理解程式。如果單擊程式方塊的離開序列接頭，則會新增空格和序列線。

要刪除空格和序列線，請再次單擊離開序列接頭。

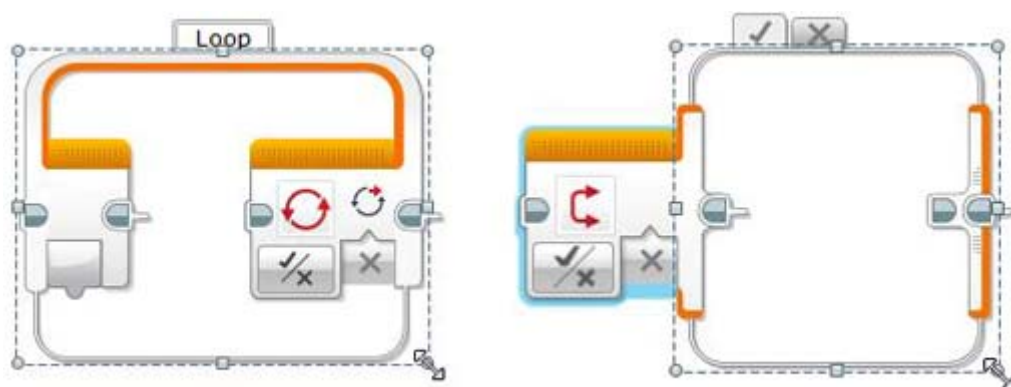


提示和技巧：

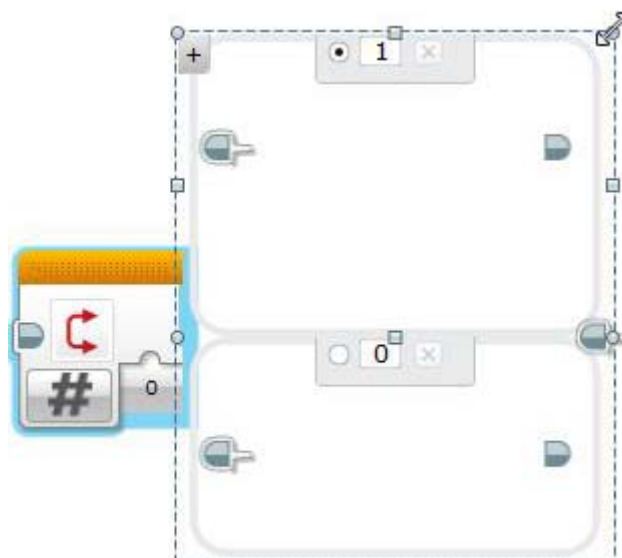
為機器人執行的每個不同操作新增獨立區塊，以便更容易追蹤程式。

調整流程程式方塊的大小：

可以調整迴圈和選擇方塊的大小。可以使它們更大，以便其他程式方塊可以整齊地置於其中。可通過拖動大小調整手柄來調整這些程式方塊的大小。



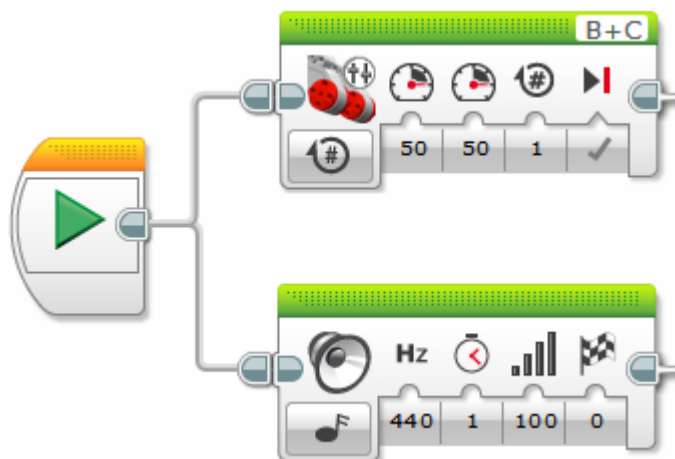
對於選擇，可以單獨調整每個條件的大小。



並行序列：

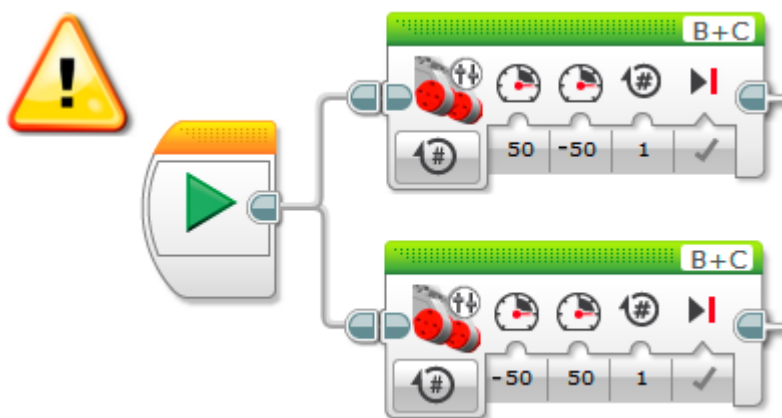
可以同時運行多個任務集合。例如，可以讓一個程式方塊序列控制機器人的向前運動，另一個程式方塊序列控制機器人頂部的機器人手臂。

可以通過從並行序列之前的程式方塊的離開序列接頭拖動新序列線，來新增並行序列：



提示和技巧：

小心資源衝突（如下所示）！當同時運行任務時，可能會發生資源衝突。例如，一個程式方塊序列嘗試引導機器人向左行駛，而另一個序列同時嘗試引導機器人向右行駛。EV3 主機的執行方式將無法預計。



連接埠選擇：

許多程式方塊要求在 EV3 主機上選擇這些方塊將使用的連接埠（A、B、C、D、1、2、3 和 4）。連接埠選擇位於這些方塊的右上角。

馬達連接埠：

此圖片顯示所有馬達方塊上的連接埠選擇。**移動轉向**和**移動坦克**方塊類似。

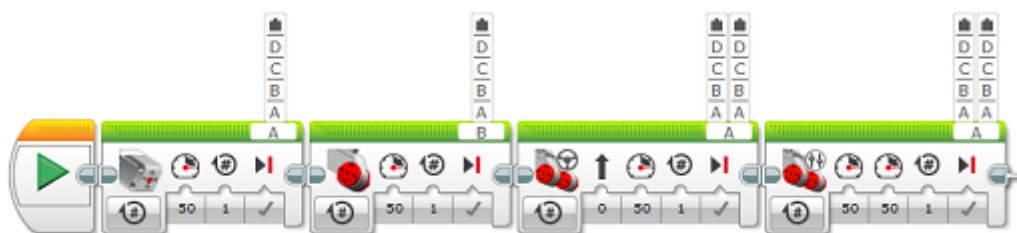


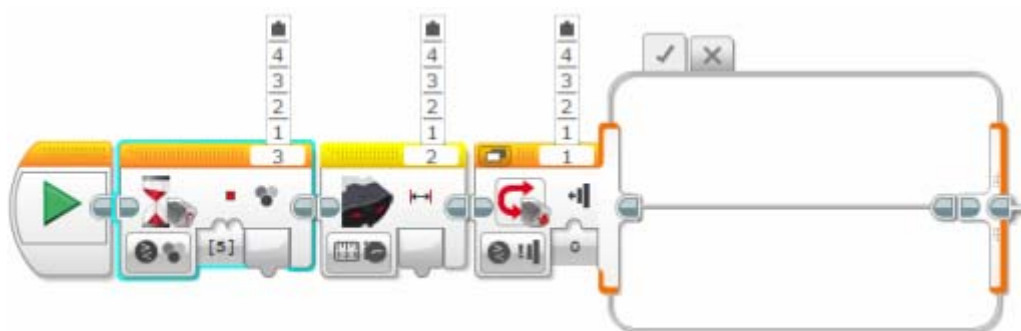
圖 2-4-3 EV3 樂高機器人程式資料設定

單擊連接埠選擇可顯示連接埠列表並選擇連接埠。馬達必須連接到 EV3 主機上的連接埠 A、B、C、或 D。

因為移動轉向和移動坦克方塊控制兩個不同馬達，因此這兩個方塊具有兩個連接埠選擇。第一個連接埠選擇用於左馬達，第二個用於右馬達。

感應器連接埠：

下面的圖片顯示使用感應器輸入的某些方塊上的連接埠選擇。



單擊連接埠選擇可顯示連接埠列表並選擇連接埠。感應器必須連接到 EV3 智能主機上的連接埠 1、2、3 或 4，除了馬達轉動感應器（該感應器必須連接到連接埠 A、B、C 或 D）。

連接埠錯誤：

根據所選連接埠，連接埠選擇可能顯示連接埠錯誤，如下所示。



這是一個警告，指出連接到 EV3 主機上所選連接埠的馬達或感應器與程式方塊所需的類型不匹配。例如，如果為觸碰感應器方塊選擇連接埠 3，但是 EV3 主機檢測到沒有感應器連接到連接埠 3 或是檢測到不同類型的感應器，則會顯示連接埠錯誤。

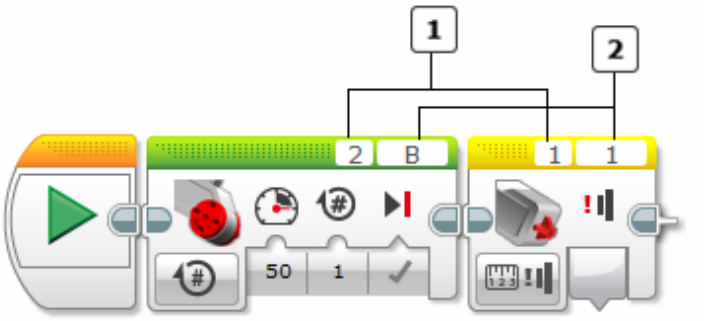
提示和技巧：

1. 僅當 EV3 主機連接到電腦（通過 USB、藍芽或 Wi-Fi）時，EV3 才能檢測到連接埠錯誤。
2. 當 EV3 主機連接到電腦時，可以使用**硬體頁面**中的連接埠輕鬆查看連接到 EV3 主機上不同連接埠的馬達和感應器類型。
3. 含有連接埠錯誤的程式仍可以進行下載並在 EV3 主機上運行，但是可能無法預測受影響方塊的表現。

菊鏈主機：

可以使用菊鏈將多個 EV3 主機連接在一起。這樣便允許程式可以控制連接的 EV3 主機的馬達和感應器。例如，應使用菊鏈構建具有兩個 EV3 主機、多達八個馬達以及多達十個感應器（所有這些都通過在其中一個 EV3 主機上運行的單個程式進行控制）的機器人。

如果在專案中啓用了菊鏈（請參考菊鏈），則具有連接埠選擇的程式方塊還會包括層選擇控制，如下所示。

功能說明	圖解
1 層選擇	
2 連接埠選擇	

從層選擇中選擇 1 可使用運行程式的同一個 EV3 主機上連接的馬達或感應器。選擇 2 可使用鏈中的下一個 EV3 主機上連接的馬達或感應器，依此類推。

連線連接埠輸入：

如果在連接埠列表中選擇動態連接埠，則會將一個連接埠輸入增加到程式方塊的輸入區域。這允許您使用連接到連接埠輸入的數字資料線指定連接埠。

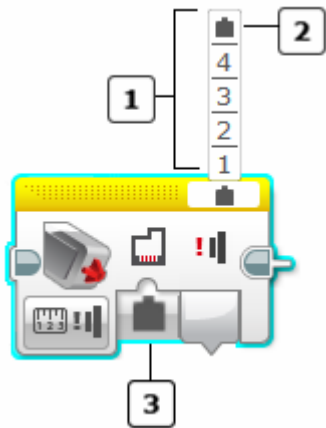
功能說明	圖解
1 連接埠選擇	
2 動態連接埠	
3 連接埠輸入	

圖 2-4-4 EV3 樂高機器人程式設定值設定

參、專題製作

一、設備及器材

表 3-1-1 專題製作使用儀器（軟體）設備一覽表

儀表（軟體）設備名稱	應用說明
數位相機	紀錄整個專題製作流程
雷射印表機	列印專題資料及圖片
電源供應器	供應所需電源
LEGO EV3	樂高機器人主系統
PC 個人電腦	編譯機器人程式及製作報告
Microsoft Office Word	專題報告及製作過程撰寫
Microsoft Office Power Point	製作即專題成品報告

二、製作方法與步驟

本專題研究採用的是行動研究法，主要是由循環的研究歷程所構成，包括準備、實驗教學、機器人系統資料分析及報告撰寫等階段。本研究之製作方法與步驟，如圖 3-2-1 所示。

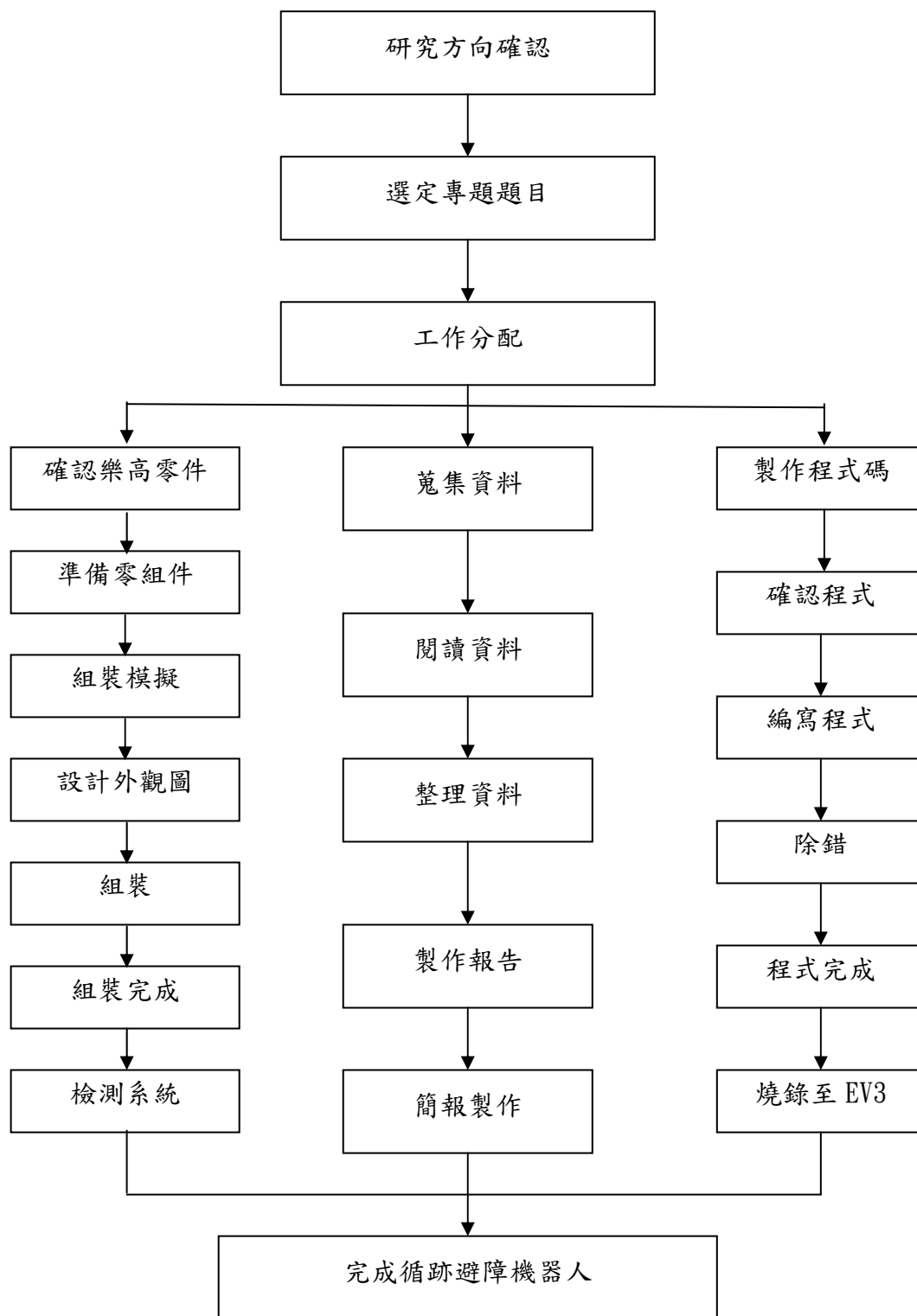


圖 3-2-1 製作方法與步驟

三、專題製作

表 3-3-1 專題製作計畫書

專題型別		<input checked="" type="checkbox"/> 個人型專題 <input type="checkbox"/> 團隊型專題
專題性質		利用 LEGO EV3 製作循跡避障機器人
專 題 名 稱	中文名稱	EV3 樂高機器人-循跡避障
	英文名稱	LEGO EV3 ROBOT
專題內容簡述		<p>循跡避障機器人，系統由 EV3 晶片系統所控制</p> <p>，利用致動器、感測器、控制、機構設計、程式設計及韌體撰寫等機電整合相關概念使建構一機器人</p> <p>，接著以實際的程式製作、設計以實機操作學習各式感測器的使用(如：觸碰感測器、光感測器、聲音感測器、超音波感測器與角度感測器等)與控制伺服馬達速度與位置，來達成此系統能自動避開障礙，且能沿著既定的路徑自動行走為目的的機器人。</p>

(一) 紅外線感應器



圖 3-3-1 紅外線感應器實體圖

紅外線感應器可以檢測從遠程紅外訊號（IR 訊號）發送的紅外線信號。紅外線感應器也可以發送自己的紅外線信號，並檢測其他物體對此光線的反射。紅外線感應器可以在三種不同模式下使用：近程、訊號和遠程。

近程模式：

在“近程”模式中，紅外線感應器發送自己的紅外信號，可以檢測感應器前方物體對此信號的反射。反射信號的強度可以用於估計物體的接近程度（距離）。

紅外線感應器“近程”模式資料

在“近程”模式中，紅外線感應器會提供以下資料：

資料	數字	值	備註
近程	數字	0 至 100	與感應器前方物體之間的相對距離。0 表示非常接近，100 表示遙遠。

提示和技巧

1. 近程值不直接對應於特定距離。該值取決於感應器前方物體的顏色和材料及其他因素。
2. 紅外線感應器無法檢測非常接近於感應器（大約 1 厘米或半英寸

以內) 的物體的近程。

3.紅外線感應器的“訊號”模式也提供近程資料，但是只用於檢測與 IR 訊號之間的接近程度。

“近程”模式的紅外線感應器使用範例

下面是有關如何使用“近程”模式的紅外線感應器的一些範例。

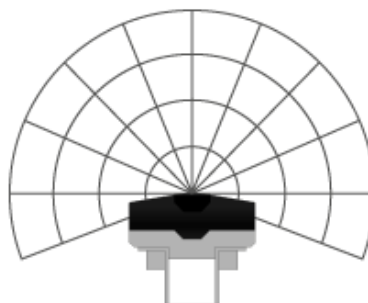
範例 1：在到達牆壁之前停止驅動



此程式會使機器人向前驅動，直至紅外線感應器檢測到它接近於牆壁或其他物體。在驅動開始之後，此程式使用“紅外線感應器 — 比較 — 近程”模式的等待方塊等待近程小於 35，然後停止機器人。

訊號模式：

在“訊號”模式中，紅外線感應器可以檢測感應器前方的遠程紅外訊號 (IR 訊號) 的近似位置。感應器可以為您提供訊號的近程 (與感應器之間的相對距離) 及其標頭 (與感應器指向的方向之間的角度)。例如，可以使用“訊號”模式使機器人搜尋 IR 訊號並向著訊號驅動。



開啓訊號並選擇頻道

通過壓下 IR 訊號頂部的“訊號模式”按鈕來開啓訊號。LED 指示燈會開啓並保持開啓狀態。訊號會保持開啓狀態並連續發射，直至

再次壓下“訊號模式”按鈕以關閉它。

從頻道選擇選擇四個頻道之一。紅外線感應器只會在程式中指定的頻道上檢測訊號。

紅外線感應器“訊號”模式資料

在“訊號”模式中，紅外線感應器會提供以下資料：

資料	類型	值	備註
已檢測	邏輯	是/否	如果在指定頻道上檢測到 IR 訊號，則為“是”，否則為“否”。
近程	數字	0 至 100	與訊號之間的相對距離。0 表示非常接近，100 表示遙遠。如果完全未檢測到訊號，則近程為 100。
標頭	數字	-25 至 25	0 表示訊號位於感應器正前方，負值表示位於左側，正值表示位於右側。

遠程模式：

在“遠程”模式中，紅外線感應器可以檢測 IR 訊號上的按鈕壓下。例如，可以使用“遠程”模式對機器人進行遠程控制。

提示和技巧：

紅外線就是大多數電視機遙控器所使用的信號類型。您無法看到紅外線，但是與可見光一樣，如果物體處於傳播方向上，則會阻擋它。IR 訊號必須具有指向紅外線感應器的“視線”才能被看到。日光也可能干擾紅外信號，雖然正常房間燈光不應影響它。

(二) 顏色感應器

顏色感應器可以檢測進入感應器正面小窗口的光線的顏色或強度。顏色感應器可以在三種不同模式下使用：“顏色”模式、“反射光

線強度”模式和“環境光強度”模式。

“顏色”模式：

在“顏色”模式中，顏色感應器可以檢測附近物體的顏色或感應器附近表面的顏色。例如，可以使用“顏色”模式檢測接近感應器的LEGO 部件的顏色，或是一張紙上不同標記的顏色。



圖 3-3-2 顏色感應器實體圖

提示和技巧：

當顏色感應器處於“顏色”模式時，感應器正面的紅色、綠色和藍色 LED 指示燈會開啓。

感應器可以檢測七種不同顏色：黑色、藍色、綠色、黃色、紅色、白色和棕色。不是這些顏色之一的物體可能會檢測為“無顏色”，或可能檢測為相似顏色。例如，橙色物體可能檢測為紅色或黃色（具體取決於橙色所含紅色的程度），如果橙色非常深或是距離感應器太遠，則可能檢測為棕色或黑色。

提示和技巧：

物體或表面應非常接近於感應器（但不接觸它）以便準確檢測。

“反射光線強度”模式

在“反射光線強度”模式中，顏色感應器會檢測進入感應器的光線

的強度。光線的強度測量為從 0 至 100 的百分比，其中 0 表示非常暗，100 表示非常亮。

當顏色感應器處於“反射光線強度”模式時，感應器正面的紅色 LED 指示燈會開啓。如果感應器接近於物體或表面，則此紅色光線會從物體上反射，然後進入要檢測的感應器。可以使用此方法測量表面或物體上的顏色陰影，因為較暗顏色陰影會將較少紅色光線反射回感應器。

例如：可以使用此模式使機器人跟隨白色表面上的黑色線。當感應器越過黑色線時，光線測量會隨著感應器越來越接近黑色線而逐漸減小。這可以用於告知機器人與線的接近程度。



圖 3-3-3 顏色感測器循跡測試電路圖

提示和技巧：

“反射光線強度”模式測量進入感應器的光線總量。這包括紅色 LED 的反射以及房間中的任何光線。感應器位置應接近於（但不接觸）所測量的表面，以減小外部光源的影響。

“環境光強度”模式：

在“環境光強度”模式中，與“反射光線強度”模式一樣，顏色感應器會檢測進入感應器的光線的強度。光線的強度測量為從 0 至 100 的百分比，其中 0 表示非常暗，100 表示非常亮。

在“環境光強度”模式中，感應器正面的藍色 LED 指示燈會微弱

開啓。此藍色指示燈可幫助識別感應器處於“環境光強度”模式，但是不影響光線測量，除非物體非常接近於感應器。

可以使用此模式檢測房間燈的亮度，或是其他光源照射到感應器的時間。還可以使用此模式檢測房間中燈的開啓時間或是手電筒照射到機器人的時間。



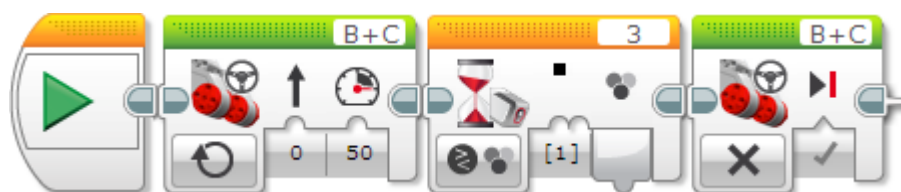
圖 3-3-4 顏色感應器測光模擬圖

顏色感應器資料：

顏色感應器可以提供以下資料：

資料	類型	範圍	備註
顏色	數字	0-7	在“顏色”模式中使用。 0 = 無顏色 1 = 黑色 2 = 藍色 3 = 綠色 4 = 黃色 5 = 紅色 6 = 白色 7 = 棕色
光線	數字	0-100	在“反射光線強度”和“環境光強度”模式中使用。以百分比形式測量光線強度，0 = 最暗，100 = 最亮。

範例 1：驅動至達到黑色線（方法 1）



此程式使機器人驅動，直至顏色感應器檢測到黑色，然後停止。此程式在“顏色感應器 — 比較 — 顏色”模式中使用等待方塊測試黑色。

提示和技巧：

如果在機器人上的顏色感應器向下指並接近於帶有粗黑線的淺色表面的情況下使用此程式，則機器人可以驅動至達到該線。

範例 2：驅動至達到黑色線（方法 2）



此程式使機器人驅動，直至顏色感應器檢測到深色，然後停止。此程式在“顏色感應器 — 比較 — 反射光線強度”模式中使用等待方塊等到光線強度小於 50%。


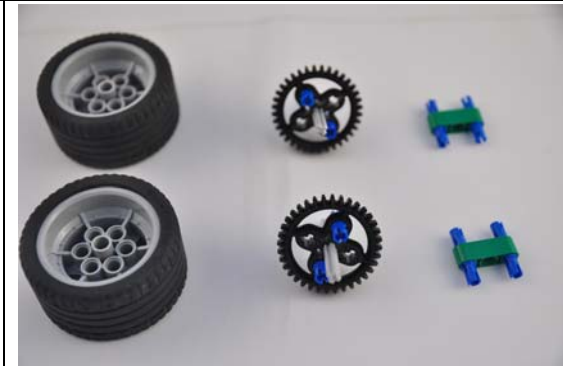

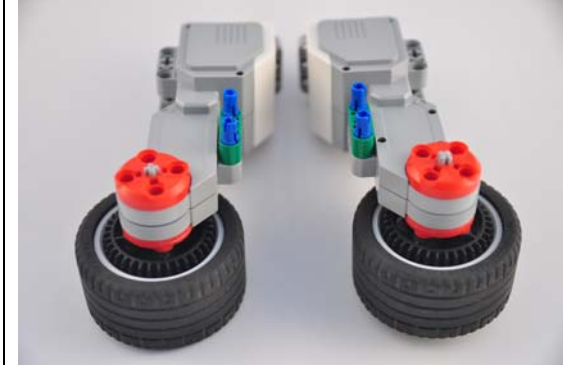
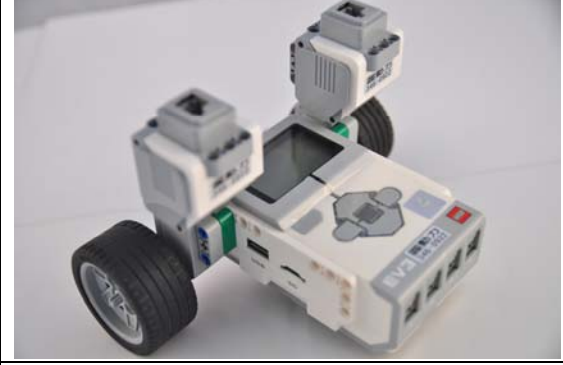

提示和技巧





與上面範例 1 中的方法相比，此程式允許您通過更改預設值（此處為 50%）來調整線的所需濃度。機器人還會在任何深色（而不僅是黑色）處停止。

肆、製作成果



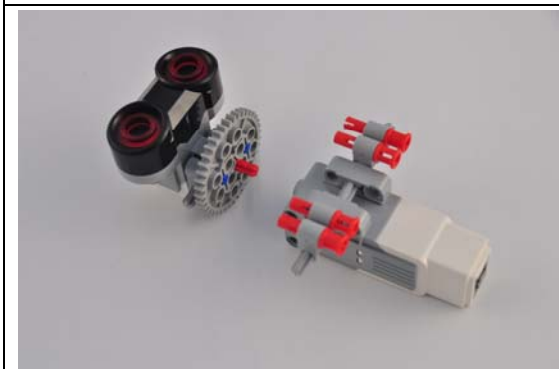


由決定題目，製作模擬組裝、設計程式流程，進而完成組裝製作整個自走車機器人；這整個流程，都用數位相機及相關電腦設備將之紀錄下來，經將這些資料整理過後，將之呈現在專題報告之中，如下所示：



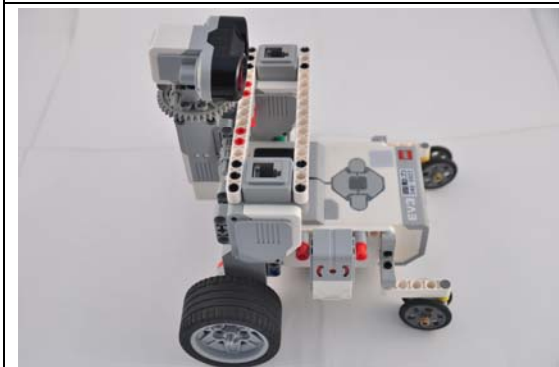
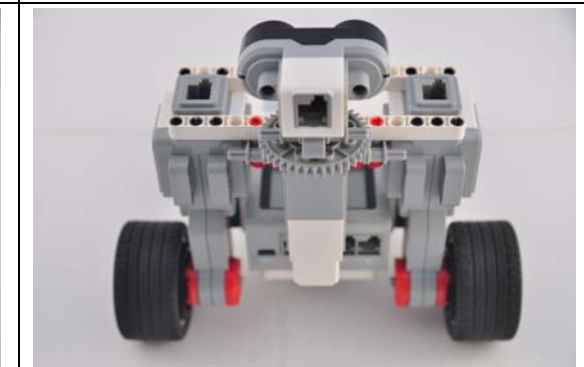
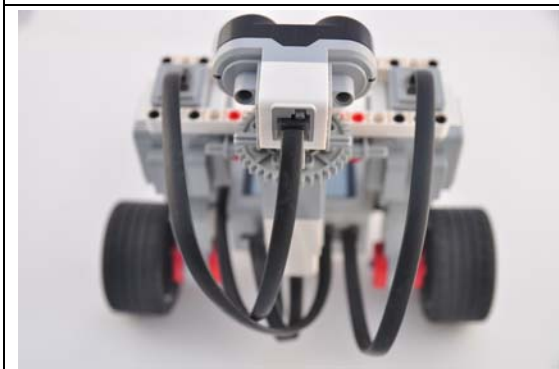


一、硬體樂高組合：

	
<p>圖 4-1-1 機器人組裝步驟 1</p>	<p>圖 4-1-2 機器人組裝步驟 2</p>
	
<p>圖 4-1-3 機器人組裝步驟 3</p>	<p>圖 4-1-4 機器人組裝步驟 4</p>
	
<p>圖 4-1-5 機器人組裝步驟 5</p>	<p>圖 4-1-6 機器人組裝步驟 6</p>

	
<p>圖 4-1-7 機器人組裝步驟 7</p>	<p>圖 4-1-8 機器人組裝步驟 8</p>
	
<p>圖 4-1-9 機器人組裝步驟 9</p>	<p>圖 4-1-10 機器人組裝步驟 10</p>
	
<p>圖 4-1-11 機器人組裝步驟 11</p>	<p>圖 4-1-12 機器人組裝步驟 12</p>
	
<p>圖 4-1-13 機器人組裝步驟 13</p>	<p>圖 4-1-14 機器人組裝步驟 14</p>

	
<p>圖 4-1-15 機器人組裝步驟 15</p>	<p>圖 4-1-16 機器人組裝步驟 16</p>
	
<p>圖 4-1-17 機器人組裝步驟 17</p>	<p>圖 4-1-18 機器人組裝步驟 18</p>
	
<p>圖 4-1-19 機器人組裝步驟 19</p>	<p>圖 4-1-20 機器人組裝步驟 20</p>
	
<p>圖 4-1-21 機器人組裝步驟 21</p>	<p>圖 4-1-22 機器人組裝步驟 22</p>

	
<p>圖 4-1-23 機器人組裝步驟 23</p>	<p>圖 4-1-24 機器人組裝步驟 24</p>
	
<p>圖 4-1-25 機器人組裝步驟 25</p>	<p>圖 4-1-26 機器人組裝步驟 26</p>
	
<p>圖 4-1-27 機器人組裝步驟 27</p>	<p>圖 4-1-28 機器人組裝步驟 28</p>
	
<p>圖 4-1-29 機器人組裝步驟 29</p>	<p>圖 4-1-30 機器人組裝步驟 30</p>

	
<p>圖 4-1-31 機器人組裝步驟 31</p>	<p>圖 4-1-32 機器人組裝步驟 32</p>
	
<p>圖 4-1-33 機器人組裝步驟 33</p>	<p>圖 4-1-34 機器人組裝步驟 34</p>
	
<p>圖 4-1-35 機器人組裝步驟 35</p>	<p>圖 4-1-36 機器人組裝步驟 36</p>
	
<p>圖 4-1-37 機器人組裝步驟 37</p>	<p>圖 4-1-38 機器人組裝步驟 38</p>



二、軟硬系統設計：

1. 連接到 EV3

需要與電腦建立連接，才能在 EV3 主機上獲取程式。可通過三種方式建立連接：

- (1)①USB 連接
- (2)②藍芽連接
- (3)③Wi-Fi 連接

(1)USB 連接

- 1.確保 EV3 主機已開啓。
- 2.將 USB 連接線（隨 EV3 主機附帶）插入電腦和 EV3 主機。
- 3.連接已建立。EV3 主機顯示畫面會顯示“USB”以確認連接。



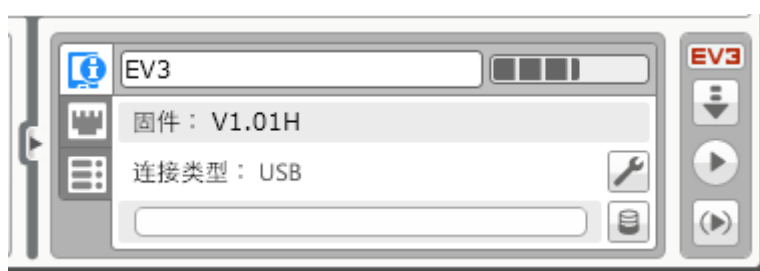
(2)藍芽連接

- 1.確保 EV3 主機已開啓。
- 2.確保在 EV3 主機上啓用了藍芽。
- 3.單擊 EV3 軟體中擴展/折疊硬體頁面以擴展硬體頁面。
- 4.選擇“可用主機”選項卡。如果 EV3 主機不在列表上，請選中“BT”框並單擊“刷新”以定位設備。
- 5.通過手動輸入密鑰接受 EV3 主機的連接。預設設定為 1234。

6.連接已建立。藍芽圖標會顯示在 EV3 主機顯示畫面上以確認連接。

(3)Wi-Fi 連接

- 1.確保 EV3 主機已開啓。
- 2.確保在 EV3 主機上啓用了 Wi-Fi。
- 3.將 USB 連接線（隨 EV3 主機附帶）插入電腦和 EV3 主機。
- 4.訪問 EV3 軟體中硬體頁面上的無線設定工具（如下所示），或從“工具”選單打開它。



- 5.選擇要連接到的網絡並單擊“連接”以配置連接。
 - 單擊“增加”可增加不廣播其 SSID 的網絡。
 - 單擊“編輯”可編輯以前配置的網絡的設定。
6. 選擇要連接到的網絡並單擊“連接”以配置連接。
 - 單擊“增加”可增加不廣播其 SSID 的網絡。
 - 單擊“編輯”可編輯以前配置的網絡的設定。
7. 單擊“確定”以建立 Wi-Fi 連接。

Wi-Fi 圖標會顯示在 EV3 主機顯示畫面上以確認連接。

提示和技巧：

當成功建立了與 EV3 主機之間的連接時，硬體頁面上的 EV3 圖標會從灰色變為紅色。

檢查和更改連接類型：

單擊 EV3 軟體中擴展/折疊硬體頁面以擴展硬體頁面。在此處可以查看與 EV3 主機之間的當前連接類型。

可用主機：

“可用主機”選項卡顯示當前可用於連接的所有 EV3 主機。單擊“刷新”可更新可用 EV3 主機的列表。可以通過選擇合適的複選框來更改連接類型。但是，僅當 EV3 主機已正確設定並且已通過 USB 連接線連接或是處於 Wi-Fi 或藍芽連接範圍內時，新連接才可工作。

功能說明	圖解
1 “可用主機”選項卡	
2 刷新	
3 篩選連接類型	
4 已連接	
5 斷開連接	

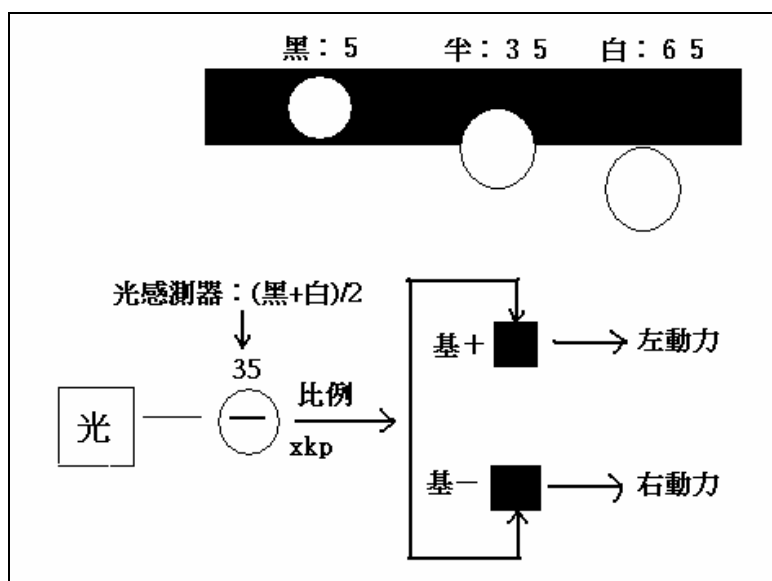


圖 4-2-1 機器人循跡設定

藉由顏色感測器，感測出黑色與白色的感測值，得到的值將其兩數相加除以 2，做為一顏色判斷的指標數據，接著再乘上一比例值 k_p （其值為防止車身轉彎時，會有過度的晃動），做為控制左右輪動力的基準。

三、軟、硬體系統整合測試：



圖 4-3-1 樂高 EV3 機器人測試



圖 4-3-2 樂高 EV3 機器人連線測試(一)



圖 4-3-3 樂高 EV3 機器人連線測試(二)



圖 4-3-4 樂高 EV3 機器人連線測試(三)

伍、結論與建議

整個專題製作過程中，程式介面控制的設計及積木硬體構造的設計實質為一大考驗。當整個控制系統在設計時、是以一個實用成品的平台作為依據，所以當其主控系統 EV3 控制其他次控系統（如：伺服馬達及感測器等）時，其將系統設計及整個機器人成品結合調整為是最難設計的。本單元將針對專題研究製作的整個學習過程，做一最後完整的彙總及記錄，以期作為未來學習之參考。

一、 結論

此專題研究利用 LEGO EV3 機器人來達成，一般循跡、避障自走車都是由單晶片來做控制，程式學習控制較複雜，難學習，如今把它改用 LEGO EV3 機器人來做，不僅變化性高，且容易學習，只要能充分利用樂高積木的變化性，加上拖拉式的模組化程式架構，相信每一位學習者，都能很快地進入到機器人專題製作的世界中。

透過此次專題製作學習方式能幫助提升對特色課程的學習、獲得知識的建構及整合，且亦可以幫助提升其創造思考的能力，培養學習者具備問題解決、研究、反省、團體合作及應用資訊科技等多項能力；專題研究製作學習為一主動探究的學習，學習中強調學習者必須負起主動探究學習的責任，也鼓勵學生分工和合作學習的精神。整體而言，專題製作研究學習是一有價值的學習方式，因其確實可以增進自己資訊科技的能力及其技能。雖然會遇到不同的困難及問題，但看到自己的成品時，會有滿足的成就感。

在製作此機器人專題時，當然也有遇到了一些困難，所以，在此建議初次利用 EV3 做專題的學習者，先從基本控制開始學習，如前進、後退等，接著再做變化，如自動左、右轉彎；果然，做的過程中，機器人的基本控制都沒有問題，都能順利完成及控制，但到避障時，就不一樣了，首先是避障角度不夠，還是會撞到障礙物或是車身會劇烈抖動，需經一番的調整及測試，才解決了此一問題，目前有做出遇到障礙物會自動停止或是轉彎繞過等二種型態；另一個就是循跡，起初不僅不會按照路線跑，其實它根本就是亂跑，再經過業師指導及找出相關程式控制模式，進而解決左右輪動力問題後，情況才有了改善；學習至此，才真正完成了一循跡避障機器人。

二、建議

在進行專題製作研究學習的過程後，提出以下幾點建議：

- (一) 由於 EV3 的零組件很多，很容易一不小心就會掉落遺失，故在製作時要特別注意及小心。
- (二) 此專題為首次接觸到的特色課程內容，EV3 樂高機器人除了可以做出循跡、避障功能之外，它還可以有很多其它的變化，如可移動式的自動偵測及各項感測控制等等；除此之外，更可利用手機等無線控制工具，來達到遠端的操控。

參考文獻

- 1.CAVE 等教育團隊，2013，機器人程式超簡單-LEGO MINDSTORMS EV3 動手作，台北市：泰電電業股份有限公司。
- 2.樂高機器人 LEGO EV3，<http://www.thumb.com.tw/>，大拇指教室。
- 3.林明德，WonDerSun，2008，專題製作-電子電路篇，台北縣：台科大圖書公司。
- 4.創意導航核心，2007，PhotoImpact 12 影像哈燒秀，台北市：全華圖書公司。