

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

第三名

052304

煞住一時、幸福一世

學校名稱：國立大甲高級工業職業學校

作者： 職二 楊福順 職二 陳佩文 職三 張展華	指導老師： 黃正誼 王金柱
---	-----------------------------

關鍵詞：嬰兒車、煞車

摘要

「安全」是生活之中的重要基石，人們也越來越懂得重視各項安全，但仍常因為疏忽，而不經意的危及生活中的「安全」。我們希望透過現代自動化科技，來補強人為因素所造成的「不安全」。基於這個理念，我們針對嬰兒車的煞車系統做改變，將其傳統的人為煞車改為電子自動感應煞車，當嬰兒車操作者的手一但離開便能自動煞住，避免有無法控制而滑動的機會，使尚在襁褓之中的嬰兒，坐在嬰兒車中能更為安全，讓每個父母親都能夠安心地陪伴自己的寶貝。

壹、研究動機

嬰兒車近年來隨著工業發展，安全性雖已提升了不少，但仍常因人為的疏失，讓嬰兒車處於危險之中，造成無法挽回的後果。舉例說明：宜蘭地區曾發生嬰兒車落水事件，一名男翁用嬰兒車推著孫女到附近散步，順便摘些菜，不料因疏忽沒將嬰兒車煞車固定，加上停放在斜坡上，導致嬰兒車滑進一旁的水溝裡，送醫急救後命危 (林泊志, 2013)。

有鑑於此，我們期望能針對嬰兒車的煞車安全為方向做改善，避免再發生這種痛心的意外。我們運用了在學校所習得的機械加工技術(王金柱,2014)及電學基礎 (徐慶堂 & 黃天祥, 電子學 I, 2011) (李文源, 盧正川, & 旗立理工研究室, 基本電學 I, 2010)、程式設計 (旗立研究室, 2001)及微處理機控制技術 (趙英傑, 2013)，來製作電子感應電路及煞車機械結構於嬰兒車上，使其能自動感應當手部離開嬰兒車握把的感應區時，能自動煞車使嬰兒車靜止，可避免在人為疏失之下發生不可挽回的意外事故。

貳、研究目的

一、自動煞車主要功能

- (一)當使用者手放在嬰兒車握把時，煞車能自動放開，保持可推動狀態。
- (二)當使用者手離開嬰兒車握把時，煞車能自動鎖住，保持靜止狀態。

二、危險感知警告功能

- (一)馬達電池電量不足時，能通知使用者更換電池，避免無法正常操控危及安全。
- (二)自動偵測是否停放在斜坡上並提醒使用者，以預先防止意外發生。

三、保留手動煞車的機械結構

為防止電性設備故障或電量不足，而致電子感應煞車系統無法正常運作，因此煞車機械結構設計，將保有原有手動煞車功能，以提高安全性。

四、輕便、易於移植的電路設計

- (一) 將電路簡潔化，並分成兩區塊，利用藍芽作為溝通橋梁，避免過多的控制及資料線路連接，使電路重量較輕，也利於方便移植於其他嬰兒車或應用上。
- (二) 不採用固定的電線或金屬極板作為觸摸點，而利用導電膠布做為觸摸感應區，方便讓使用者依不同車型的握把形狀自行黏貼安裝，已達更高便利性。

參、研究設備及器材

一、開發工具

表 1 研究設備表

軟體	硬體
Visio 2003	桌上型電腦
Word 2003	數位式三用電表、電源供應器
Excel 2003	18650 電池及充電器、藍芽模組(HC-05)
XMind 7	Arduino Pro Mini、USB 轉 UART 板
Arduino 1.6.8	步進馬達及驅動板 DRV8825
PhotoImpact X3	3D 印表機、電鑽、CNC 車床

表 2 研究材料表

編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1	1K Ω \times 1、10K Ω \times 2、1M Ω \times 1 3.9M Ω \times 1、330 Ω \times 1		7	電源座	7
2	5K 精密可調電阻	3	8	18650 電池及電池座	8
3	他激式蜂鳴器	1	9	導電膠布	1
4	LCD 面板	1	10	LM358 (OPA)	1
5	光遮斷器	1	11	DRV8825	1
6	搖頭開關	2	12	藍芽模組	2

(一)Arduino 微控制器

Arduinio是一位義大利高科技設計學校的老師與朋友合作開發，主要是為了使學生能有一個便宜、好用的微控制器，也希望針對不懂電腦語言的族群，能利用Arduino完成很出色的作品。因此他們將Arduino的軟、硬體皆開放於網路，供人免費下載使用，希望能引起更多愛好者的共鳴，果不其然相當多的自由開發社群提倡、推動後，於網路產生了相當多特色的應用

範例及免費的函式庫，可節省許多開發時間 (李浩綸, 2014) (張浚宏, 吳俊青, & 葉昱寬, 2015)。另外，Arduino開發板也有相當多系列，為使電路更為輕巧且功能又完整，因此，本作品決定採用Arduino Pro Mini開發板，如圖1所示，其硬體特色簡述如下：

1. 擁有 14 個數位輸出入(其中有 6 隻腳位可使用 PWM)與 6 個類比輸入，可用程式碼控制其為輸入或輸出，為 Arduino 重要的輸出入來源。
2. 數位接腳可輸出高電位(HIGH)與低電位(LOW)。
3. 類比接腳可輸入 0~5V 的類比訊號，並可解析 10 位元(1024)的數值。
4. 內建 32KBytes 快閃記憶體，其中 0.5Kbytes 作為開機載入程式，其餘供開發者使用。
5. 分為 3.3V、8MHz 及 5V、16MHz 兩種版本，本研究採用 5V、16MHz 版本，將來若考慮產品化，可再改採用 3.3V 版本。

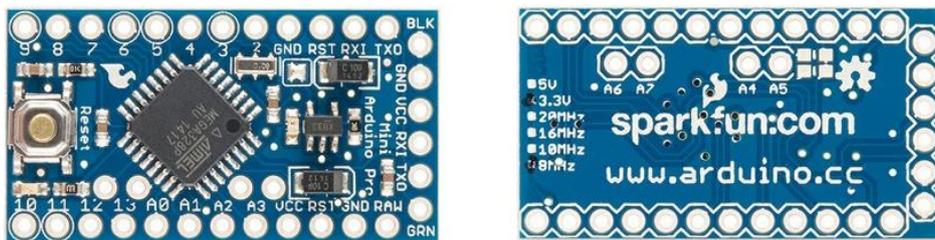


圖 1 Arduino Pro Mini 實體圖

(二)步進馬達

步進馬達(Stepper motor)是直流無刷馬達之一，但與一般直流馬達不同之處，為利用多相電壓的控制可達成固定轉動角，又稱為步進角 (曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014)，因此常應用於做精確度較為嚴苛的工作。在本系統中，為求煞車位置的控制正確性，將採用圖 2 的兩相六線式步進馬達實做。

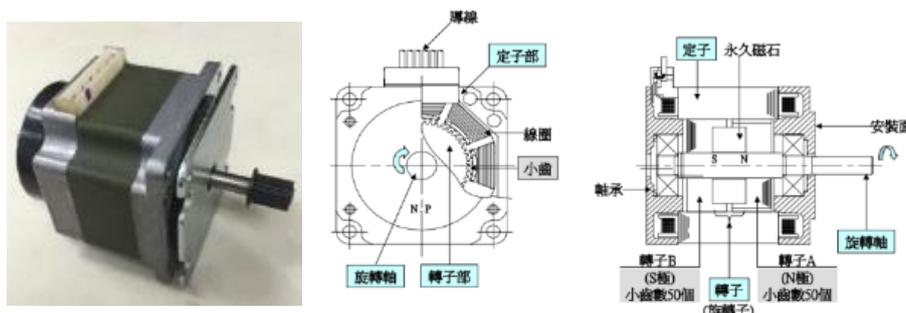


圖 2 兩相六線式步進馬達外觀、內部構造

兩相式步進馬達內部構造中，分為轉子、定子兩大組件，定子為兩組(相)線圈固定於外殼，而轉子為永久磁石，控制時可利用電流通以定子線圈產生磁場，促使轉子運動。控制動作分別有 1 相、2 相、12 相激磁三種，本系統採用 2 相激磁操作，主要原因是 2 相激磁力量大，推動機械結構較無動力不足之虞。

為方便說明兩組線圈控制動作，以下分別以 A 線圈(A、 \bar{A} 表示線圈的兩端)、B 線圈(B、 \bar{B} 表示線圈的兩端)表示，若要使轉子順時旋轉，則線圈激磁順序為AB、 $B\bar{A}$ 、 $\bar{A}\bar{B}$ 、 $\bar{B}A$ ，反之，逆時旋轉則激磁順序相反，如圖 3 所示 (吳俊青, 張浚宏, & 葉昱寬, 2015)。

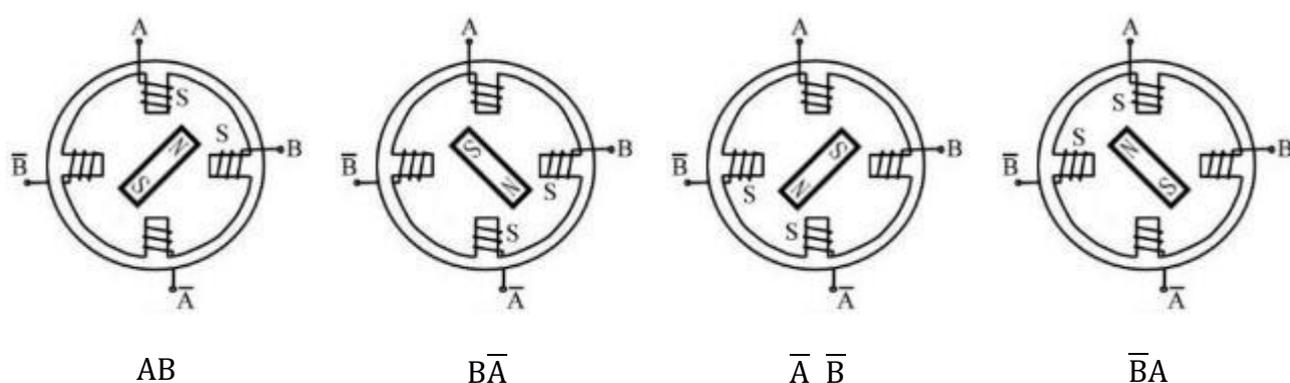


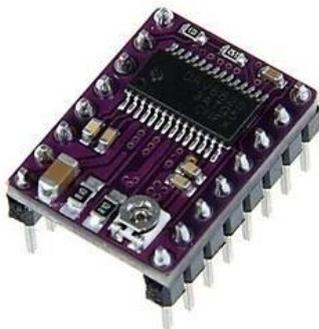
圖 3 兩相激磁控制步驟

(三)步進馬達驅動板

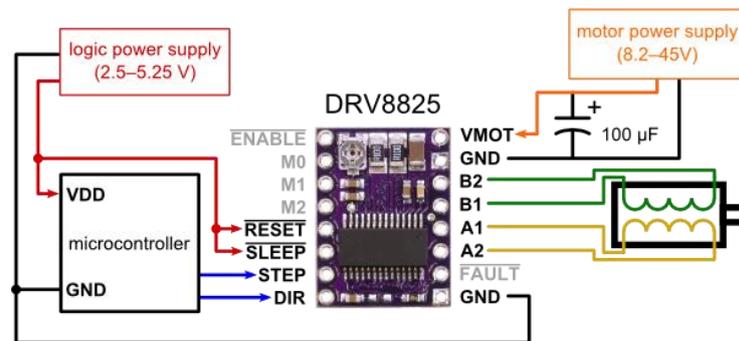
步進馬達驅動分為兩種方式(曹永忠、許智誠、蔡英德，2014)，一種為直驅式，由控制器送出激磁訊號至步進馬達，另一種為透過步進馬達驅動板，由控制器送出轉動命令至驅動板，驅動板再產生激磁給步進馬達。步進馬達驅動板是專門針對大功率步進馬達所設計，通常會有電流過載保護、電壓穩壓…等功能，因此本系統採用 DRV8825 步進馬達驅動板來設計，如圖 4(a)(b)所示，其特性如下：

1. 六種不同的微步模式：整步、半步、1/4 微步、1/8 微步、1/16 微步和 1/32 微步。
2. 過溫，過流電源自動斷開、電壓不足自動鎖定、反短路負載保護。
3. 電源電壓最大可接至 45V。
4. 內置穩壓器，避免突波衝擊電路重要元件。

該驅動板控制訊號分別為致能(ENABLE)、旋轉方向(DIR)、步階(STEP)，由於 ENABLE 為低態動作，因此使用驅動板前將 ENABLE 設定低準位，不使用時將 ENABLE 調整為高準位，可避免多於耗電；DIR 為高準位時，表示步進馬達為順轉，反之為逆轉；每送出一脈波至 STEP，則步進馬達轉一次步進角，藉此我們便可達成步進馬達的控制。



(a) 外觀圖



(b) 驅動線路連線參考圖

圖 4 DRV8825 馬達驅動板

二、感測技術

(一)觸摸感應

人體本身就存在著電容，當手觸摸電路等同人體電容接到電路上，此時若再搭配合適電阻，還能觀察到充放電的效應 (Badger, 2014)。因此我們在握把設立導電點作為人體電容的接觸點，配合適當的電阻值，並利用 Arduino 測量充電的時間，反推手是否放在握把上，進而決定是否煞車以保持安全。

在圖 5(a)中，手尚未碰觸握把導電點時，此時並無人體電容，當 Arduino 送出一個高電位給接收端時，接收端可在短時間接收到該電位如圖 5(b)，而當人的手放在握把上時如圖 5(c)，因為人體本身具有電容特質，所以送出的高電位須先對人體電容充電，充電達一定程度後，才能將高電位送到接收端，因此延遲時間較長如圖 5(d)，此現象也就是電學中的電容充電原理 (李文源 & 盧正川, 基本電學 II, 2010)。利用上述原理即可用來判斷當延遲時間較長時，亦即代表手放在握把上，此時煞車鬆開，而當延遲時間較短時，代表手離開握把，此時則將煞車鎖住(陳珮文,楊福順,&張展華,2016)。

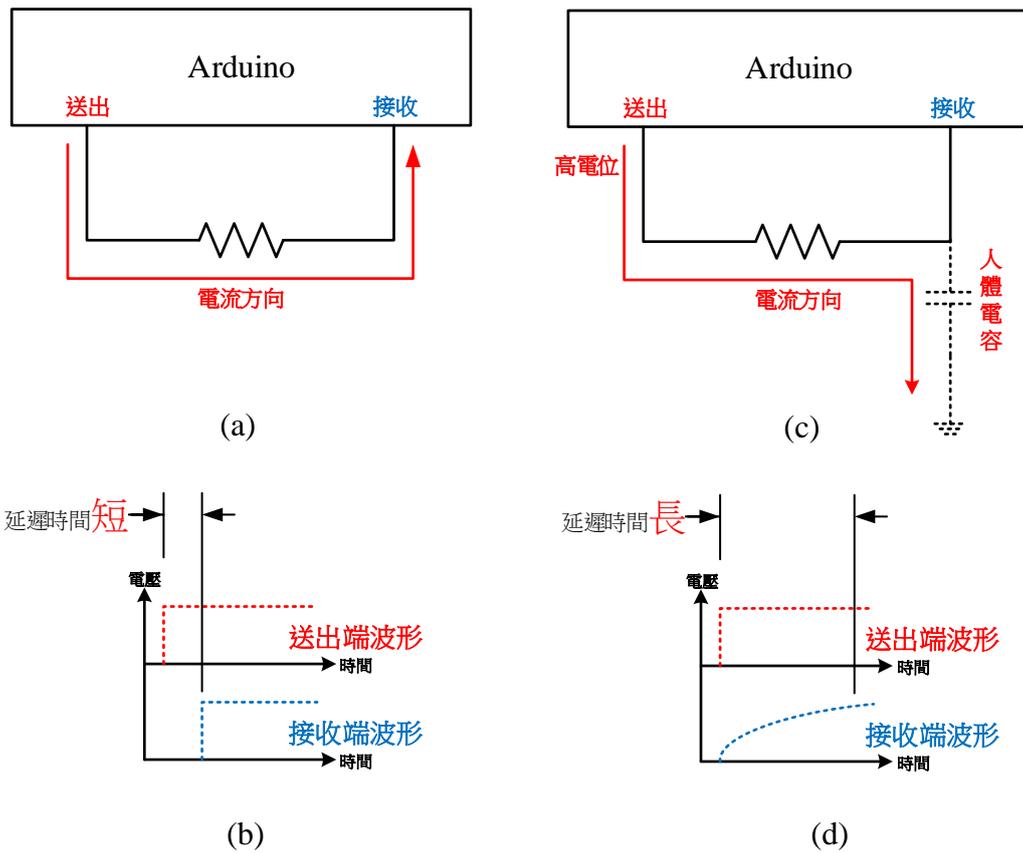
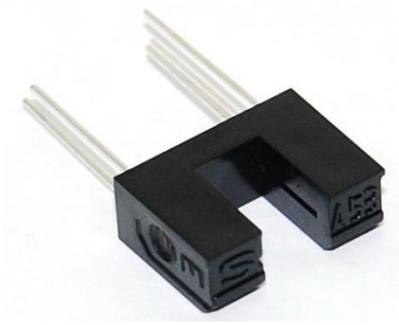


圖 5 觸摸感應示意圖

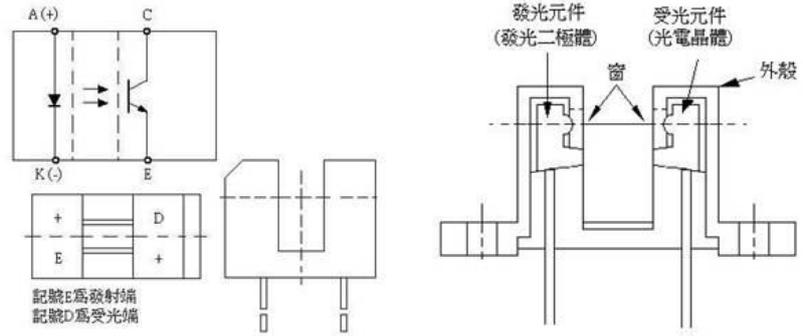
(二)光遮斷器

在許多自動化的工業設備中，光遮斷器就像是程式的監看眼睛，可用來得知實際運作狀況，以方便後台的程式能夠隨時取得數據修正誤差，運用場合例如：3D 印表機列印頭位置、測量輪轉速度、影印機用於監測機殼閉合情況、生產線中物品位置…等。由於本系統使用的步進馬達屬於開迴路控制，無法反饋實際轉動情況(轉動後無法得知實際上是否真正轉動到該位置)，因此我們使用光遮斷器來偵測步進馬達轉動的位置，藉以獲知轉動位置進而推估煞車狀態，外觀如圖 6(a)所示。

光遮斷器結構圖如圖 6(b)所示，分為發光元件與受光元件，發光元件為紅外線二極體，接上正確偏壓後向受光元件發出紅外線，若中間無遮蔽物，受光元件的光電晶體將可收到光線，並將光轉換為基極電流(I_B)以驅動為飽和狀態，此時 C、E 可視為短路；反之，若有遮蔽物，則電晶體因為沒有驅動電流緣故，呈現截止狀態，此時 C、E 可視為斷路 (徐慶堂 & 黃天祥, 電子學 I, 2011)，後端程式便可利用此特性檢測是否有物件通過遮住光線。



(a) 外觀圖



(b) 結構圖

圖 6 光遮斷器

(三) MPU6050 加速度計

1.介紹

目前傾斜角度偵測約略分為兩種 (洪仕育, 邱昭堯, 陳志豪, 湯俊鴻, & 陣彥德, 2012), 一種為內置金屬球或水銀, 當傾斜時依靠金屬球滾動啟動開關, 當大於其限定角度時, 此時感測器兩端點呈現短路狀態, 反之為斷路狀態, 結構簡單、價格便宜, 但依靠金屬球移動接觸開關容易造成彈跳狀況, 輸出只有開路、短路兩種狀態, 無法讀出精確傾斜角度, 後端程式當然也無法做到依角度給使用者不同程度的回饋資訊。

另一種偵測傾斜角度的方式, 為採用三軸加速度計, 可將對 X 軸、Y 軸及 Z 軸的加速度值轉換為對 X 軸、Y 軸及 Z 軸的傾斜角度 (江南, 2012) (曹永忠, 許智誠, & 蔡英德, 2014) (萊恩, 2014), 許多遊戲中的姿態感測器也是採用類似的技術, 而本研究的傾斜偵測單元, 採用加速度計 MPU6050 達成, 如圖 7 所示。



圖 7 MPU6050 加速度計

2.三軸加速度偵測角度原理

假設欲求得嬰兒車傾斜與 X 軸夾角 θ ，如圖 8(a)，先利用加速度計(MPU6050)取得三軸加速度量 A_x 、 A_z 、 A_y ，再利用 A_y 、 A_z 取得 A_{YZ} 合向量，再將之向右平移至 A_x 箭頭處，此時 A_{YZ} 與 A_x 垂直如圖 8(b)，再利用反正切三角函數(\tan^{-1})求得夾角 θ (陳佩文,楊福順,&張展華,2016)。

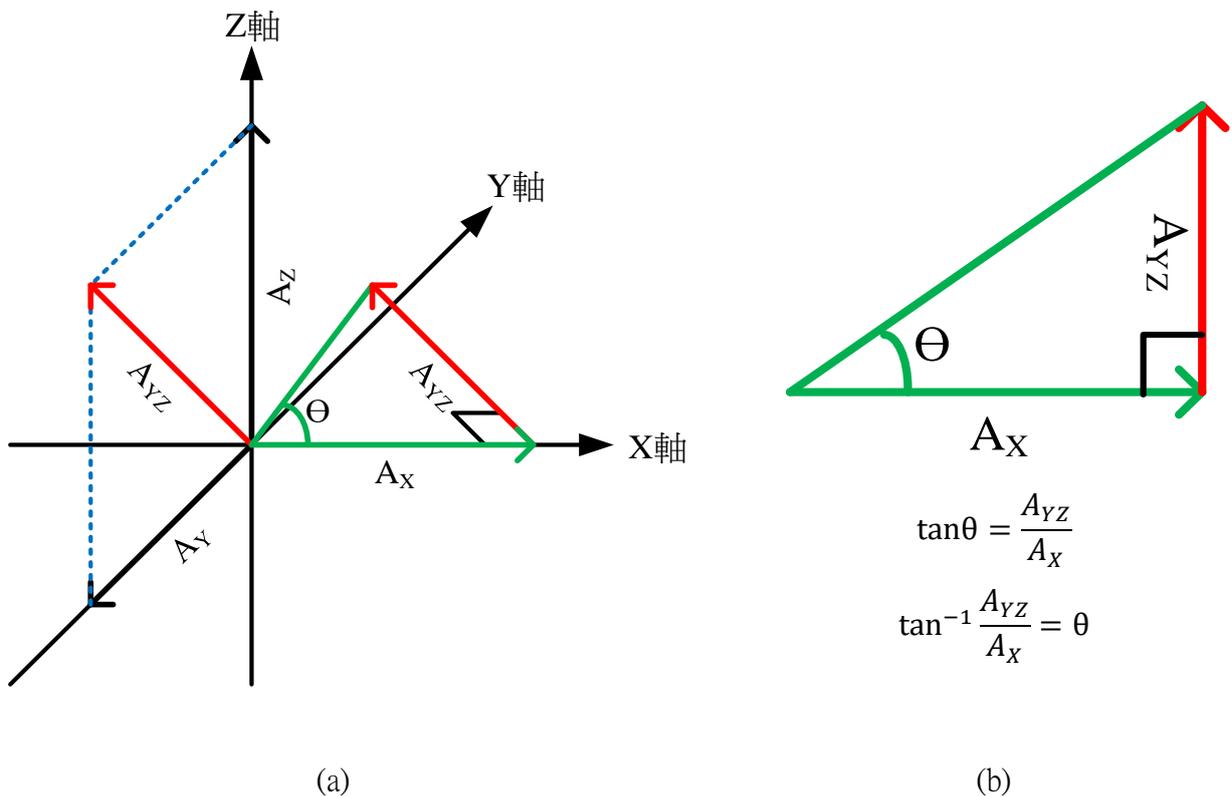


圖 8 加速度計示意圖

肆、研究過程或方法

一、研究方向及步驟

延伸創作目的需求，擬定以下研究方向，如圖9所示，並訂定研究步驟，如圖10所示。

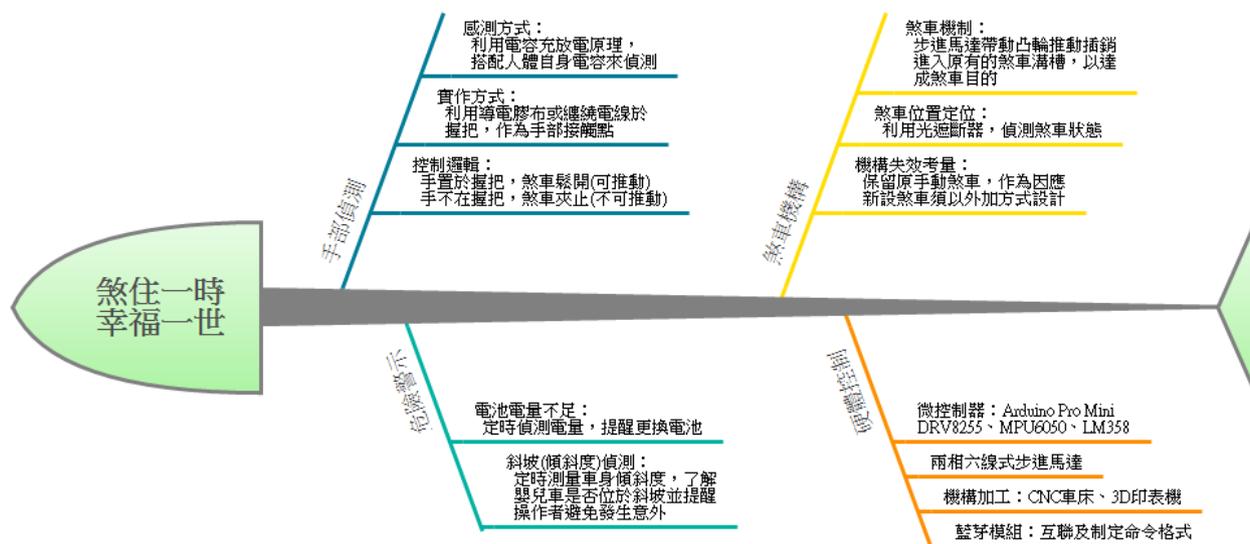


圖 9 研究方向

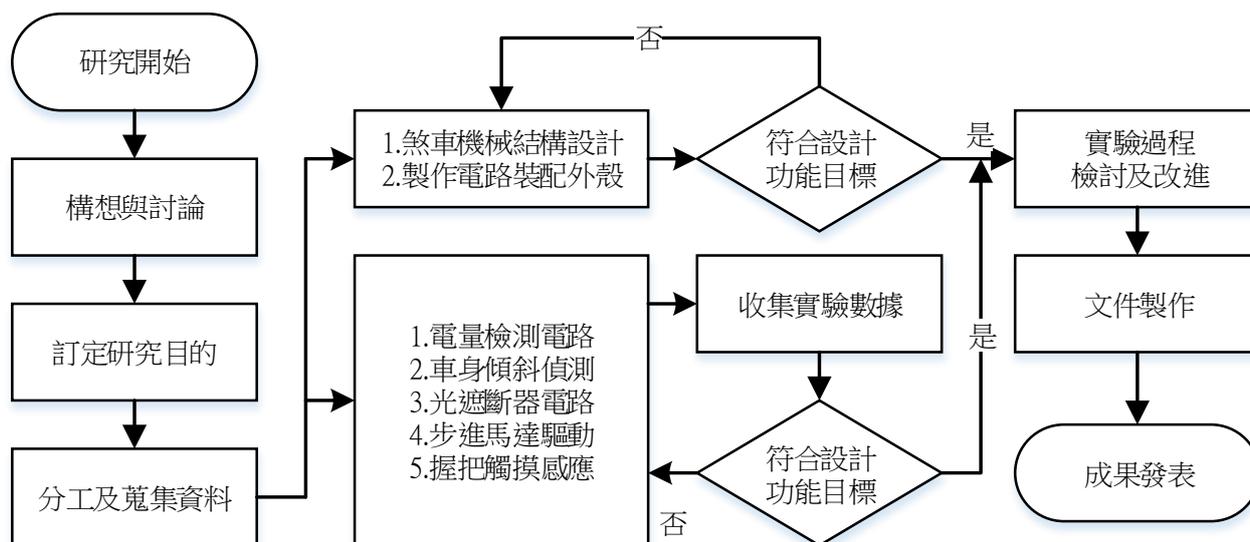


圖 10 研究步驟流程圖

二、主控電路設計

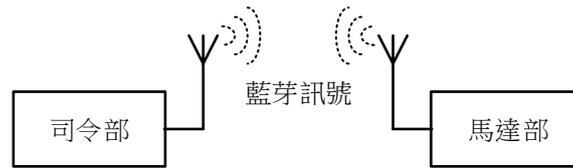


圖 11 嬰兒車自動煞車系統電路

在設計之初，我們原將所有功能整合在一個 Arduino 控制板，但因觸摸感應握把位置及馬達位置距離較遠，因此需要大量線路連接，也導致在組裝上的困擾，更有時為了找出哪條線接觸不良而大傷腦經。幾經討論後，我們將電路分為司令部及馬達部，並採用藍芽無線來連接兩端，兩端可透過我們設定的命令格式，各取所需資訊，如此可大幅減少連線，其中司令部位於握把處，主要為顯示資訊、感應握把觸摸狀態及傾斜角度偵測，如圖 12 所示，而馬達部位於後輪，控制馬達動作達成煞車功能，如圖 13 所示，其內部詳細各個模組說明如下：

(一)司令部

1. 顯示模組：顯示左右手觸摸狀態、傾斜角度及馬達電壓百分比。
2. 加速度模組：傾斜角度偵測。
3. 觸摸感應模組：感測右手、左手是否放在把手。
4. 蜂鳴器：提醒使用者初始化完畢及警示馬達電量不足。
5. 藍芽模組：向馬達部傳送命令及接收資料。

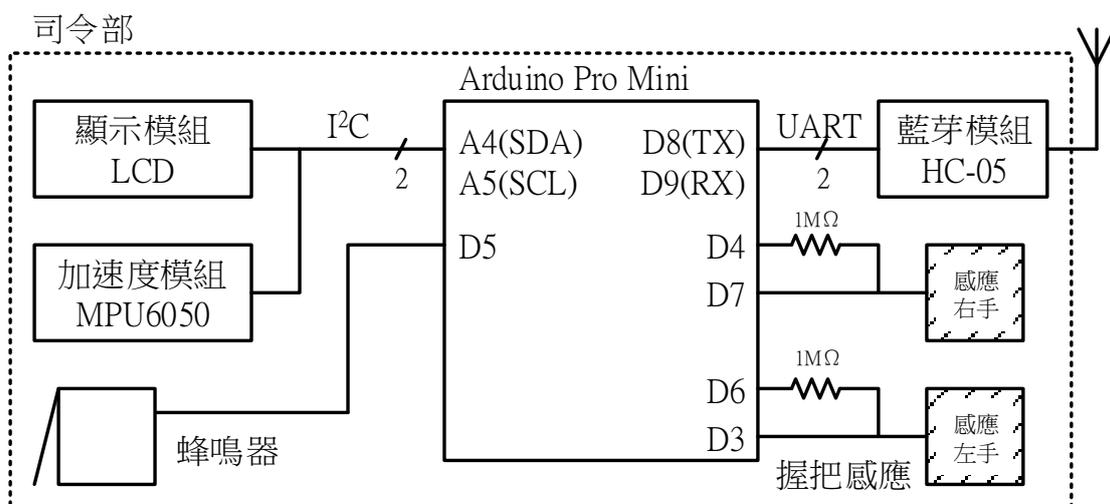


圖 12 司令部電路圖

(二)馬達部

1. 馬達電壓取樣：

由於 Arduino 僅能接受的類比電壓為 0~5 伏特，因此利用電阻分壓先將馬達電壓 0~14.8 伏特降至 0~3 伏特，並利用 OPA 輸入高阻抗避免負載效應 (徐慶堂 & 黃天祥, 電子學 II, 2016)，再利用 OPA 放大電壓至 0~5 伏特，方便供 Arduino 取用。

2. 馬達模組：驅動步進馬達，以達成鬆開或煞住煞車之功能。

3. 光遮斷模組：判斷步進馬達轉動位置及是否達到煞車之目的。

4. 藍芽模組：接受司令部命令及傳送馬達電壓資料。

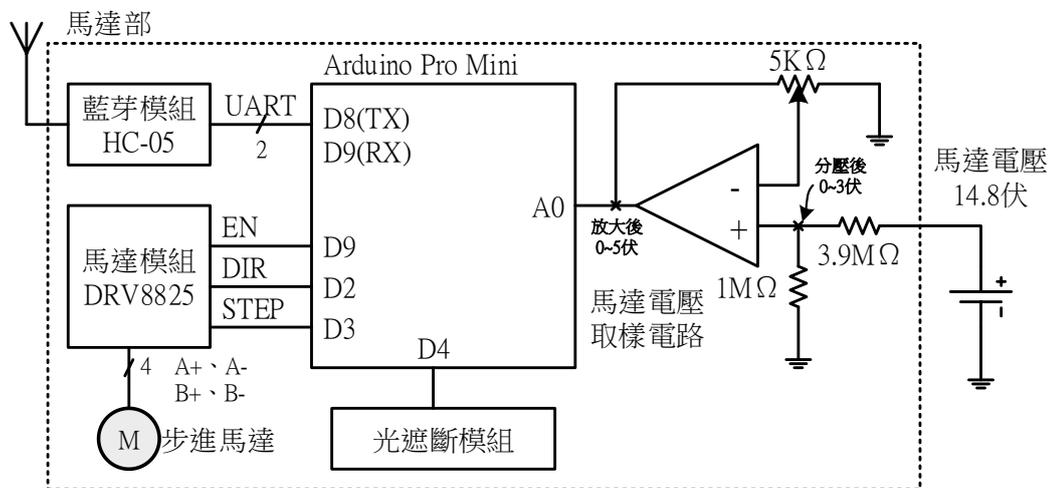


圖 13 馬達部電路圖

在馬達部電路設計中，特意將馬達電源(14.8 伏特)及 Arduino 控制器電源(7.4 伏特)分離，主要是避免馬達動作瞬間耗電量甚巨造成電源波動，進而影響控制器誤動作甚至燒毀。圖中電壓測量模組，為利用 OPA 的高輸入阻抗對馬達電壓採樣，可避免負載效應影響讀取值，內部透過電阻分壓再放大，可將 0 伏特~14.8 伏特精確轉換至 0 伏特~5 伏特，將此數值送入 Arduino，透過 Arduino 內置的類比轉數位功能，再轉為數值，可作為電量不足警示之重要參考依據。

為確保煞車動作的可靠度，本作品採用高扭力的步進馬達來推動煞車機構，也因此馬達需配合適的功率放大驅動板 DRV8255，透過 DIR 可控制旋轉方向，每送一個脈波至 STEP 便會轉動一個步進角，EN 則可致能控制板。

三、通訊命令規劃

由圖 12、圖 13 可知在司令部取得握把觸摸結果後，接下來要請馬達部控制煞車與否，另外也須能取得馬達電量以便顯示，當電量不足時可用來提醒使用者該更換電池，因此我們簡要的設定了幾道指令，以供司令部與馬達部能透過無線藍芽訊號相互溝通，如表 3 所示。

表 3 司令部、馬達部命令、回應表

編號	司令部 → 馬達部		司令部 ← 馬達部	
	命令格式	說明	回應格式	說明
命令 1	1,0	要求鬆開煞車	1,1	已完成鬆開煞車
命令 2	2,0	要求煞住煞車	2,1	已完成煞住煞車
命令 3	3,角度值	要求步進馬達轉動特定角度	3,1	已完成轉動角度
命令 4	4,0	取得馬達電量	4,電壓值	取得電壓值並回傳

四、司令部程式規劃

(一)Arduino 程式規則說明

到工廠操作機台前，必須先做些前置動作(備料、檢查、設定)，才能進行重覆性的工作，Arduino 的硬體也是一部機器，因此程式基本架構由兩個函式組成，分別為負責前置動作函式 setup、重覆性迴圈函式 loop，如圖 14 所示。當程式起動時，

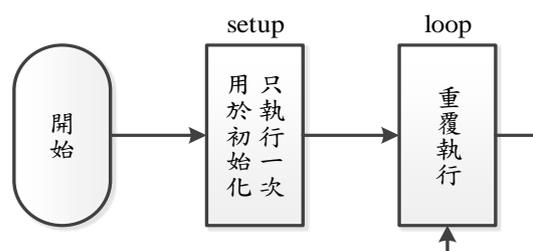


圖 14 Arduino 程式工作流程

便利用 setup 進行參數設定(只執行一次)，之後便反覆執行於 loop，因此通常將相關初始化置於 setup，主程式則置於 loop。

(二)司令部設計流程圖

依據 Arduino 程式設計規則，司令部程式的 setup 及 loop 流程規劃，如圖 15 及圖 16 所示，setup 除將初始化各部模組、取得第一次顯示的數值外，還有兩件重要的事情，一是將煞車鎖住以防止意外發生，二是設定時間中斷函式，讓系統能定時更新傾斜角度、馬達電量，好讓程式檢查是否處於危險狀態，進而發出訊息通知使用者，在一切就緒後，會以蜂鳴器發出聲響知會使用者 setup 初始化完畢。

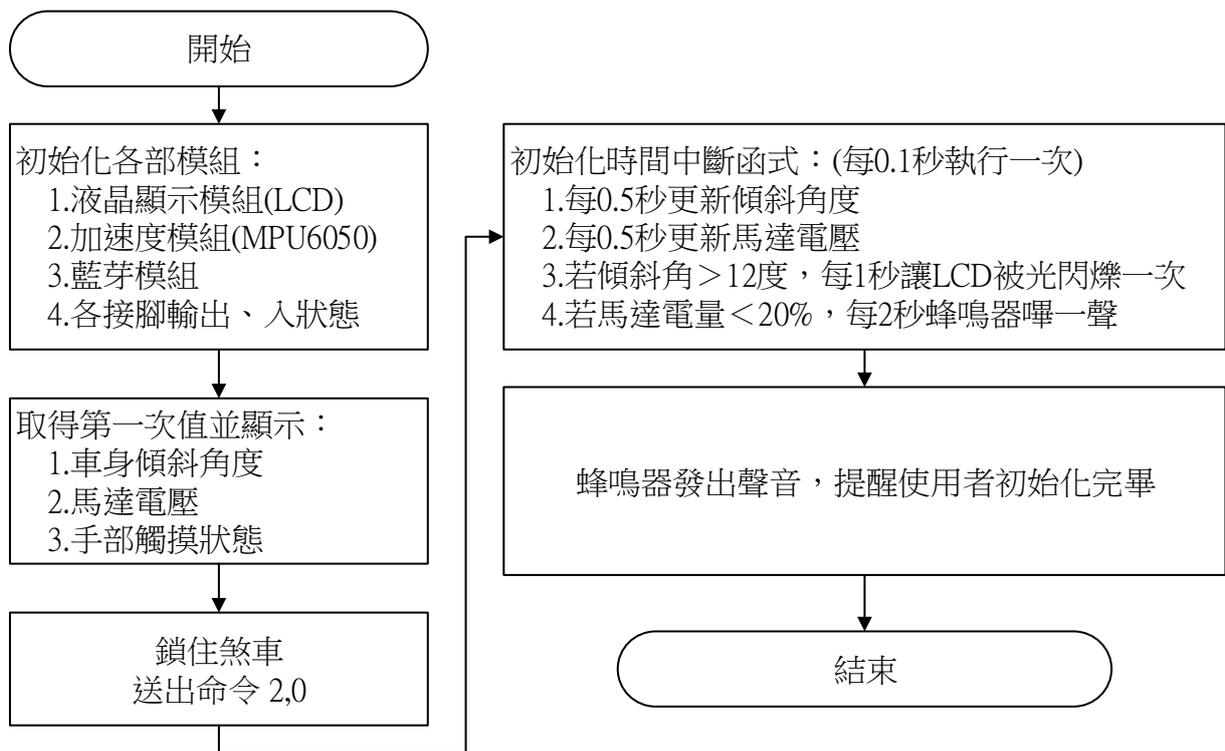


圖 15 司令部 setup 函式流程圖

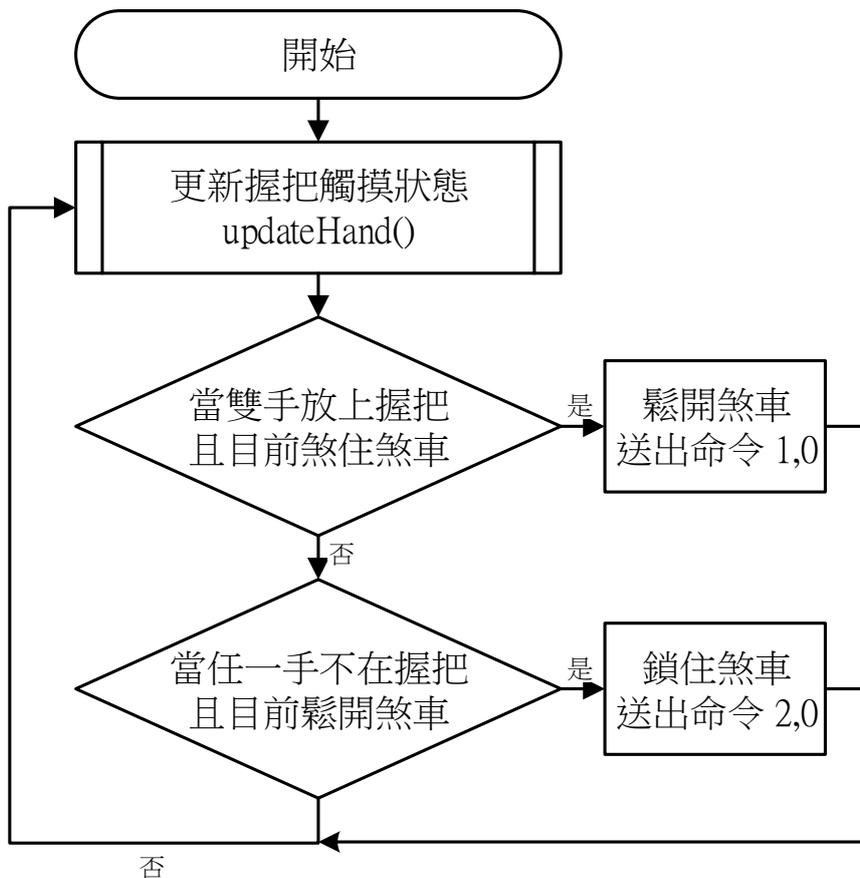


圖 16 司令部 loop 函式流程圖

在 setup 函式中，已設定每 0.1 秒會自動進入中斷函式一次，中斷函式主要任務為定時更新車身傾斜角度、馬達電壓及警示，若車身傾斜角達 12 度，將定時閃爍 LCD 背光警示目前車身傾斜過大請注意，若馬達電量小於 20%，將以蜂鳴器提醒使用者更換電池，如圖 17 所示。

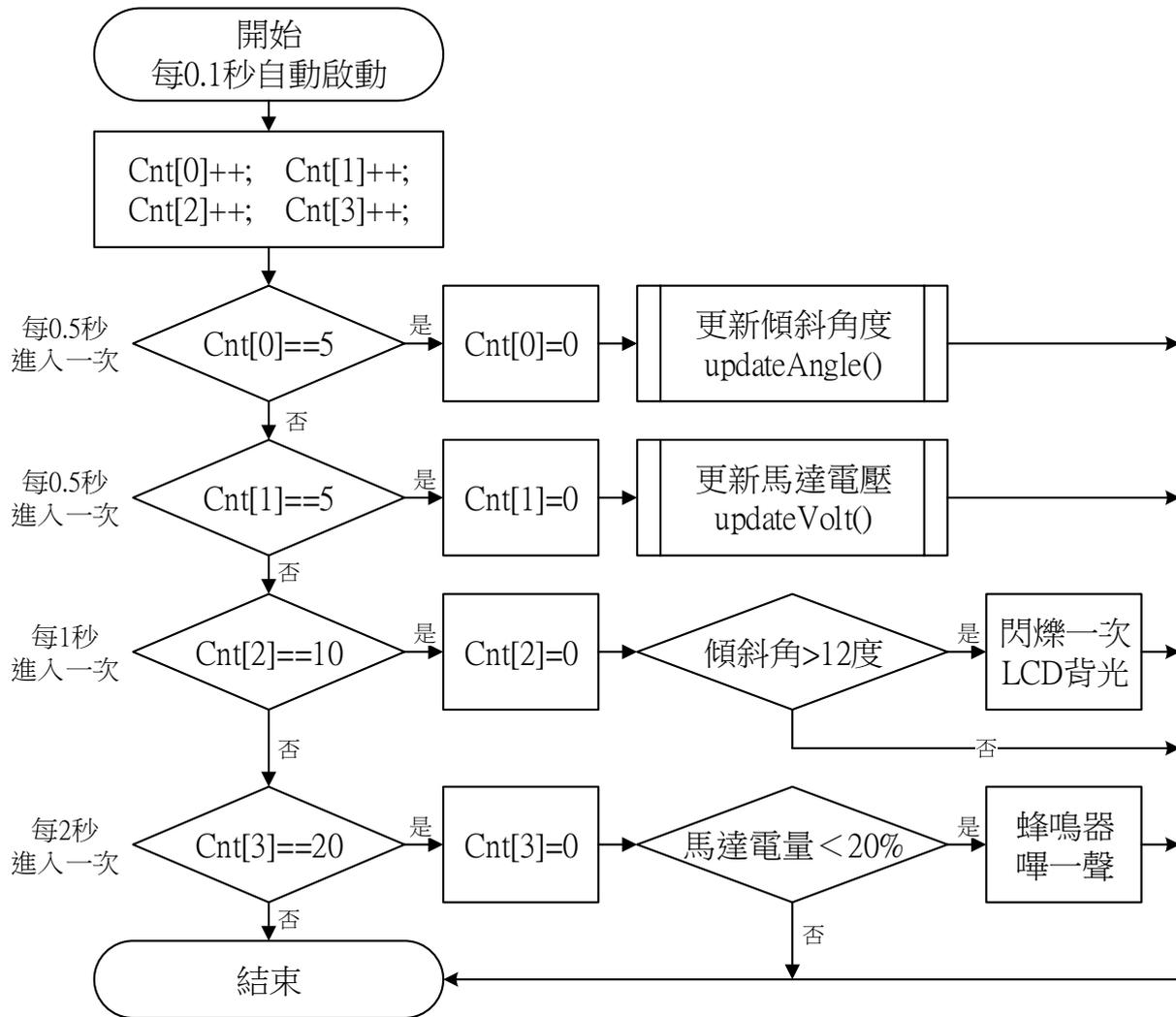
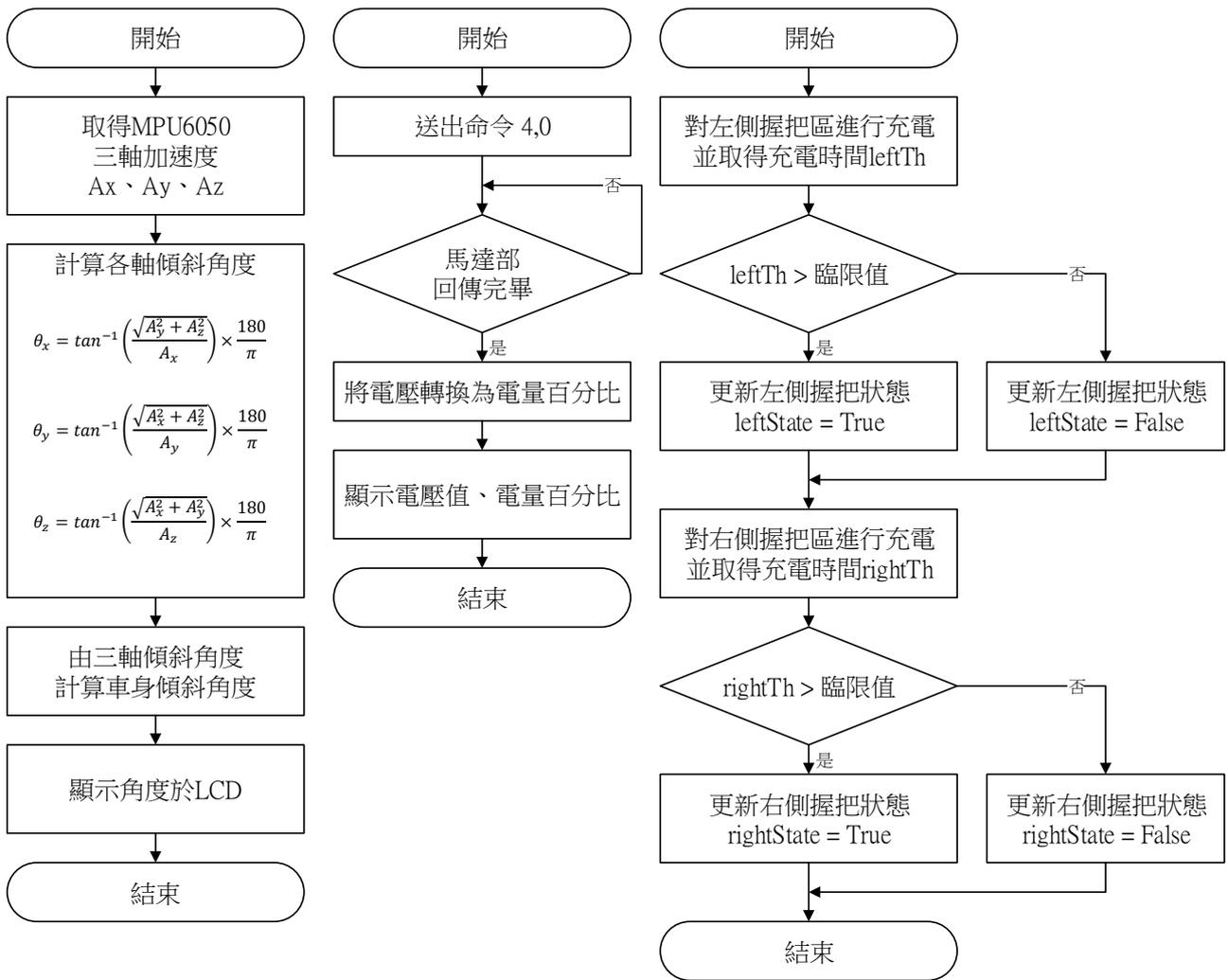


圖 17 司令部時間中斷函式流程圖

為了避免主程式過於龐大複雜，在上述流程圖中，我們建立了 updateAngle、updateVolt、updateHand 三個副程式，執行更新傾斜角度、馬達電量及手部觸摸狀態，並將數值顯示於 LCD 面板，其詳細流程請參閱圖 18(a)(b)(c)。其中 updateAngle 取得角度的方式，可參閱圖 8 說明。



(a) updateAngle 流程

(b) updateVolt 流程

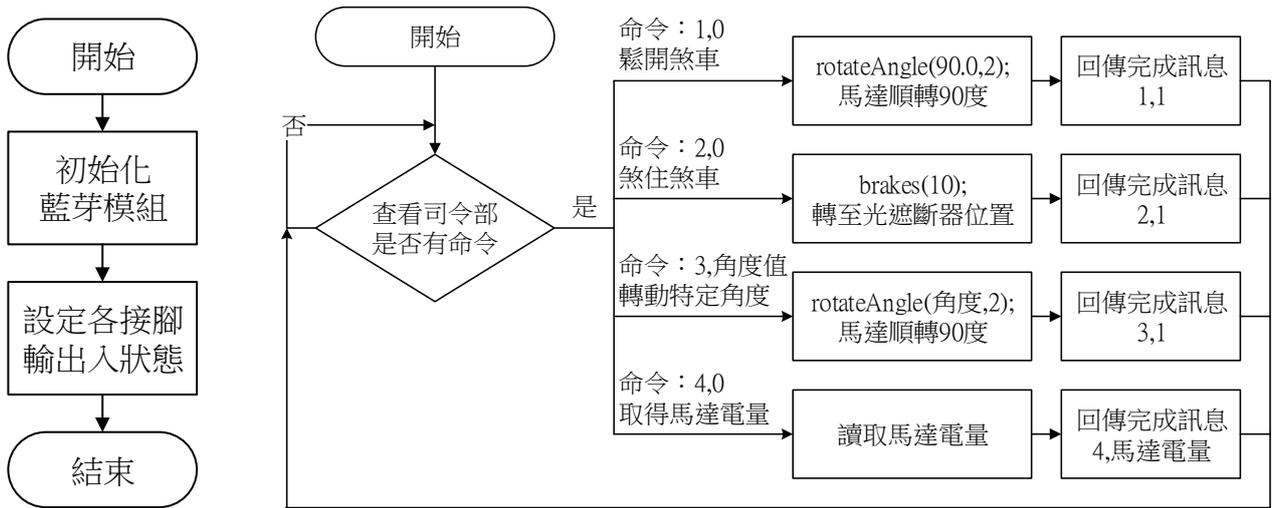
(c) updateHand 流程

圖 18 司令部副程式流程圖

五、馬達部設計流程圖

馬達部任務較為單純，隨時處於待命接收司令部傳送過來的指令，解譯指令並做出轉動步進馬達的動作、取得馬達電量回傳給司令部。程式流程如圖 19 所示。

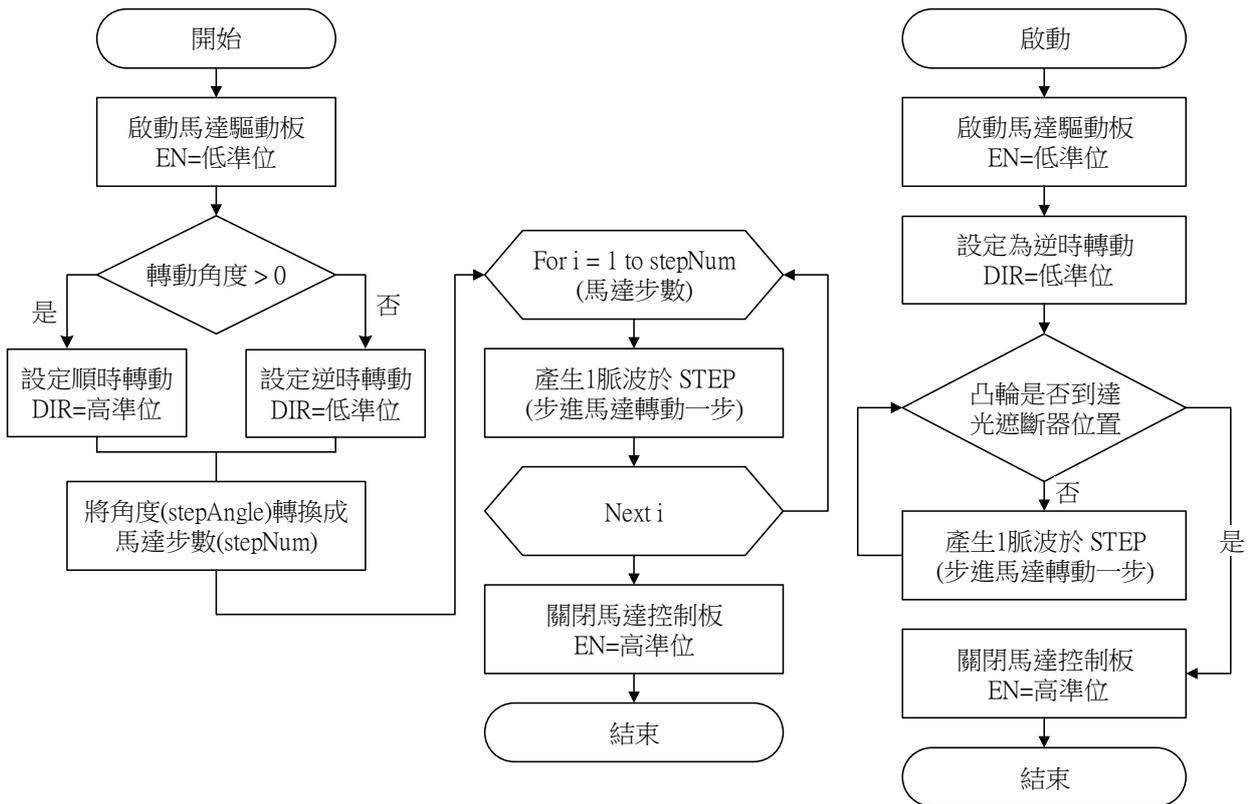
在 loop 中，我們利用 brakes 函式控制步進馬達轉到光遮斷器位置，即為煞車煞住位置，而 rotateAngle 函式則可設定旋轉特定角度，例如在 loop 中將其運用在煞住狀態去旋轉 90 度，以達成解開煞車之目的。brakes、rotateAngle 配合 DRV8825 控制時序，其程式流程如圖 20 所示。



(a) setup 流程圖

(b) loop 流程圖

圖 19 馬達部流程圖



(a) rotateAngle 流程圖

(b) brakes 流程圖

圖 20 馬達部副程式流程圖

六、機件結構配置

圖 21 為機構的配置，握把上為司令部，馬達上為馬達部，煞車結構為凸輪固定於步進馬

達軸心上，兩側插銷安裝於固定支架上，插銷上安裝插銷位置固定環，並加上壓縮彈簧，當凸輪在垂直插銷時可將插銷自動彈回，詳細零件與相關位置說明，如下所示。

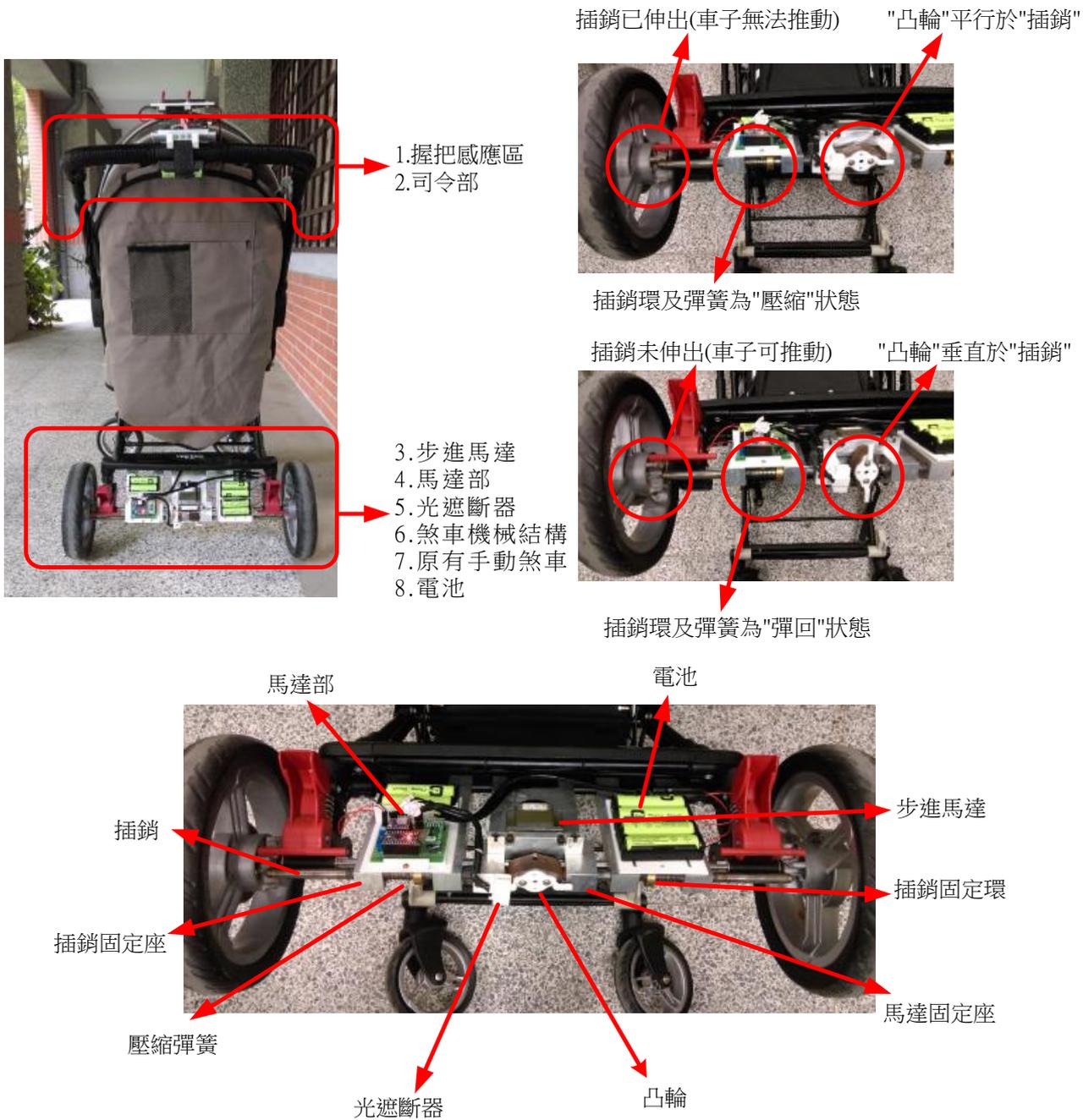


圖 21 機件結構介紹

伍、研究結果

為檢證最後的成品設計是否能達成所訂定研究目的，我們設計四項實驗，協助自我檢視成果是否達到預期效果，如圖 22 所示。

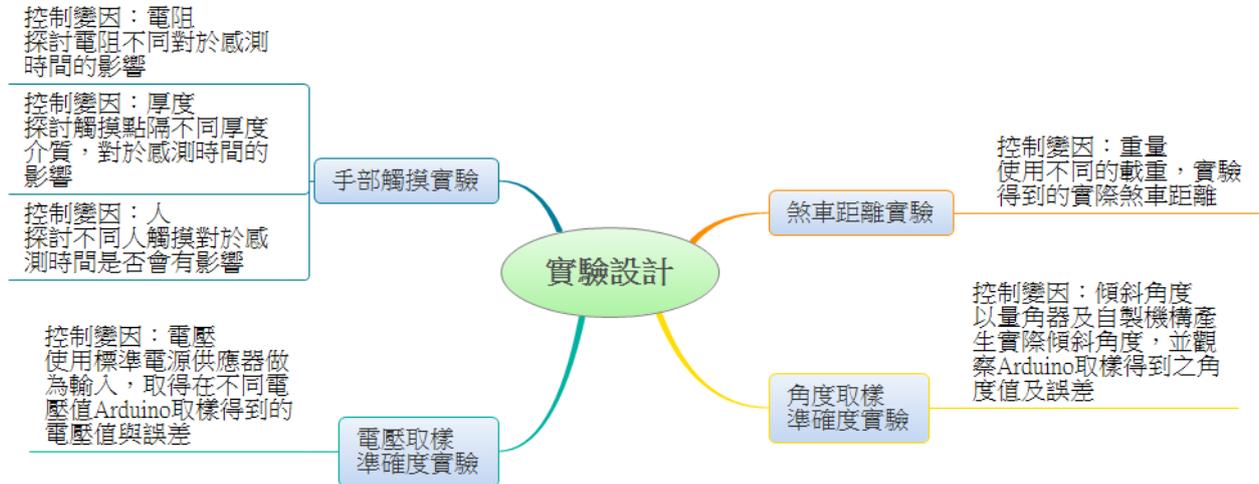


圖 22 實驗設計

一、手部觸摸實驗

(一)探討電阻與量測時間之變化

1.控制變因：電阻

2.實驗目的及過程：

本研究的觸摸技術，為利用電阻與人體電容充放電延遲時間，來判別手是否放在握把的狀態，我們希望透過本實驗選出合適的電阻值，讓 Arduino 控制器能量測。因此在不同電阻值的情況下，各觸摸 10 次取出平均，藉以找出合理電阻值。

3.實驗成果

表 4 電阻值與觸摸值實驗數據圖

電阻值(Ω)	300K	500K	700K	1M	1.3M	1.5M	1.7M	2M
觸摸值(每 10 次平均)	61	107	162	179	244	297	326	405

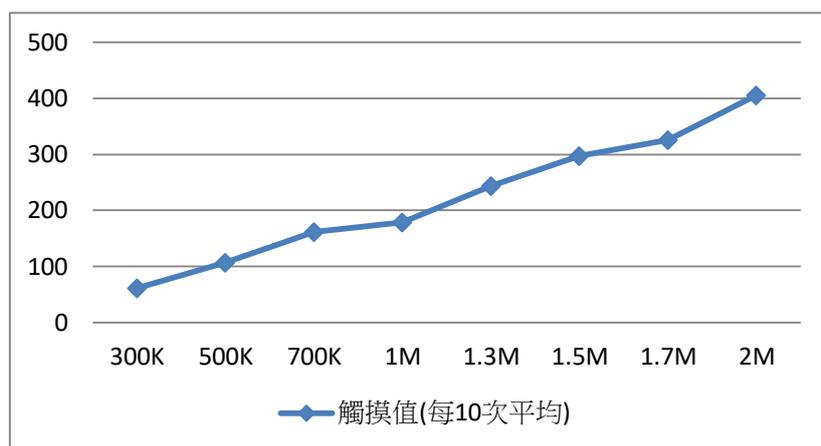


圖 23 電阻值與觸摸值之變化關係圖

4.實驗結論：

由圖 23 可知電阻值越大，測得觸摸值(充電時間)越大，也越容易判斷手是否放在握把上，但測量等待時間也越長。這與電學充放電常數有關，電阻越大、時間常數也越大，如圖 24 所示。經過此次實驗，我們決定使用 $1M\Omega$ ，容易判斷且等待時間也能接受。

$$\tau \uparrow = R \uparrow C$$

圖 24 時間常數公式圖

(二)探討不同介質厚度與量測時間之變化

1.控制變因：厚度

2.實驗目的及過程：

在嬰兒車實際使用狀況下，人們可能隔著介質才碰觸，例如：手套、手邊的塑膠袋…等，我們想實驗接觸點，若隔不同厚度的介質(以紙為例，每張約 0.1mm)，對於感測值影響為何？進而能給使用者一些操作上的建議。

3.實驗成果

表 5 厚度與觸摸值實驗表

紙張數目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
左握把觸摸值	180	152	141	85	87	88	82	50	60	30	28
右握把觸摸值	182	153	122	91	63	63	64	63	61	60	57

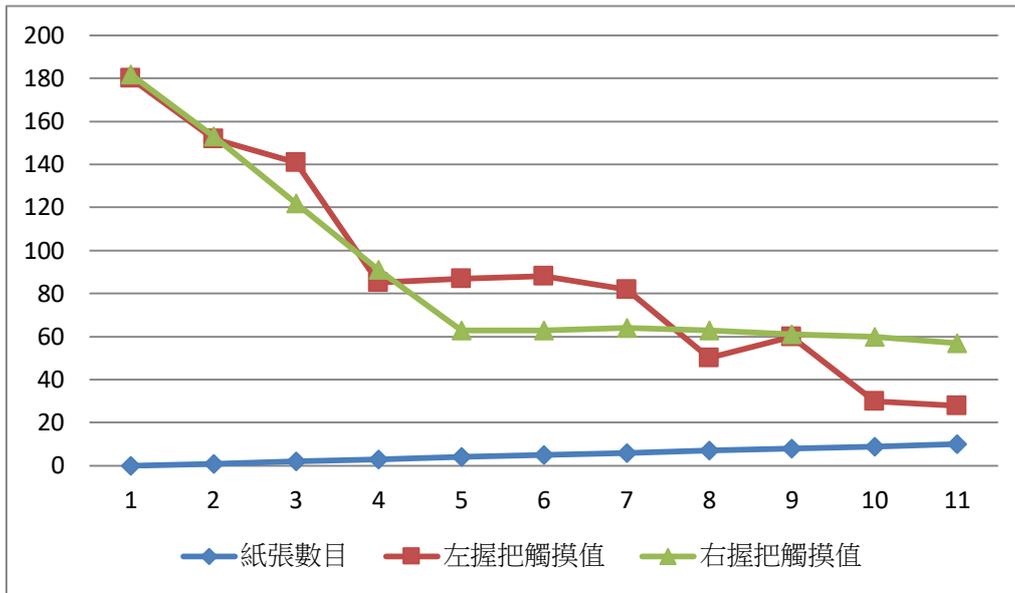


圖 25 厚度與觸摸值實驗數據圖

4.實驗結論：

當厚度越厚時(d 越大)，觸摸值的變化雖不穩定，但仍可看出向下彎，符合電容公式的概念，d 越大，C 越小，得到的延遲時間也就越小。由數據可知，距離對於觸摸的感應仍有相當影響，應提醒使用者避免隔太厚的介質觸摸。

(三)探討不同人觸摸與量測時間之變化

1.控制變因：人

2.實驗目的及過程：

本實驗想知道當不同人來觸摸握把時，所呈現的觸摸值是否具有穩定性，以避免因不同人操作可能導致觸摸值不同，造成剎車誤動作，在此找 10 位測試者，每位各觸摸 10 次取平均紀錄並觀察結果。

3.實驗成果

表 6 試驗者不同對於數據變化表

試驗者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準差
左握把觸摸值	178	179	172	178	183	179	178	176	175	179	177.7	2.63
右握把觸摸值	182	183	184	185	179	184	176	183	180	183	181.9	2.50

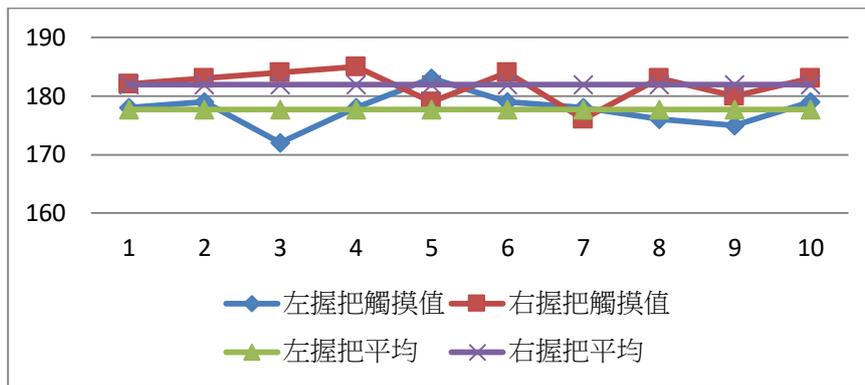


圖 26 不同試驗者對觸摸值之變化

4.實驗結論：

觀察實驗結果，可發現數值雖有跳動，但與平均值相比差距皆在 6 以內(左握把 5.7、右握把 5.9)，計算其標準差也約在 2.6 至 2.5 之間，可見不同人觸摸對於觸摸值並不會造成太大的影響，由此可知此種感應方式，即使不同人來操作也具有一定穩定性。另外，左握把與右握把平均值略有差距，係因配合充放電的電阻本身即有些許誤差而造成。

二、電壓取樣準確度實驗

(一)實驗目的及過程

本實驗想瞭解取樣後的電壓與實際電壓的誤差情形，避免實際使用時，電池電量誤判造成危險。我們利用標準電源供應器提供電壓來取代電池，並搭配三用電表再次確認電壓輸出值，最後觀察取樣後的結果，因實驗數據較多，圖 27 僅用 0V、5V、10V、14.8V 作展現。

(二) 實驗成果



實際電壓 0V

供給電壓 5V

供給電壓 10V

供給電壓 14.8V

測量值 0.1V(紅框)

測量值 5V(紅框)

測量值 10V(紅框)

測量值 14.7V(紅框)

圖 27 實際值與面板顯示值圖

表 7 實際電壓與測量值電壓表

實際值(電壓)	0	1	2	3	4	5	6
測量值(電壓)	0.1	1.1	2	3	4	5	6
誤差值	0.1	0.1	0	0	0	0	0
誤差百分比(%)		10	0	0	0	0	0
實際值(電壓)	9	10	11	12	13	14	14.8
測量值(電壓)	9	10	11	12	12.9	13.9	14.7
誤差值	0	0	0	0	-0.1	-0.1	-0.1
誤差百分比(%)	0	0	0	0	-0.77	-0.72	-0.68

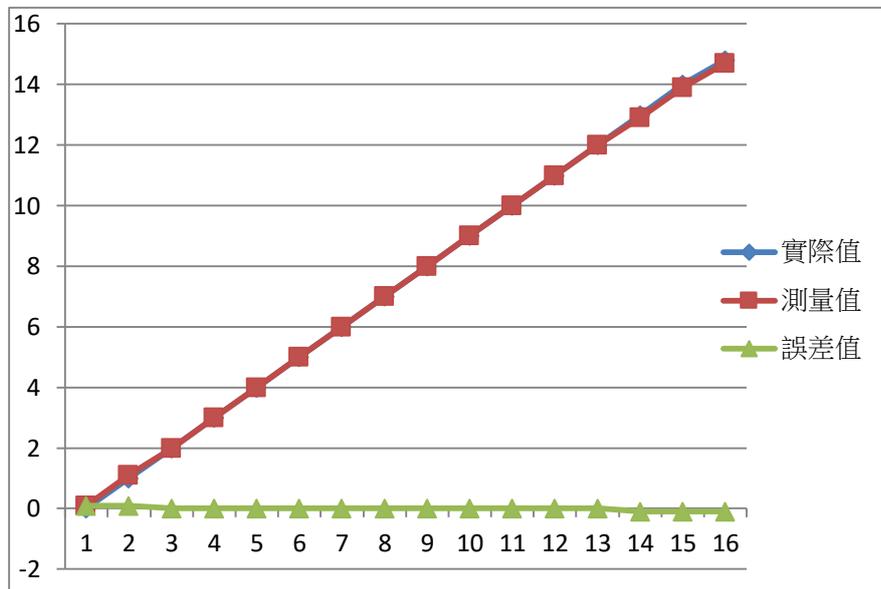


圖 28 實際電壓與測量值電壓折線圖

(三)實驗結論

由實驗結果發現電壓取樣值與實際值誤差不大，僅約 0.1 伏特的誤差，誤差百分比也在 $\pm 1\%$ ，因此可確保不會因誤差而發生危險。

三、角度取樣準確度實驗

(一)實驗目的及過程

測量實際傾斜角與取樣轉換後之傾斜角的誤差值、誤差百分比，是否在合理區間，以確保能給使用者正確的安全防護資訊。

實驗過程中，我們製作一個量角器檢具，此檢具可以手動來模擬真實傾斜角度，以 90° 為基準 0° ，往右為正，代表向前傾斜，往左為負，代表向後傾斜。因實驗數據眾多，因此以 0° 、 15° 、 30° 、 45° 實驗圖來展現。

(二)實驗成果



實際角度 0°

取樣角 0.58° (紅框)



實際角度 15°

取樣角 15.13° (紅框)



實際角度 30°

取樣角 31° (紅框)



實際角度 45°

取樣角 46.24° (紅框)

圖 29 實際與測量傾斜角度圖

表 8 實際與取樣傾斜角度實驗數據表

實際值(角度)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
測量值(角度)	0.58	5.24	10.95	15.13	21.07	24.75	31	34.43	40.17	46.24
誤差值	0.58	0.24	0.95	0.13	1.07	-0.25	1	-0.57	0.17	1.24
誤差百分比(%)		4.8	9.5	0.87	5.35	-1	3.33	-1.63	0.425	2.76
實際值(角度)	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	
測量值(角度)	-44.19	-39.58	-36.17	-29.38	-26.67	-19.49	-14.35	-9.81	-4.17	
誤差值	0.81	0.42	-1.17	0.62	-1.67	0.51	0.65	0.19	0.83	
誤差百分比(%)	1.8	1.05	-3.34	2.07	-6.68	2.55	4.33	1.9	16.6	

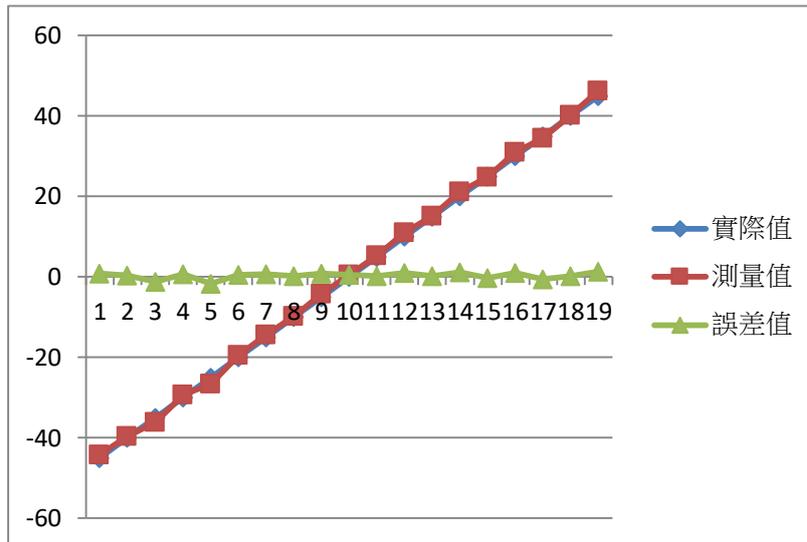


圖 30 實際與測量傾斜角度

(三)實驗結論

經過實驗後，我們發現實際傾斜角度與偵測到的傾斜角度誤差並不大，誤差值皆在 1.67 度內，並不會造成嬰兒車的危險。

四、煞車距離實驗

(一)實驗目的及過程

一般嬰兒車使用年紀約兩歲，並依據衛生福利部公布的兩歲兒童生長曲線（國民健康署, 2012），一般體重約 14 公斤以下，因此在實驗過程中，利用水來模擬嬰兒的重量，在此我們測試兩歲以前嬰兒的重量，將水放置在嬰兒車上重複推動 10 次，取平均值來記錄，

(二) 實驗成果

表 9 負重與煞車距離實驗數據表

重量(kg)	1	2	3	4	5	6	7
煞車距離(m)	0.9	1.1	1.2	1.24	1.38	1.47	1.6
重量(kg)	8	9	10	11	12	13	14
煞車距離(m)	1.64	1.73	1.77	1.83	1.88	1.89	1.92

(三)實驗結論

由此實驗我們可以發現，當負重越重時，煞車距離越長。

陸、討論

一、煞車結構問題

在實驗煞車距離過程中，我們發現當凸輪將插銷推至輪胎隙縫時，可能會碰到隙縫間的擋板，造成較慢煞車。

解決方式：由於每種嬰兒車的煞車結構不盡相同，若找出解決此車的煞車方式，此方案也不一定能符合在其他車的案例上，且此車為概念之原型車，未來若能與廠商合作生產，再由廠商協尋更換合適的煞車結構才是解決的最佳方式。

二、配線、接觸不良問題

最初製作時，我們原將司令部與馬達部合併再一起設計，但發現有關馬達的線路要往下配線，觸控、LCD 顯示線路又要往上配線，配線距離過遠也過多，容易在安裝時導致接觸不良、雜亂及較難安裝。

解決方式：經過多次小組討論及嘗試後，我們將電路拆為司令部與馬達部兩部分設計，上半部的元件及線路就稱為司令部，下半部就稱為馬達部，並利用無線藍芽訊號來取代過多配線的問題，可避免接觸不良以及雜亂，在安裝上也較容易。

三、握把的電線纏繞過多問題

最初製作時，我們利用電線纏繞於握把上來達成觸摸感應，但考量到若真要產品化，電線纏繞過多將造成使用者安裝不方便，不符合我們期望的便捷性。

解決方式：我們將電線改為導電膠布，將導電膠布直接黏貼於握把上，無須再花太多時間於纏繞電線上，此種改良方式，也能適應在不同握把形狀的嬰兒車，將來若真要移植至其他嬰兒車，也較為容易。

四、觸摸感應問題

在測試時，我們發現當用手直接觸摸用來感應的金屬板後，因距離(d)較小，人體電容(c)大，如圖 31(a)所示， c 過大將使充電時間常數也變大，所接收到的時間長，如圖 31(b)所示，導致程式內部計數器溢位，使得判斷錯誤，無法鬆開煞車。

$$C \uparrow = \epsilon \frac{A}{d \downarrow} \quad \tau \uparrow = RC \uparrow$$

(a) (b)

圖 31 電容值與時間長數公式圖

解決方式：我們在金屬板上黏貼透明膠帶，增加金屬板與手的距離(d)，用以減少電容(c)，且膠帶隔絕效果較好，測試之後煞車機制可正常動作。

五、電量耗損速度問題

因本作品是使用電池來進行剎車，是否省電是很重要的，以避免用電量過大造成使用者須頻繁地更換電池。

解決方式：我們發現馬達在待機下，所需消耗的電流為 0.05A，而我們使用的電池為一顆 4000mAh，在這裡我們使用 4 顆電池，由圖 32 我們可推得，當馬達無動作時最久可持續 320 小時。馬達在無動作之下所消耗的電量很小，並不會因長時間開機造成電量消耗快，在一般作品之下，是一個非常省電的作品。

$$\frac{4000 * 4(mAh)}{50(mA)} = 320(h)$$

圖 32 馬達無動作時可持續時間公式

柒、結論

經過上述設計及研究結果驗證，確實能成功達到研究之目的，以下為本系統之優點：

一、創意性

市面上所販售的嬰兒車，大多都是利用手動去固定煞車，並非像我們一樣是利用電路自動感應來煞車，並且還有多項功能，例如：面板顯示、電量偵測及提醒、車身傾斜角度偵測及提醒，也大幅提升了嬰兒車的安全性。

二、實用性

可避免父母親因一時的疏忽而造成遺憾，也能使家長放心地推著嬰兒車出門，另外操作簡單，無繁瑣的設定，適合任何人使用。

三、便捷性

我們將電路規劃成兩區塊，使得嬰兒車重量較輕，也能將電路裝置拆下移至另一台配有相同煞車結構的嬰兒車上，只要幾個螺絲，便能讓嬰兒安全健康的長大，另外我們將位於握把上的電線改為導電膠布，更方便使用者安裝觸摸感應裝置。

經由這項作品，讓嬰兒車的安全性提升了不少，也多預知危險的功能，為了讓這項作品有實用性，我們也將電路精簡化，不再有電線纏繞的問題，也更方便運用於其他相同煞車結構的嬰兒車上，未來將會持續創新，安全更安全，精簡更精簡。

捌、參考資料及其他

- BadgerPaul. (2014 年 6 月). Capacitive Sensing Library. 擷取自 Arduino Playground:
<http://playground.arduino.cc/Main/CapacitiveSensor>
- 王金柱. (2014). 機械加工實習. 台中市: 全華.
- 江南. (2012 年 10 月 29 日). MPU6050 計算角度. 擷取自 極客工坊:
<http://www.geek-workshop.com/thread-2328-1-1.html>
- 吳俊青, 張浚宏, & 葉昱寬. (2015). 防「滑」於未然-嬰兒車自動煞車. 104 年專題暨創意製作競賽.
- 李文源, & 盧正川. (2010). 基本電學 II. 臺北市: 旗立資訊.
- 李文源, 盧正川, & 旗立理工研究室. (2010). 基本電學 I. 臺北市: 旗立資訊.
- 李浩綸. (2014 年 3 月 7 日). 這群人發明了神器 Arduino ,讓任何人都能變身創意無限的自造玩家. 擷取自 科技報橘:
<http://buzzorange.com/techorange/2014/03/07/brief-history-of-arduino/>
- 林泊志. (2013 年 3 月 10 日). 翁忘固定嬰兒車 1 歲孫栽溝命危. 擷取自 蘋果日報:
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20130310/34878074/>
- 洪仕育, 邱昭莞, 陳志豪, 湯俊鴻, & 陣彥德. (2012 年 3 月). 加入陀螺儀與傾斜感測器 數位三軸角度儀測量快又準. 擷取自 新電子科技雜誌:
http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=1203020001
- 徐慶堂, & 黃天祥. (2011). 電子學 I. 新北市: 台科大圖書.
- 徐慶堂, & 黃天祥. (2016). 電子學 II. 新北市: 台科大圖書.
- 國民健康署. (2012 年 6 月 11 日). 新版兒童生長曲線圖. 擷取自 新版兒童生長曲線圖:
<http://health99.hpa.gov.tw/doc/12024.pdf>
- 張浚宏, 吳俊青, & 葉昱寬. (2015). Hold 住寶貝穩當當. 台中市: 國立臺灣科學教育館.
- 曹永忠, 許智誠, & 蔡英德. (2014). Arduino 步進馬達控制. 臺中市: 瑪數科技.
- 陳珮文, 楊福順, & 張展華. (2016). 嬰兒車自動煞車系統. 新北市: 2015 青少年國際發明展.
- 萊恩. (2014 年 7 月 24 日). 筆記, MPU-6050, google 搜尋與實驗心得 (MPU-6050, Arduino). 擷取自 大兵萊恩 一路直前:
<http://gogoprivateryan.blogspot.tw/2014/07/mpu-6050-google.html>
- 旗立研究室. (2001). 程式語言—Visual Basic 6.0 程式設計. 臺北市: 旗立.
- 趙英傑. (2013). 超圖解 Arduino 互動設計入門. 臺北市: 旗標.

【評語】 052304

1. 本作品利用 Arduino 程式設計及電路自動感應嬰兒車手把之握把情況來控制煞車，並且還有面板顯示、電量偵測及提醒、車身傾斜角度偵測及提醒等多項功能，以提升嬰兒車的安全性。整套系統想法具新穎性與獨特性。
2. 本作品在觸摸感應之研究，雖為參考文獻資料充放電效應技術之應用，但在實現上，若各種環境下，可達幾近 100% 的成功率，則在技術精進上將具有其優越性。
3. 本作品實作完整且軟硬體成本低，在實驗測試上也相當完整。另外，本作品的團隊合作及表達能力也盡理想。