

新竹市第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國小組

作品名稱：激立 Go！下肢肌力訓練狗！

關鍵詞：基本體能測驗、老年人、運動遊戲機

編 號：

激立 Go！下肢肌力訓練夠！

摘要

本研究主要是設計並製作出一款運動遊戲機，以協助老年長輩鍛鍊下肢肌力：

1. 用 PictoBlox 寫程式：圖像示範、文字及語音解說，測驗計時及累計得分予以鼓勵。
2. ESP32 開發板：接收來自紅外線感測器（偵測左右腳動作）和超音波模組（偵測臀部距離）的訊號。
3. 動作偵測板：以密集板及瑜伽墊固定與保護感測器，用空中對插接頭連接線路至 ESP32，方便搬移和收納。
4. 設計並製作出有 4 種選項的運動遊戲機：基本體能測驗、抬腿運動、坐站運動和深蹲運動。
5. 根據長輩們實測應用性後，提出改良建議。
6. 提出製作運動遊戲的建議：促進老年人健康的遊戲設計，除了增加遊戲的趣味性，更要注意安全且正確的運動方式，以避免過度刺激和運動傷害。

壹、前言

一、研究動機

因為家中八十多歲的爺爺常常想出門走走、散步，但隨著年紀增長，肌力逐漸流失，導致行動不便，外出時需要家人協助，讓他與家人都無法自在地從事想做的活動。因此，我們設計了一款體感遊戲，透過安全、有趣且循序漸進的方式，幫助爺爺進行肌力訓練，希望能增強肌肉力量，提升行動能力與生活品質，讓他更有信心走出家門。

所以我們決定以老年長輩（超過 65 歲）為本遊戲機的主要使用對象。查詢老年人常見的健康問題，以瞭解如何提升他們的體能。整理查詢結果，發現：隨著年齡增長，老年人容易出現肌力流失、平衡感下降與活動量不足等問題，進而影響行動能力與生活自信。所以我們以「預防退化、提升行動力」為目標，透過簡單、安全的動作，和可依能力調整的體感互動遊戲，引導長者在日常中進行肌力與平衡訓練，同時提高運動意願。

二、研究目的

1. 打造一款可以檢測並訓練老年長輩下肢肌力的運動遊戲。
2. 結合語音、文字和動作示範畫面引導，得分獎勵等各項功能，激勵長輩運動興趣。

3.具有不同難度，可循序漸進、有效提升老年長輩的下肢肌力。

三、文獻探討

(一)類似主題的研究

經我們查詢歷屆科展作品和網路資料，發現只有在第 63 屆全國科展找到「運用 Arduino 控制 Scratch—為身心障礙兒童打造手眼協調和專注力訓練的體感遊戲」，利用 Arduino 控制板和 Scratch 程式，打造一套專屬於潛能班的同學，練習手部動作和專注力的復健體感遊戲。關於我們想要做出能提升老年人下肢肌力的運動遊戲這個主題，並沒有人做過相同的研究。

關於如何訓練年長者下肢肌力，網路上有查到許多相關的資料：

1. 診斷下肢肌力問題

在 Youtube 「年長者的肌力訓練!三個初學者必做下肢動作!」影片中，北木健身治療師 Kopi 介紹一個測試下肢肌力的方法：「不借助任何物品坐站 5 次，若能在 12 秒內完成就是肌力不錯，否則就是肌力不良」。

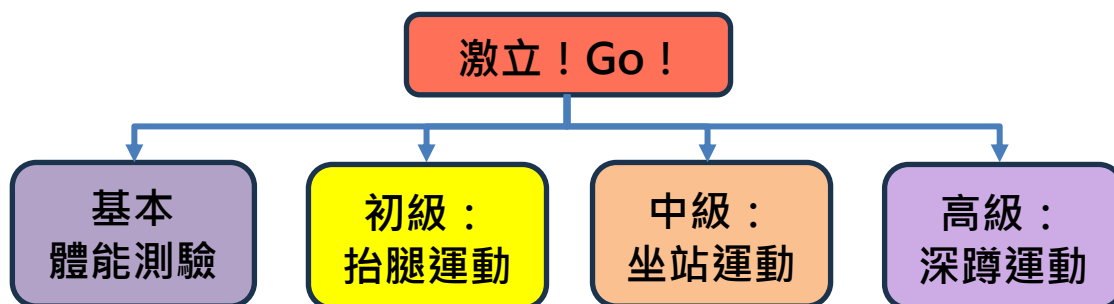
2. 適合年長者的下肢肌力訓練運動

有哪些運動適合年長者來提升下肢的肌力？我們參考了下列 3 份資料：

- (1)Youtube 「年長者的肌力訓練!三個初學者必做下肢動作!」影片。
- (2)Yahoo!新聞/2025 年 12 月 18 日/健康 2.0 「連坐 5 下就能長肌肉!研究：這動作每天做 3 分鐘 肌肉品質提升 45%」新聞報導。
- (3)嘉義基督教醫院提供的線上「簡易下肢肌力訓練」PDF 文件。

(二)決定研究主題與遊戲內容

整合上述資料，我們決定自己來製作一款適合年長者的運動遊戲，除了下肢肌力的基本體能測驗之外，再挑選出下面 3 種不同難度的提升下肢肌力的運動：



(表 1)本研究製作的運動項目與運動方式(表格自製)

運動項目名稱	運動方式
基本體能測驗	<ul style="list-style-type: none">①坐在椅子上，雙手放在雙肩，不要碰觸任何物品。②重複 5 次站起、坐下，並計時。③12 秒內完成者，肌力佳；否則是下肢肌力不足。
初級：抬腿運動 (坐姿)	<ul style="list-style-type: none">①坐在椅子上，膝蓋盡量保持 90 度，將大腿抬高（高度依個人能力盡量抬高），再回到原本的位置。換另一隻腳抬高，再放下。②將此動作重複 10 次。
中級：坐站運動	<ul style="list-style-type: none">①坐在穩固的椅子邊緣。②椅子可自行墊椅墊，椅子高度較高越簡單。③雙手交叉放胸前，快速站起。④腳與肩膀同寬，不要往前太多。⑤上半身微微向前傾，站起來後再慢慢坐下，這樣就輕鬆完成一次了。⑥每組坐下站起 5~10 次。（依個人情況自行調整）⑦初學者每週進行 3 次，每次做 3 組即可，約花 3 分鐘。
高級：深蹲運動	<ul style="list-style-type: none">①站在椅子後，雙手可扶椅背輔助。②收緊臀部肌肉，慢慢地將膝蓋彎曲蹲下，盡量使用下肢所有肌肉，維持 10 秒。③再站直回到起始位置。④將此動作重複 10 次。（依個人情況自行調整）⑤注意：深蹲時，以向後坐下的方式下蹲，臀部不可以低於膝蓋。量力而為，不要一下子做到太累。

(二)探索適合的研究工具與材料元件

1. ESP32

我們考慮到本作品未來有改成無線的可能性，所以選用具備藍芽功能的程控板。在「運用 Arduino 控制 Scratch—為身心障礙兒童打造手眼協調和專注力訓練的體感遊戲」的科展研究中，發現 ESP32 本身具有藍牙傳輸功能，與電腦的無線傳輸連結比 Arduino Uno 更穩定，所以我們決定選用 ESP32。

我們將 ESP32 程控板加裝 IO 擴展版，具數位腳位、類比腳位，也有 5V、3V 的腳位，且除了可用 USB 線連接電腦，也可以藍牙配對傳輸。

2. PictoBlox

因為 Scratch 沒有 ESP32 的擴展積木，Arduino 雖然可擴展使用 ESP32，但是不方便產生圖像引導的畫面。我們找到可擴展使用 ESP32 各項訊號傳輸功能的 PictoBlox，不但具有像 Scratch 可產生圖像畫面文字引導、設定不同功能角色等功能，且 PictoBlox 還可以有文字自動翻譯成語音、設計背景音樂...等多種功能，能讓本作品可以用中文語音解說、文字和動作畫面，幫助高齡使用者能理解遊戲的玩法、跟著做運動，還可以設計背景音樂，放鬆心情。

3. 紅外線感測器

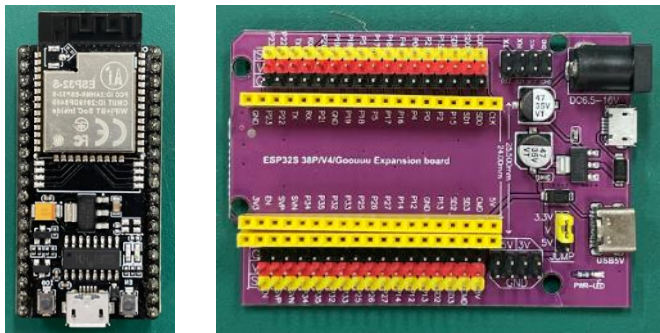


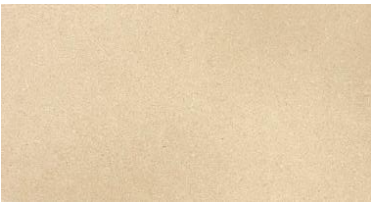

我們使用的 1 路紅外線循跡模組是「TCRT5000 尋跡模組」，安裝在左、右腳偵測板中央，來偵測左腳或右腳是否用站在偵側板上。當腳踩在偵側板上時，紅外線會傳回前方有物體的訊號（1）；當腳遠離偵側板上時，紅外線會傳回前方無物體的訊號（0）。

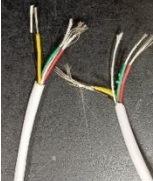
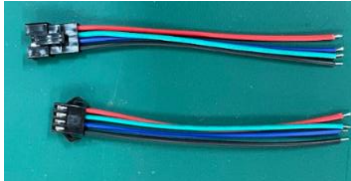

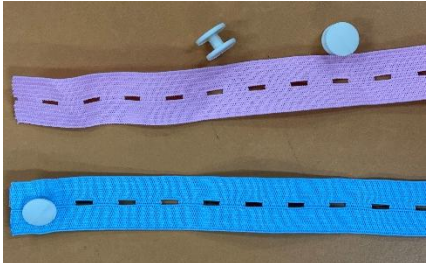
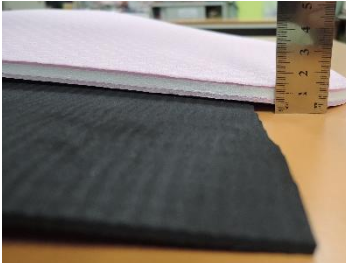

4. 超音波模組

我們使用「HC-SR04 ultrasonic sensor module」超音波測距模組，安裝在座椅偵側板中央，來偵測使用者臀部和座椅的距離（超音波去回的距離是實際距離的 2 倍），就可以判斷使用者是坐下、站起來或是深蹲。





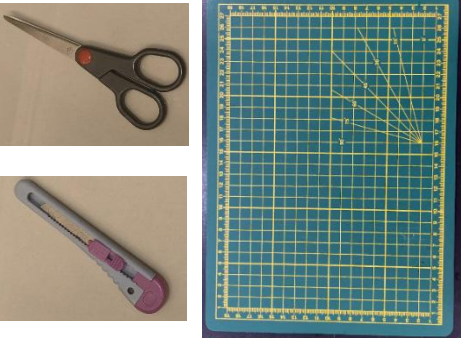
貳、研究設備及器材

一、運動遊戲機使用材料（照片均為自行拍攝）

<p>NODEMCU-32S ESP-32S 開發板及 IO 擴展板 (38Pin)</p> 	<p>紅外線循跡組 TCRT5000</p> 	
<p>超音波感測器</p> 	<p>30cm×40cm 密集板(厚 3 mm)</p> 	<p>杜邦線(母對母/公對母)</p> 

<p>4 芯電源</p> 	<p>空中對接插頭 4P(公+母)</p> 	<p>螺絲、螺帽、絕緣膠帶、強力雙面布膠帶</p> 	
<p>捆綁鬆緊帶</p> 	<p>瑜珈墊(薄和厚)</p> 	<p>小塑膠盒</p> 	

二、其他工具與用品 (照片均為自行拍攝)

<p>線鋸機、手線鋸</p> 	<p>手搖鑽、鑽床</p> 	
<p>捲尺、鐵尺</p> 	<p>螺絲起子、尖嘴鉗、剝線鉗</p> 	<p>剪刀、美工刀、切割墊</p> 

三、程式編寫設備

1. PictoBlox : <https://reurl.cc/R9a8kx> 9.0.1 版本
2. 電腦和筆電 : Windows 7 或以上

參、研究過程與方法

由於看到家中年長的長輩走路或爬樓梯時需要其他的人扶，導致長輩無法做他們自己

想做的事。觀察到此問題後，我們希望做出一個可幫助長輩提升下肢肌力的運動遊戲機。

我們先查詢網路資訊，並選擇適合長輩提升下肢肌力的運動項目。再決定使用 ESP-32S (NodeMCU-32S) 開發板+IO 擴展板 (38Pin)，來連接紅外線感測器偵測雙腳動作、超音波感測器偵測臀部和座椅的距離。以及利用可擴充 ESP 積木的 Pictoblox 軟體來編寫程式，讓遊戲機具有人物造型、動作示範、文字和語音說明引導、計時和累積加分等各種幫助和鼓勵長輩的功能。我們總共完成 4 種運動選項的遊戲程式：基本體能測驗、抬腿運動、坐站運動與深蹲運動。

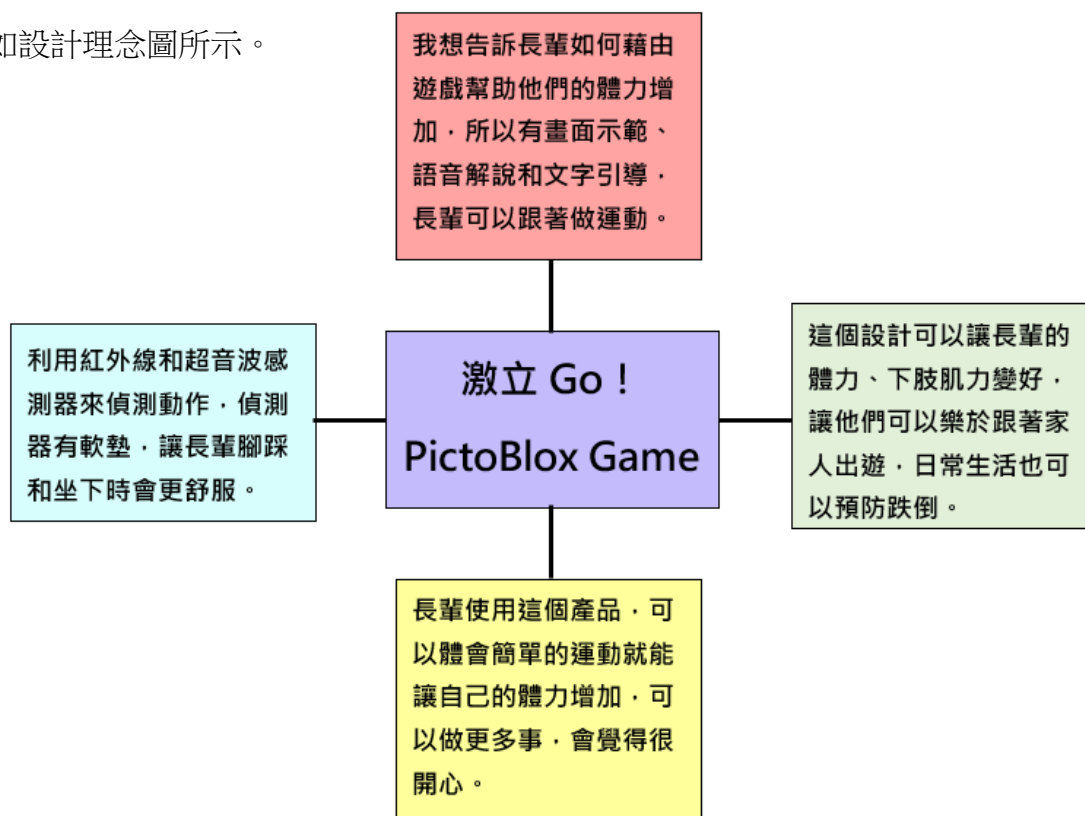
我們還有用密集板來製作左右腳偵測板 (固定及保護紅外線感測器)、座椅偵測板 (固定及保護超音波感測器)，來偵測使用者站立、坐下或深蹲等動作。製作好偵測板、連接到 ESP32 和電腦程式，測試線路的連接和程式是否能正常運作。發現問題就尋找解決方法，直到運動遊戲機能讓使用者自由選擇運動項目、偵測動作及累積分數，就邀請家中長輩來實測並提供回饋建議。

比較長輩使用前後的基本體能測驗，發現本作品可以幫助年長者提升基本體能，尤其是原本體能不佳的長輩，提升效果更為顯著。我們也從使用者的回饋建議中，更深刻的了解年長者對運動的需求與感受。

肆、研究結果與討論 (所有圖表均為自製)

一、釐清作品設計理念與構想：

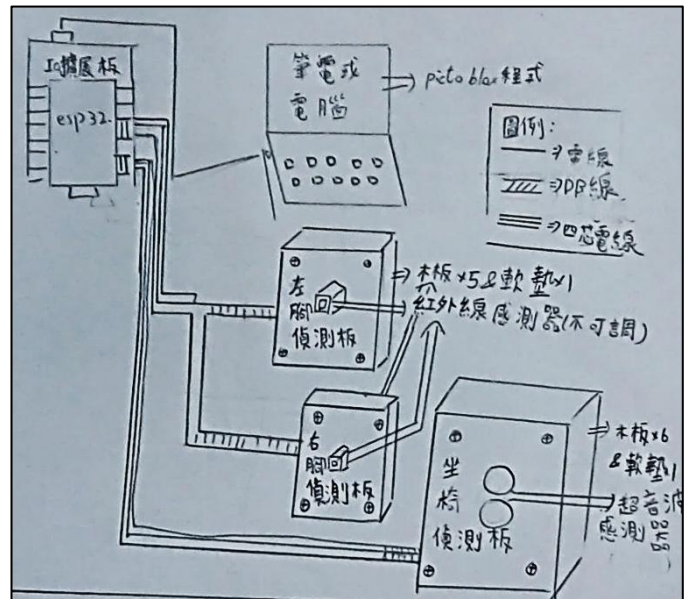
如設計理念圖所示。



二、繪製作品設計圖

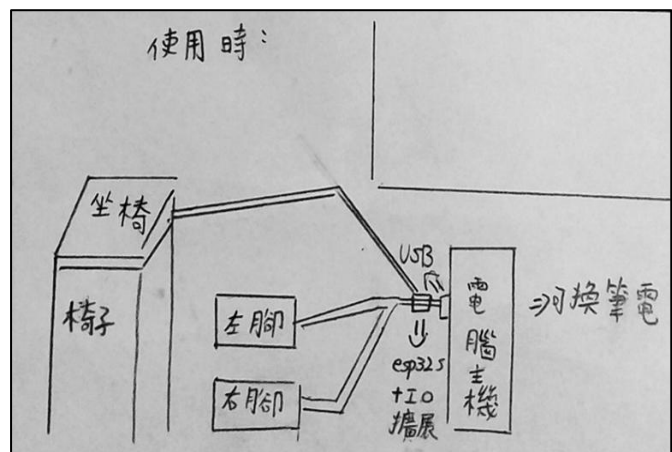
(一)組合部件

- 1.電腦或筆電：負責執行遊戲程式，螢幕會顯示選單、指引動作、得分等畫面，喇叭可以發出解說語音和背景音樂。
- 2.ESP32 開發板：用來連接感測器，接收偵測雙腳和臀部距離等動作的訊號。
- 3.左右腳偵測板：安裝有不可調紅外線感測器，用來偵測雙腳有無貼地。
- 4.座椅偵測板：安裝有超音波感測器，用來偵測臀部有無坐在板凳上。
- 5.線路連接：左右腳偵測板共用一條 4 芯線，連接到 ESP32，傳回紅外線感測訊號。座椅偵測板自己用一條 4 芯線，將超音波偵測臀部距離傳回 ESP32。



(二)動作偵測

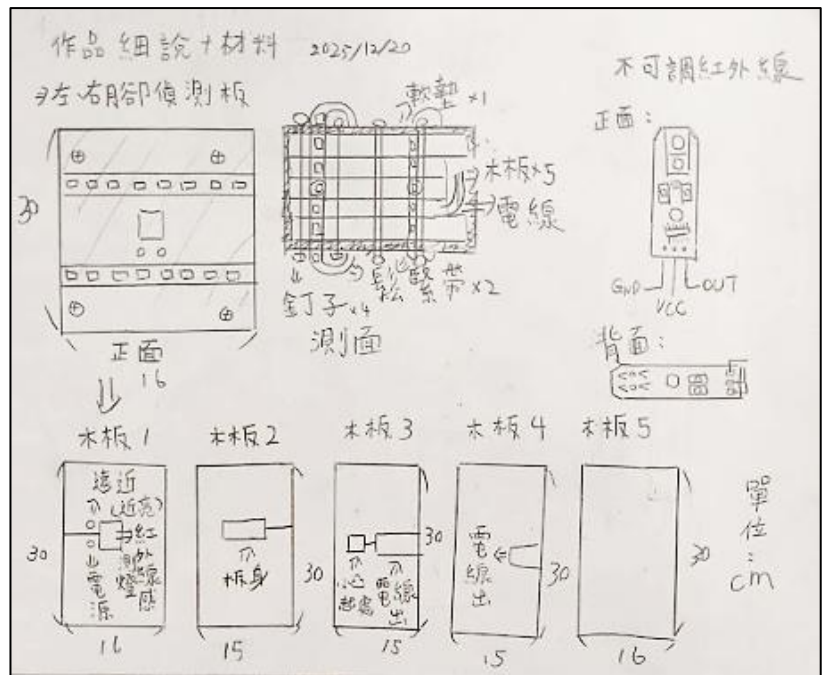
- 1.站立的動作偵測：雙腳踩在左右腳偵測板上，臀部離開座椅偵測板，所以左右腳偵測板的紅外線感測器會傳回 1 訊息，座椅偵測板的超音波感測器傳回距離設定為大於 70 的數值。
- 2.坐下的動作偵測：雙腳踩在左右腳偵測板上，臀部坐在座椅偵測板，所以左右腳偵測板的紅外線感測器會傳回 1 訊息，座椅偵測板的超音波感測器傳回距離是小於 5。
- 3.抬腿的動作偵測：單腳踩在單腳偵測板上，另一腳離開偵測板，臀部坐在座椅偵測板。所以單腳偵測板的紅外線感測器會傳回 1 訊息，而另一腳偵測板的紅外線感測器則會傳回 0 訊息，座椅偵測板的超音波感測器傳回距離是小於 5。
- 4.深蹲的動作偵測：雙腳踩在左右腳偵測板上，臀部和偵測版保持在 10~35 公分的距離之內，不能太遠也不能太近（不可低於膝蓋），所以左右腳偵測板的紅外線



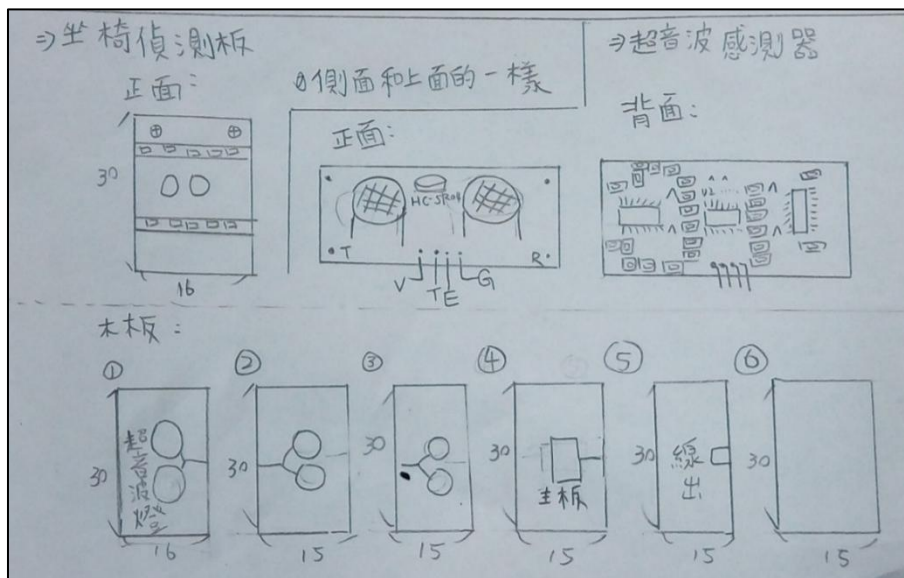
感測器會傳回 1 訊息，座椅偵側板的超音波感測器會傳回距離是大於 20 且小於 70 的數值。

(三)偵測板細部組件設計圖

- 1.左右腳偵測板：用 5 層密集板固定及保護紅外線感測器，外面包覆瑜珈墊，再用鬆緊帶固定好保護的瑜珈墊。

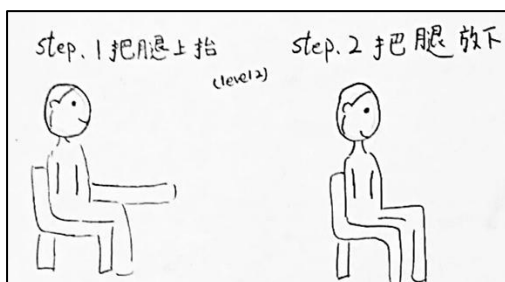


- 2.座椅偵側板：用 5 層密集板固定及保護超音波感測器，外面包覆瑜珈墊，再用鬆緊帶固定好保護的瑜珈墊。



(四) 各項運動的輔助用具及解說示意圖

1. 抬腿運動



2. 基本體能測驗及坐站運動



3. 深蹲運動



三、製作動作偵測板

(一)左右腳偵測板

1.用 5 層密集板來固定紅外線偵測器、製作左右腳偵測板。由上到下各層製作方式：

- (1)第一層（最上層）：在紅外線發射的地方挖一個洞，確保紅外線可以正常發射及接收訊號。
- (2)第二層：切割一個比紅外線感偵測器略大一些的孔。
- (3)第三層：在紅外線連接杜邦線的位置切割。用絕緣膠帶來黏貼固定插在紅外線感測器上的杜邦線，避免杜邦線鬆脫。再用第一～第三層密集板包夾住紅外線感測器，確保不會滑動。
- (4)第四層：切割出可以讓杜邦線通過的地方，讓杜邦線露到偵測板外面。
- (5)第五層：用完整的密集板來封底，用螺絲和螺帽把五層密集板鎖在一起。

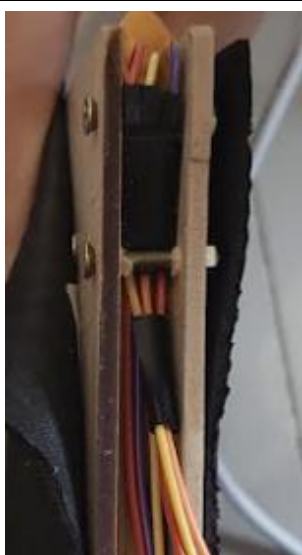


(圖 1-1)左右腳偵測板各層密集板(自行拍攝)

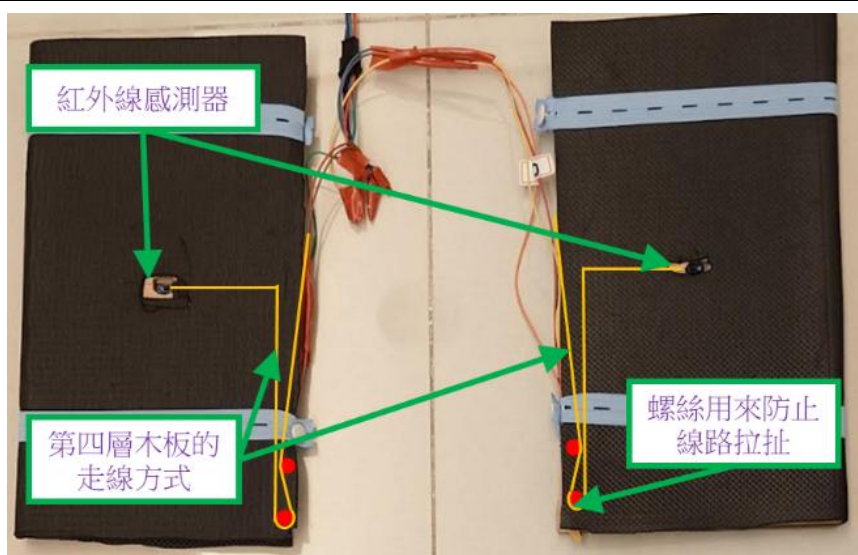
- (6)最後用瑜珈墊包覆整塊偵測板，留下線路的那一側，使用強力雙面布膠帶將瑜珈墊和偵測版黏在一起。我們在第一層所用的切割線方向與其他層不一樣，防止結構出問題。第二到第四層的寬度比其他層還要少 1 公分，讓杜邦線有地方可以通過。
- (7)在讓杜邦線通過的密集板角落，鑽 2 個孔，鎖上螺絲，讓杜邦線繞過這兩個螺絲，來防止杜邦線被拉扯到。

2.線路連接方式：

- (1)把左腳偵測板和右腳偵測板的兩條 VCC 和 GND 分別並聯，加上兩側的 OUT 共 4 條線，分別和一條長 100 公分 4 芯電線的 4 條電線互相連接，並在連接處都各自包覆絕緣膠帶。
- (2)在 4 芯電線的另一端連接 4P 的空中對接插頭，和 ESP32 也用空中對接插頭連接，讓左右腳偵測板可以容易和 ESP32 分開，方便收納及搬動。



(圖 1-2) 杜邦線繞過螺絲
(自行拍攝)



(圖 1-3)左右腳偵測板完成圖(自行拍攝)

(二)座椅偵測板

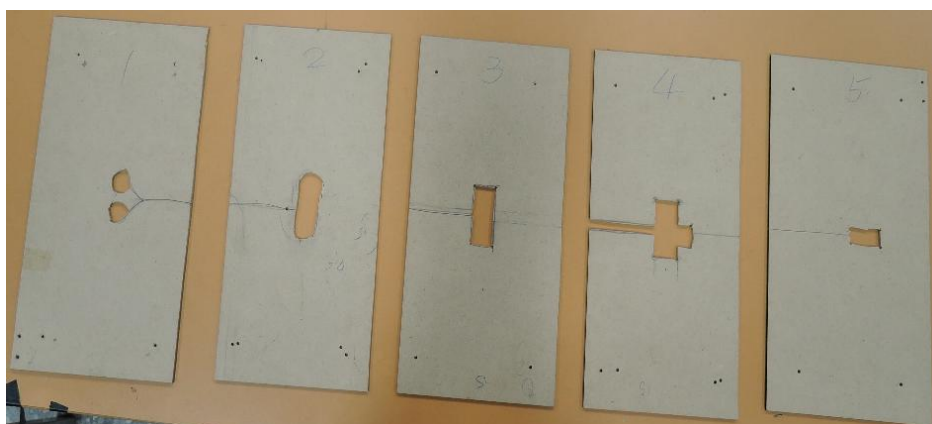
1.用 6 層密集板來固定超音波感測器、製作座椅偵測板。由上到下各層製作方式：

- (1)第一層、第二層（最上層）：在密集板中央挖一個大洞，確保超音波可以正常發射及接收訊號。
- (2)第三層：切割一個比超音波感測器電路板略大的長方形缺口，放置及固定超音波感測器防止滑動。用絕緣膠帶來黏貼固定超音波感測器上的杜邦線，避免鬆脫。
- (3)用絕緣膠帶來黏貼固定插在超音波感測器上的杜邦線，避免杜邦線鬆脫。
- (4)第四層：切割可以讓杜邦線通過、露到偵測板外面的路線。
- (5)第五層：用密集板來封底，用螺絲和螺帽把六層密集板鎖在一起。底部的螺帽剛好讓密集板稍微墊高一些，讓杜邦線接頭處有向下露出一些的空間。
- (6)在第一層上面用強力雙面布膠帶黏貼一塊厚瑜珈墊，讓使用者坐下時較為柔軟舒適。瑜珈墊中央切割一個大洞，確保不會阻擋到超音波訊號。再用鬆緊帶束緊瑜珈墊和座椅偵測板。在第五層下面用強力雙面布膠帶黏貼一塊薄瑜珈墊來止滑。

(7)第二到第四層的木板寬度要比第一和第五層的少 1 公分，讓杜邦線線有地方可以通過。在讓杜邦線通過的密集板角落，鑽 2 個孔，鎖上螺絲，讓杜邦線繞過這兩個螺絲，來防止杜邦線被拉扯到。



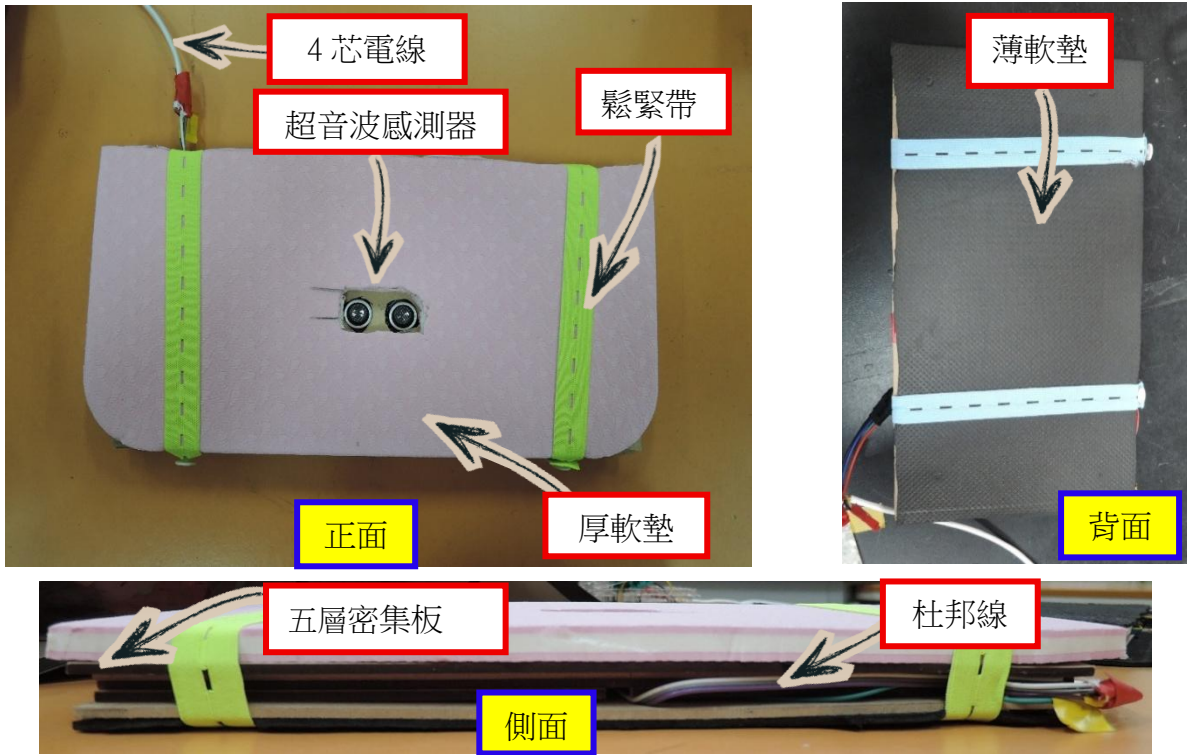
(圖 2-1)座椅偵測板製作過程(自行拍攝)



(圖 2-2)座椅偵測板的各層密集板及組裝完成照片(自行拍攝)

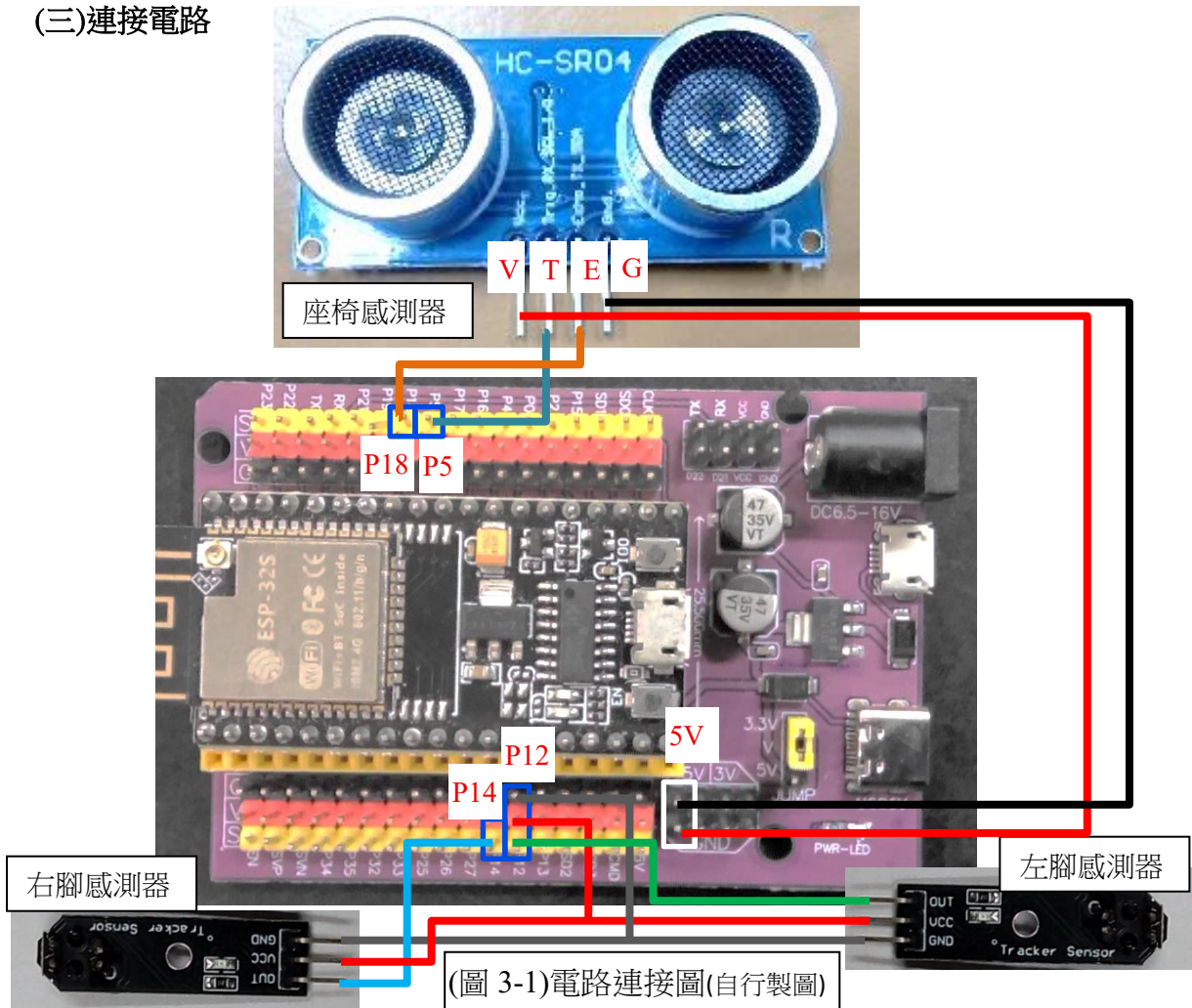
2.線路連接方式：

- (1)把連接超音波感測器的 4 條杜邦線，分別和一條長 120 公分 4 芯電線的 4 條電線互相連接，並在連接處都各自包覆絕緣膠帶。
- (2)在 4 芯電線的另一端連接 4P 的空中對接插頭，和 ESP32 也用空中對接插頭連接，讓座椅偵測板可以容易和 ESP32 分開，方便收納及搬動。



(圖 2-2)座椅偵測板完成照片(自行拍攝)

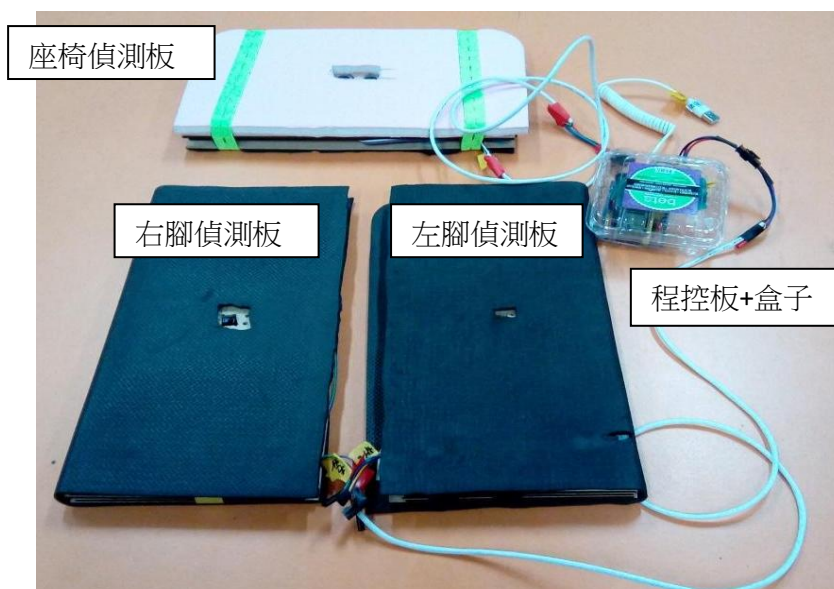
(三)連接電路



(圖 3-1)電路連接圖(自行製圖)

(表 2)感測器連接 ESP32 腳位對照表(表格自製)

左右腳偵測板（紅外線感測器）				座椅偵測板（超音波感測器）			
VCC	GND	左腳	右腳	VCC	GND	TX	EX
P12V(紅)	P12G(黑)	P12S(黃)	P14S(黃)	5V	GNG	P5S(黃)	P18S(黃)

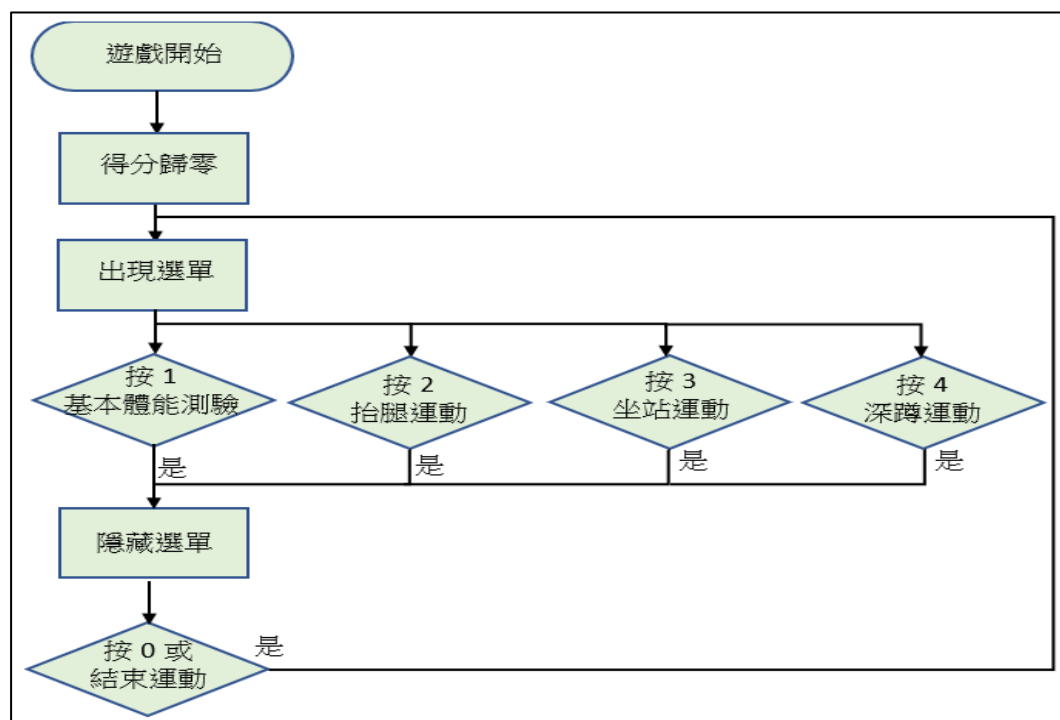


(圖 3-2)運動遊戲機線路連接完成照片(自行拍攝)

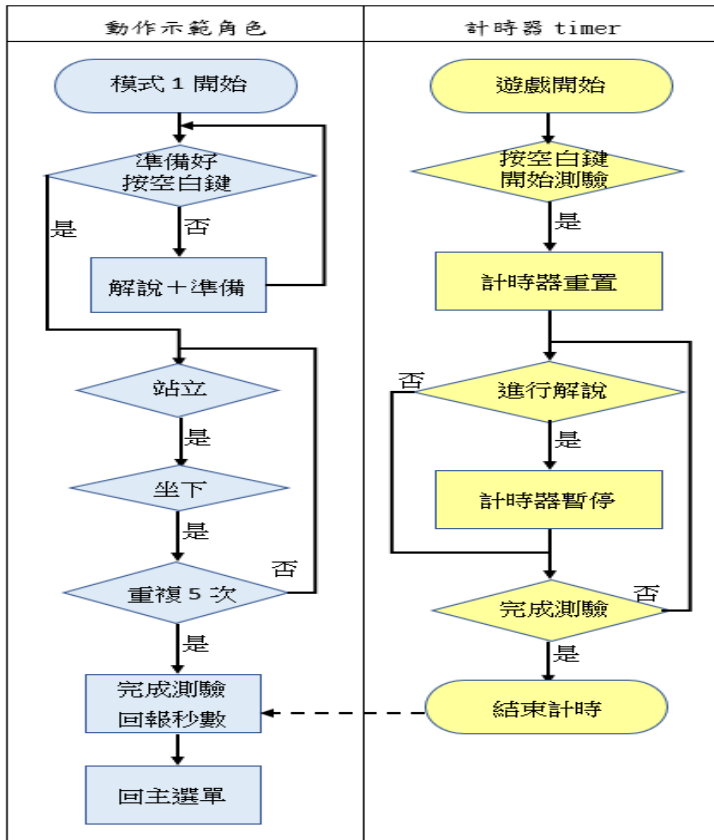
四、遊戲程式設計

(一)程式設計流程圖

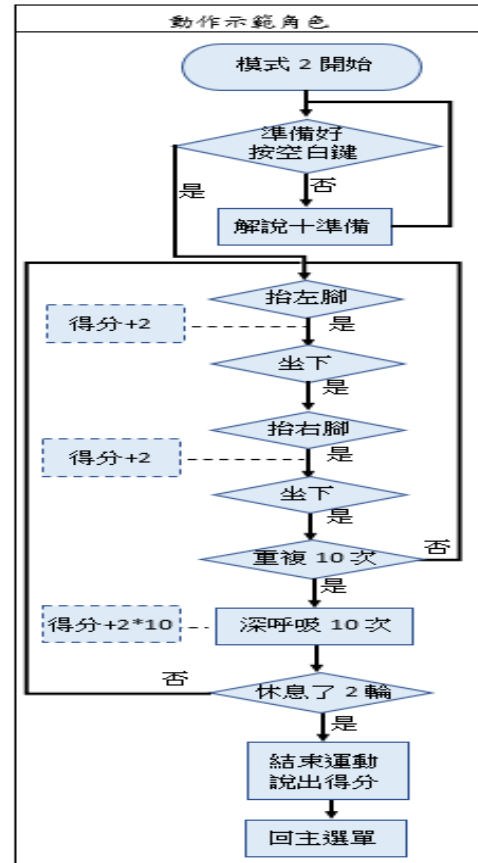
1.主選單



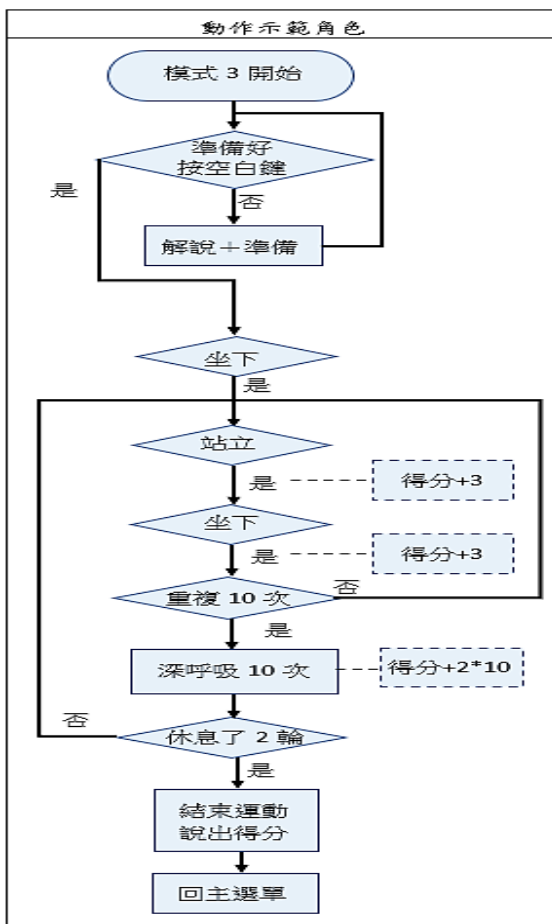
2.基本體能測驗流程圖



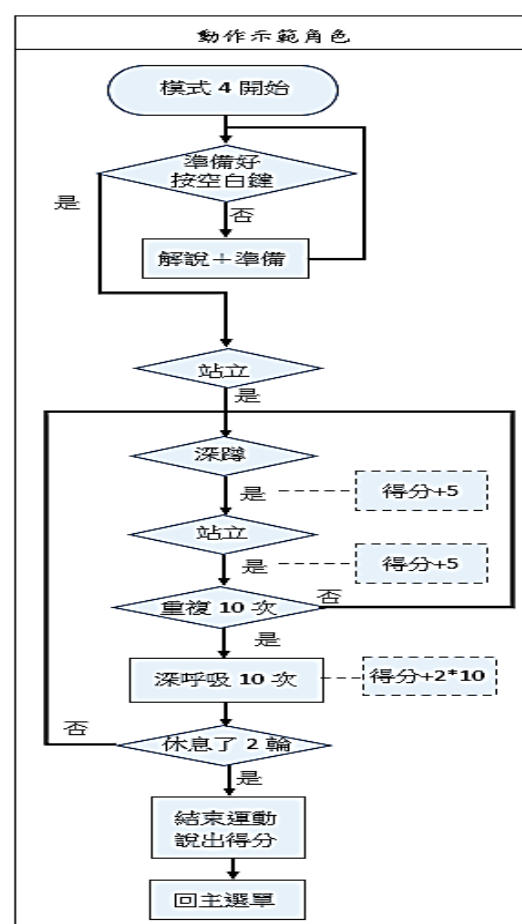
3.抬腿運動流程圖



4.坐站運動流程圖

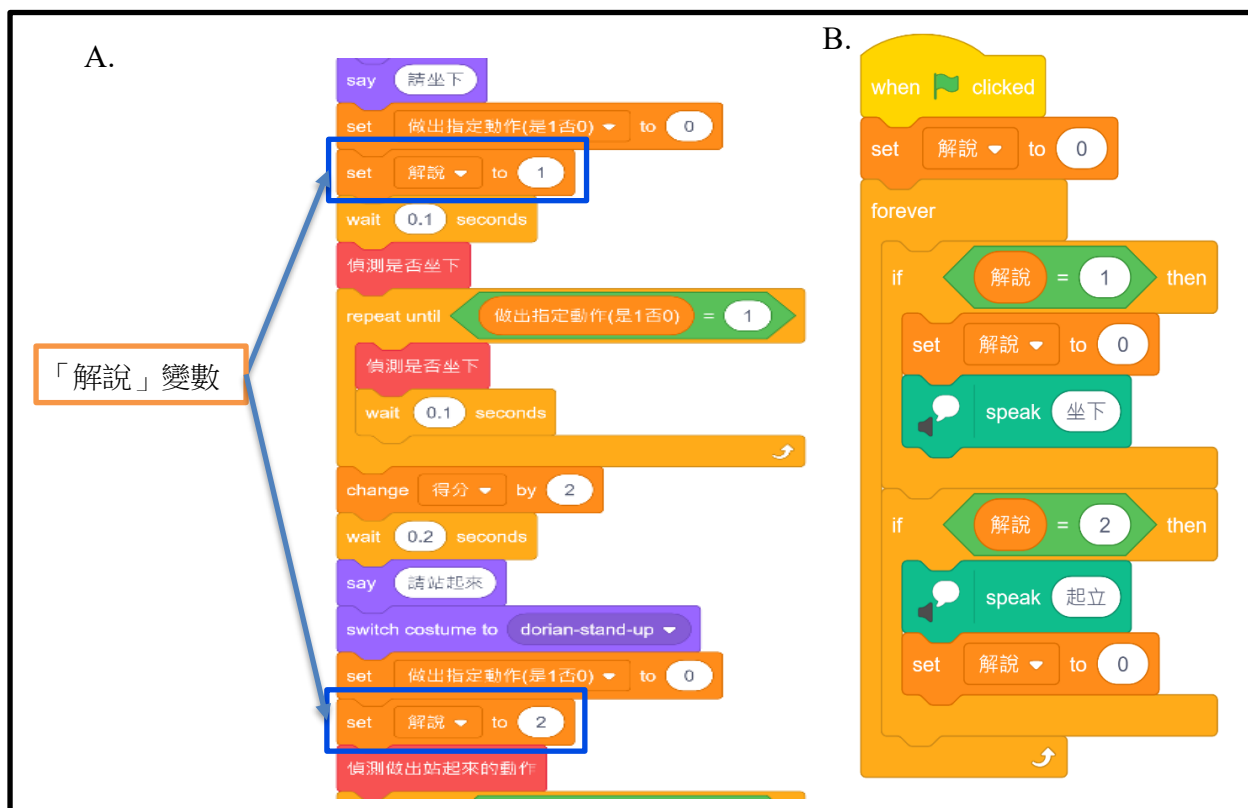


5.深蹲運動流程圖

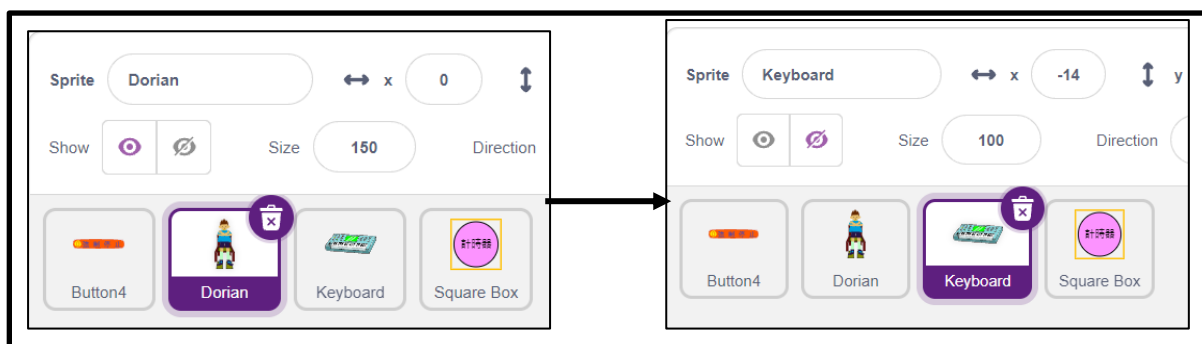


(二) 程式編寫與測試過程遇到的問題

測試時遇到的問題	推測原因與解決方法
1. 無法將 Pictoblox 程式無法連接或無法上傳程式至 ESP32 開發板。	1. 通常是傳輸線的問題，換一條傳輸線且搖動傳輸線，確認電腦可持續找到 ESP32 板後再按連接鍵，就大多可以解決此問題了。
2. 角色說話時，無法同步偵測動作、判斷數值。在體能測驗時即使動作做得再快，也會因為要等待角色解說完才會偵測動作，因而增加花費時間，難以在 12 秒內完成體能測驗。	2-1.推測原因：程式都會按照順序由上到下進行，前一個指令程序完成前，無法進行下一個指令。 2-2.解決方法：利用「解說」的變數來控制是否要進行引導基本體能測驗「坐下（解說為 1 時）」、「起立（解說為 2 時）」的語音解說（參照圖 4-1A）。在按綠旗開始執行的程式中，使用無限次判斷變數，語音引導完都將「解說」設為 0（參照圖 4-1B）。另外設一個角色（參照圖 4-2）來設定解說的值，這樣即可同時偵測動作的進行，並判斷語音解說數值來發出聲音，不會阻礙體能測驗的進行時間。



(圖 4-1)解決同步解說和偵測動作問題的程式調整(自行製圖)



(圖 4-2)把解說從 Dorian 角色程式改成其他角色 (自行製圖)

測試時遇到的問題	推測原因與解決方法
<p>3. 在 PictoBlox 中發現角色可以進行打包移轉，但角色卻因為打包操作而消失。即便尋求 AI 協助提供兩種方案，測試後依然無法解決。</p>	<p>3.測試 PictoBlox 的背包功能 (Backpack)：</p> <p>(1)嘗試將角色丟進「背包」再於新頁面取出，但角色丟進去後就再也拿不出來。</p> <p>(2)匯出與匯入：將該角色下載 (Export)，在新的 PictoBlox 頁面重新上傳。雖然當下成功，但只要關掉頁面，儲存的角色就會消失。</p> <p>(3)嘗試透過「儲存專案進度」的方式來強行保留角色，最終還是失敗。</p> <p>(4)解決方式：與其在那邊卡關，不如直接手動重拼積木比較快。</p>
<p>4. 電腦無法接收到紅外線感測器回傳的數值。</p>	<p>4.利用下面幾種方式來檢測及解決問題：</p> <p>(1)檢查硬體：檢查線路是否鬆脫、短路，重新組裝線路，並用絕緣膠帶黏貼穩固及保護。</p> <p>(2)檢查程式：反覆檢查程式碼後，確認程式邏輯沒有問題。</p> <p>(3)交叉測試：將感測器拆下，直接使用其他電線連接至 ESP32 進行測試，或將感測器直接連接 GND 與 VCC，確認感測器本身功能是否正常。</p> <p>(4)必殺技：從 PictoBlox 重新點選連線 ESP32，或直接拆解重組線路，開發板便可正常運作。</p>
<p>5. ESP32 的超音波感測器經常無法讀取數值。</p>	<p>5. 將原本的超音波訊號 TX 和 EX 的接腳 P2 和 P4，更換成 P5 和 P18，超音波便能正常讀取數值。</p>

測試時遇到的問題	推測原因與解決方法
6. 剛開始測試程式時，有時程式頁面會突然跳掉，程式會不見，需重新下載，才能使用。	6. 可能是電腦程式來不及處理程序而當掉，改成每做完一個偵測的程式，都等待 0.1 秒，就解決程式當掉的問題了。
7. 有時候穿黑色鞋底或襪子，會偵測不到腳的動作。	7. 紅外線感測器遇到黑色的阻擋物，有時無法傳回反射值，所以避免穿黑色鞋底或黑色襪子。

(三) 完成的程式碼

1. 主選單角色的程式積木（省略部分相似的函式）

回到主選單時，就先說出並顯示得分

2.偵測動作的程式積木

define 偵測做出站起來的動作 偵測是否站起來

左腳偵測 P12 紅外線 1、且右腳偵測 P14 紅外線 1，且超音波 T(P2 或改 P5)E(P4 或改 P18)>35 公分

set 做出指定動作(是1否0) to 0

if read status of digital pin 12 and read status of digital pin 14 and get ultrasonic sensor distance (cm) | trig 2, echo 4 > 35 then

wait 0.1 seconds

set 做出指定動作(是1否0) to 1

define 偵測是否坐下 偵測是否坐下

左腳偵測 P12 紅外線 1、且右腳偵測 P14 紅外線 1，且超音波 T(P2 或改 P5)E(P4 或改 P18)<3 公分

set 做出指定動作(是1否0) to 0

if read status of digital pin 12 and read status of digital pin 14 and get ultrasonic sensor distance (cm) | trig 2, echo 4 < 3 then

wait 0.1 seconds

set 做出指定動作(是1否0) to 1

define 偵測是否抬起右腳 偵測抬起右腳

左腳偵測 P12 紅外線 0、且右腳偵測 P14 紅外線 1

set 做出指定動作(是1否0) to 0

if not read status of digital pin 12 and read status of digital pin 14 then

set 做出指定動作(是1否0) to 1

define 偵測是否抬起左腳 偵測抬起左腳

左腳偵測 P12 紅外線 1、且右腳偵測 P14 紅外線 0

set 做出指定動作(是1否0) to 0

if not read status of digital pin 14 and read status of digital pin 12 then

set 做出指定動作(是1否0) to 1

define 深蹲的起立 偵測深蹲的起立

左腳偵測 P12 紅外線 1、且右腳偵測 P14 紅外線 1，且超音波 T(P2 或改 P5)E(P4 或改 P18)>100 公分

set 做出指定動作(是1否0) to 0

if read status of digital pin 12 and read status of digital pin 14 and get ultrasonic sensor distance (cm) | trig 2, echo 4 > 100 then

wait 0.1 seconds

set 做出指定動作(是1否0) to 1

define 深蹲

偵測深蹲動作

左腳偵測 P12 紅外線 1、且右腳偵測 P14 紅外線 1，且超音波 T(P2 或改 P5)E(P4 或改 P18)>20 公分且 <55 公分

set 做出指定動作(是1否0) to 0

```
if (read status of digital pin 12 and read status of digital pin 14 and get ultrasonic sensor distance (cm) | trig 2, echo 4 > 20 and 55 > get ultrasonic sensor distance (cm) | trig 2, echo 4) then
  if (計時器開始0停止1 = 1) then
    set 計時器開始0停止1 to 0
    wait 0.1 seconds
    reset timer
    wait 0.1 seconds
    set 深蹲的時間 to timer
    wait 0.1 seconds
  else
    wait 0.1 seconds
    set 深蹲的時間2 to timer
    wait 0.1 seconds
  end if
  wait 0.1 seconds
  if (深蹲的時間2 - 深蹲的時間 > 2) then
    set 深蹲的時間 to 0
    set 深蹲的時間2 to 0
    wait 0.1 seconds
    set 做出指定動作(是1否0) to 1
    set 計時器開始0停止1 to 0
    reset timer
  else
    set 計時器開始0停止1 to 1
    wait 0.1 seconds
    reset timer
  end if
end if
```

蹲下到偵測到是深蹲的距離範圍內，至少要維持 2 秒，才能算是深蹲。避免偵測距離回傳值不穩定，以及蹲不夠低、不夠久等問題。

4.背景音樂角色的程式碼

```

when clicked
  hide
  set volume to 40 %
  forever
    if 模式 = 0 then
      背景音樂1
    else
      背景音樂2

define 背景音樂1
  play note 60 for 0.5 beats
  play note 62 for 0.5 beats
  play note 62 for 1 beats
  play note 64 for 0.5 beats
  play note 62 for 0.5 beats
  play note 62 for 1 beats
  play note 64 for 0.5 beats
  play note 65 for 0.5 beats
  play note 67 for 0.5 beats
  play note 64 for 0.5 beats
  play note 60 for 2 beats

define 背景音樂2
  play note 60 for 0.5 beats
  play note 64 for 0.5 beats
  play note 64 for 1 beats
  play note 62 for 0.5 beats
  play note 65 for 0.5 beats
  play note 65 for 1 beats
  play note 67 for 0.5 beats
  play note 64 for 0.5 beats
  play note 65 for 0.5 beats
  play note 62 for 0.5 beats
  play note 60 for 2 beats
  
```

5.基本體能測驗的程式碼

```

when 1 key pressed
  wait 1.5 seconds
  if 模式 = 1 then
    switch costume to dorian-sit-down
    set size to 160 %
    set x to 0
    set y to 10
    wait until key space pressed?
    set 做出指定動作(是1否0) to 0
    體能測驗

define 體能測驗
  set 計時器開始0停止1 to 0
  repeat 5
    wait 0.2 seconds
    set 解說 to 2
    say 起立
    switch costume to dorian-stand-up
    偵測做出站起來的動作
    repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1

    偵測做出站起來的動作
    say 很棒!
    wait 0.2 seconds
    set 解說 to 1
    switch costume to dorian-sit-down
    say 坐下
    偵測是否坐下
    repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1

  偵測是否坐下
  say 不睡囉!
  set 計時器開始0停止1 to 1
  if 花費時間 < 12 or 花費時間 = 12 then
    say 在12秒內完成，體能不睡!
  else
    say 超過12秒，要多鍛鍊囉!

  speak 花了
  wait 0.1 seconds
  speak 花費時間
  wait 0.1 seconds
  speak 秒
  wait 0.2 seconds
  if 花費時間 < 12 or 花費時間 = 12 then
    speak 在12秒內完成，體能不睡
  else
    speak 超過12秒，要多鍛鍊囉

  set 選項進行完畢 to 1
  set 出現選單 to 1
  選單位置
  wait 1 seconds
  
```

結束體能測驗的回饋：
 是否在 12 秒內給不同鼓勵
 報出花費秒數

6.抬腳運動的程式碼

選項 2

```

when 2 key pressed
  wait 1.5 seconds
  if 模式 = 2 then
    switch costume to dorian-sit-down
    set size to 160 %
    set x to 0
    set y to 0
    set 計數 to 0
    say 請放置好椅子和偵測板
    speak 請在椅子上放座位偵測板
    wait 0.3 seconds
    speak 左右腳偵測板放地上與肩同高
    wait 0.3 seconds
    speak 雙腳站在左右腳偵測板上
    wait 0.3 seconds
    switch costume to dorian-sit-down
    say 請坐下
    speak 請坐下
    wait 0.3 seconds
    say 準備好了請按空白鍵
    speak 準備好了請按空白鍵
    repeat until 計數 = 4
      wait until key space pressed?
      抬腳運動
  end if

```

```

define 抬腳運動
  set 計數 to 1
  repeat 3
    repeat 2
      wait 0.2 seconds
      switch costume to dorian-raise-L
      say 請抬左腳
      speak 請抬左腳
      偵測是否抬起左腳
      repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
      偵測是否抬起左腳
      change 得分 by 2
      say 很棒!
      wait 0.2 seconds
      speak 很棒
      switch costume to dorian-sit-down
      say 腳放下!
      wait 0.2 seconds
      speak 腳放下
      wait 0.3 seconds
      偵測是否坐下
      repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
      偵測是否坐下
      change 得分 by 2
      change 計數 by 1
      if 計數 < 4 then
        休息一下
        wait 0.2 seconds
        say 再練一練
        speak 再練一練
        wait 0.2 seconds
      end if
    end repeat
  end repeat
  set 選項進行完畢 to 1
  選單位置

```

```

偵測是否抬起右腳
repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
  偵測是否抬起右腳
change 得分 by 2
say 不錯哩!
wait 0.3 seconds
speak 不錯哩
wait 0.3 seconds
switch costume to dorian-sit-down
say 腳放下
speak 腳放下
偵測是否坐下
repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
  偵測是否坐下
change 得分 by 2
change 計數 by 1
if 計數 < 4 then
  休息一下
  wait 0.2 seconds
  say 再練一練
  speak 再練一練
  wait 0.2 seconds
end if
set 選項進行完畢 to 1
選單位置

```

7. 坐站運動的程式碼

```

define 坐站運動
    按選項 3(略)的運動
    wait 0.2 seconds
    repeat 2
        set 出現菜單 to 0
        wait 0.2 seconds
        repeat 5
            wait 0.2 seconds
            switch costume to dorian-sit-down
            say 深坐下
            set 做出指定動作(是1否0) to 0
            set 解說 to 1
            wait 0.1 seconds
            偵測是否坐下
            repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
            偵測是否坐下
            wait 0.1 seconds
            change 得分 by 2
            wait 0.2 seconds
            say 深站起來
            switch costume to dorian-stand-up
            set 做出指定動作(是1否0) to 0
            set 解說 to 2
            偵測做出站起來的動作
            repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
            wait 0.2 seconds
            偵測做出站起來的動作
            change 得分 by 2
            wait 0.2 seconds
        休息一下
        wait 0.2 seconds
    say 得到
    speak 得到
    say 得分
    speak 得分
    say 分
    speak 分
    set 選項進行完畢 to 1
    set 出現菜單 to 1
    wait 3 seconds
    選單位置
  
```

8. 深蹲運動的程式碼

```

define 深蹲運動
    按選項 4(略)的運動
    repeat 2
        repeat 5
            wait 0.2 seconds
            say 禮深蹲
            switch costume to dorian-squat-2
            set 做出指定動作(是1否0) to 0
            wait 0.1 seconds
            深蹲
            wait 0.1 seconds
            repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
            深蹲
            wait 0.1 seconds
            say 很棒!
            wait 0.5 seconds
            switch costume to dorian-squat-1
            say 起立
            深蹲的起立
            wait 0.1 seconds
            repeat until 做出指定動作(是1否0) = 1
            wait 0.1 seconds
            深蹲的起立
            say 不棒囉!
            wait 0.1 seconds
        休息一下
    say 得到
    speak 得到
    say 得分
    speak 得分
    say 分
    speak 分
    set 選項進行完畢 to 1
    set 出現菜單 to 1
    wait 3 seconds
    選單位置
  
```

(四) 完成的電腦遊戲畫面

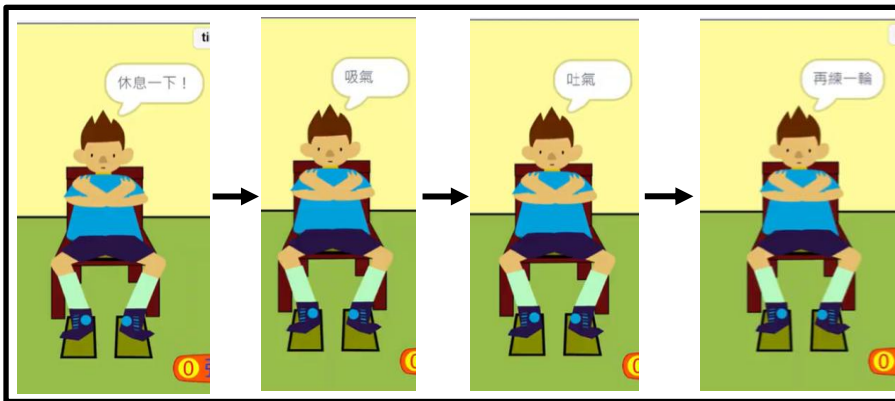
1. 主選單畫面



2. 開場解說畫面示例



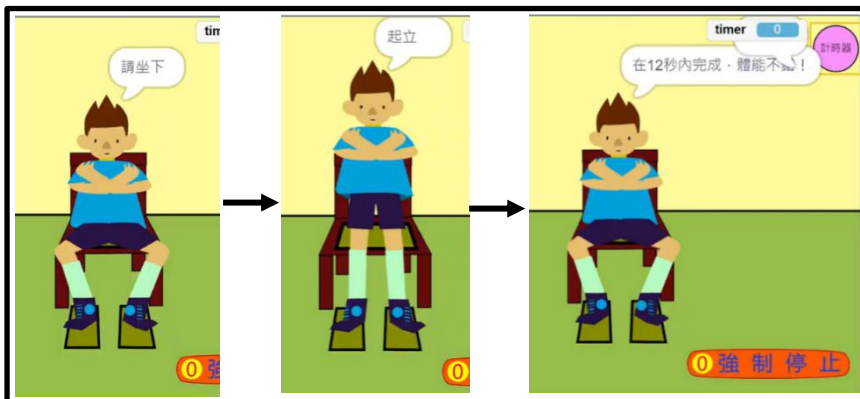
3. 休息深呼吸



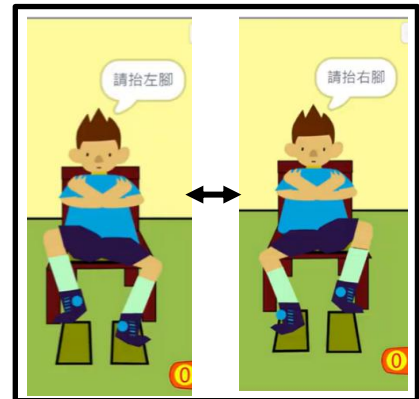
4. 宣布得分



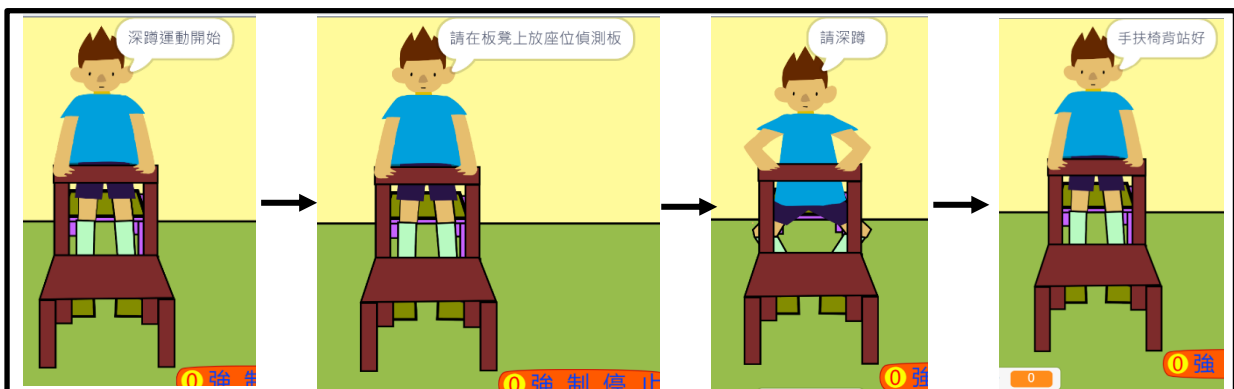
5. 基本體能測驗 (坐站運動類似省略)



6. 抬腿運動



7. 深蹲運動



五、年長實測

【實測方法】

1.選擇實測對象：我們也想知道我們設計的體能鍛鍊遊戲是否也適合其他年齡的人使用，所以除了年長者，還找了其他的長輩來測試。爸爸(42 歲)、媽媽(42 歲)、姑姑(43 歲)、爺爺(73 歲)、奶奶(73 歲)，均有徵得對方同意。

2.實測方法：

(1)了解實測者的基本體能：在一開始先請實測者選擇程式中第一個選單：基本體能測驗，計時連續坐、站 5 次所花費時間。除了測試程式的計時是否準確，也了解實測者一開始的基本體能，以便和實測後比較基本體能是否有進步。

(2)測試項目：除了基本體能測驗，請實測者自由選擇我們設計的 3 項運動：抬腳運動、坐站運動、和深蹲運動。除了測試程式是否可順利執行，也請實測者提供回饋意見。

3.比較實測效果：

(1)記錄實測者每天進行基本體能測驗選單的程式測量到的計時時間，比較數值變化。

(2)收集實測者回饋意見。

【實測結果】

1.實測者的背景資料與使用回饋

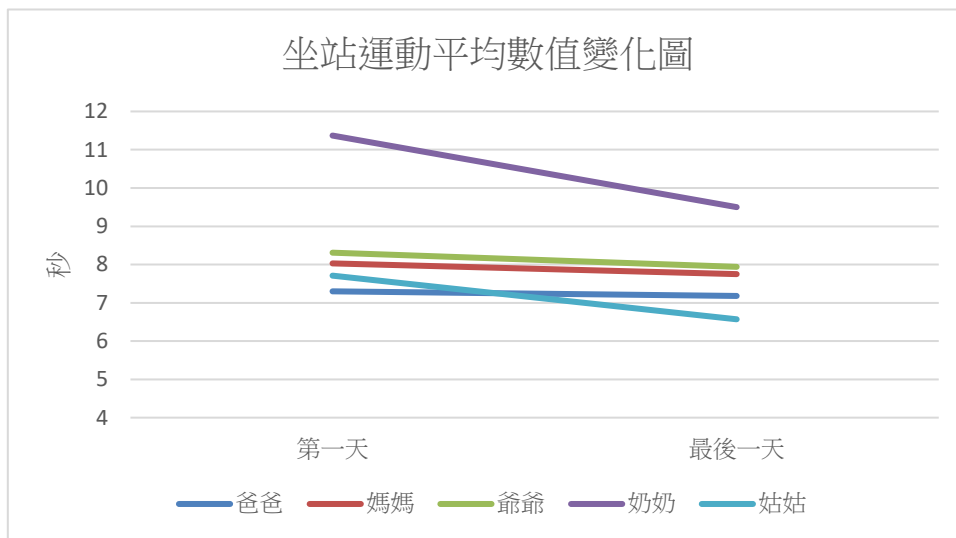
實測者 (性別年齡)	體能狀況	使用情形	使用者回饋(請說明感受、建議、體能提升效果等)
爸爸(男 42)	可以正常走路、跑步	5 次/天；4 天 4 個選單程式都有做	一開始不熟悉，後來越做越快，應該有訓練效果
媽媽(女 42)	可以正常走路、跑步	5 次/天；4 天 4 個選單程式都有做	動作不夠確實，容易影響偵測結果
姑姑(女 43)	可以正常走路、跑步	3 次/天；3 天 只有做基本體能測驗	藉由天天的練習，回饋說覺得自己的腳越來越有力，速度也越來越快
爺爺(男 73)	可以正常走路	3 次/天；3 天 只有做基本體能測驗	因為之前有做過類似的運動，一開始速度沒有很慢，所以改善沒有很明顯
奶奶(女 73)	爬樓梯有困難	3 次/天；3 天 只有做基本體能測驗	腳有酸、會喘，感覺有鍛鍊到，可持續用來鍛鍊身體

2.測試過程照片

	  		
深蹲 媽媽	抬右腳	雙腳放地上	抬左腳
抬腳運動 媽媽			
			
站	坐	站	坐
坐站運動 媽媽		坐站運動 爸爸	
	  		
深蹲 爸爸	抬右腳	雙腳放地上	抬左腳
抬腳運動 爸爸			

3.實測者的基本體能測驗計時記錄(單位：秒)

	第一天	最後一天
	平均	平均
爸爸	7.30	7.18
媽媽	8.03	7.75
爺爺	8.31	7.94
奶奶	11.37	9.5
姑姑	7.71	6.57



4. 實測者完成基本體能測驗的時間，第一天都比較長，經過多天測試熟悉器材與動作後都有進步。第一天測試時間越長的實測者，代表體能狀況越差，改善越明顯。

5.我的其他觀察：在進行第一天體能測驗時速度比較慢，因為不熟悉器具，所以最後一天在進行運動項目時，運動過程更為流暢，不需要等待解說完就會自動做下一個動作，測試的時間會比較快完成。

6.遇到問題：

(1)超音波的方向不穩定，超音波方向會向外射出去，深蹲時大腿在超音波附近，會讓超音波數值變成0。

(2)深蹲運動實測者覺得會很累，不自覺地身體會想要往前蹲才比較輕鬆（見右圖）。但是我們一開始調查的資料說要向後蹲坐，再仔細查詢深蹲的正確方法

（<https://www.youtube.com/watch?v=lrOarDCQApQ>）

，發現正確的姿勢應該是以向後坐的方式來做深蹲。



雖然這樣會覺得很累，但是這樣的姿勢才能避免運動傷害，而且才有運動的效果。所以運動遊戲機的設計，一定要瞭解正確的運動方式，才能真正幫助到使用者，不會對身體帶來負面的影響。

【實測結果總結】

經過多天測試，大家都進步了很多，尤其奶奶的改善特別明顯，由一開始偶爾會超出 12 秒屬於不及格，第三天已經改善到都可以達到標準時間以下。測試平均值由 11.37 秒改善到 9.5 秒減少了快 2 秒左右。相信這套設備可以幫助許多老年人，訓練肌力改善生活的品質，值得商品化造福更多老年人。

伍、結論

為提升家中年老長輩的下肢肌力，我們設計並製作出一款運動引導的遊戲機：激立 GO！。研究成果如下：

- 一、查詢網路資料，找出基本體能測驗的進行方式，以及 3 種適合年長者、簡單易做的下肢肌力運動。
- 二、本作品具備的功能、優點與特性：
 1. 有左右腳偵測板，以紅外線感測器來偵測左右腳的動作。偵測板外面有軟墊包覆，可止滑，並讓使用者在踩踏時較緩和、不傷腳。
 2. 有座椅偵測板，以超音波感測器來偵測臀部和座椅間的距離。偵測板外面黏有瑜珈墊，不僅止滑，也讓使用者坐下時感覺舒適，也可自行調整擺放位置至適合自己體力的高度。
 3. 使用 ESP32 開發板，利用 PictoBolx 程式來編寫圖像式的遊戲。
 4. 線路連接方式：左右腳偵測板共用一條 4 芯線，座椅偵測板用一條 4 芯線，均用空中對接插頭連接到 ESP32，方便組裝、搬運及收納。
 5. 遊戲畫面具有動畫及語音導覽，使用者較容易理解遊戲內容。
 6. 遊戲內有計分機制，使用者較不會覺得無聊。
 7. 有背景音樂，運動時不無聊。
 8. 除了引導運動，還有引導適當休息，適時提醒使用者，避免使用者過累。
 9. 有 4 種項目可讓使用者自由選擇，可以檢測基本體能，進行最初級簡單的抬腿運

動、中級的坐站運動、或是難度較高的深蹲運動，有效幫助老年長輩鍛鍊提升下肢肌力。

10. 使用者可自由決定運動次數，視自己的狀況隨時可以停止運動或變換運動，還能持續累積分數。

三、研究過程解決了下列的問題：

1. 電腦無法接收到紅外線感測器或超音波感測器回傳的數值：通常只要重新完成電線組裝與接線後，和電腦重新連接好，開發板均可正常運作。
2. 角色說話時無法同步偵測動作、判斷數值，無法準確計時。利用「解說」的變數來控制是否要進行引導的語音解說。

四、請長輩實測並提供回饋建議：

1. 經過幾日的運動，長輩的基本體能都有提升。原本體能較差者，提升效果最為明顯。
2. 同樣的運動重複多次，使用者會覺得較無聊。所以我們減少重複次數，讓使用者可以更有彈性去選擇變換不同的運動項目。
3. 深蹲運動是難度較高的運動，需要注意提醒長輩正確的運動方式：要以往後坐的方式來蹲，手可以扶著椅子，有幫忙支撐也會較穩固。不正確的姿勢會容易造成運動傷害。

五、其他心得與收穫：

參加這次科展後，我們都學到學會使用許多工具，像是如何使用電動線鋸機、電動手搖鑽、線鋸機、手搖鑽。也學會使用 ESP32 開發板、紅外線感測器和超音波感測器。還認識了 Pitoblox 的功能，會編寫具有不同功能（文字翻譯、角色造型、音樂創作…等等）的程式。

更重要的是，學會在遇到問題時，怎樣去嘗試找出原因、解決方法，然後再去做測試，以及和組員一起分工、合作、討論，最後才能得出結果。我體會到了真正在做研究的辛苦與收穫，也體會到了科學家在研究的過程，讓我更喜歡做科展了。

陸、參考文獻資料

1. 洪曉風。運用 **Arduino** 控制 **Scratch**—為身心障礙兒童打造手眼協調和專注力訓練的體感遊戲。第 63 屆全國中小學科展優良作品，國小組生活與應用科學科(一)。
2. hizToys 天才運動地墊。網址：<https://reurl.cc/YkDqQX>
3. Stampede 智能運動地墊。網址：<https://reurl.cc/eVpy7j>
4. Youtube-〔北木健身治療師 kopi〕
年長者的肌力訓練! 三個初學者必做下肢動作! | 北木健身。網址：
<https://reurl.cc/dqOVnz>
5. 嘉義基督教醫院。簡易下肢肌力訓練。網址：<https://reurl.cc/3byNM0>
6. 連坐 5 下就能長肌肉!研究：這動作每天做 3 分鐘 肌肉品質提升 45%。網址：
<https://reurl.cc/AbXgQ8>
7. 【家簡動一動】深蹲蹲錯傷很大? Kenny 教練教你正確蹲法。網址：
<https://www.youtube.com/watch?v=lrOarDCQApQ>