

# 中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科(一)

第一名

082815

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

學校名稱：新北市板橋區埔墘國民小學

作者：  小六 洪曉風	指導老師：  黃靜蘋  陳怡君
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：身心障礙兒童、手眼協調和專注力、體感遊  
戲

# 得獎感言

## 完成模組化訓練系統，能幫助身心障礙兒童，感到很快樂

整個製作輔具訓練系統的12個月裡，遇到很多問題阻礙，不斷的嘗試各種解決方法。在我遇到程式編寫不符合預期、輔具硬體設計出現問題，但卻不知道怎麼辦時，爸爸總是不斷督促我繼續堅持，要想盡辦法自己仔細分析錯誤發生的原因，並且解決問題，讓輔具更加完整、順暢。爸爸總是在每個晚上陪伴著我，寫程式、製作輔具、排除錯誤，引導我發揮創意做出各式各樣的輔具，告訴我如何有邏輯的分析、逐步找出問題的根源。儘管很累、很辛苦，但卻讓我慢慢突破自己。

一開始，我需要進行可行性評估，想辦法讓Arduino控制Scratch，但是無法找到任何相關的資訊。正當毫無思緒時，我分析兩個軟體之間的關係，在透過不斷的查詢後，終於發現"鍵盤指令"與"Arduino Leonardo板"，這在整個研究過程中，是很重要的起點。

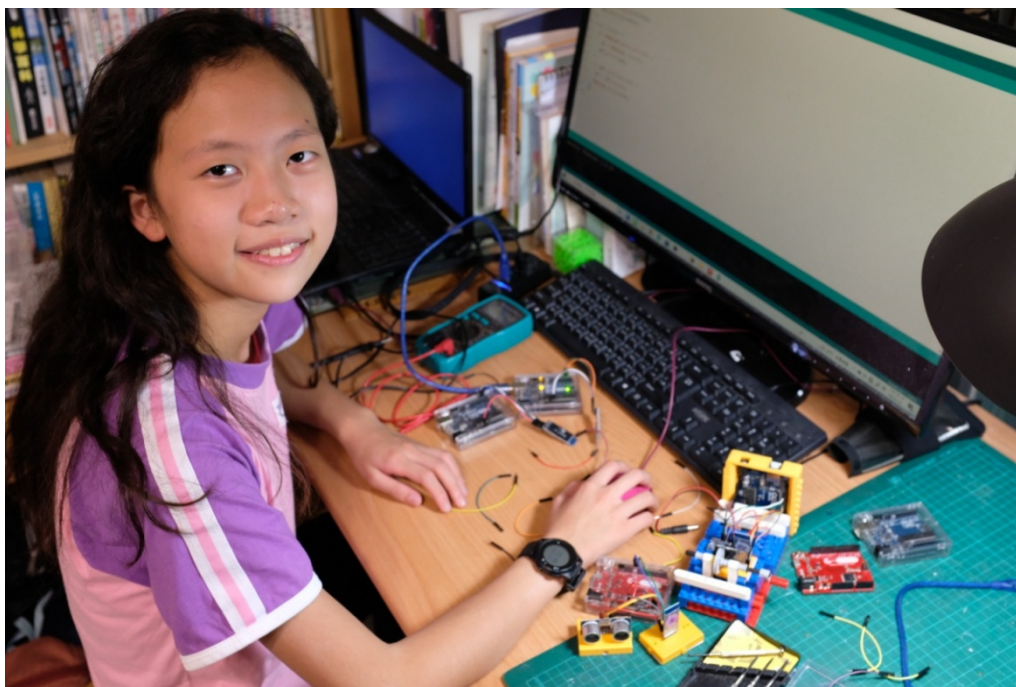
整個研究最耗時、最受挫，也是最印象深刻的部分，就是我想把輔具從有線控制改成無線遙控，花三個月的時間測試。最初把各個賣家的藍牙模組都一個個嘗試過後，還是沒有一個能夠成功。後來，我發現具備藍芽5.0和Wifi功能的ESP32微控板，發送藍牙鍵盤指令，沒想到就成功了！我想給大家一個建議，如果你也想要控制Scratch，並且搖桿需要能夠無線遙控，這時可以直接使用ESP32微控板，完全不會有任何訊號延遲發送的問題。

完成輔具訓練系統後，我將這套系統提供給身心障礙同學使用。實驗的過程中，我觀察到，他們操作得很開心，就好像在玩遊戲一樣，而且也變得更有自信。實驗結果也顯示，這樣的輔具訓練，對他們的手眼協調和專注力有很大的幫助。後續得知，他們在生活上有進步，我感到很欣慰，心想，所有的努力與付出都值得了！

最後，感謝我的兩位指導老師，提供很多書面報告上的建議，協調、聯繫職能治療師、特教老師和身心障礙同學，以及訓練我口頭發表的口語表達能力、問答技巧、表情、肢體動作和適當的時間分配。也謝謝媽媽給予很多支持和鼓勵。還有，我要特別感謝科展培訓的老師，提供許多研究思考方向的指引，讓我為了清楚呈現模組化、客製化的概念，使用壓力、加速度和紅外線等感測器，在兩個

月的時間內，增加製作能訓練身體核心肌群與平衡、腳部粗大動作，以及手部精細動作的三個輔具，把整份作品更完整的呈現。也感謝科展現場的評審給我許多鼓勵，提供很多後續能繼續研究的建議。

這次的科展，讓我學會不怕苦、不怕難，堅持到最後的精神。未來將懷抱著熱情，邁步在學習的道路上，無論如何都能勇於面對挫折，盡自己的力量做到最好。



製作輔具的過程照片



實際提供輔具給身心障礙兒童訓練。



與參賽作品海報合影

## 摘要

本研究針對身心障礙兒童設計具有趣味性、能練習不同動作的體感遊戲進行訓練。並致力確保這方案的順暢和可行性，改正軟硬體缺失，簡化製作流程，讓有需求的人能輕鬆複製、修改，發展更多有創意的輔具，幫助身心障礙兒童。

體感遊戲以 Arduino 搭配感測器，發送鍵盤指令控制 Scratch。其中「切水果遊戲」利用超音波偵測手勢模擬切水果，訓練手部粗大動作；「瘋狂俯衝遊戲」運用傾斜陀螺儀和轉動光柵控制飛機方向和速度，搭配 ESP32 藍芽無線控制，訓練手腕、手指精細動作。

進行「轉移積木測試」評估，手眼協調和專注力較前測進步 7%~56%。對兒童，這不是枯燥輔具練習，而是遊戲挑戰，受測者更有信心且樂於訓練，全程充滿歡笑。

## 壹、前言

### 一、研究動機

在我們學校有一群很特別的學生，他們有些人是肢體有障礙，有些人則是學習需要更多協助，當我跟班上身心障礙同學下課遊戲、聊天時，發現他們都很開心、有精神，尤其是在玩遊戲的時候個個都特別投入、專注，充滿好奇心，沒有聽到他們喊累或生氣難過。

然而老師卻告訴我，其實校內有些身心障礙同學，經常都要去醫院復健、有時連學校安排的職能治療課程都用盡各種藉口想辦法逃避，這激發了我的好奇，上課不是都很好玩嗎？後來問了老師和同學之後，發現原來是因為不想上復健課程，這些課程需要反覆某項訓練，讓他們感到乏味和無趣，慢慢對復健產生抵抗，不願意配合練習，也難以專注於單一任務，容易分心、發呆。

我設想，專業設計的課程，因為成人能夠自我要求、認真上課，並使用輔助工具進行訓練和復健，達到所需的效果，但兒童卻沒有相同的觀念，他們需要更多的刺激和誘因，才能對練習產生興趣。

而我自己也喜歡玩遊戲，我想如果能用比較有趣的方式幫助他們做訓練，應該可以提高參與的意願和興趣。因此我想著如何在遊戲中可以讓動作與專注力更直接的結合，使他們在遊戲情境下就能練習到手部動作，因此我希望結合 Arduino 和 Scratch，根據身心障礙同學的狀況，製作客製化的體感遊戲，減少他們對手部復健的抵抗感，最好還能因為設備來源容易取得，也讓學校老師或相關工作者能根據個別狀況進行調改，使更多人受惠。

### 二、研究目的

- (一) 打造適合身心障礙兒童復健的體感遊戲，運用 Arduino 搭配適當的感測器，製作成搖桿控制 Scratch。
- (二) 探討自製體感遊戲對身心障礙兒童練習手眼協調和專注力的成效，提高個案主動參與的頻率和自信心。
- (三) 推廣與開放體感遊戲設計的裝置與程式碼，讓有需求的使用者能輕鬆複製、修改和變動，方便仿作或改造。

### 三、文獻回顧

#### (一)體感遊戲應用於身心障礙兒童相關研究

表 1 相關研究參考

題目	研究方法	體感遊戲內容或工具
Kinect 體感遊戲對身心障礙學童體適能之影響	以三名國小集中式特教班學童為研究對象，運用體感遊戲，進行八週 24 次的教學活動介入，探討受試者在體適能表現的改變。	使用 Kinect 體感遊戲
體感互動遊戲於發展遲緩幼兒手眼協調能力之成效研究	採用單一受試中的跨受試多探試研究設計，針對台北市某幼兒園普通班二位 6 歲發展遲緩幼兒進行體感遊戲介入。	LeapMotion Controller 體感互動裝置
體感式電玩輔具對於發展遲緩兒童復健成效之研究	自行開發出「體感式電玩輔具」，探討體感式電玩輔具作為醫療輔具設備介入發展遲緩兒童的復健成效	以 Flash CS 程式撰寫，並以網路攝影機作為主要輸入設備。

綜合表 1 所述之研究，皆證實體感遊戲能作為復健工具，並且有提升的效果。此外，這些研究沒有寫出遊戲設計內容、操作方等詳細說明，且因每個身心障礙者的需求都不同，現成的體感遊戲無法變更練習內容，無法達到客製化的目的。所以想自己用 Arduino 控制 Scratch 做能夠客製化的體感遊戲。此外，除了腦性麻痺的學生，本研究也增加了自閉症和中度發展遲緩的研究對象。並考量到這些個案的專注力和耐力，「練習 3 分鐘，中間休息 1 分鐘」為 1 回合，依個案狀況每次進行 3~4 回合，持續 7 天。

#### (二)早期療育的意義

「認識早療」提到發展遲緩兒童在認知、生理、語言溝通、心理社會發展或生活自理技能等方面出現疑似異常或預期有發展異常情況(衛生福利部，年份未知)。

「早療是什麼？認識 4 大遲緩兒特徵即時早療評估，翻轉發展遲緩！」提到早療針對嬰幼兒發展障礙或高風險兒童，透過適當的治療促進發展。早療越早執行，越有助於降低發展障礙及長期影響的風險(知芯編輯部，2022)

我想如果在小學甚至學齡前，透過體感遊戲練習協助進行訓練，會有較顯著的效果。

#### (三)手眼協調與注意力

##### 1.手眼協調的意義與常見活動

「手眼不協調，該怎麼辦？」提到影響手眼協調的因素包括手功能、視知覺和兩者整合。改善手眼協調，可以多練習走迷宮、插棒子、夾彈珠、投幣、釣魚、穿線洞洞板、彩色貼貼樂、彩色積木、藝術方塊、打棒球等球類運動(古佳金，年份未知)。

雖然上述有些方法是醫學定義有效的，但實際觀察後，發現兒童對這方面的活動不太感興趣。所以想設計一個既能吸引他們主動參與，又能達到訓練效果的體感遊戲。

##### 2.注意力的類型：

「注意力時間夠長，就沒問題嗎？可不是喔！」提到注意力分為下列五項(黃暉恬，2020)：

- (1)持續性注意力：能夠在單一目標上維持注意力的能力，直到任務結束。
- (2)選擇性注意力：使孩子不容易被不相關的干擾分心，能夠在眾多刺激訊息中選擇當下應該注意的訊息，過濾排除不相關的訊息。
- (3)交替（轉換）性注意力：能夠順暢地在多個目標之間轉換注意力。
- (4)分散性注意力：類似一心多用的概念，能夠同時注意兩個或多個目標。

(5)集中性注意力：當特定刺激出現時，能夠注意到。

根據上面敘述的五種注意力，我覺得每一項都很重要，因此想設計顏色豐富的畫面、趣味性的角色、生動的音效和簡單易懂的遊戲內容，練習到所有種類的注意力。

#### (四)手眼協調能力和專注力的測試

表 2 手眼協調能力和專注力的測試

名稱	來源	測試方法	優點	缺點
轉移錢幣測試	職能治療師建議	慣用手拿起錢幣，再將錢幣換到非慣用手放入盒子。測試時間 15 秒。	治療師熟悉、準備的物品不需特別購買	幾乎只有書籍有資料，網路資訊很少
積木盒障礙測試評估箱	自己查詢的	讓被測試者使用一隻手拿積木，再放入盒子。測試時間 60 秒	網路資訊足夠、有販售的商家很多	正方體積木不太方便抓握、施測時間較長，可能會失去專注力和耐心

綜合以上表 2 優缺分析判斷，我決定使用職能治療師建議的轉移錢幣測試方法。

## 貳、研究設備及器材

表 3 為切水果遊戲使用到的材料：

表 3 切水果遊戲使用到的材料




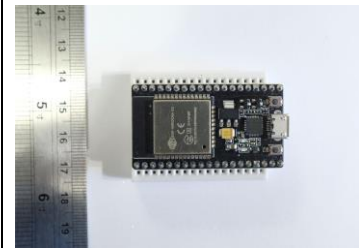



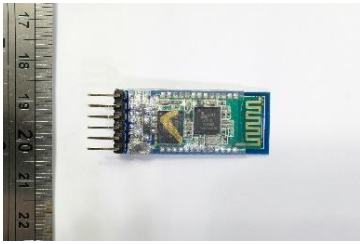
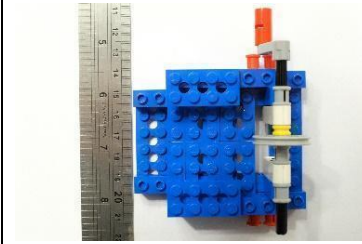
名稱	Arduino leonardo 板	麵包板	超音波測距模組
圖示			
用途	為主控版，能發送鍵盤指令給電腦	轉接杜邦線	可以偵測距離

表 4 為瘋狂俯衝遊戲使用到的材料：

表 4 瘋狂俯衝遊戲使用到的材料

名稱	ESP32(NodeMCU-32s)	麵包板	光柵模組
圖示			
用途	為主控版，能發送藍芽鍵盤指令給電腦	轉接杜邦線	偵測轉速，給予遊戲裡的飛機動力

名稱	MPU6050 陀螺儀模組	HC-05 藍芽模組	樂高
圖示			
用途	偵測傾斜程度，用於遙控遊戲裡的飛機方向	用於傳送訊息	用於固定所有模組，製作搖桿結構

## 參、研究過程、方法、結果與討論

先觀察身心障礙兒童的狀況，蒐集相關資料，開始運用 Arduino 控制 Scratch 製作體感遊戲，並克服各種遊戲設計遇到的問題，最後進行復健訓練。以下是完整的研究流程圖：

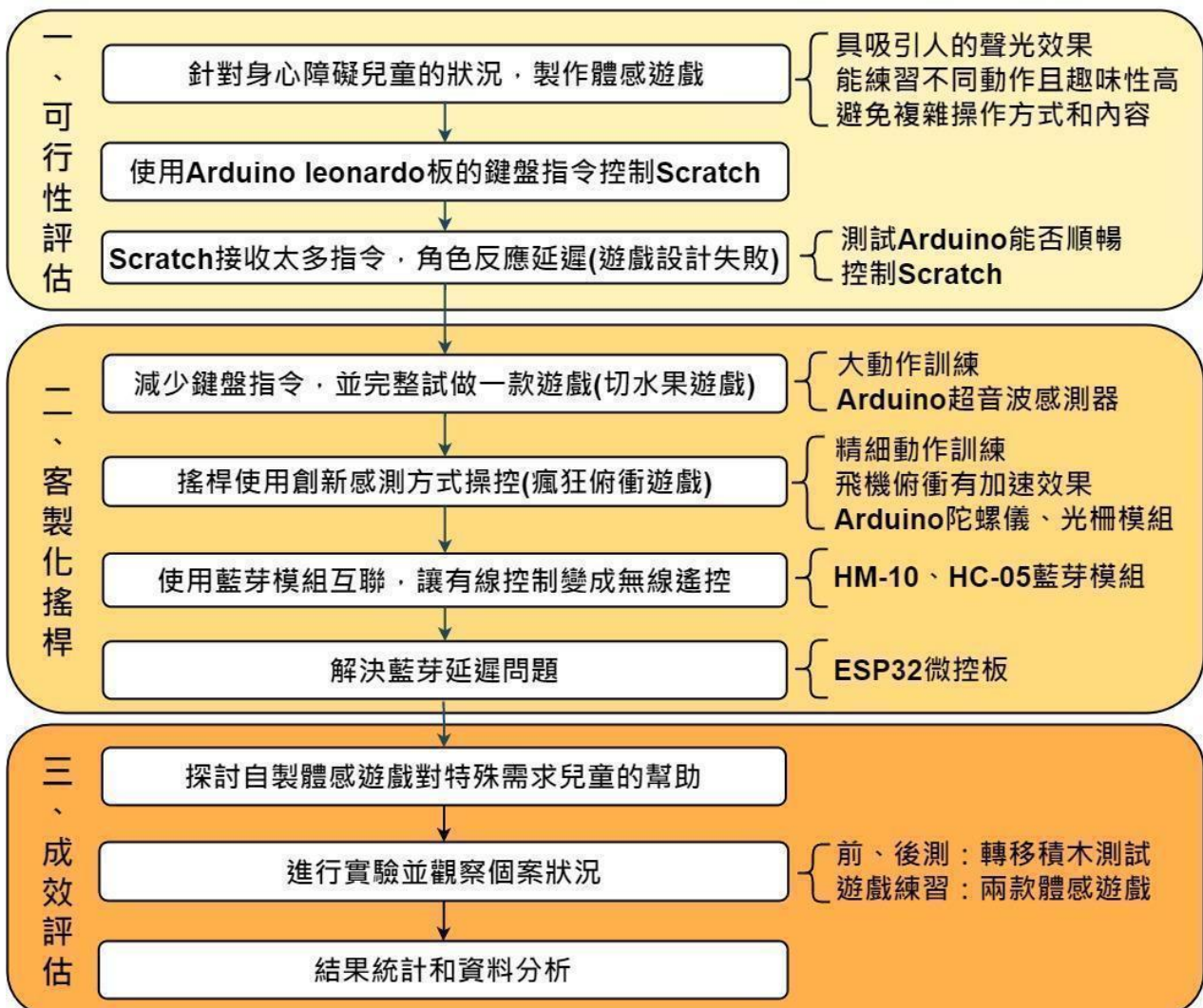


圖 1 研究流程圖



## 一、可行性評估

因為想在針對身心障礙兒童客製遊戲之前，找到最適當的解決方案，所以先進行可行性評估。以下是評估、蒐集資料和做測試過程的流程圖：

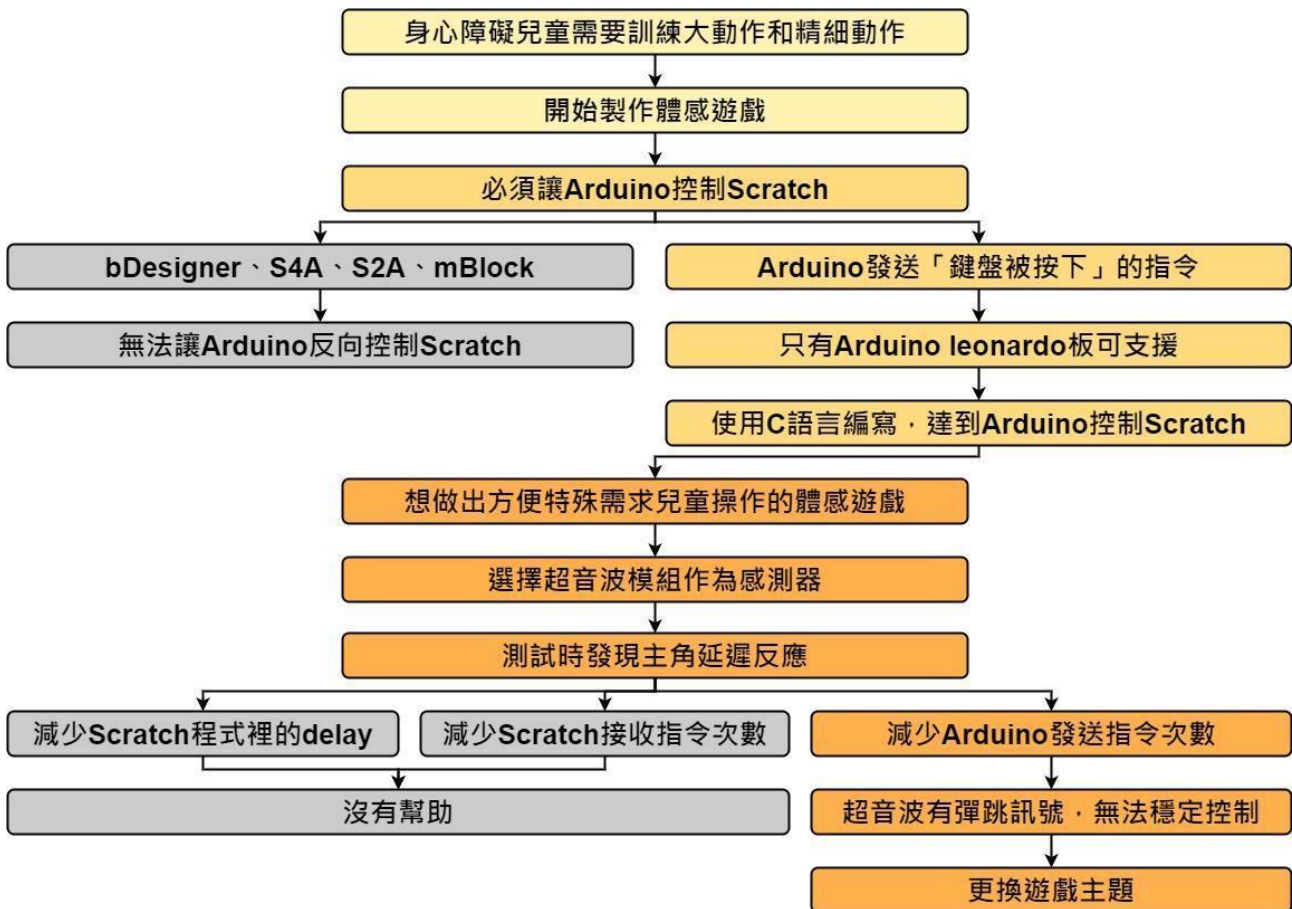


圖 2 可行性評估流程圖

### (一)針對身心障礙兒童的狀況，製作體感遊戲

實地觀察身心障礙兒童並與特教老師討論後，發現粗大動作、精細動作與手眼協調、專注力是多數身心障礙兒童常見的問題。所以我決定根據他們的需求，製作符合下列項目的體感遊戲：

- 1.吸引人的聲光效果。
- 2.能練習不同動作能力。
- 3.遊戲內容具有趣味性。
- 4.為配合身心障礙兒童的智能發展，遊戲必須為無劇情，規則也不能太複雜。
- 5.操作方式不能過於複雜，例如：組合多按鍵的操作方式。
- 6.因部分身心障礙兒童無法操作手持式搖桿，所以設計完全不需要拿任何搖桿，只要做出動作，就能感應到並驅動的遊戲。

### (二)使用 Arduino leonardo 板的鍵盤指令控制 Scratch

- 1.起因：Arduino 和 Scratch 都是開源的電子平台，它們可以輕鬆根據需求來編寫程式，所以我想讓 Arduino 控制 Scratch。
- 2.查詢資料：支援結合功能的軟體有 bDesigner、S4A、S2A、mBlock。

3.遇到困難：這些軟體只能讓 Scratch 單向控制 Arduino，無法讓 Arduino 反向控制 Scratch。

4.解決方法：讓 Arduino 發送「鍵盤按鍵被按下」的指令，Scratch 接收到並執行。選擇使用 C 語言寫程式，比較直接、方便操作。

5.實際嘗試：上網查詢後，發現 Arduino 裡只有 Arduino leonardo 板支援鍵盤按鍵的控制。

6.測試結果：Scratch 裡的角色會依照 Arduino 發送的指令移動。

7.小結：Arduino leonardo 板可以控制鍵盤、滑鼠，發送鍵盤指令控制 Scratch。

### (三)Scratch 接收到太多指令，角色反應延遲(遊戲設計失敗)

1.起因：想做出較有互動性的遊戲，選擇超音波模組偵測距離，讓身障者能透過前後移動身體控制遊戲中的角色前後移動，閃躲、攻擊怪物，練習全身的粗大動作。

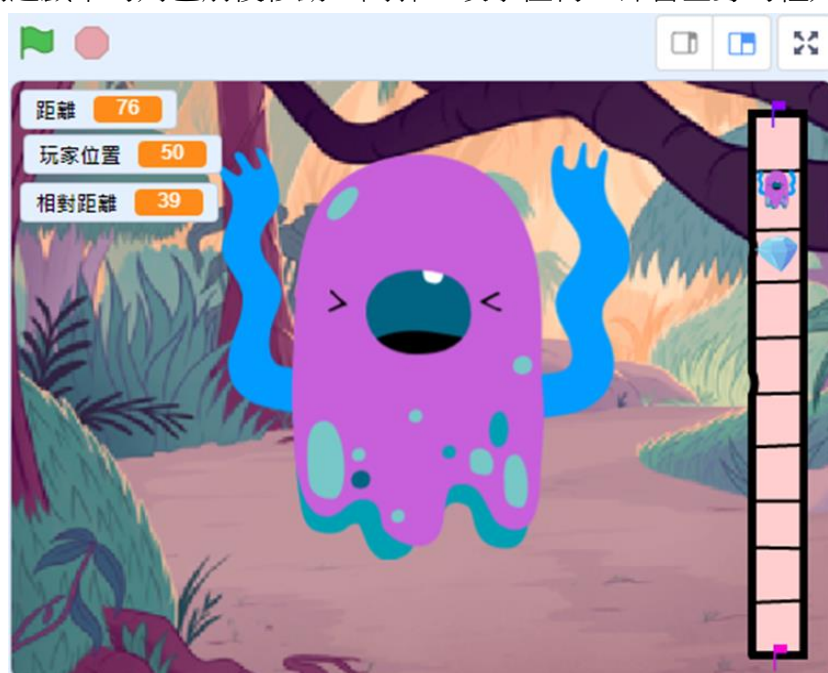


圖 3 打怪遊戲畫面(遊戲設計失敗)

2.遇到問題：遙控角色移動時，發現角色會延遲反應。

3.解決方法：

(1)刪除 Scratch 程式裡的 delay：Scratch 程式裡的 delay 都很短，刪除後沒有對延遲反應產生幫助。

(2)減少 Scratch 接收指令的次數：我把距離數值都列到清單中，並檢查是否有重複的數值。卻發現讓 Scratch 當機，猜測是反覆判斷 20 個條件所導致。

(3)想解決超音波模組重複發送訊息的問題，到 Arduino 官方論壇上發問：

a.討論結果：可以在程式碼中設定兩個變數，分別是目前的距離值，和上次偵測到的距離值。並透過比較這兩個距離值的變化量，來判斷要不要發送鍵盤指令。

b.嘗試結果：可以透過減少 Arduino 發送指令的次數，解決超音波模組重複發送訊息的問題，卻發現偵測到的數據有彈跳訊號，無法穩定控制。

4.更換遊戲主題的原因：無法穩定控制遊戲中的角色和背景移動。

## 二、客製化搖桿

在進行可行性評估並確認方向後，我根據他們的需求，製作能練習手部大動作和精細動作的客製化體感遊戲。以下是製作體感遊戲的流程：

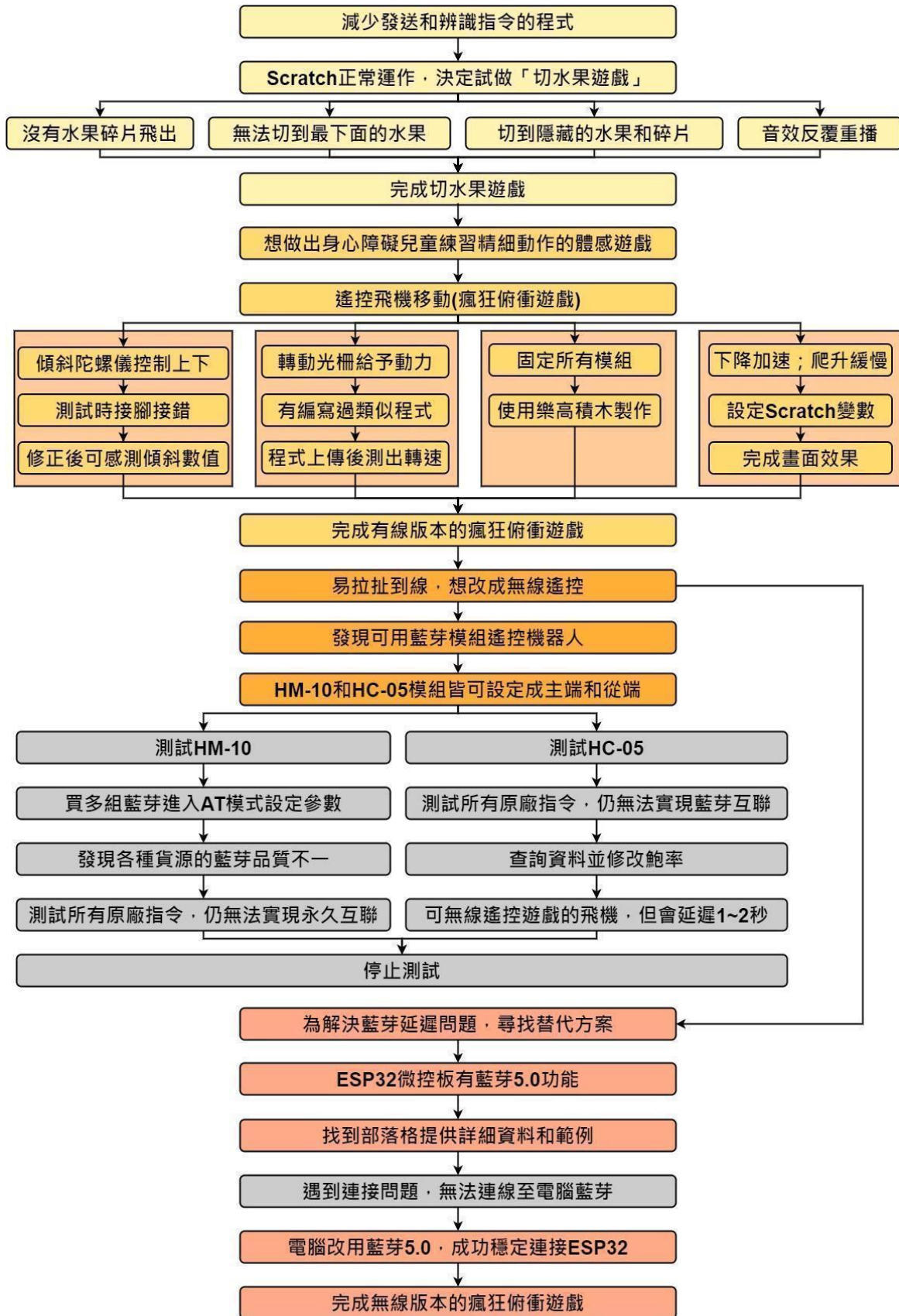


圖 4 客製化搖桿流程圖

(一)減少鍵盤指令，並試做一款遊戲(設計能訓練粗大動作的切水果遊戲)



圖 5 切水果遊戲畫面

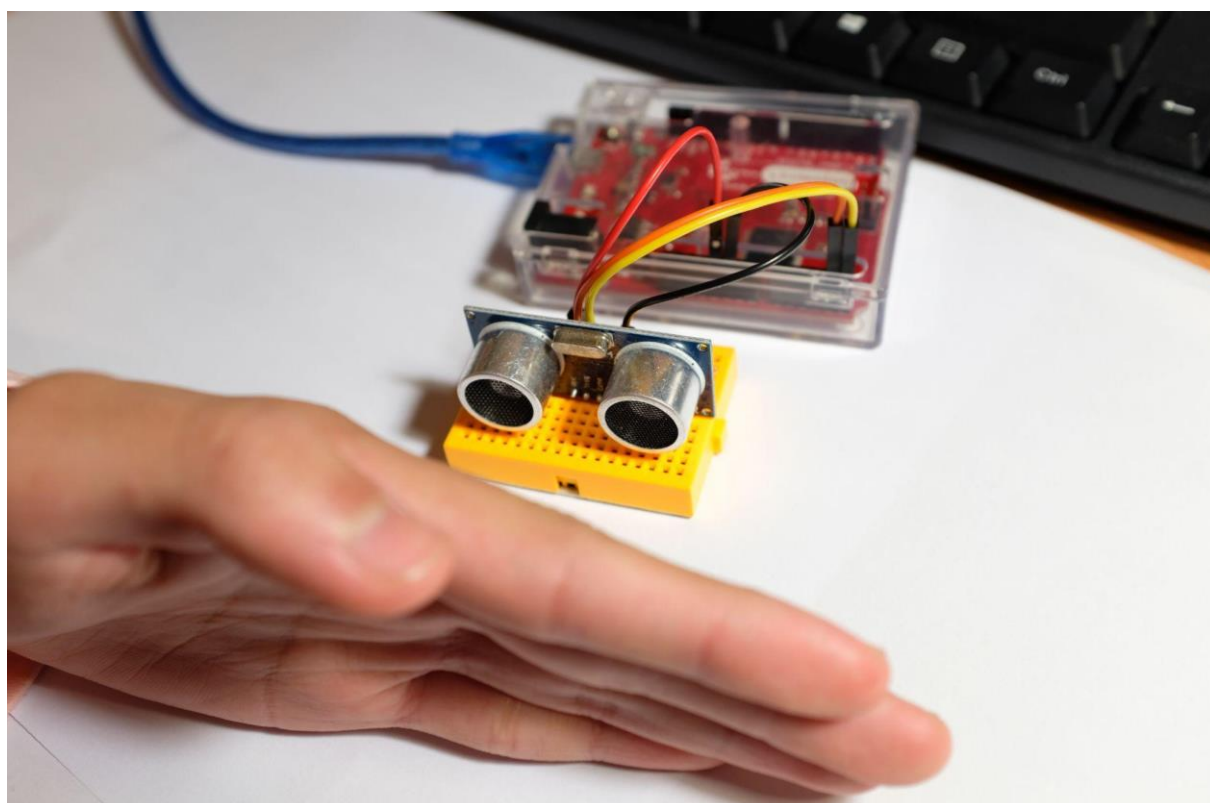


圖 6 切水果遊戲搖桿

1.起因：發送太多鍵盤指令讓 Scratch 反應不過來，思考只發送一個鍵盤指令能否讓 Scratch 正常運作。因部分身心障礙兒童無法操作手持式搖桿，所以設計完全不需要拿任何搖桿，只要在模組前擺動前臂，就能感應並驅動遊戲角色，練習個案的粗大動作。

2.修改程式：減少發送和辨識指令的程式。

3.測試結果：Scratch 可以正常運作，決定試做一個「切水果遊戲」。

4.Arduino Leonardo 板和超音波測距模組的接線圖及成品：

表 5 切水果遊戲搖桿的接線方式

	超音波模組			
	VCC	GND	TRIG	ECHO
Arduino Leonardo 板	5V	GND	A4	A5

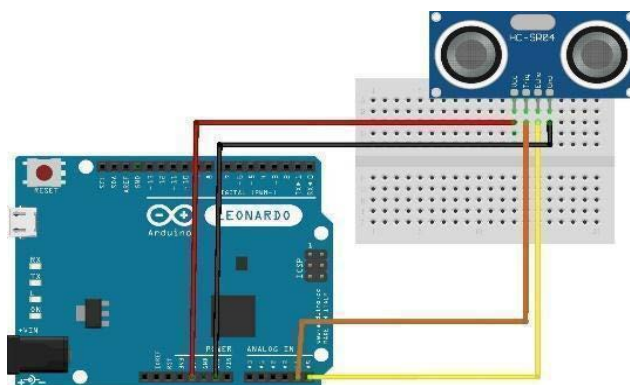


圖 7 切水果遊戲搖桿的接線圖

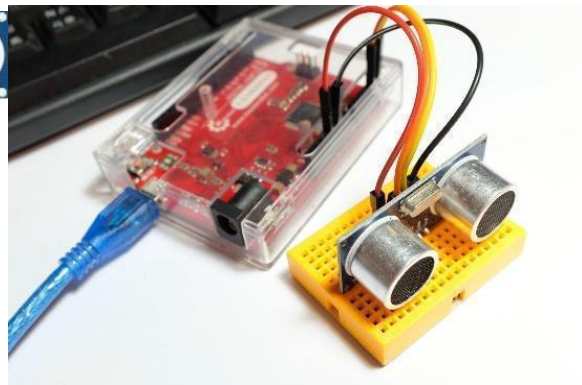


圖 8 切水果遊戲搖桿的成品

5.切水果遊戲的程式流程：

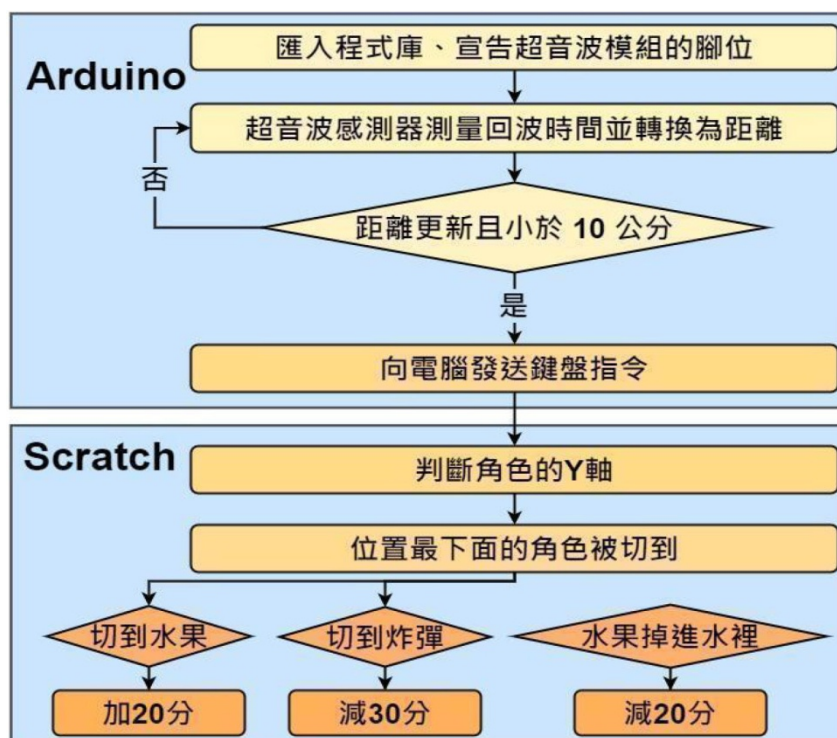


圖 9 切水果遊戲的程式流程圖

## 6.切水果遊戲主要的 Arduino 程式：

```
16 void loop ()
17 {
18   static unsigned long pingTimer = 0;
19   if (millis() - pingTimer > 50)
20   {
21     pingTimer = millis();
22     digitalWrite(TriggerPin, LOW);
23     delay(1);
24     digitalWrite(TriggerPin, HIGH);
25     delayMicroseconds(10);
26     digitalWrite(TriggerPin, LOW);
27     unsigned long echoTime = pulseIn(EchoPin, HIGH, 30000);
28     if (echoTime != 0)
29     {
30       unsigned distance = echoTime / MicrosecondsPerRoundTripCM;
31       if (distance > (PreviousDistance + DistanceBuffer) ||
32         (PreviousDistance > DistanceBuffer && distance <
33         (PreviousDistance - DistanceBuffer)))
34       {
35         Serial.print("new distance ");
36         Serial.println(distance); Serial.print("/");
37
38         PreviousDistance = distance;
39         if(distance<10){Keyboard.write('1');}
40       }
41     }
42   }
43 }
```

在 loop 迴圈中，使用變數 pingTimer 追蹤上一次觸發超音波的時間，並確保每隔 50 毫秒測一次距離。通過觸發引腳來發送超音波。接著使用 pulseIn() 函式來測量收到回音的時間，計算出物體與超音波模組的距離。如果偵測到距離變化，程式會通過序列埠視窗顯示距離值。如果距離小於 10，發送鍵盤指令 '1' 到電腦，模擬鍵盤輸入。

圖 10 切水果遊戲主要的 Arduino 程式

## 7.解決 Scratch 程式的問題：

在完成 Scratch 的程式後，加上 Arduino 的超音波模組，測試遊戲的順暢度。遊戲進行得很順，所以就開放試玩，但一開始試玩，就被點出問題。

- (1)水果被切下去後沒有水果碎片飛出來：試玩後建議可讓水果旋轉，讓畫面更精彩，但一直無法設定旋轉功能，後來發現是把旋轉方式設成左、右，讓水果只能左右鏡射旋轉，修改成無設限後，就可以正常運作了。
- (2)沒辦法讓落到最下面的水果被切到：決定要不要切下水果時，要判斷最下面的是水果還是炸彈，所以要設定只有最下面的角色可以被切到。剛開始，一直找不到判斷的方法，但後來發現，每個角色都有自己的座標，而且座標是可修改的，所以設定比較座標數值最小的角色才能被切到，就可解決這個問題。
- (3)會切到隱藏的水果和水果碎片：有時在切水果，會切到隱藏的水果和水果碎片，多增加計分。為了解決這個問題，需要在程式中增加碰到水果的顏色才會執行加分的指令，就不會切到了。
- (4)美化遊戲時遇到的問題：在完成遊戲後，加入了特效、音效和生命值。當加入音效時，會一直重播，研究後才發現是因沒有設定成「撥放直到音樂播完」。

## 8.切水果遊戲主要的 Scratch 程式：



The image displays two Scratch scripts. The top script is triggered by a '當收到訊息 切到西瓜' (When I receive the message 'Cut Watermelon') and contains the following blocks: '顯示' (Show), '定位到 西瓜 位置' (Go to Watermelon position), '播放音效 Bite' (Play sound effect Bite), '造型換成 片狀西瓜' (Change costume to Watermelon slice), a '重複 4 次' (Repeat 4 times) loop containing '建立 自己 的分身' (Create my clone), and '隱藏' (Hide). This is followed by a '當分身產生' (When clone created) loop that repeats 36 times, containing '迴轉方式設為 不設限' (Set rotation style to unlimited), '右轉 15 度' (Turn right 15 degrees), '隱藏' (Hide), and '分身刪除' (Delete clone). A second '當分身產生' (When clone created) block contains '滑動 1 秒到 隨機 位置' (Slide 1 second to random position), '隱藏' (Hide), and '分身刪除' (Delete clone).

The bottom script is triggered by '當 1 鍵被按下' (When key 1 is pressed) and contains an '如果' (If) block with three conditions: '炸彈Y > 西瓜Y' (Bomb Y > Watermelon Y), '蘋果Y > 西瓜Y' (Apple Y > Watermelon Y), and '香蕉Y > 西瓜Y' (Banana Y > Watermelon Y). If true, it executes: '廣播訊息 切到西瓜' (Broadcast message 'Cut Watermelon'), a '重複 4 次' (Repeat 4 times) loop with '造型換成下一個' (Change costume to next), '等待 0.03 秒' (Wait 0.03 seconds), '定位到 x: 隨機取數 -190 到 190 y: 180' (Go to x: random number -190 to 190 y: 180), '變數 西瓜Y 設為 180' (Set variable Watermelon Y to 180), and '隱藏' (Hide).

當收到切到水果的訊息時，執行：顯示水果碎片、定位到水果的位置、撥放音效、建立 4 個碎片的分身。當分身產生時，讓水果碎片隨機飛到不同位置，同時旋轉。完成後，隱藏角色本身、刪除分身。

當收到 Arduino 發送的鍵盤指令時，先判斷最下面的物品是水果還是炸彈，得到判斷結果後，做出碎片飛出或炸彈爆炸的效果。完成後再次移動到畫面最上方。

圖 11 切水果遊戲主要的 Scratch 程式碼

9.小結：初步設計好的遊戲就要先給多人試玩，就能發現製作有哪些邏輯不正確的地方，再度修改遊戲，增加各種效果改良畫面，也更完整。

(二)搖桿使用創新感測方式操控遊戲(能練習精細動作的瘋狂俯衝遊戲)



圖 12 瘋狂俯衝遊戲畫面

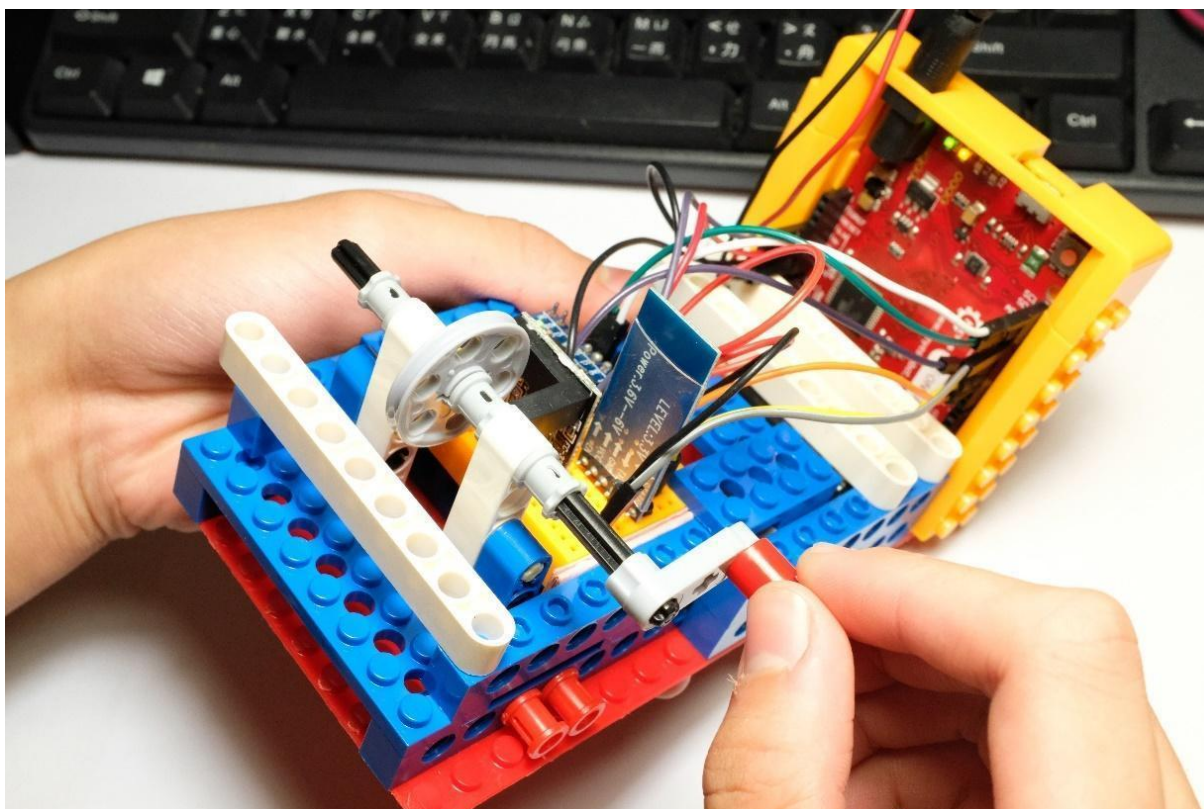


圖 13 瘋狂俯衝遊戲搖桿的成品



- 1.起因：**想使用傾斜陀螺儀模組控制飛機上下移動，轉動光柵模組給予飛機動力，能練習到個案的精細動作。
- 2.測試陀螺儀模組：**之前測試過 MPU-9265 陀螺儀模組，但找不到相關範例程式和接線方式。上網尋找資料後，發現 MPU-6050 陀螺儀模組有更多資料可以參考。嘗試使用 Arduino 的 MPU-6050 範例程式時，發現序列埠視窗沒有顯示任何數據。分析原因後，可能是因為 Leonardo 板的接腳較特殊。更正接線位置後，陀螺儀模組就能正常感測數據。
- 3.測試光柵模組：**過去有嘗試使用過紅外線感測器，利用當偵測到物體時，程式中斷 (Interrupt) 並記錄一次，讓感測器偵測轉速，但感測出的數值有雜訊，所以沒有繼續研究。後來做這個遊戲時，想到可以使用光柵模組，因為程式以前已經寫過，所以程式上傳後，就可以立刻測出數值。
- 4.製作遊戲控制板：**找不到可以和光柵模組配合的光柵，決定用樂高積木。將麵包板、Arduino 板和電池使用積木固定，並且把光柵模組和陀螺儀模組都插在麵包板上。
- 5.Scratch 編寫遊戲時遇到的問題：**設定飛機在下降時速度會越來越快；爬升時速度會保持緩慢。把 y 軸的數值經過算式，轉換成每一次要移動的格數。
- 6.瘋狂俯衝遊戲的程式流程：**

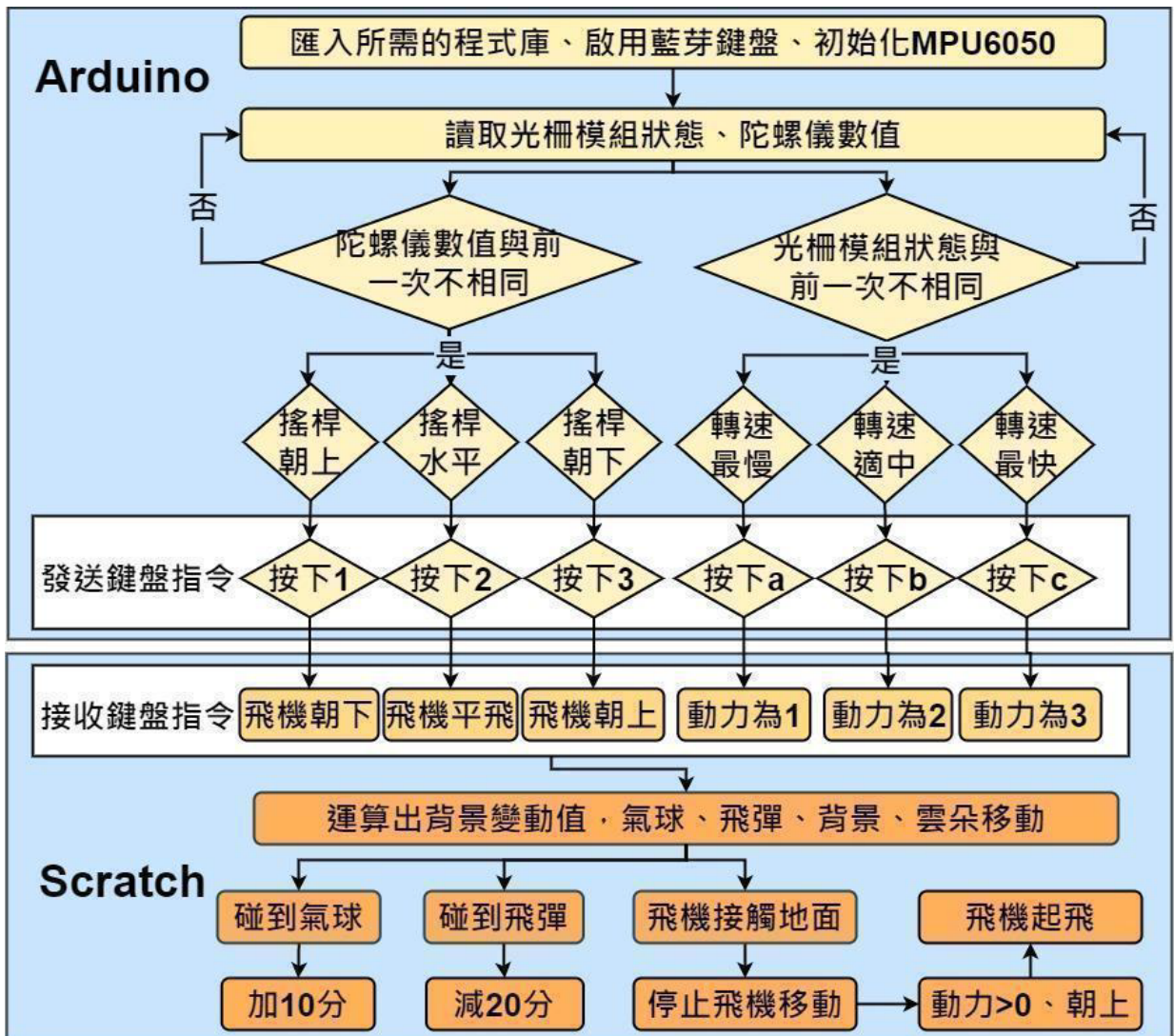


圖 14 瘋狂俯衝遊戲的程式流程

## 7. 瘋狂俯衝遊戲主要的 Arduino 程式：

```
53   if (normAccel.XAxis > -9 and normAccel.XAxis < 0)
54   {
55     c = 1;
56   }
57   else if (normAccel.XAxis > -13 and normAccel.XAxis < -9)
58   {
59     c = 2;
60   }
61   else if (normAccel.XAxis < -13)
62   {
63     c = 3;
64   }
65   if (c != pre_c)
66   {
67     Serial.println(c);
68     Keyboard.println(c);
69   }
70   if (State != pre_State and State == 1) {
71     timer = millis();
72     v = (2 * PI * 0.0236 * 0.1 / ((timer - pre_timer) * 0.001));
73     Serial.println(v);
74     if (v != pre_v)
75     {
76       if (v < 0.005)
77       {
78         Keyboard.write('A');
79         v = 1;
80       }
81       else if (v < 0.01)
82       {
83         Keyboard.write('B');
84         v = 2;
85       }
86       else if (v > 0.01)
87       {
88         Keyboard.write('C');
89         v = 3;
90       }
91     }
92   }
93 }
94
```

第 53 行的 if 判斷陀螺儀傾斜數值是否在-9 到 0 之間，如果是，將 c 設為 1。

第 57 行的 if 判斷陀螺儀傾斜數值是否在-13 到-9 之間，如果是，將 c 設為 2。

第 61 行的 if 判斷陀螺儀傾斜數值是否小於-13，如果是，將 c 設為 3。

如果 c 與 pre\_c 不相等，則透過鍵盤指令發送相應的字符 ('1'、'2'或'3')。通過計算公式計算速度 v。

如果 v 與 pre\_v 不相等，則根據速度值大小，透過鍵盤指令發送相應的字符 ('A'、'B'、'C')。

圖 15 瘋狂俯衝遊戲部分的 Arduino 程式

## 8. 瘋狂俯衝遊戲主要的 Scratch 程式說明：

收到陀螺儀模組發送的鍵盤指令時，根據運算式子計算飛機速度。程式中，設定影響飛機速度的因素包含飛機飛行的方向，像是：飛機朝上、朝下或水平，以及飛機的動力大小。

計算完飛機飛行的速度，背景移動、炸彈和氣球的速度就都能依照不同速度移動。

## 9. 瘋狂俯衝遊戲主要的 Scratch 程式：

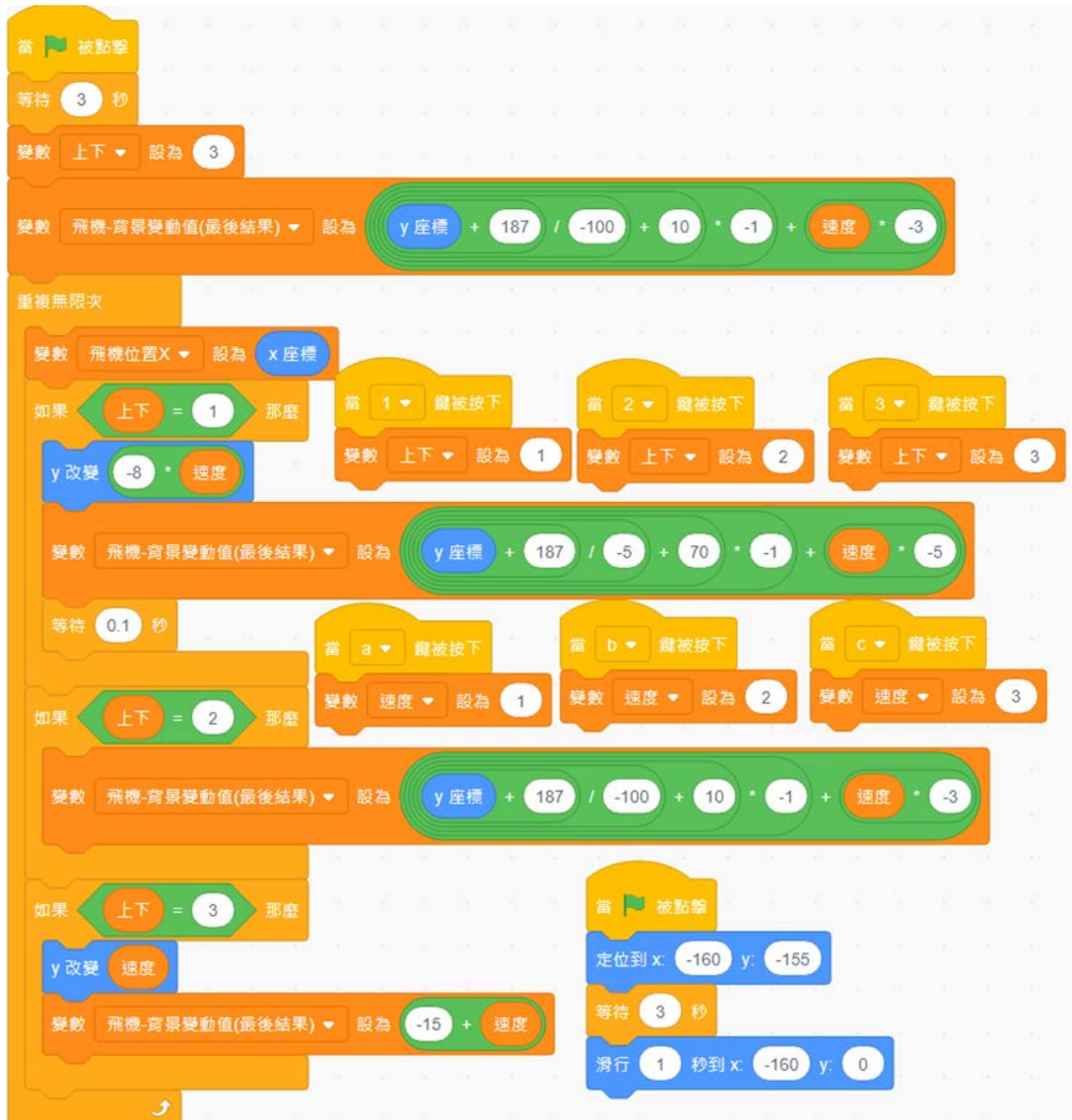


圖 16 瘋狂俯衝遊戲部分的 Scratch 程式

## 10.Arduino Leonardo 板、光柵模組、陀螺儀模組的接線圖(有線控制)：

表 6 瘋狂俯衝遊戲搖桿接線方式(有線控制)

	光柵模組			陀螺儀模組			
	VCC	GND	OUT	VCC	GND	SCL	SDA
Arduinoleonardo 板	5V	GND	D12	5V	GND	SCL	SDA

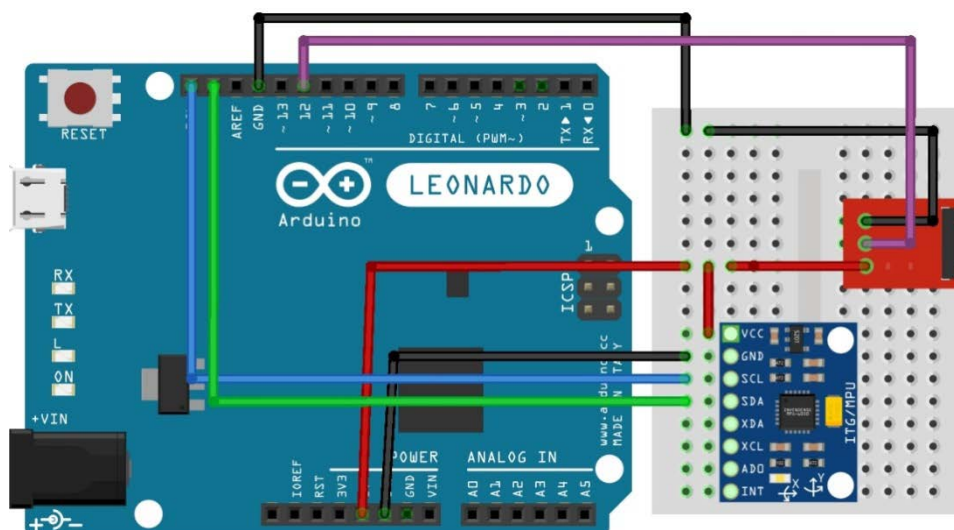


圖 17 瘋狂俯衝遊戲搖桿接線圖(有線控制)

### (三)使用藍芽模組互聯，讓有線控制變成無線遙控

- 1.想法：成功遙控飛機後，想把有線的搖桿改成無線遙控，才不會拉扯到線。
- 2.查詢資料：很多人都用藍芽做遙桿遙控機器人，我發現藍芽模組主要分為 HC-05 和 HM-10，都可以設定成主端和從端。
- 3.讓有線控制變成無線遙控遇到的問題(3 個月的時間嘗試)：

#### (1)測試 HM-10 藍芽模組

- a.需要讓藍芽都進入「AT commad 模式」，設定名稱、主從端等...，但是很多藍芽組都進不去 AT 模式，沒辦法設定任何項目。後續又購買很多賣家的 HM-10 藍芽模組，終於有模組成功進入 AT 模式，設定名稱、主從，問出藍芽位址，但是試了很多不同的 AT 指令，都沒辦法讓兩個藍芽互相連線。
- b.看藍芽的 AT 指令集時，發現一個可以搜尋從端的指令「AT+DISC?」，這個指令不僅讓兩片 HM-10 互聯，還可以讓主端控制從端，但沒辦法讓兩片藍芽永久互聯。
- c.為了讓兩片藍芽可以永久互聯，嘗試讓藍芽回到原廠設定，輸入「AT+RENEW」，這個指令竟然讓兩片藍芽變得毫無反應。為了讓 HM-10 可以重新設定，於是上網找相關資料，有人建議將鮑率設為 115200。再度嘗試後，讓原本一直無法進行設定的 HM-10 藍芽模組，又重新互聯了！但兩片藍芽模組還是無法永久互聯，所以暫停研究 HM-10 模組。

#### (2)測試 HC-05 藍芽模組

- a.讓 HC-05 的藍芽模組互相傳訊：因為 HM-10 沒辦法互聯，因此選擇 HC-05 的藍芽模組，設定主從端。但是上網找很多資料，還試了很多不同的 AT 指令，都沒辦法讓兩

個藍芽互聯。終於發現透過修改藍芽和序列阜的鮑率(baud)，可以讓兩個藍芽模組互相控制。所以想把藍芽模組移到自製的 Arduino 搖桿上，但一直無法成功發送訊息。

b.在 HC-05 中也使用和 HM-10 相同的 AT 指令讓兩片藍芽連線：有一次在設定 HC-05 時，照著 HM-10 的 AT 指令「AT+DISC?」，發現可以成功讓搖桿遠端遙控遊戲中的飛機，但是操作搖桿時，遊戲裡的角色會延遲動作 1-3 秒，無法即時操作。

### (3)進入 AT 模式的方法與設定步驟

#### a.藍芽模組基本設定步驟：

「EN」接腳要先接在高電位(5V 或 3.3V)，才能進入 AT 模式。

表 7 藍芽模組基本設定步驟

指令名稱	AT	AT+NAME?	AT+NAME=	AT+ROLE?	AT+ROLE=1 或 0
指令用途	確認藍芽是否進入 AT 模式	詢問藍芽模組的名稱	修改藍芽名稱	確認藍芽的模式，回答 1 為主端，回答 0 為從端。	設定藍芽的模式(主端或從端)

#### b.藍芽模組互聯設定步驟：

表 8 藍芽模組互聯設定步驟

指令執行位置	主端和從端	主端	主端和從端
指令名稱	AT+ROLE=1 或 0	AT+DISC?	AT+RENEW
指令用途	分別設定兩個藍芽的模式	搜尋附近從端的藍芽	如果想要重置藍芽設定，可以使用此指令(建議不要使用)

## 4.Arduino Leonardo 板、光柵模組、陀螺儀模組和藍芽模組的接線圖(無線遙控)：

表 9 瘋狂俯衝遊戲搖桿接線方式(藍芽模組無線遙控)

	光柵模組			陀螺儀模組				藍芽模組(主從端)			
	VCC	GND	OUT	VCC	GND	SCL	SDA	VCC	GND	TXD	RXD
Arduino leonardo 板	5V	GND	D12	5V	GND	SCL	SDA	5V	GND	D10	D11

搖桿主端：

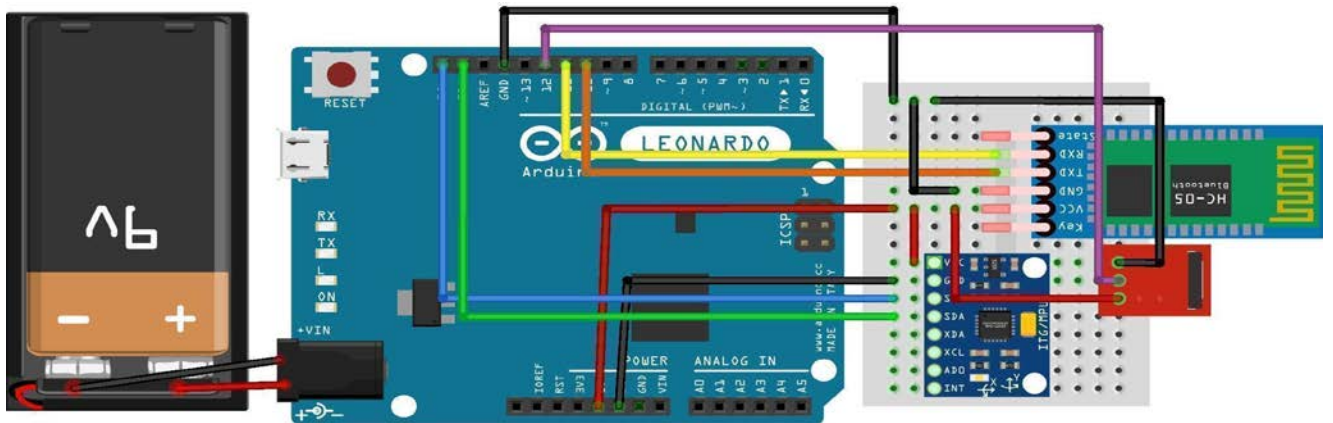


圖 18 瘋狂俯衝遊戲搖桿主端的接線圖

接收從端：

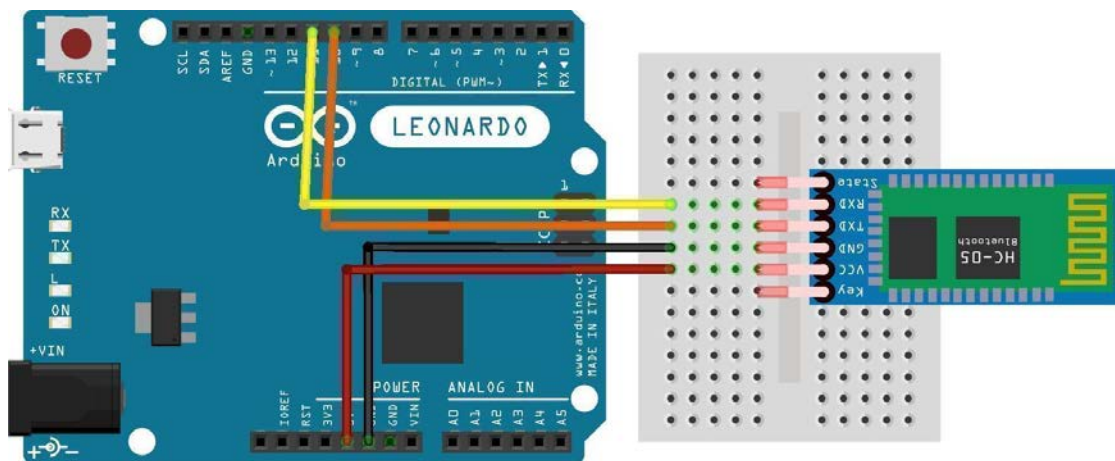


圖 19 瘋狂俯衝遊戲接收從端的接線圖

5.小結：Arduino Leonardo 的板子接腳比較特別，接線時要多注意。Scratch 程式積木的組合運用，可以增加 Scratch 的功能，讓遊戲效果更逼真。在製作搖桿的過程中，用了很多藍芽模組，包含 HM-10 和 HC-05，它們都不適合傳輸即時指令。這些模組有藍芽延遲 1-3 秒的問題，且在藍芽配對過程中需要輸入繁複的 AT 指令。不同賣家的藍芽模組品質不一，根據說明書輸入 AT 指令也不一定能正確反應，因此建議不要使用這些模組。

#### (四)解決藍芽延遲問題

- 1.想法：使用 HC-05 藍芽模組和 Arduino 控制飛機時，遇到延遲問題，因此尋找替代方案。
- 2.查詢資料：發現 ESP32 微控板具有藍芽 5.0 和 Wifi 功能，並找到一個部落格提供了詳細資料和實作範例。
- 3.嘗試藍芽鍵盤功能：使用 ESP32 代替 Arduino Leonardo 和藍芽模組，作為主控板，搭配陀螺儀模組進行測試，但遇到連接問題，無法成功連線至電腦藍芽。
- 4.解決連線問題：電腦改用新的藍芽 5.0 設備，成功穩定連接 ESP32。
- 5.Esp32、光柵模組和陀螺儀模組的接線圖及成品(無線遙控)：

表 10 瘋狂俯衝遊戲搖桿接線方式(esp32 無線遙控)

	光柵模組			陀螺儀模組			
	VCC	GND	OUT	VCC	GND	SCL	SDA
ESP32	5V	GND	G36	5V	GND	SCL	SDA

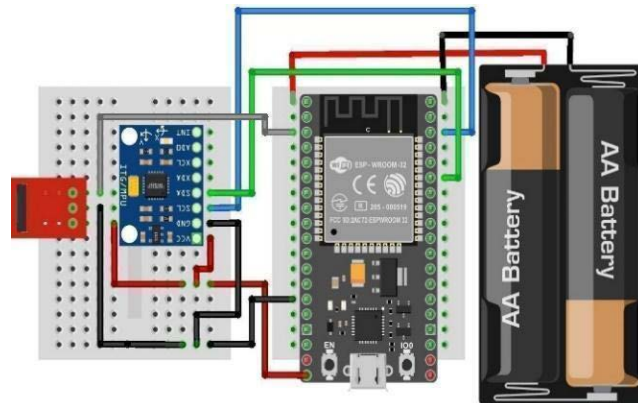


圖 20 瘋狂俯衝遊戲搖桿接線圖(esp32 無線遙控)

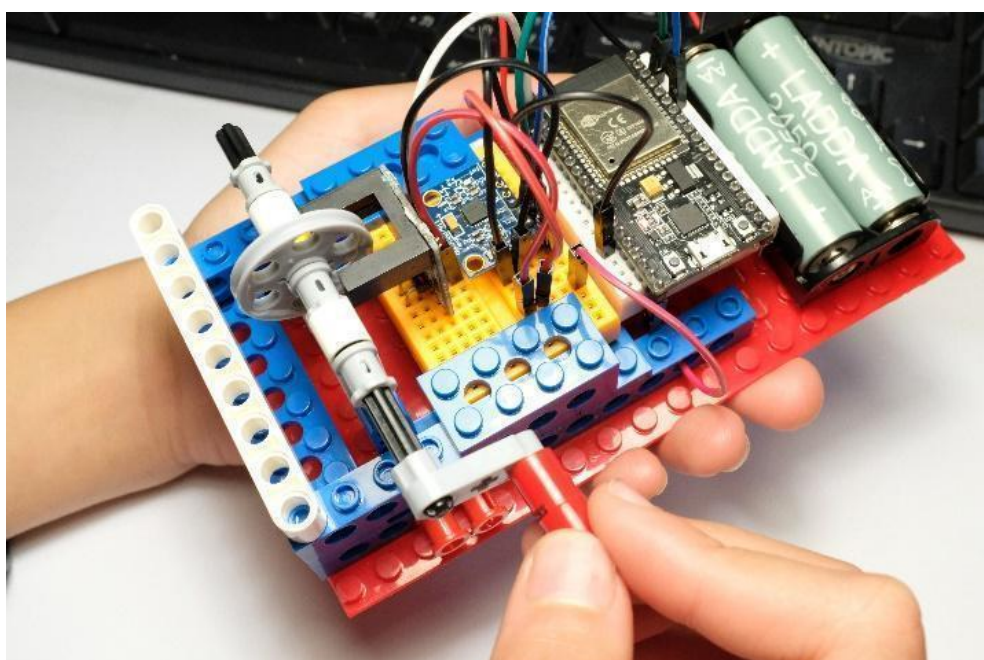


圖 21 瘋狂俯衝遊戲搖桿成品(esp32 無線遙控)

#### 四、身心障礙兒童的練習

在完成初步的體感遊戲設計後，我開始進行身心障礙兒童的遊戲訓練。以下是實施過程的流程圖：

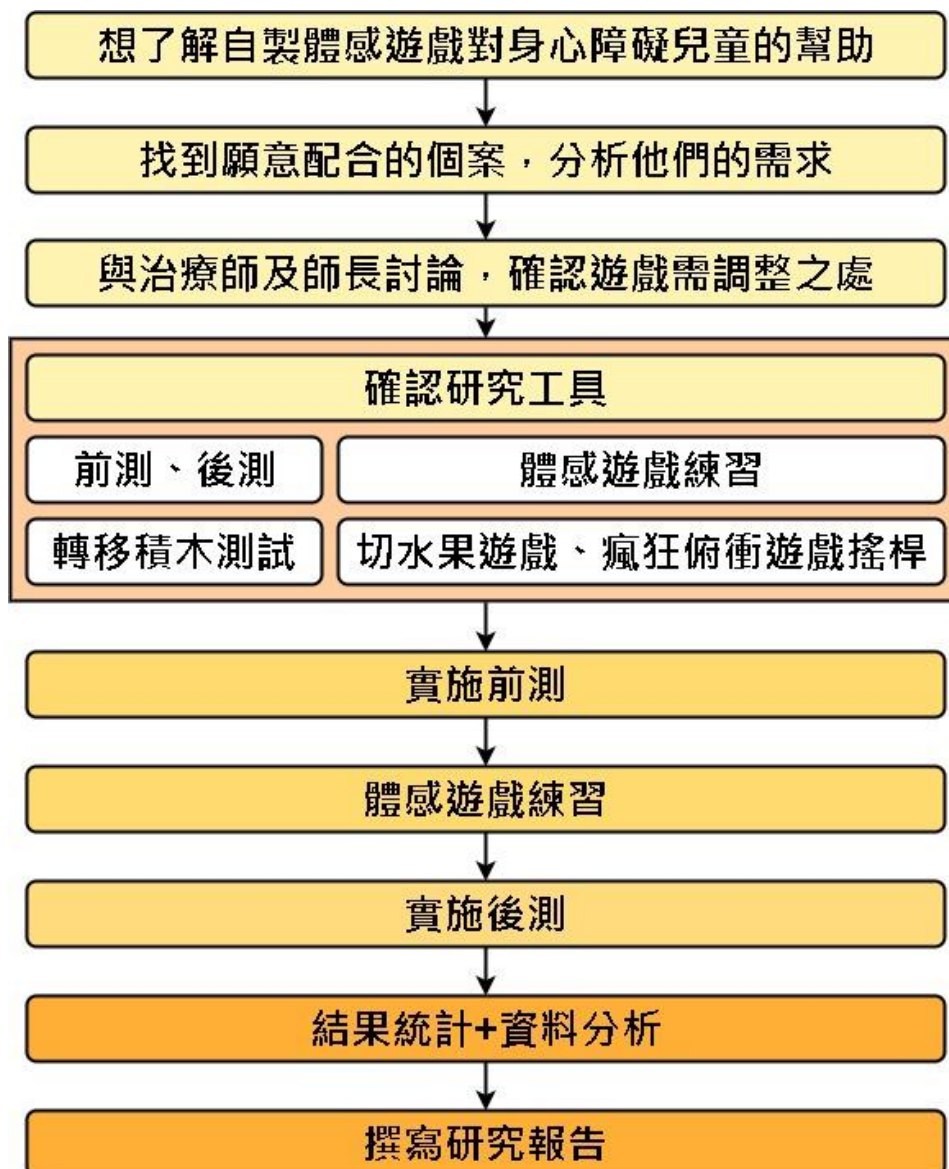


圖 22 身心障礙兒童練習的實施過程流程圖



圖 23 與治療師和特教老師討論實驗設計內容



(一)研究對象：國小、幼兒園身心障礙兒童各 2 位，共四位學生。

(二)根據觀察四位身心障礙兒童和訪問資料，表 11 是整理好的個案描述：


表 11 個案描述

	個案 A	個案 B	個案 C	個案 D
年齡	12 歲		8 歲	
現況	自閉症	腦性麻痺、視覺障礙	發展遲緩	發展遲緩
	肌力及張力偏低，字跡較淡	四肢皆高張，無法自行行走、寫字	肌力偏低，稍微高張，法洛氏四合症	肌力低，複雜性法洛氏四合症
	需要遊玩快速移動等反應力活動時，反應速度較慢。	一年級開始敲打鍵盤打字及操控電動輪椅，目前操作熟練，偶爾仍會擦撞到牆壁或路上的同學。	反應略慢，作業時專注度低，容易分心，需持續提醒。6 歲時發展評估約 5 歲。	反應略慢，時常藉搖晃頭部刺激前庭，腳精細動作較手部早，專注度低，需時常提醒。6 歲時發展評估約 2.5 歲~3 歲。
個案需求	粗大動作較為熟悉，較需練習精細動作。	粗大動作較不熟悉。	年紀較輕，無法專注在一件事情上太久。	年紀較輕，且專注力持續不久。
遊戲選擇評估	安排能練習精細動作的瘋狂俯衝遊戲。	安排能練習粗大動作的切水果遊戲。	先玩切水果遊戲，操作熟練後，再玩瘋狂俯衝遊戲。	安排切水果遊戲。

### (三)依需求調整遊戲與施測方法

根據身心障礙兒童的需求和特教老師的建議，調整遊戲內容和施測方式。表 12 為實驗設計要點：

表 12 實驗設計要點

項目	說明
遊戲進行要點	<p>1.切水果遊戲的扣分(炸彈)：為了避免操作者的手一直重複做遮擋超音波模組的動作，沒有判斷該切最下面的水果，無法達到練習手眼協調能力和專注力的效果，所以切到炸彈會扣分。</p> <p>2.瘋狂俯衝遊戲的扣分(飛彈)：為了避免遊戲中的飛機一直待在地面上或天空頂端，無法達到練習手部操作的效果，飛彈會隨機出現在不同位置，玩家只要一直待著不動就會被扣分。</p> <p>3.遊戲難度：為了避免個案因重複玩同一個速度的遊戲，而越來越熟練產生乏味，所以設計難、中、易三種難度。以下是瘋狂俯衝遊戲的三種難度畫面：</p> 

	<b>4.遊戲計時 3 分鐘：</b> 因前導性研究發現，如果只玩 1 分鐘，很容易在快上手的時候結束，無法達到最佳的練習成效，所以改為每回合 3 分鐘。
<b>施測方式</b>	<p><b>1.分為 7 天：</b>測試時間共為 7 天，每次測試會盡量間隔，避免玩得太疲勞影響實驗數據和練習效果。</p> <p><b>2.練習時間：</b>每天練習累計時間不超過 15 分鐘，且每玩 3 分鐘休息 1 分鐘，適度讓眼睛放鬆，保持良好視力。以家長、老師願意配合，不影響到個案作息時間為主。</p> <p><b>3.難度選擇：</b>當發現個案出現分數過低或高的情況，表示已經很熟悉，這時改變難度，增加遊戲速度，個案才能保持專注。</p>

#### (四)預試作法與流程

進行正式施測前，先進行預試，確保整個實驗的順暢度。表 13 為預試的實驗過程和結果：

表 13 預試的實驗過程和結果

預試		
前測、後測指導語與施測流程		
<p>「現在請你用最快的速度把積木放入盒子裡，直到我喊停。」「預備！開始！」「停！」</p> <p>1.示範操作過程：慣用手→拿起積木→非慣用手→放入盒子</p> <p>2.確保理解測驗內容，測 3 次，每次 15 秒，取平均值</p>		
遊戲練習指導語與施測流程		
<p>「請專心看遊戲畫面，需要判斷最下面的物品，並在超音波模組前做出遮擋的動作。切水果可以加分，但不能切到炸彈，或讓水果掉進水裡，會扣分。」「接下來請專心看遊戲畫面，需要透過傾斜搖桿和轉動手把來操控飛機。碰到氣球可加分，但是不能碰到飛彈。」</p> <p>1.讓被測試者進行手部體感遊戲訓練，每次 3 分鐘，中間休息 1 分鐘，進行 1 回合。</p> <p>2.確保理解遊戲內容後開始練習</p>		
轉移積木測試結果		改進方向
	遊戲練習前	遊戲練習後
第一次	14(穿外套影響靈活度)	21
第二次	19	無測試
第三次	20	
平均	17.67	21
		需要注意現場學生的狀況，才不會影響到測試結果。

(五)正式實施方法與結果說明

確認整個實測過程的順暢度後，我開始進行正式施測。表 14 為正式施測過程和結果：

表 14 正式施測過程和結果

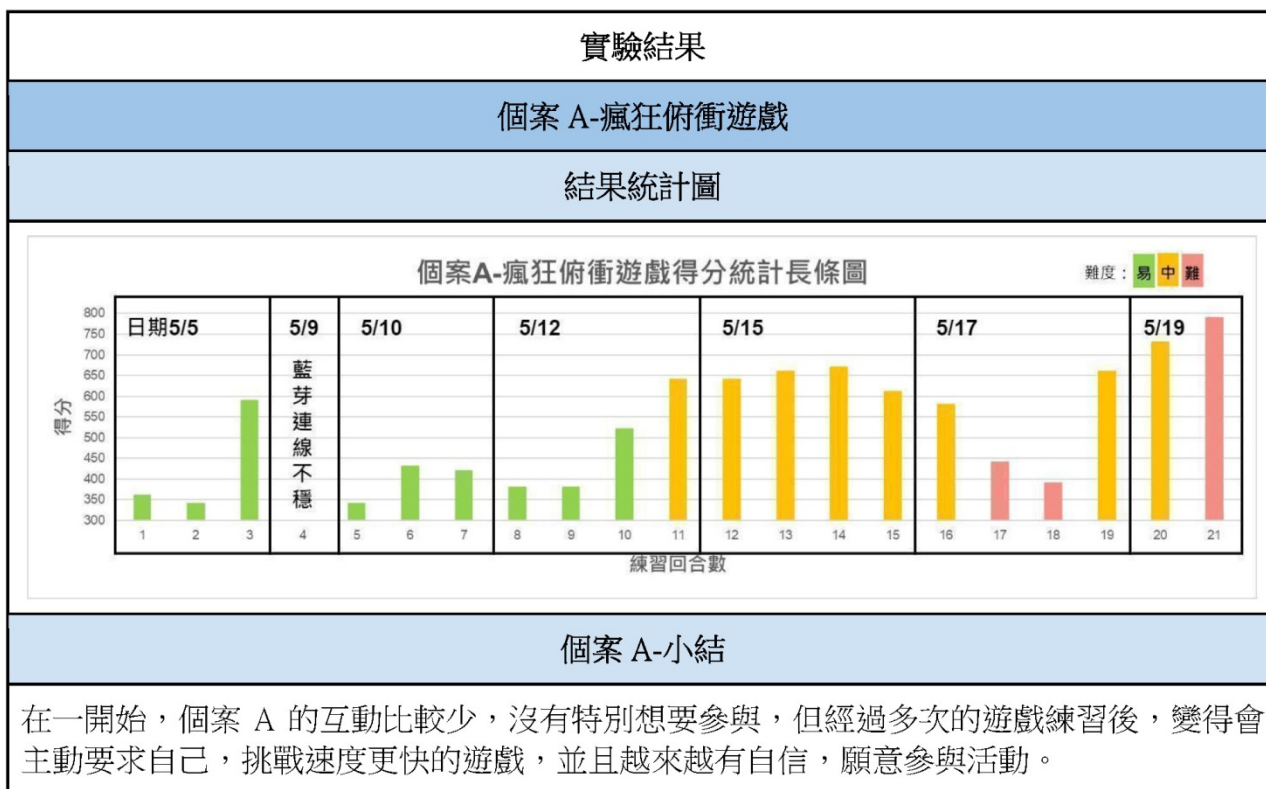
正式施測						
前測(轉移積木測試)						
實驗器材		實驗方法				
盒子		<p>本實驗使用被測試者不熟悉的道具：Transferring Pennies 轉移錢幣。將測驗工具由錢幣改為長方體積木。實驗會在測試前讓被測試者熟悉測試內容。一共進行三次測試，每次 15 秒，取平均值。</p> 				
						
積木 30 個						
						
實驗步驟		測試結果				
<p>1.示範操作過程如下： 慣用手→拿起積木→非慣用手→放入盒子 2.確保學生有理解測驗內容 3.測試者口令：「請用最快的速度把積木放入盒子裡，直到我喊停。」「預備！開始！」「停！」</p>			個案 A	個案 B	個案 C	個案 D
		第一次	8	4	8	1
		第二次	16	5	12	0
		第三次	19	5	13	0
		平均	14.3	4.67	11	0.3

表 15 遊戲練習的方法和過程

遊戲練習	
實驗方法	
讓被測試者進行手部體感遊戲訓練，「每次 3 分鐘，休息 1 分鐘」為一回合，依照身體狀況和疲累程度，每天進行 3~4 回合，並持續 7 天。	
實驗器材	
切水果遊戲搖桿	瘋狂俯衝遊戲搖桿
	
實驗步驟	
<p>測試者口令如下：</p> <p>「請你專心看這個遊戲畫面，你需要判斷最下面的物品，並在這個超音波模組前做出遮擋的動作。切到水果可以加分，但是你不能切到炸彈，或讓水果掉進水裡，會扣分。」</p> <p>「接下來，請你專心看這個遊戲畫面，你需要透過傾斜搖桿和轉動手把來操控飛機。碰到氣球可以加分，但是你不能碰到飛彈。」</p>	
	

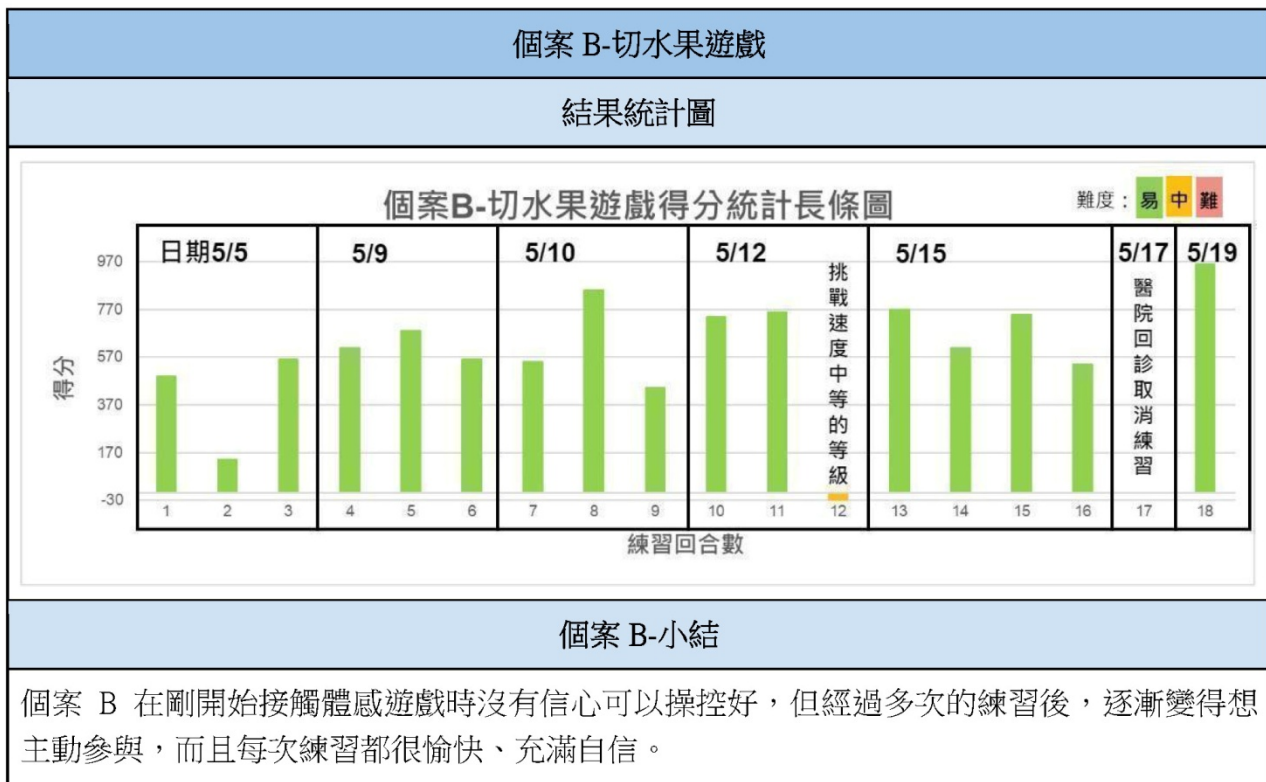
**個案 A**：粗大動作較為熟悉，所以讓他玩能夠練習精細動作的**瘋狂俯衝遊戲**。下表為實驗結果。顏色代表遊戲難度：**易**、**中**、**難**。

表 16 個案 A-瘋狂俯衝遊戲的實驗結果



**個案 B**：粗大動作較不熟悉，所以先玩練習粗大動作的**切水果遊戲**。下表為實驗結果。顏色代表遊戲難度：**易**、**中**、**難**。

表 17 個案 B-切水果遊戲的實驗結果



個案 C：因為個案 C 年紀較輕，沒辦法專注在一件事情上太久，所以先安排切水果遊戲，操作熟練後，再玩瘋狂俯衝遊戲。下表為實驗結果。顏色代表遊戲難度：易、中、難。

表 18 個案 C-切水果遊戲的實驗結果

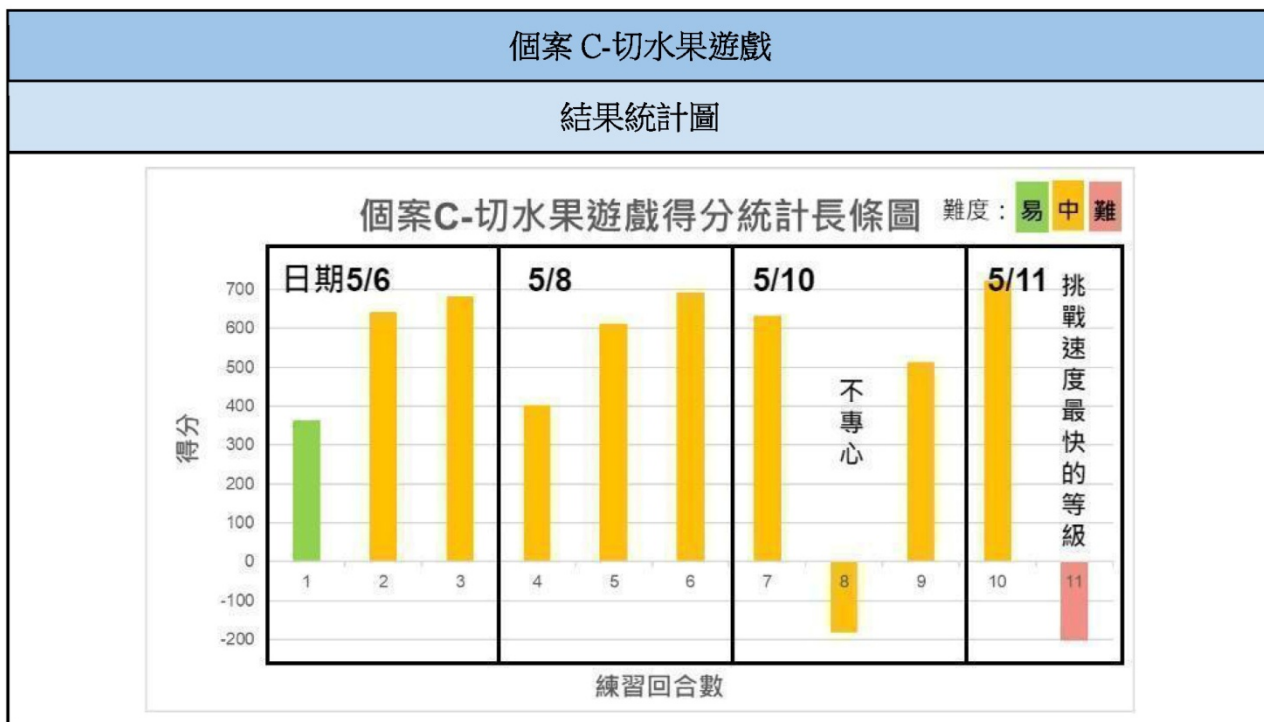
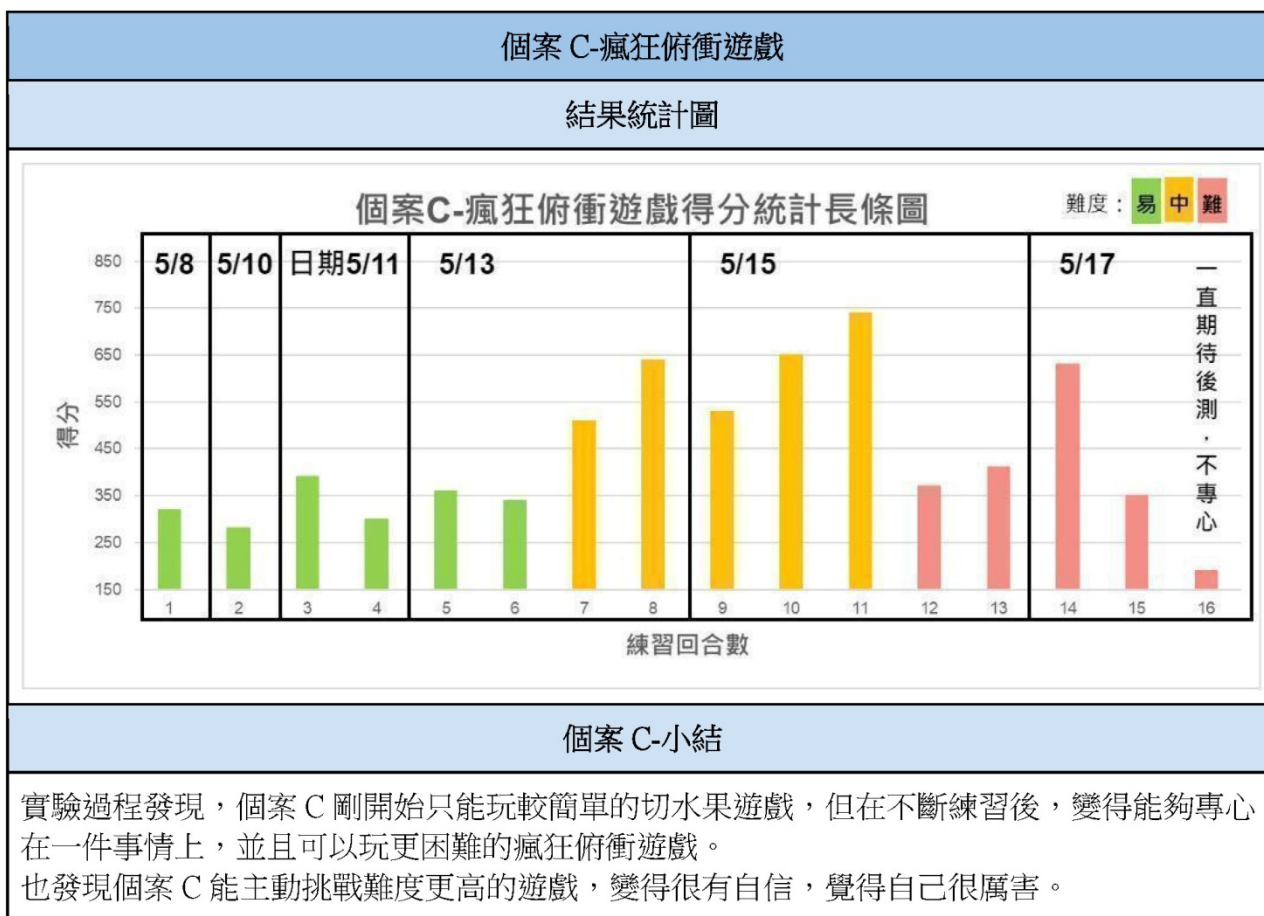


表 19 個案 C-瘋狂俯衝遊戲的實驗結果



**個案 D：**年紀較輕，且專注力持續不久，所以安排**切水果遊戲**。下表為實驗紀錄。

表 20 個案 D-切水果遊戲的實驗觀察記錄

個案 D-切水果遊戲	
因為是握著個案 D 的手練習，所以無需紀錄分數，以觀察記錄狀況來表示。	
日期	紀錄
5/6	必須握著手才能做出切的動作，沒有看遊戲畫面。
5/8	有比較專心盯著遊戲畫面，過程也沒有哭鬧，但是玩到第 2 次時就很不專心，一直往旁邊看。
5/10	第一回合玩的很不專心。 第二回合有稍微專心看螢幕畫面，而且玩遊戲之後有幫自己拍手。 第三回合有主動說想要玩。
5/11	第一次自己切水果
5/13	有稍微專心看螢幕畫面，而且自己切水果很多次。
5/15	第一回合主動做「切」的動作，並且有正確切到水果，但是切幾下後就會不專心。 第二回合可以自己連續切，但是切幾下後就會不專心，握著手帶著切後又可繼續切。 第三回合可以自己連續切，但是過程中一直玩襪子。 第四回合可以自己連續切，口頭提醒就回神過來繼續切。
5/17	第一回合可以自己連續切，口頭提醒就可以繼續切。 第二回合可以自己玩，但是需要口頭提醒。 第三回合可以自己玩，但中途被聲音干擾。
個案 D-小結	
<p>個案 D 除了發展評估年齡較小外，平時也會不斷搖晃頭部刺激前庭，所以無法專注在一件事情上，需要更多時間才能熟悉。</p> <p>但個案 D 從最初完全不會自己玩切水果遊戲，而且無法端坐在位子上，逐漸進步到能夠主動說自己要玩。實驗的最後階段，雖然大部分的時間會分心，不過可以在聽到指令後自己做出切水果的動作。</p>	

表 21 後測結果與討論

後測(轉移積木測試)				
本實驗是參與者在玩切水果或瘋狂俯衝遊戲後的後測，執行與前測相同的測試，檢視透過遊戲練習專注力和手眼協調能力的效果。				
測試結果				
	個案 A	個案 B	個案 C	個案 D
第一次	20	5	12	2
第二次	23	5	14	1
第三次	24	5	17	1
後測平均	22.3	5	14.3	1.3
前測平均	14.3	4.67	11	0.3
進步值	+8	+0.33	+3.3	+1
進步率	56%	7%	30%	因為個案 D 的發展評估只有 3 歲，如果訓練時間更長，應該可以有更明顯的效果。
結果討論				
<p>1.實驗過程發現對於遊戲練習掌握度較好的個案，拉長天數反而容易疲乏，應轉變遊戲練習的項目。但對遊戲練習掌握度沒有很好的個案，或許後續有更多的練習天數，能夠提升效果。</p> <p>2.實驗發現 7 天(不連續)的練習方式，能觀察到每個個案的進步狀況，每天適當的練習時間也較不容易產生疲勞。</p> <p>3.不要提前讓個案知道下階段要完成的事，可以將遊戲練習和後測分成兩天，才不會讓個案在遊戲練習時很急躁，在進行後測時又靜不下心。</p> <p>4.實驗進行時，不要有任何影響個案專注力的行為，但是可以有鼓勵方面的話語，能提高個案參與的熱情。</p> <p>5.個案很熟悉某項遊戲時，會表現出不專心的情況，包含：容易受到聲音干擾、遊戲角色不斷被扣分等.....。這時要改變難度，增加遊戲速度，個案才能持續保持專注。</p>				



## 肆、結論

### 一、客製化體感遊戲設計

(一)運用 Arduino 控制 Scratch 非常適合製作體感遊戲，製作搖桿所使用的材料成本低，取得方便，遊戲設計過程也較為簡單，不需要過多的專業設備，方法容易複製，可以有彈性的發揮創意，輕易修改。並根據身心障礙兒童的狀況，提供適合的遊戲搭配搖桿，實現更有效的訓練效果，廣泛讓治療師或一般有需求的人都能方便使用，是一個很好的方案。

(二)遊戲需要配合不同身障兒童的認知能力、手眼協調及專注力，設計多種難度的介面，可以方便不同需求的人使用。如果想製作吸引身心障礙兒童的體感遊戲，必須要有顏色豐富的畫面、趣味性的角色、生動的音效、簡單易懂的操作方式和遊戲內容，最好為無劇情遊戲，不能太過複雜。

### 二、體感遊戲訓練身心障礙兒童

(一)進行練習時，初始可能不熟悉遊戲操作方式，但隨著不斷的練習，個案逐漸能專注的融入螢幕畫面，並通過適時的手部動作來操作遊戲，獲得較高的分數。研究發現這種練習對手眼協調、專注力和反應速度都具有正面的影響，比前測進步 7%~56%。

(二)遊戲得分進步不僅可以增加自信，還可以提高對活動的熱愛，並且樂於挑戰，提高主動參與的頻率。也因為體感遊戲練習的過程不像使用輔具復健，而是像一般的遊戲挑戰，不會感到乏味、無趣，每一次的練習都很愉快，全程充滿歡笑。

## 伍、未來展望

除了這次順利完成的兩款遊戲外，未來會將這份研究的內容製成影片，分享到 Youtube 上，建立開源的社群，讓這個方案廣為人知。每個人都可以交流技術，共同打造不同種類的體感遊戲，幫助不同需求的身心障礙兒童。

未來也希望再嘗試結合使用更多感測器，像是：超音波模組和紅外線模組，來偵測人體的位置，並且製作有趣的遊戲畫面，讓身心障礙兒童可以透過這款遊戲，練習到全身的動作協調。

## 陸、參考文獻資料

### 一、書籍

趙英傑(2020)。超圖解 Arduino 互動設計入門。旗標股份有限公司。

吳紹裳(2018)。實戰 Scratch×Arduino 運算思維能力養成。碁峰資訊股份有限公司。

### 二、研究報告

翁漢騰、張世宗、莊明振（2012）。體感式電玩輔具對於發展遲緩兒童復健成效之研究。

陳建華（2016）。Kinect 體感遊戲對身心障礙學童體適能之影響。〔碩士論文。國立臺北教育大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/eems34>。

鄭婷鶴（2016）。體感互動遊戲於發展遲緩幼兒手眼協調能力之成效研究。〔碩士論文。國立臺北教育大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/6jm64d>。

### 三、網路資源

失傳技術研究所(2020年1月28日)。Arduino 模擬滑鼠鍵盤。壹讀。

<https://read01.com/zh-tw/5nd8geK.html#.YyE3Qn1ByDI>

許慧珊(2020)。提升學齡孩童的精細動作能力。

<http://cgmhearlyintervention.weebly.com/34907259453603935338/9058258>

知芯編輯部(2022)。早療是什麼？認識 4 大遲緩兒特徵即時早療評估，翻轉發展遲緩！

[https://www.nrmedic.com/index.php?route=product/product&product\\_id=788](https://www.nrmedic.com/index.php?route=product/product&product_id=788)

衛生福利部(未知)。認識早療。衛生福利部社會及家庭署發展遲緩兒童通報暨個案管理服務網。<https://system.sfaa.gov.tw/cccm/about/index>

古佳金(未知)。手眼不協調，該怎麼辦？。東元醫院早期療育聯合評估中心。

<https://www.tyh.com.tw/early/teach06.html>

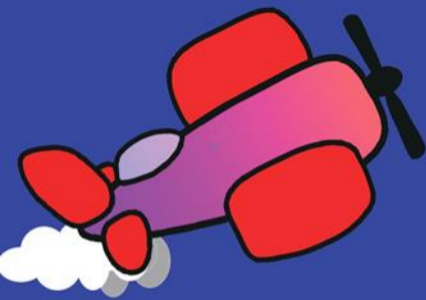
黃暉恬。注意力時間夠長，就沒問題嗎？可不是喔！。親子天下。

<https://www.parenting.com.tw/article/5086544>

## 【評語】 082815

1. 使用 HC-05 藍芽模組和 Arduino 控設計切西瓜遊戲與使用 MPU-9265 陀螺儀模組與搖桿設計瘋狂俯衝遊戲 後改用 ESP32 無線遙控模組
2. 可以作為身心障礙兒童手眼協調訓練
3. 整體遊戲實驗設計實作完整且同一設計可以變化多種情境使人玩不膩，已有實際應用價值，相當不錯
4. 評估實驗以四個身心障礙個案玩遊戲統計其表現進步率，有兩個表現顯著有進步
5. 臨場表達清楚有自信。

## 作品海報



# 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

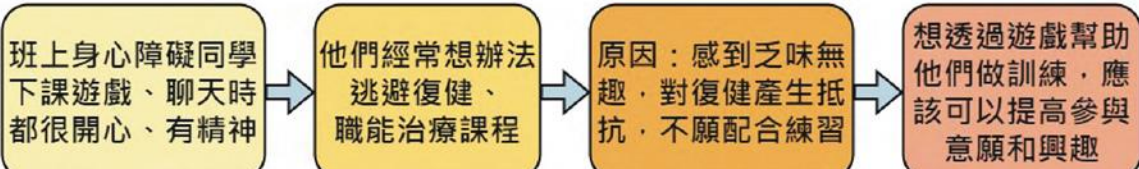


# 摘要

本研究針對身心障礙兒童設計具有趣味性、能練習不同動作的體感遊戲進行訓練。並致力確保這方案的順暢和可行性，改正軟體缺失、簡化製作流程，讓有需求的人能輕鬆複製、修改，發展更多有創意的輔具，幫助身心障礙兒童。體感遊戲以Arduino搭配感測器，發送鍵盤指令控制Scratch。其中「切水果遊戲」利用超音波偵測手勢模擬切水果，訓練手部粗大動作；「瘋狂俯衝遊戲」運用傾斜陀螺儀和轉動光柵控制飛機方向和速度，搭配ESP32藍芽無線控制，訓練手腕、手指精細動作。進行「轉移積木測試」評估，手眼協調和專注力較前測進步7%~56%。對兒童，這不是枯燥輔具練習，而是遊戲挑戰，受測者更有信心且樂於訓練，全程充滿歡笑。

## 壹、前言

### 一、研究動機



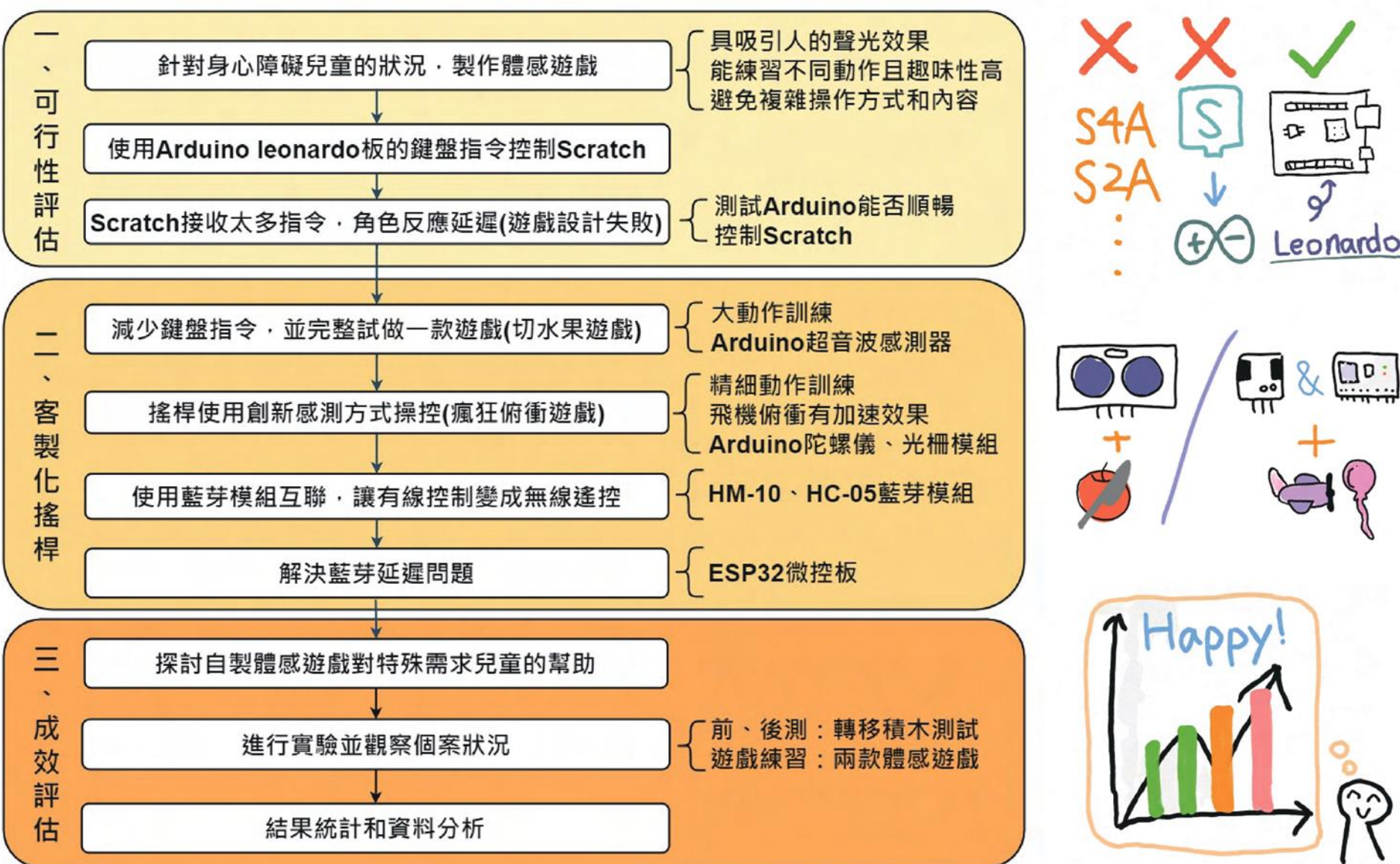
### 二、研究器材

Arduino leonardo板、麵包板、超音波測距模組、ESP32(NodeMCU-32s)、光柵模組、MPU6050陀螺儀模組、HC-05藍芽模組、壓力感測器、紅外線模組、腳踏開關、觸摸開關、樂高、電腦

### 三、研究目的

- (一) 打造適合身心障礙兒童復健的體感遊戲，運用Arduino搭配適當的感測器，製作成搖桿控制Scratch。
- (二) 探討自製體感遊戲對身心障礙兒童練習手眼協調和專注力的成效，提高個案主動參與的頻率和自信心。
- (三) 推廣與開放體感遊戲設計的裝置與程式碼，讓有需求的使用者能輕鬆複製、修改和變動，方便仿作或改造。

## 貳、研究流程圖



## 參、研究過程、方法、結果與討論

### 一、可行性評估

#### (一) 針對身心障礙兒童狀況製作體感遊戲

想法：設計具有吸引人的聲光效果、能練習不同動作能力、遊戲內容具有趣味性、為無劇情、規則和操作方式不複雜的體感遊戲。

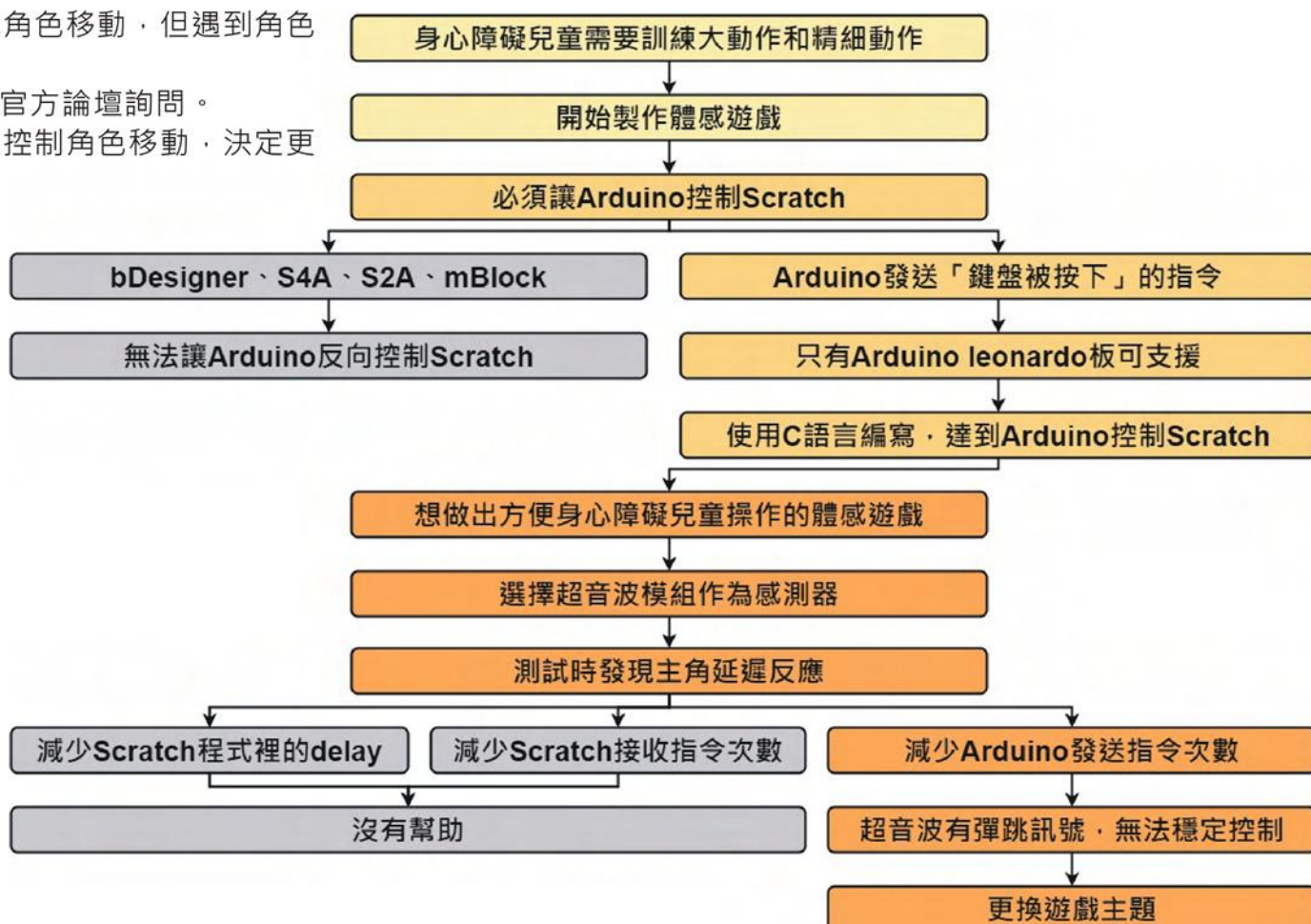
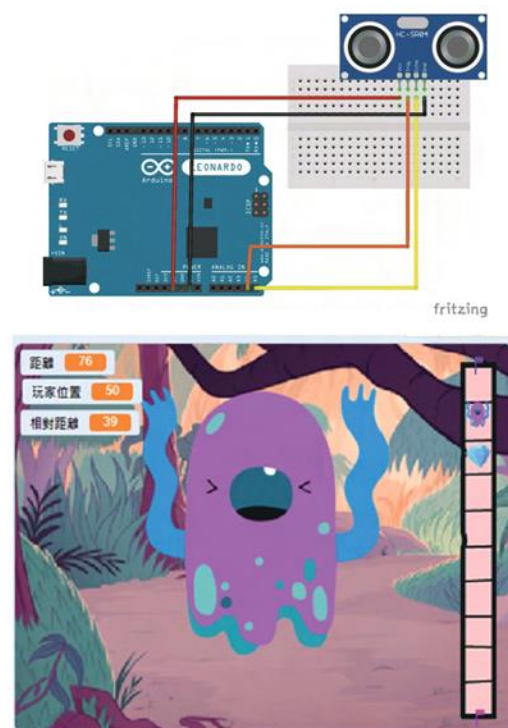
#### (二) Arduino發送鍵盤指令控制Scratch

#### (三) Scratch接收太多指令，角色反應延遲(遊戲設計失敗)

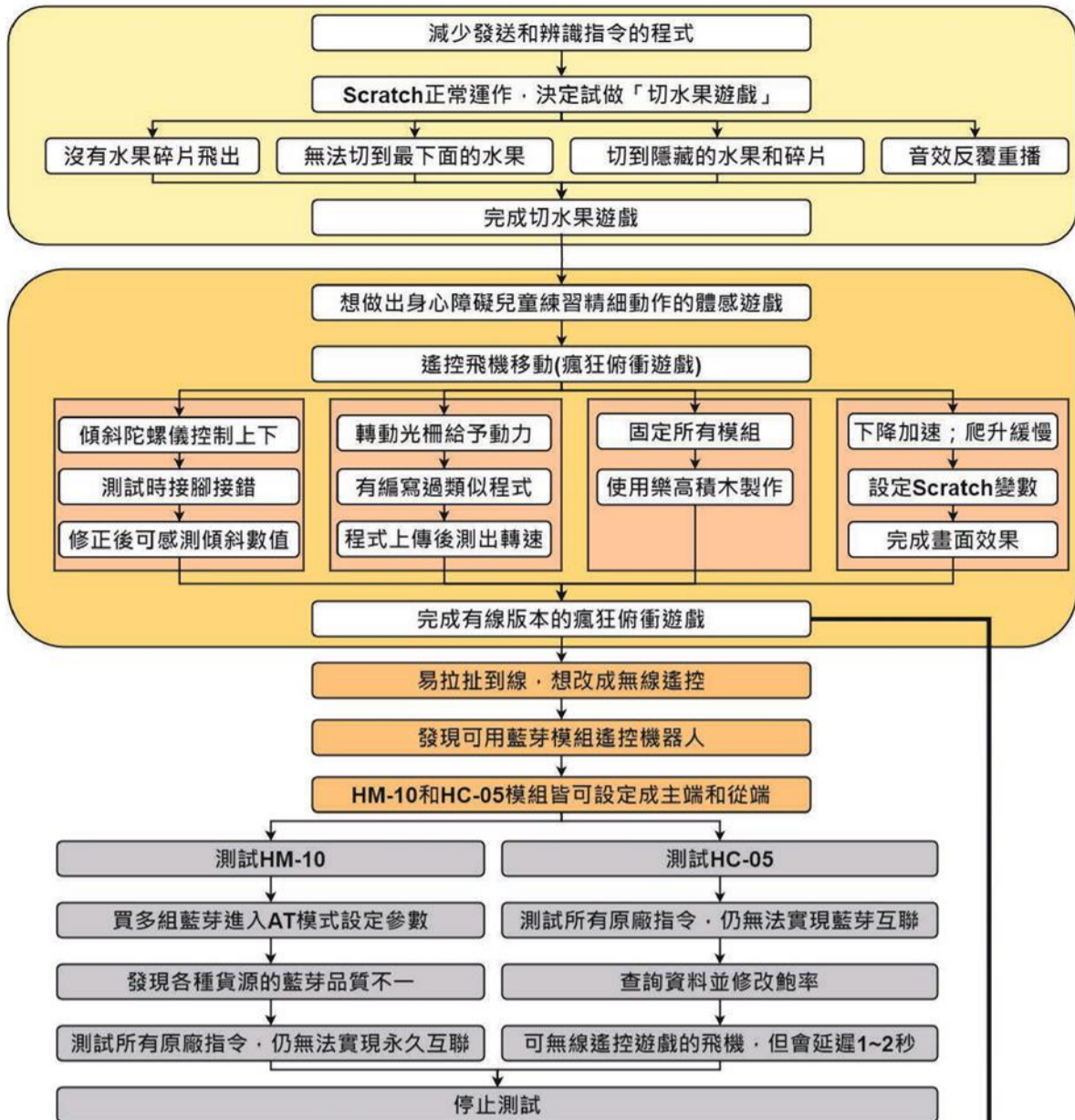
目的：做出有互動性的遊戲

- 1. 使用超音波模組偵測距離控制遊戲角色移動，但遇到角色反應延遲的問題。
- 2. 嘗試減少指令次數，並在Arduino官方論壇詢問。
- 3. 超音波模組有彈跳訊號，無法穩定控制角色移動，決定更換遊戲主題。

- 目的：製作客製化體感遊戲
- 1. Arduino和Scratch是開源的電子平台。
- 2. 尋到的軟體只支援Scratch控制Arduino。
- 3. 使用讓Arduino Leonardo板發送「鍵盤指令」，Scratch接收並執行，控制角色移動。



## 二、客製化搖桿



### (一)減少鍵盤指令，試做一款遊戲(訓練粗大動作的切水果遊戲)



目的：製作能練習前臂擺動的遊戲

- 1.減少鍵盤指令改善Scratch的延遲問題。
- 2.選擇超音波模組來製作「切水果遊戲」。
- 3.透過增加判斷程式，精緻遊戲內容和畫面。

### (二)搖桿使用創新感測方式操控遊戲(練習精細動作的瘋狂俯衝遊戲)



目的：練習個案的精細動作

- 1.陀螺儀和光柵控制飛機上下移動、提供動力。
- 2.選擇樂高積木作為底板，固定光柵模組和陀螺儀模組。
- 3.透過算式解決Scratch編寫遇到的角色移動速度問題。

### (三)使用藍芽模組互聯(有線控制變成無線遙控)

目的：透過藍芽模組改善搖桿成無線遙控

- 1.無法進入AT模式，試了不同指令但仍無效。
- 2.重設HM-10，成功互相連線，但無法永久保持連線。
- 3.改用HC-05藍芽模組，調整速率後成功互相控制，但會延遲1-3秒，無法即時操作。

### (四)解決藍芽延遲問題

目的：遇到延遲問題，尋找替代方案。

- 1.發現ESP32微控板具藍芽5.0功能，找到實作範例。
- 2.使用ESP32作為主控板，但無法成功連線至電腦藍芽。
- 3.電腦改用藍芽5.0設備後，成功穩定連接ESP32。

### 與職能治療師和特教老師討論：



## 三、身心障礙兒童的練習



### (一)研究對象：國小、幼兒園身心障礙兒童各2位，共四位

### (二)正式施測-前測

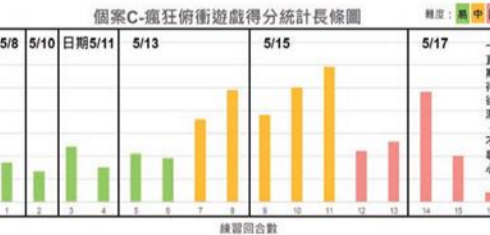
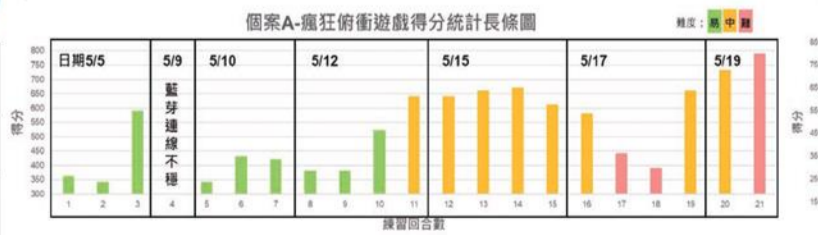
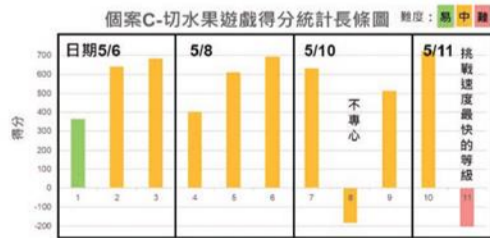
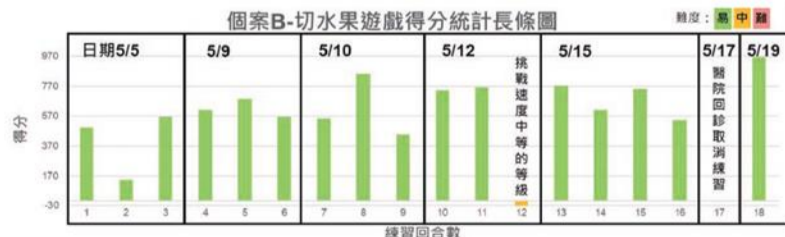


本實驗使用被測試者不熟悉的道具：Transferring Pennies 轉移錢幣。將測驗工具由錢幣改為長方體積木。操作過程如下：慣用手→拿起積木→非慣用手→放入盒子



### (三)正式施測-遊戲練習

讓個案進行手部體感遊戲訓練，「每次3分鐘，休息1分鐘」為一回合，依身體狀況和疲累程度，每天進行3~4回合，持續7天。



### (四)正式施測-後測

	個案 A	個案 B	個案 C	個案 D
前測平均	14.3	4.67	11	0.3
後測平均	22.3	5	14.3	1.3
進步值	+8	+0.33	+3.3	+1
進步率	56%	7%	30%	

備註：因為個案D的發展評估只有3歲，如果訓練時間更長，應該可以有更明顯的效果。



## 四、客製化+模組化+彈性的搖桿設計

選擇Arduino leonardo板或ESP32，從模組中選擇1~2種，配合Scratch遊戲角色、場景替換，完成一整套遊戲。

### Scratch角色、場景替換，變化成不同的遊戲

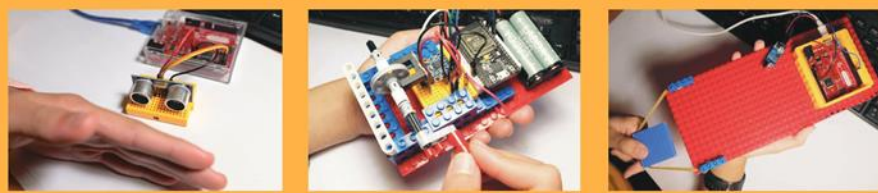


Scratch的遊戲角色、背景，甚至是音樂或限時，都可以隨時修改。除了上述的6種遊戲畫面，還有更多畫面可以配合，修改部分遊戲內容後，一款全新的遊戲就完成了！這樣的設計，可以讓治療師方便根據不同需求更動。



## 主控板：Arduino leonardo板、ESP32

根據不同需求，將主控板結合不同模組，創作搖桿，搭配Scratch遊戲角色，做出適合身障兒童的遊戲。



## 選擇可以練習不同動作的模組

### 手部精細動作

陀螺儀模組 光柵模組

旋轉編碼器 紅外線感測器 觸摸開關

### 手部粗大動作

超音波測距 加速度計

### 核心肌群與平衡

壓力感測器

可選擇其他模組

同個模組也可以做出很多變化的感測方式，搭配Leonardo板，做出客製化的搖桿。上述的感測器只是一小部分。

## 肆、結論

### 一、客製化體感遊戲設計

- (一)Arduino控制Scratch非常適合製作體感遊戲，成本低、取得方便，不需專業設備，方法易複製，可彈性發揮創意，容易修改，可以廣泛適用於治療師或一般有需求的人，是一個很好的方案。
- (二)遊戲需要配合身障兒童的認知能力、手眼協調及專注力，設計多種難度的介面。製作吸引身心障礙兒童的體感遊戲，必須要有顏色豐富的畫面、趣味性的角色、生動的音效、簡單易懂的操作方式和遊戲內容，最好為無劇情遊戲，不能太過複雜。

### 二、體感遊戲訓練身心障礙兒童

- (一)進行練習時，初始可能不熟悉遊戲操作方式，但隨著不斷的練習，個案逐漸能專注的融入螢幕畫面，並通過適時的手部動作來操作遊戲，獲得較高的分數。研究發現這種練習對手眼協調、專注力和反應速度都具有正面的影響，比前測進步7%~56%。
- (二)遊戲得分進步可以增加自信和對活動的熱愛，並樂於挑戰，提高主動參與的頻率。也因為體感遊戲練習的過程不像使用輔具復健，而是像一般的遊戲挑戰，不會感到乏味、無趣，每次練習都很愉快，全程充滿歡笑。

## 伍、未來展望

除了這次順利完成的遊戲外，未來會將這份研究的內容製成影片，分享到Youtube上，建立開源的社群，讓這個方案廣為人知。每個人都能交流技術，共同打造不同種類的體感遊戲，幫助不同需求的身心障礙兒童。

未來也希望再嘗試結合使用更多感測器，像是：超音波模組和紅外線模組，來偵測人體的位置，並且製作有趣的遊戲畫面，讓身心障礙兒童可以透過這款遊戲，練習到全身的動作協調。

