

中華民國第 65 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)

第三名

082815

我的 AI 自行車教練

學校名稱： 彰化縣芬園鄉同安國民小學

作者：	指導老師：
小五 楊鈞元	許弘叡
小五 許宸瑋	王躍程
小五 許宸瑜	
小六 蔡芷彤	
小六 許宜真	
小六 蔡杰勳	

關鍵詞： AI、自行車訓練、micro:bit

摘要

本研究透過專家訪談了解自行車訓練核心訓練要素，開發「我的 AI 自行車教練」系統，期能提升初學者騎乘穩定性，利用 micro:bit 三軸加速度感測器即時監控騎乘姿勢變化、霍爾感應器量測速度以及 i20 心率感測器偵測心跳。所有數據透過藍芽傳送至 Scratch (bDesigner)，進行即時騎乘姿勢與數據可視化呈現，並整合生成式人工智慧 (GAI) 分析結果，提供個人化的訓練建議與姿勢調整建議，最後讓訓練者進行實際測試。結果顯示，本系統能有效提升騎乘姿勢穩定性與騎乘效率，GAI 能提供科學化的訓練報告及精準訓練建議，，與專業自行車教練的意見一致，證明「我的 AI 自行車教練」具實用性與應用潛力。

壹、前言（含研究動機、目的、文獻回顧）

一、研究動機

從國小一年級開始，就很喜歡騎自行車。在一次學校舉辦的親子鐵馬活動中，體會到長時間騎行的困難，主要原因為體力不足，導致無法順利完成挑戰。此外，由於學校缺乏專業的自行車教練，訓練方式可能成效有限。因此，我們開始思考「是否有更有效的方法能提升體能，使自行車騎乘變得更好、更輕鬆呢？」

學校的 Scratch 課程引發我們對程式設計的興趣，也促使我們開始思考：「能否結合 Scratch 與科技工具，自行設計出一套輔助訓練的系統？」期望能運用 micro:bit 與各類感測器，記錄騎行的距離、時間，並監測心跳等健康數據，使訓練過程更加科學化與有效率。

有研究指出：「練習踩踏技巧，可能比單純累積騎行距離更為有效。」由此可見，騎乘表現的提升不僅取決於騎行量，更需關注踩踏方式與身體姿勢等技術細節。因此，本研究所規劃之訓練系統，除可記錄基本運動數據與健康資訊外，亦期望導入 GAI（生成式人工智慧）互動功能，進一步分析騎行姿勢與踩踏節奏，提升訓練的精準度與成效。

二、文獻回顧

(一) 何謂生成式人工智慧 (GAI)

生成式人工智慧 (Generative Artificial Intelligence，簡稱 GAI) 是人工智慧的一個重要分支，能夠根據輸入資料主動產出各類創作性內容。這類技術廣泛應用於自然語言處理、圖像合成、音樂創作等領域。

常見工具包括 ChatGPT (OpenAI)、Claude (Anthropic)、Copilot (Microsoft)、Gemini (Google)、Gamma、Perplexity 透過這些應用，GAI 已成為輔助人類創造與解決問題的重要技術工具。

(二) 參考文獻與本研究設計之關聯分析

文獻/ 資料來源	重點發現/建議	現況問題/缺口	本研究的應用 與改進方向
陳家祥、石翔至、相子元（2015）。 最佳的自行車騎乘姿勢。《人文社會科學研究：教育類》，9(4)，1-11。	1.騎乘姿勢會影響運動表現與傷害風險。建議騎乘時 軀幹與水平呈30~45度角 。 2.坐墊高度使 膝關節屈曲25~35度 。 3.踏板中心軸對齊第一趾骨。	1.姿勢量測 多依賴人工與角度儀器 ，操作不便。 2.缺乏快速、準確的騎姿調整工具。	1.作為 本研究騎姿判斷與警示系統 之依據。 2.以 感測器即時監控騎乘角度 ，提升便利性與即時性。
市售自行車訓練設備調查	1.多數僅顯示速度、功率、踏頻等數據。 2. 沒有「騎乘姿勢監測」的功能 。	1.姿勢錯誤難以自察，恐導致傷害。 2.資訊不足以引導正確訓練姿勢。	1.加入 GAI 分析與感測器回饋，實現姿勢即時評估與警示。 2.結合 Scratch 與 micro:bit 開發互動訓練模組。
歷屆全國科展作品	在 歷屆全國科展作品中沒有作品是針對自行車騎乘姿態訓練的研究	該主題尚未被廣泛研究與實作，具創新潛力。	本研究嘗試填補此研究空白，開發騎姿監控系統作為創新應用。

(三) 專家訪談結果與本研究啟發對照分析

受訪者/來源	關鍵觀點或經驗分享	本研究的啟發與應用	與參考文獻的比較
自行車教練 (前自行車國手且具實務經驗)	1.騎乘姿勢、肌耐力與心肺耐力是訓練成效三大關鍵因子。 2.初學者訓練首重正確姿勢，例如手把位置、坐墊高度與踩踏方式。 3.正確姿勢訓練能幫助建立正確的動作記憶，並預防運動傷害。 4.良好姿勢會影響未來的騎乘速度與表現極限。	1.系統功能設計以 「姿勢監控」 為首要目標。 2.加入 騎乘肢段角度監控與即時警示 。 3.藉由感測器回饋協助騎乘者建立動作記憶。	1.此結果與陳家祥、石翔至與相子元（2015）針對坐墊、手把與踏板調整對騎乘姿勢之建議相符。 2.實務經驗驗證文獻理論之可行性與應用價值。

這些建議不僅成為本系統設計的依據，也與前述文獻所提的姿勢數據不謀而合，驗證理論與實務方向一致。

(四) 待解決問題：

解決問題	問題說明	背景依據 (參考文獻/專家建議)
1.如何讓訓練足夠科學化？	AI 與數據分析在運動領域已有應用，但多集中於職業選手與導航輔助，針對兒童與一般使用者的騎乘訓練系統，缺乏普及與實際應用案例。	1.市售系統多缺乏針對兒童的專門設計。 2.專家強調科學化訓練的重要性，但缺乏適合兒童的系統。
2.騎乘姿勢是否正確？是否能有效監控與提醒？	正確姿勢能提升表現並減少傷害，文獻指出膝關節屈曲角度為 25~35 度為標準。現有方法缺乏即時且準確的姿勢監控技術。	1.陳家祥等 (2015) 提出騎姿標準。 2.專家強調姿勢對訓練成效與傷害預防的關鍵。
3.如何整合專家經驗與數據量測，打造實用訓練系統？	專家建議結合心率與姿勢監測，但缺乏能同時整合多種感測數據，並給予使用者友好建議的系統。	1.專家訪談強調多元感測與互動建議的重要。 2.市面產品多為單一數據顯示，缺乏整合分析。
4. AI 與兒童教育如何自然結合？	現有 AI 應用多為語音與導航輔助，缺乏兼顧教育性與實用性的兒童 AI 互動訓練平台，有待開發。	1.市場調查顯示缺乏針對國小生的 AI 訓練產品。 2.本研究期望結合 AI 與教育提升訓練效果。

三、研究目的

本研究旨在探討如何建置「我的 AI 自行車教練」，以有效提升自行車騎乘者的體能和騎乘效率。研究將著重於如何利用科技和數據分析，提供騎乘者科學化的訓練指導，以達到最佳的訓練效果。基於文獻探討和待解決問題，研究將集中於以下幾個方面：

- (一) 探討有效的訓練方法
- (二) 探討感應器的選擇與程式設計
- (三) 探討訓練數據的紀錄、下載與分析方法
- (四) 探討騎乘姿勢即時可視化與數據整合的可行性
- (五) 「我的 AI 自行車教練」實測

貳、研究設備及器材

一、硬體

micro:bit + 擴展板、TM1637 四位數字顯示模組、強力磁鐵、指尖陀螺、自製木工載具、電源模組與線材

二、軟體

Microsoft MakeCode for Micro:bit、Scratch

三、感應器

磁簧開關、霍爾感測器、KSM014 心跳脈搏感測器模組、科易 KEYES 手指偵測心跳模組、i20 心律監測感測器、MAX30102 心率脈搏血氧濃度感測器模組、XD-58C 脈搏心率感測器

參、研究過程、方法與結果

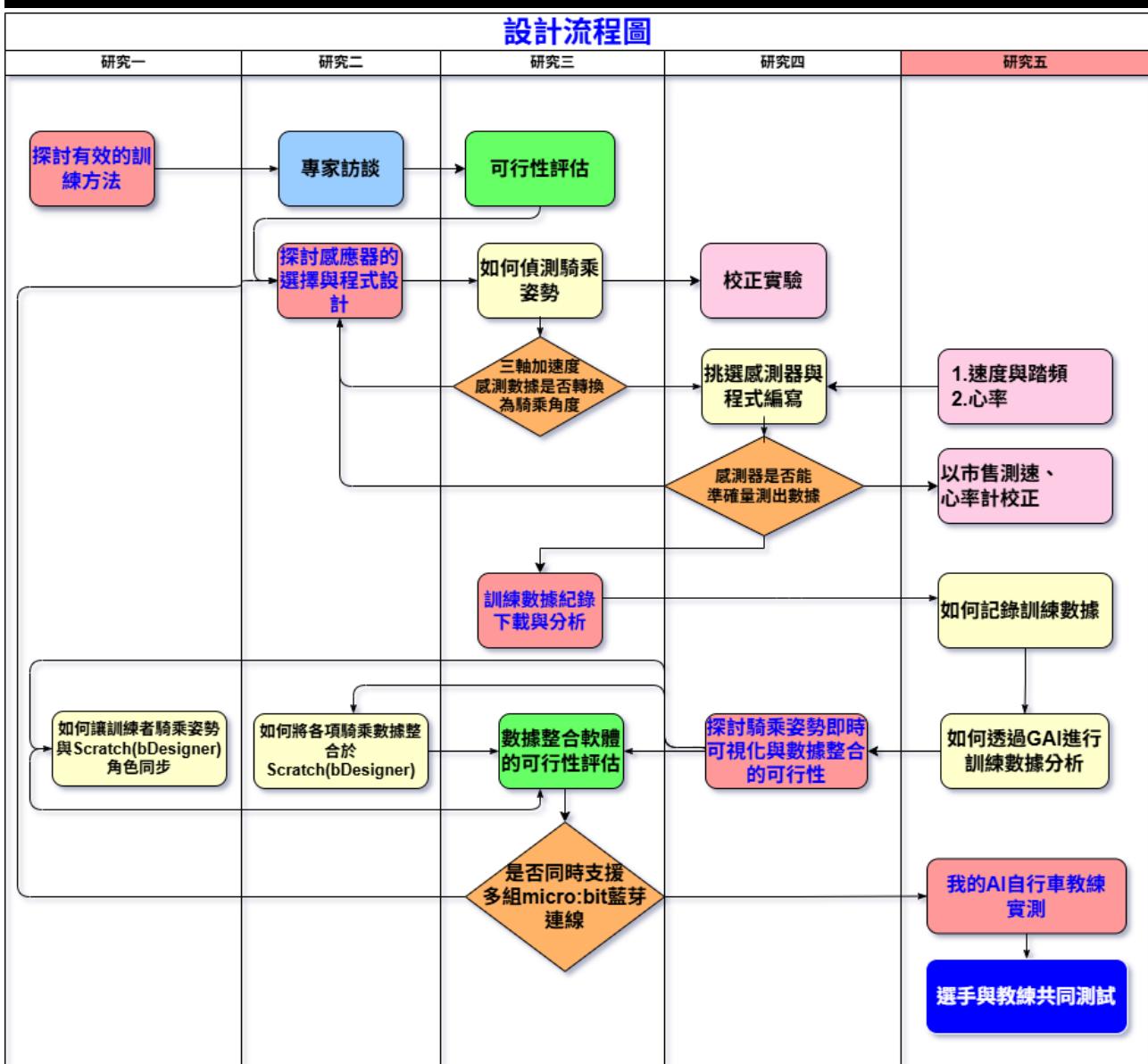


圖 3-1 研究流程圖 (本圖為作者 2 繪製)

研究一：探討有效的訓練方法

一、專家訪談



圖 3-2 專家訪談示意圖 (本圖為作者 2 繪製)

本研究除了透過文獻探討啟發研究方向外，專家訪談更是後續研究設計的重要基石。透過與自行車教練的深入交流，能夠獲取專業見解，確認訓練的關鍵要素，並為感測器應用與 GAI 整合提供實務參考。

為了確保訪談能夠順利進行，特別安排五年級學生提前學習南一版五下《紅鼻子醫生》一課，讓大家對於採訪方法與事前準備有更進一步的了解。透過課程學習，學生能掌握如何設計問題、如何有條理地進行訪問，並在採訪過程中保持尊重與專業態度。

研究方法主要包括以下步驟：

1. **制定訪談目標**：確定本次訪談的重點，包括自行車訓練的核心概念、關鍵數據的收集方式，以及如何評估訓練效果。
2. **準備訪談問題**：根據研究方向設計問題，涵蓋騎乘姿勢、心率監測、踏頻控制等內容，確保訪談能夠獲得實用資訊。
3. **學生採訪訓練**：透過學習《紅鼻子醫生》，讓學生了解訪談技巧，並進行模擬訪問練習，以提升訪談品質。
4. **進行專家訪談**：與自行車教練面對面交流，紀錄其經驗與建議，確保能夠獲得詳細且準確的資訊。
5. **整理與分析訪談結果**：將訪談內容進行彙整，歸納出影響訓練成效的關鍵因素，並應用於後續研究設計與實驗規劃中。



二、可行性評估

1. 彙整專家建議與訪談結果
2. 確定關鍵訓練要素，進行感測器應用的可行性分析

研究結果：

透過本次訪談，整理出以下重要的訓練建議與數據分析要點：

(訪談過程中獲得的詳細 Q&A 內容已整理並收錄於附件，供進一步參考。).

表 3-1 專家訪問重點摘要

採訪主題	採訪重點
一. 騎乘姿勢與訓練影響	<ol style="list-style-type: none">1. 騎乘姿勢會直接影響心率與運動表現，姿勢不當可能降低訓練效率或導致運動傷害。2. 適當調整坐高與伸展角度可提高心肺耐力並減少不必要的能量消耗。
二. 腳踏車訓練設計	<ol style="list-style-type: none">1. 高踏頻低阻力(輕齒輪)可有效提升心肺功能，適合長距離耐力訓練。2. 設定固定訓練距離(如 30 公里)，並依據心率變化來調整訓練強度，是一種科學的訓練方法。

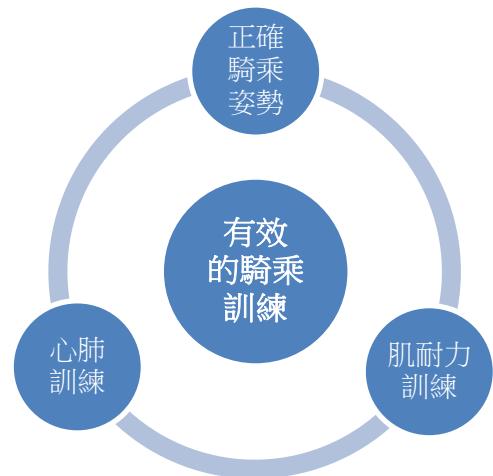
三. 心率數據與耐力評估	1. 透過心率數據可評估訓練強度與效果，例如：相同距離下，心率變化可反映耐力提升狀況。 2. 建議使用心跳帶與碼表等設備來長期追蹤訓練數據，並比較不同階段的變化。
四. 設備與數據監測建議	1. 心率數據是評估訓練效果的核心，完整的數據收集有助於調整訓練策略。 2. 車架高度計需符合騎乘者體型，否則會影響姿勢、訓練數據的準確性，進而影響訓練效果。

受訪教練認為，在騎乘訓練中整合 AI 分析技術，有助於提供即時回饋與個性化建議，提升騎乘者的訓練效率。

在設計「我的 AI 自行車教練」的過程中，專家訪談內容提供了重要見解，有助於了解如何利用 AI 技術提升騎乘者的訓練效果。

以下是主要的設計考量，根據訪談內容確定了
三大核心訓練要素：

① 正確騎乘姿勢 ② 肌耐力訓練 ③ 心肺訓練。



研究二：探討感應器的選擇與程式設計

實驗 1：如何偵測騎乘姿勢與適時提醒？



圖 3-6 三軸加速度感測器如何偵測騎乘姿態及適時提醒步驟示意圖

(一) 研究目的：根據專家建議得知騎乘者確保騎乘姿勢正確，減少肩膀晃動或身體偏移，能有效減少力量的分散。

(二) 研究步驟：

- 透過 USB 傳輸線連線，利用 MakeCode 積木 **加速度感測值 (mg) x ▾** 、 **加速度感測值 (mg) y ▾** 撰寫程式，將獲得的 X、Y 軸數據，匯出成.csv 記錄數據並觀察。
 - 撰寫三軸數據轉換成角度的積木程式，進行實測、紀錄。
 - 將 micro:bit 與擴展板固定在市售背帶上。
 - 撰寫三軸數據感測器—異常角度警告。
- (1) 初始化設定

- (2) 偵測正確姿勢騎乘角度：不同騎乘者可依獲得數據進行正確角度設定
 (3) 設定可允許誤差值：專家建議的傾斜角度誤差容許值設定
 (4) 進行實測，若測試時騎乘的 X 軸或 Y 軸傾斜角度超過容許值，系統將發出提醒聲。

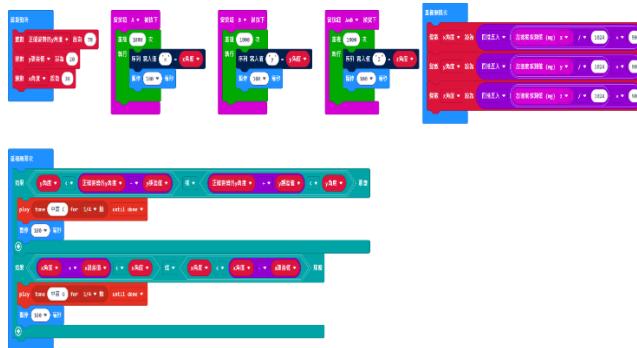


圖 3-7 撰寫騎乘姿勢的監控程式

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Time (seconds)	x	y	z	Time (seconds)	x	y	z	
2	2.09	22	57	-82	3.79	45	42	-63
3	2.19	6	51	-85	3.89	32	42	-64
4	2.29	1	48	-68	3.99	7	55	-79
5	2.39	2	48	-78	4.09	5	54	-83
6	2.49	1	51	-78	4.19	-2	45	-90
7	2.59	-5	46	-72	4.29	-10	44	-92
8	2.69	-4	48	-82	4.39	-12	36	-94
9	2.79	-4	50	-81	4.49	-22	33	-93
10	2.89	-3	46	-73	4.59	-30	47	-78
11	2.99	-5	50	-72	4.69	-1	58	-92
12	3.09	0	53	-78	4.79	28	36	-78
13	3.19	5	48	-72	4.89	27	41	-76
14	3.29	12	54	-76	4.99	18	45	-74
15	3.39	23	45	-65	5.09	11	53	-77
16	3.49	28	44	-75	5.19	7	57	-75
17	3.59	47	45	-61	5.29	-22	63	-73
18	3.69	44	44	-63	5.39	-35	60	-47

圖 3-8 三軸數據轉換角度實測

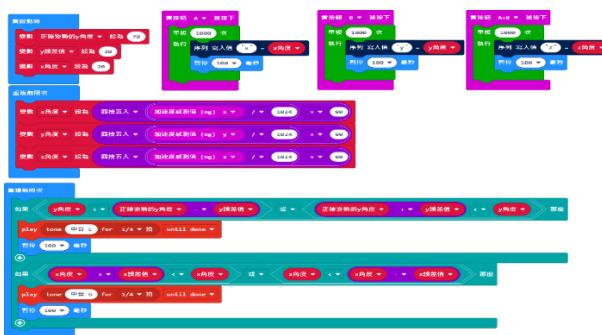


圖 3-9 異常角度警告模擬

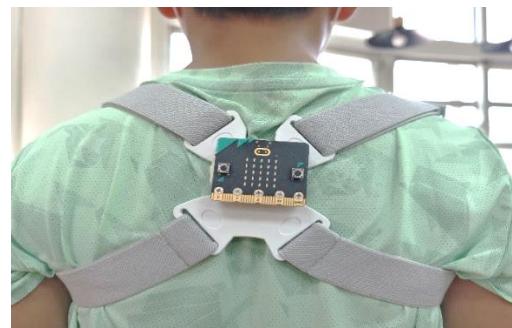


圖 3-10 micro:bit 擴展板固定在背帶上

(本照片為作者 1 拍攝)

(三)研究結果：

本實驗首先將查詢到的加速度感應器的相關資訊整理如表

查詢項目	資料內容
micro:bit 內建加速度感應器	<p>micro:bit 加速度感測器 (Accelerometer Sensor) 可測量 X、Y 三軸的加速度，透過重力引起的加速度變化，計算相對於水平面的傾斜角度，以判斷裝置的朝向與移動方式。感測值範圍為 -1024 至 1024，根據感測器的擺放位置 (X=0, Y=0)，將 X、Y 軸的正向位置設為 90 度。</p> <p>圖 3-11 三軸感測器—三軸方向與加速度感應器位置 (本照片為作者/指導老師拍攝)</p>

表 3-2 量測出以下各種狀況下的 X、Y 軸數值

正面朝上				下側偏低(LOGO 朝上)					
	Logo 朝北	Logo 朝西	Logo 朝南	Logo 朝東		任一方向	轉 90 度	轉 180 度	轉 270 度
X	45	45	0	45	X	0	30	15	-16
Y	17	-30	-30	-45	Y	1056	1024	1040	1072
上側偏低(LOGO 朝下)					右側偏低				
	任一方向	轉 90 度	轉 180 度	轉 270 度		任一方向	轉 90 度	轉 180 度	轉 270 度
X	78	56	31	49	X	1024	1009	1009	1040
Y	-1009	-1040	-1024	-1009	Y	0	-15	0	15

表 3-3 實測加速度數據 X、Y 的數據範圍

	X 軸	Y 軸
最大值	1024	1024
最小值	-1024	-1024

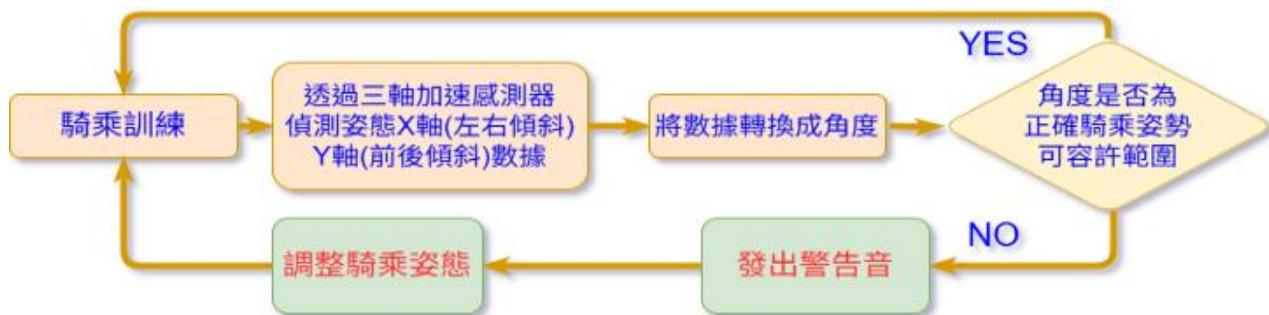


圖 3-12 如何偵測騎乘姿態及適時提醒設計邏輯圖



圖 3-13 將加速度數據轉換成度數 本圖片為作者 2 製作)



圖 3-14 姿勢偏移警告 (本圖片為作者 2 製作)

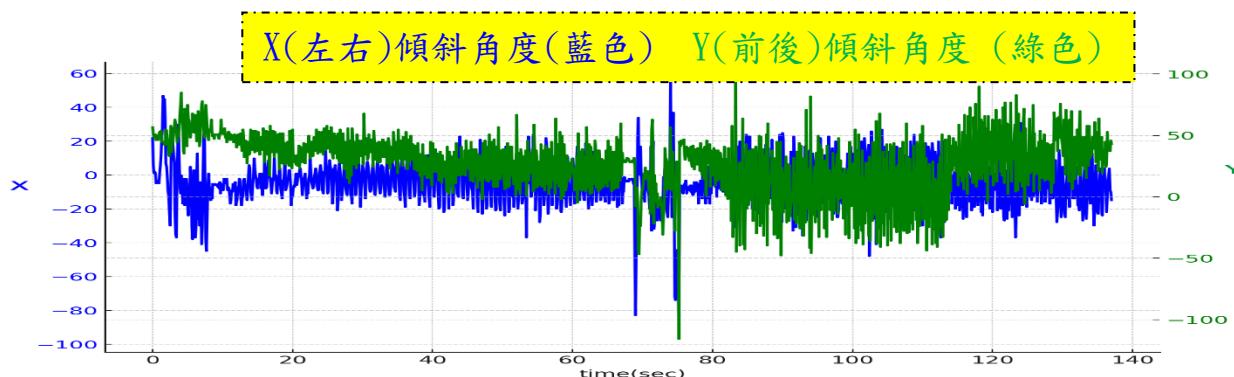


圖 3-15 進行實測的姿態數據—X 軸與 Y 軸傾斜角度 (本圖片為作者 2 製作)

實驗 2：哪一種感測器適合進行速度與踏頻的量測？

一. 挑選量測速度與踏頻的感測器

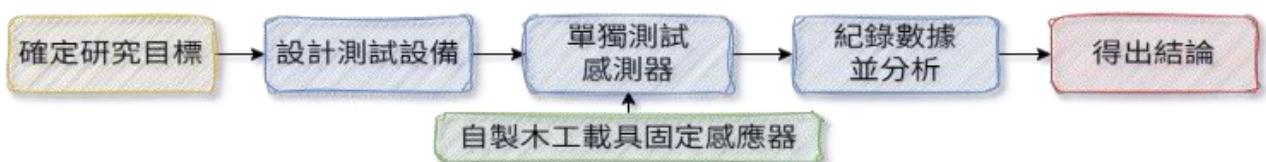


圖 3-16 挑選量測速度與踏頻的感測器步驟示意圖 (本圖片為作者 2 製作)

(一) 研究目的：

- 1.評估磁簧開關與霍爾感測器是否適合作為自行車速度與距離的測量裝置。
- 2.測試這兩種感測器的感應機制、訊號輸出特性，以及與 micro:bit 連接的可行性。

(二) 研究步驟：

1. 感測器單獨測試

- (1)逐一測試磁簧開關與霍爾感測器，確認是否能偵測到磁場變化。
- (2)觀察磁簧開關的開關反應，記錄其動作範圍與靈敏度。

(3)量測霍爾感測器在不同距離與磁場強度下的輸出變化，評估其線性關係。

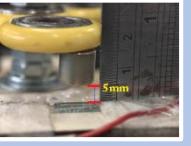
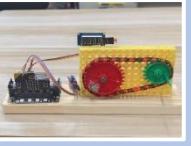
2. 使用自製木工載具進行測試

(1)確保磁鐵與感測器之間的距離固定為 5mm，統一測試條件。

(2)確保磁鐵通過霍爾感應器時的方向一致，以避免影響測試結果。

(3)旋轉指尖陀螺，模擬磁鐵快速通過感測器的情境，觀察兩種感測器的反應與數據穩定度。

(4)記錄不同旋轉速度下，感測器輸出的變化與 TM1637 顯示的即時性。

				
圖 3-17 觀察霍爾感測器 的反應	圖 3-18 觀察磁簧開關 的反應	圖 3-19 使用自製木工載 具進行測試	圖 3-20 確保感測距離為 5mm	圖 3-21 紀錄不同旋轉速 度變化

(本照片為作者 1 拍攝)

(三) 研究結果

二. 挑選量測速度與距離的感測器比較

感測器型號	優點	缺點	參考 價格	適用性	
				自行車 速度測量	micro:bit
磁簧開關 (Reed Switch)	1.低成本，結構簡單 2.無需供電 (被動元件) 3.低功耗，適合長時間 使用	1.需安裝磁鐵，感 測範圍有限 2.易受震動影響， 可能誤觸發	NT\$20 ~ NT\$50	★★★★☆ (適合)	★★★★★ (容易使用)
KY-024 線性磁 力霍爾感測器	 1.能感測磁場強度變化 2.可偵測不同距離與方 向的磁場 3.輸出數位 & 類比訊 號，可靈活應用	1.需要供電，耗電 較磁簧開關高 2.安裝時需調整靈 敏度，避免誤觸 發訊號 3.訊號可能受其他 磁場干擾	NT\$50 ~ NT\$150	★★★★☆ (適合)	★★★★★ (容易使用)

綜合以上考量，本研究選擇磁簧開關作為自行車速度測量感測器，其優勢包括：

- ✓ 訊號處理簡單，兼具 micro:bit 的數位 / 類比訊號輸入處理
- ✓ 測量方式直觀，可直接根據觸發次數計算車速
- ✓ 安裝簡單，不影響自行車結構
- ✓ 可調整偵測磁場範圍

因此，霍爾感應器是本研究的最佳選擇，可有效提供穩定、準確的自行車速度測量數據。

三. 騎乘速度與踏頻的偵測與程式編寫



圖 3-22 騎乘速度與踏頻的偵測與程式編寫之示意圖

(一) 研究目的：監測騎乘時間、速度，評估訓練強度。

(二) 研究步驟

1. 以木工製作霍爾感應器的載具。
2. 將導線與感應器的引腳進行焊接。
3. 將感應器固定在腳踏車框，強力磁鐵固定於車輪上。
4. 將導線分別接到 micro:bit 擴充板 P1 腳位的 S 與 GND
5. 透過 USB 傳輸線連線電腦。
 - (1) 打開 MakeCode 根據數位訊號引腳 P1 被觸發次數，進行程式撰寫。
 - (2) 撰寫測量轉速的程式。
 - (3) 撰寫測量速度的程式。
 - (4) 設定訓練目標。
 - (5) 未達標準的提醒。
6. 進行模擬測試與數據分析。



圖 3-23 木工製作載具



圖 3-24 導線與引腳焊接

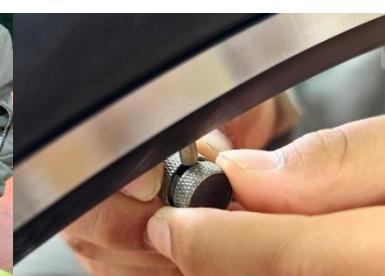


圖 3-25 將磁鐵固定於輪框

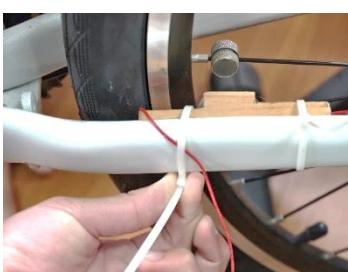


圖 3-26 將感應器固定

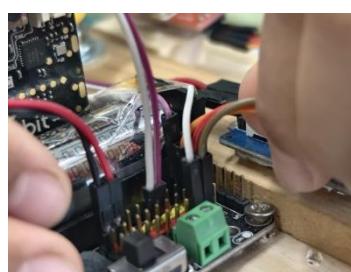


圖 3-27 接線示意圖

(本照片為作者 1 拍攝)

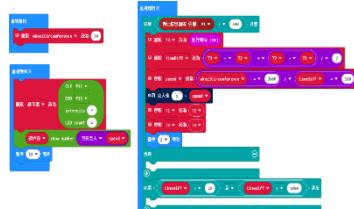


圖 3-28 MakeCode 程式

(三) 研究結果



圖 3-29 騎乘速度監控感應器-五分鐘實測 (本圖片為作者 2 製作)

實驗 3：哪一種感測器適合偵測騎乘心率及程式編寫？

一、心跳計的選擇—針對市售心跳計模組進行測試分析



圖 3-30 針對市售心跳計模組進行測試分析之示意圖

(一) 研究目的：分析市售心跳計模組的準確性、穩定性及適用性，以選擇最適合自行車訓練的感測器。

(二) 研究步驟：

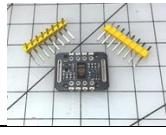
1. 準備好市售的五款心跳感測器，與 micro:bit 擴展板連好線
2. 根據各模組的規格表，將 **VCC**、**GND**、**信號輸出 (SDA/SCL 或 A0/D0)** 正確連接至擴展板。
3. 撰寫對應的程式碼讀取數位(類比)訊號數據，並透過串列監視器顯示數值。
4. 數據分析與比較：比較**讀值穩定度**、**反應時間**等，再彙整測試結果，選出最適合的心跳計模組。

(三) 研究結果：

根據搜尋市售心跳季結果，找出幾款能偵測心跳的感測器，並比較優缺點。

表 3-4 市售多款心跳計的比較

產品名稱	優點	缺點	參考價格	micro:bit 適用性	簡單數據處理建議
I20 心律監測感測器	1. PPG 技術，數據較穩定 2. 連續監測，適合運動使用	1. 需穩定佩戴 2. 計算需求較高	NT\$150 ~ NT\$250	★★★★★ (適用)	峰值檢測 (Peak Detection)，找到心跳間隔來計算心率
KSM014 手指心跳脈搏感測器模組	1. 便宜，適合入門 2. 直接輸出簡單訊號	1. 易受手指位置影響 2. 精度較低	NT\$50 ~ NT\$100	★★★★☆ (可用)	移動平均濾波，計算最近 5-10 個數據的平均值，平滑輸出

科易 KEYES 手指偵測 心跳模組 	1. 低成本，適合教育用途 2. 可直接讀取數據	1. 數據波動較大，需額外處理	NT\$100 ~ NT\$150	★★★★☆ (可用)	低通濾波 (只保留較慢變化的心率數據) 減少雜訊
MAX30102 心率脈搏 血氧濃度感測器 	1. 高精度，可測血氧 2. 低功耗，適合穿戴裝置	1. 需較多計算資源	NT\$250 ~ NT\$500	★★☆☆☆ (較不適用)	基本移動平均，但 micro:bit 記憶體小，可能影響運算效能
XD-58C 脈搏心率感測器 	1. 小巧易整合 2. 基本心率監測功能	1. 數據不穩定 2. 需額外數據處理	NT\$100 ~ NT\$200	★★★★☆ (可用)	簡單峰值偵測 + 平均值濾波

本研究選擇 **i20** 心跳計作為心率監測設備(★★★★☆)，在多款感測器測試結果比較後，**i20** 數據較穩定，適合運動應用，可使用簡單，我們將採用 **峰值檢測法** 來計算心跳數，適合 micro:bit 進行基本運算。

二、心率偵測與程式編寫

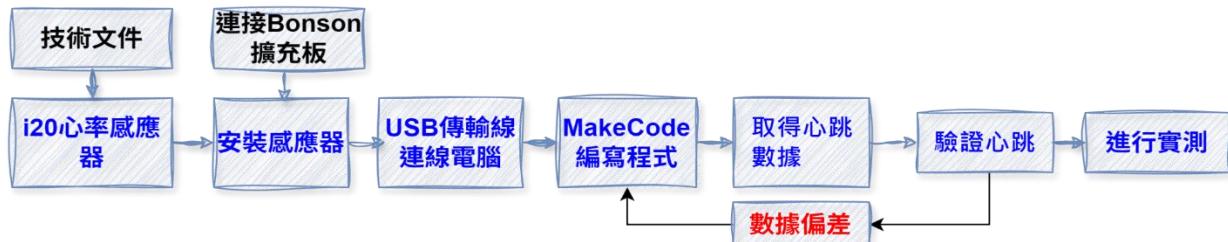


圖 3-31 心率偵測與程式編寫之示意圖 (本照片為作者 3 製作)

(一) 研究目的：監控最大心跳數、即時心跳

(二) 研究步驟：

1. 閱讀 **i20** 技術文件。
2. 連接 **Bonson** 擴展板與 **i20** 感測器模組，將 **micro:bit v2** 插入接口。
3. 透過 **USB** 傳輸線連線電腦。
4. 打開 **MakeCode** 根據數位訊號引腳 **P0** 被觸發次數，進行程式撰寫。
5. 取得心跳數據，匯出成 **.csv** 記錄數據並觀察。
6. 實測訓練者騎乘的心跳數據，並以市售手夾式血氧心跳計進行驗證。

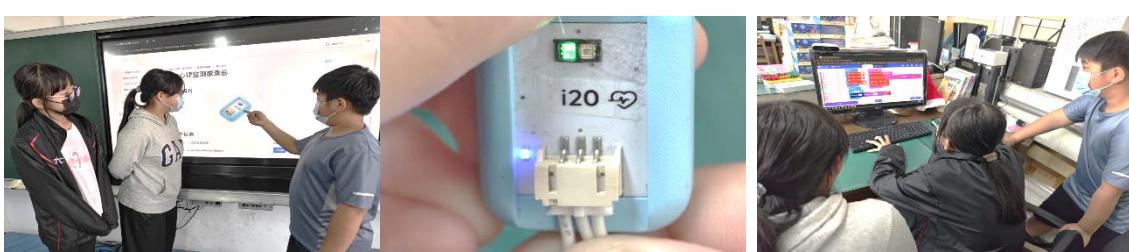


圖 3-32 研究 **i20** 心跳計規格

圖 3-33 心跳計設備接線

圖 3-34 撰寫測量心跳程式



圖 3-35 取得心跳數據



圖 3-36 市售手夾式心跳計

(本照片為作者 1 拍攝)

(三) 研究結果：

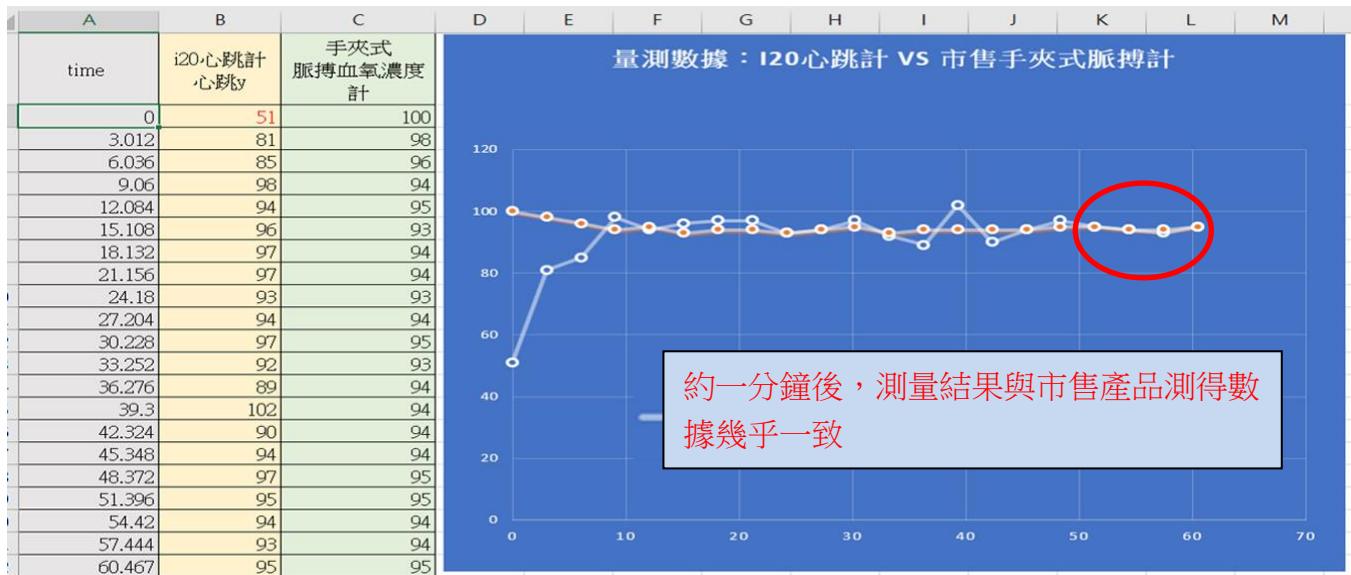


圖 3-37 心跳的監控感應器——分鐘測試 (本圖片為作者 3 製作)

根據多次測試結果，i20 心跳計在剛開始測量時，數據較不穩定，隨著測量時間延長，數據逐漸趨於精準。約一分鐘後，測量結果與實際心跳數據幾乎一致。



圖 3-38 量測心跳數#2—通過計算最近三次心跳發生的時間間隔來測量心率

研究三：：探討訓練數據紀錄下載與分析

實驗 4：如何記錄訓練數據

- (一) 研究目的：透過感測器偵測訓練數據，並利用 makeccod 程式紀錄。
- (二) 研究步驟：

1. 調整手把距離與座位高低

2. 穿戴姿勢監測背帶，確認感測器是否固定在正確位置且穩妥。
3. 進行訓練前測驗，時間 10 分鐘，踏頻(每分鐘轉速)100rpm。
4. 期間透過 makecode 即時記錄速度、心率、姿勢變化數據。
5. 測試完成後，儲存所有感測數據。

(三) 研究結果：

本研究能偵測並記錄騎乘者相關數據，測驗時間為十分鐘，由於版面大小限制，以及心率計前 1 分鐘數據不穩定，僅擷取 60~62 秒間的數據，其中心率計每 3 秒鐘更新一次，所以數據看不出去變化。

time(sec)	x(左右傾斜)	y(前後傾斜)	心跳 bpm	速度 km/hr
60	22	57	110	25
60.1	6	51	110	25
60.2	1	48	110	25
60.3	2	48	110	25
60.4	1	51	110	25
60.5	-5	46	110	23.2
60.6	-4	48	110	23.2
60.7	-4	50	110	23.2
60.8	-3	46	110	23.2
60.9	-5	50	110	23.2
61	0	53	110	23.5
61.1	5	48	110	23.5
61.2	12	54	110	23.5
61.3	23	45	110	23.5
61.4	28	44	110	23.5
61.5	47	45	110	20.6
61.6	44	44	110	20.6
61.7	45	42	110	20.6
61.8	32	42	110	20.6
61.9	7	55	110	20.6
62	5	54	110	24.4

圖 3-39 即時記錄速度、心率、姿勢變化數據

實驗 5：如何透過 GAI 進行訓練數據分析

(一) 研究目的：將訓練的資料透過 GAI 分析提供建議，讓訓練者能知道自身騎乘姿勢的傾斜、偏移情況。

(二) 研究步驟：

1. 下載原始訓練數據檔案
2. 轉存為 Excel 格式、整理欄位資料
3. 透過 GAI 進行分析
4. 取得分析結果並紀錄

(三) 研究結果：

一、姿勢統計數據分析

項目	平均值	標準差
左右傾斜 (X)	-4.52	13.73
前後傾斜 (Y)	27.61	24.06

X 軸（左右傾斜）標準差較大，表示騎乘者在橫向穩定性上有較大變動；

Y 軸（前後傾斜）變異數較小，代表前傾姿勢維持穩定。

二、GAI 分析建議

1. X 軸(左右)的中心角度(均值)偏左，可能是慣用腳(右腳)用力較大，建議加強左腳訓練，校正騎乘的中心角度，以減少騎乘時力量的分散，提升騎乘的效率。
2. 若心跳與姿勢變動同步升高，應重新調整騎乘姿勢。
3. 可分段觀察不同時間段的穩定度與效率，以提供個人化建議。

研究四：探討騎乘姿勢即時可視化與數據整合的可行性

實驗 6：數據整合軟體的可行性評估

Scratch3 是小學生最容易編寫的程式，而 OSEP 是台灣教育團隊為教學或科展需求，改寫 Scratch 3 的系統，加入感測器支援、AI 功能與中文教學模組。

bDesigner 是一款由桃園八德國小蔡佳倫老師基於 Scratch3 改寫的 Scratch 擴充積木軟體和 Blockly 程式，旨在擴充 Scratch 和 Blockly 程式設計軟體在教學上的不足。它具有網頁控制、支援多個主控板 (Arduino UNO、nodeMCU、micro:bit) 等特色，並提供給中小學老師和學生免費使用。

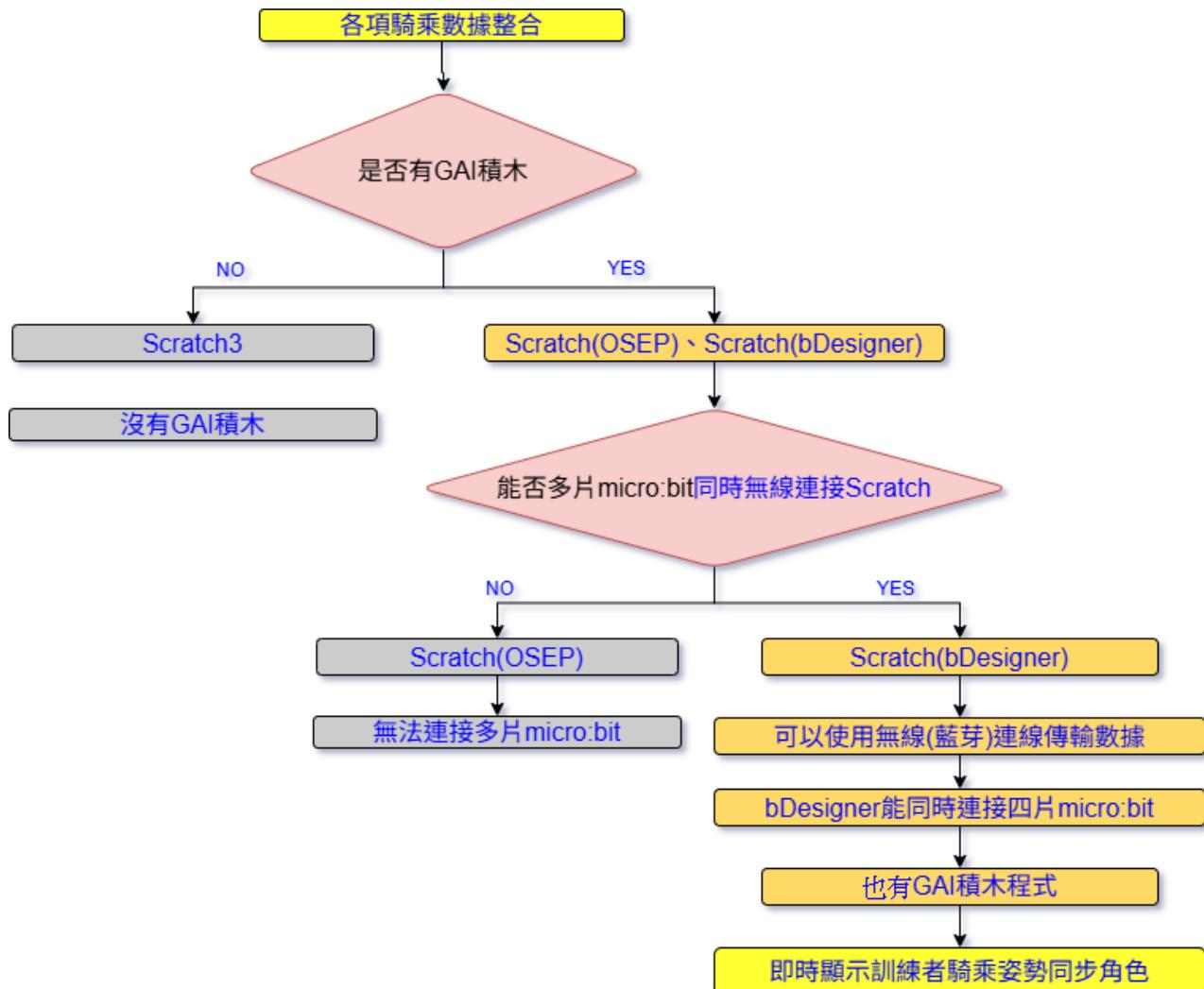


圖 3-40 系統整合可行性評估流程圖

根據可行性評估流程圖，本研究選擇 Scratch(bDesigner) 作為系統整合的軟體。

實驗 7：如何讓訓練者騎乘姿勢與 Scratch(bDesigner)角色同步？

(一) 研究目的：驗證騎乘姿勢感測數據與 Scratch 角色動作同步的可行性，探討感測數據如何驅動虛擬角色，並評估其應用於姿勢監測與即時回饋的效果。

(二) 研究步驟：

1. 在 Scratch 擴充 Scratch (micro:bit) 積木程式。
2. 上傳 角色 1—騎乘者側面 和 角色 2—騎乘者背面 至 Scratch。
(先備工作：角色 1、2 的圖檔是我們透過 AI 繪製，並去除背景)
3. 調整角色 1、2 的造型，轉換為向量圖，適當縮放並設定旋轉中心。
4. 在 角色 1 (側面) 的程式中，設定變數 y 軸角度，
計算公式為：「(板子 y 軸數值) $\div 1024 \times 90$ 」，
並設定角色面朝 y 軸角度。
5. 在 角色 2 (背面) 的程式中，設定變數 x 軸角度，
計算公式為：「(板子 1 的 x 軸數值) $\div 1024 \times 90$ 」，
並設定角色面朝 x 軸角度。
6. 進行實際測試，驗證騎乘姿勢感測數據是否與 Scratch 角色動作同步。



(三) 研究結果：

設定 x(左右)偏移中心角度=0，y(前後)偏移中心角度=40，可容許誤差角度=20



實驗 8：如何將各項騎乘數據整合於 Scratch(bDesigner)？

(一) 研究目的：探討騎乘速度與心率感測數據在 Scratch(bDesigner)系統中的整合與即時呈現方式，分析多感測數據的視覺化效果，並評估其應用於運動監測與互動應用的價值。

(二) 研究步驟：

1. 設備連接：將 micro:bit 擴展板與磁簧開關、i20 心率感測器正確接線，確保感測器可正常運作。

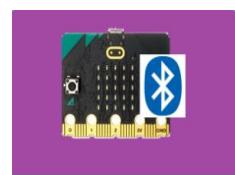
2. Scratch(bDesigner)設定：開啟 Scratch(bDesigner)，安裝並啟用 bDesigner(Micro:bit:v2 bluetooth)擴展積木功能。

3. 數據讀取：在 Scratch 中編寫程式，讀取並顯示以下數據：

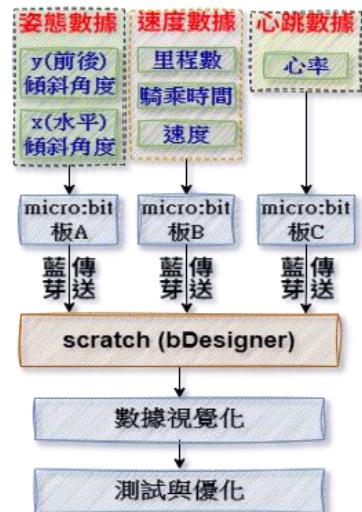
- (1) 心率（來自 i20 心率感測器）
- (2) 速度（根據霍爾感應器的觸發頻率計算）
- (3) 里程數（累積速度與時間計算）
- (4) 騎乘時間（計時功能）

4. 數據視覺化：使用 Scratch(bDesigner) 內建圖像化工具，即時顯示心率、速度、里程數與騎乘時間，可透過數字顯示、動畫方式呈現。

5. 測試與優化：實際運行測試，觀察數據更新情況，調整程式參數，優化顯示方式與使用體驗。



bDesigner(Micro:bit v2 bluetooth)
這個擴展板讓你可以利用藍芽操控4塊
Microbit V2



(三) 研究結果：



圖.3-50 整合數據面板 (本圖片為作者 3 製作)

1. 三組感測器數據皆透過藍芽傳送至 Scratch(bDesigner)
2. 即時數據顯示於 Scratch (bDesigner) 面板
3. 訓練者的姿態與角色同步
4. 姿態傾斜角度異常提醒成功顯示
5. 感測器數據成功整合至同一系統
6. 進行壓力測試，連續使用一小時程式皆能穩定運作。

研究五：我的 AI 自行車教練實測

實驗 9：訓練者實測

一、情境一：三位訓練者進行五分鐘的實測：未訓練前 vs. 訓練後的數據

(一) 測試步驟：

1. 調整椅墊與把手至適合騎乘者的高度，以確保正確的騎乘姿勢。
2. 穿戴姿勢監測背帶，確認感測器固定穩妥，確保可準確偵測姿勢變化。
3. 設定正確騎乘姿勢的 y 軸中心角度，並輸入可容許的偏差值範圍，以便監測姿勢穩定度。
4. 設定訓練參數，包括目標總里程數、目標騎乘時間。
5. 啟動系統，開始騎乘測試。
6. 期間即時記錄速度、心率、姿勢變化數據，並透過 Scratch 介面視覺化顯示數據。
7. GAI 依據即時數據（如速度、心率、姿勢穩定度）提供配速建議，提醒訓練者是否需加速、減速或調整騎乘姿勢。
8. 測試完成後，儲存所有感測數據，分析不同變數對騎乘狀況的影響，並比較 GAI 提供建議前後的差異。



圖 3-51 調整座椅高度



圖 3-52 穿戴姿勢監測背帶



圖 3-53 偵測 Y 軸中心角度



圖 3-54 GAI 分析訓練數據

(本照片為作者 1 拍攝)

研究結果：

我們收集了三位同學訓練前後的騎乘數據，並且他們在這期間穿戴姿勢監測背帶進行了一個月的訓練。運用 GAI 技術，我們分析了他們的騎乘姿勢差異，從而了解訓練對騎行姿勢的改善效果。

表 3-5 三位訓練者訓練前與訓練後的數據

	訓練者甲		訓練者乙		訓練者丙	
X(左右)偏移角度 平均值	-0.34	-0.3	-9.8	-2.21	-10.5	-2.3
Y(前後)偏移角度 平均值	26.12	30.5	25.5	43.28	25.3	35.3
X 軸偏移值標準差 σ_x	10.45°	5.8	9.6°	4.55°	5.2	5.1
Y 軸偏移值標準差 σ_y	16.87°	7.9	16.92°	8.97°	8.7	8

訓練前：有些數據波動比較大，尤其在水平方向。

訓練後：X 軸(左右傾斜)與 Y 軸(前後傾斜)的標準差都變小了，X 軸的中心角度(均值)較趨近於 0 度。

二、情境二：配速建議

總里程數設定為 5 公里，目標完成間 15 分鐘。訓練一段時間後，目前里程數是 0.9 公里，已用時間 5 分鐘，希望在 10 分鐘內完成，請 AI 自行車教練給予建議。

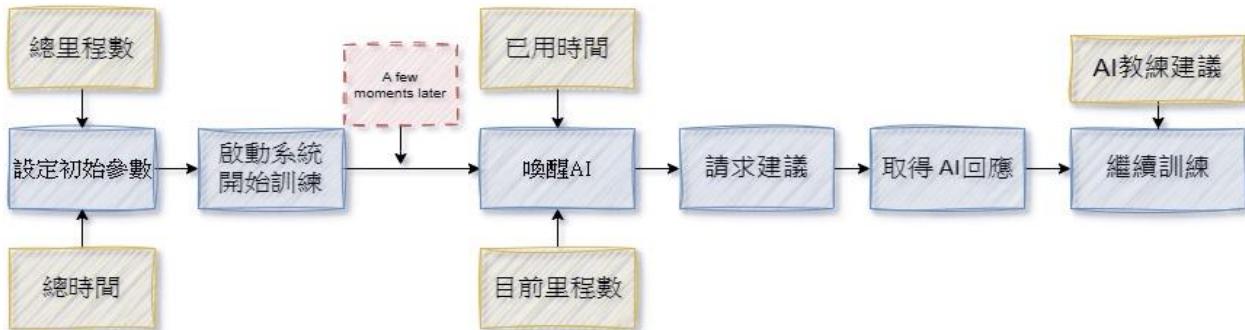


圖 3-55 配速建議流程圖

(一) 測試步驟：

1. 設定初始參數：輸入並確認總里程數（10 公里）與總時間（25 分鐘）作為騎乘目標
2. 啟動系統並開始騎乘測試。
3. 訓練一段時間，喚醒 AI，敘述當下訓練情形，讓 AI 自行車教練提供建議。
4. 獲取 AI 回應。



圖 3-56 配速建議 Scratch(bDesigner) 程式碼

5. 訓練者依照 AI 紿予的時速建議進行調整，持續進行騎乘訓練
- 研究結果：

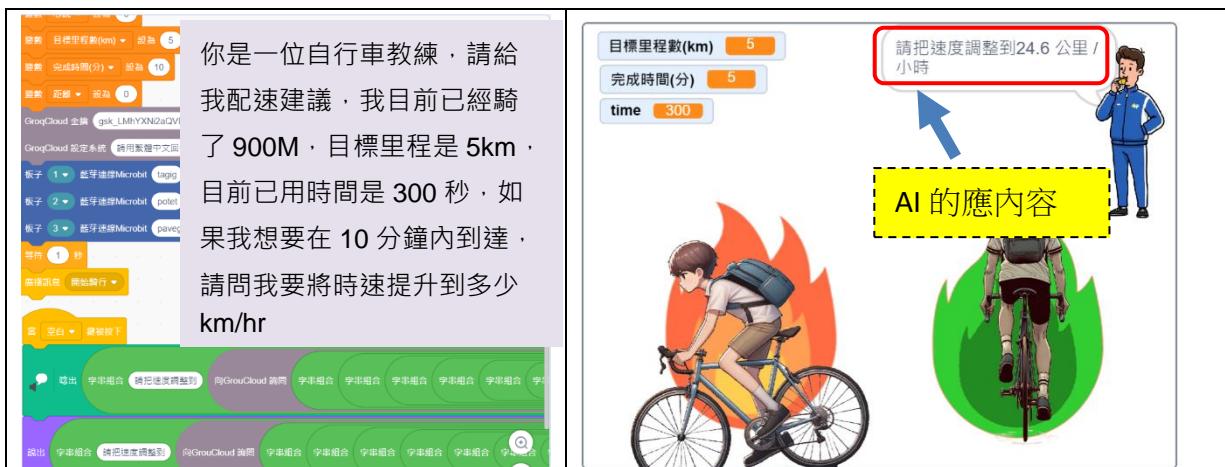


圖 3-57 Scratch(bdesigner)程式 - AI 即時配速

圖 3-58 GAI 根據訓練情形，提供配速建議。

(本圖片為作者 3 製作)

我們讓 GAI 定期提供訓練者配速 - 根據設定的總里程數、目前騎乘時間與完成里程數，GAI 能適時提供我們建議，該如何完成訓練。

三、自行車教練與選手共同測試



1. 教練體驗訓練系統後表示：姿勢是自行車訓練的基本功，可視化姿勢訓練有助於選手姿勢的穩定。
2. 選手甲表示：騎乘時能透過可視化輔助訓練，很清楚的知道自己騎乘的姿態，對於正確姿態的掌握有很大的幫助。
3. 選手乙表示：透過該系統來進行訓練，可以知道自己姿態偏移，以及如何修正。AI 提供配速很有趣。

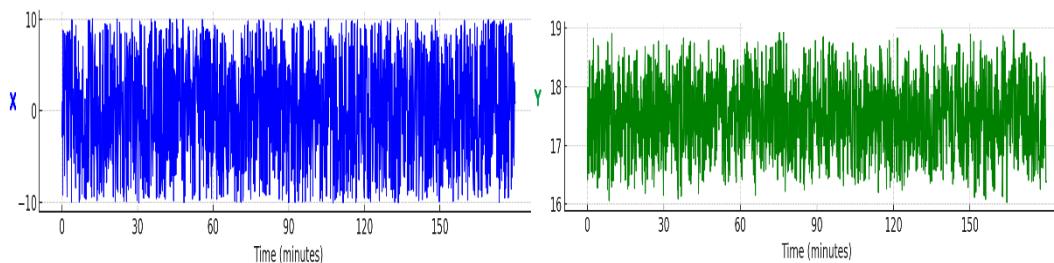


圖 3-63 專業自行車教練親自示範騎乘姿勢

根據 AI 的數據分析反饋：

1. 教練的騎行姿勢在左右方向上非常穩定，沒有過大的偏移或不對稱的情況。
2. 前後傾斜角度約在 17-18 度之間，並保持在正負 10 度的範圍內，顯示出教練的身體在前後方向上的傾斜也非常穩定。
3. 教練數據表現騎乘姿勢控制良好，這對保持平衡和提高騎行效率具有直接的影響。

肆、討論：

一、專家訪談與訓練要點：

1. 在訪談過程中，教練分享了多種有效的自行車訓練方法與需要注意的細節，這些見解為本研究的智能自行車教練設計提供了寶貴的依據。除了專家所指出的三大核心訓練要素——

①正確騎乘姿勢 ②肌耐力訓練 ③心肺訓練，教練還強調了車架調整對訓練效果的直接影響，尤其是以下兩個方面：

- (1) 椅子高度調整：在騎行時，當腳踏板位於最低點時，膝蓋應該略微彎曲。這有助於避免過度拉伸或收縮腿部肌肉，從而減少膝蓋受傷的風險。
- (2) 腳跟放置位置：站立並將腳跟放在踏板上，當踏板位於最低點時，腿部應該與踏板幾乎呈直線。這樣可以確保椅子高度適當，並且確保當腳尖踩踏板時，膝蓋有足夠的彎曲。

這些車架調整必須在騎乘前進行，確保騎乘者的數據準確，避免因不當設置造成數據偏差。這些細節不僅有助於提升訓練效果，也能減少受傷的風險，對設計智能自行車教練系統至關重要。

二、感應器的選擇與測試結果

1. 在測試霍爾感應器時，遇到一些狀況

(1) 霍爾感測器的啟動與磁鐵的極性密切相關，本研究所使用的是線性式霍爾感應器，此類感測器對磁場強度的變化進行連續的電壓輸出，無論南北極性，均可感測磁場變化，但極性會影響輸出電壓的方向。

(2) 在測量數據時，發現霍爾感應器的燈號有閃亮，但 micro:bit 並未偵測到 P1 的數位訊號，後改為類比腳位來偵測數據，意外發現用類比訊號能界定出訊號偵測時類比訊號的範圍。

(3) 磁簧開關在操作與安裝過程雖然簡易方便也不用供電，但遇到速度較快的情況發生，磁簧開關會來不及做反應，導致速度過快無法獲得數據的情況。這也是最終我們捨棄磁簧開關，決定以霍爾感應器為主要監控騎乘速度的最終選擇。

2. 心跳計的種類挑選，經過測試與比較，針對五款市售心跳計模組進行數據分析後，最終選擇 i20 心律監測感測器 (PPG 技術) 作為研究使用的感測器。

(1) 數據穩定性高：相較於其他感測器，i20 讀取的心跳數據較為平穩，波動範圍小，誤差低。

(2) 反應速度快：能夠快速捕捉心跳變化，適合即時監測應用。

(3) 受環境影響小：PPG 技術優化了環境光干擾問題，在不同光線條件下仍能準確測量心率。

(4) 適用性高：能穩定傳輸數據，並與 micro:bit 和 Scratch(bDesigner) 相容，方便後續整合 AI 分析功能。

3. 心跳計計數方法：

#1 第一版：通過累計一定時間的心跳次數測量心率。

#2 第二版：通過計算最近三次心跳發生的時間間隔來測量心率

#3 第三版：通過計算最近十次心跳發生的時間間隔來測量心率

#1 淺顯易懂，缺點誤差就大，以至於數據浮動較大。

#2 不難理解，穩動性高，特別是偵測1分鐘後，幾乎跟市售的手夾式心跳計相同心跳頻率。缺點是一旦感測器沒握好，數據會瞬間偏移，必須在等候一分鐘數據才會重回穩定。

#3 多數同學無法理解積木的概念，穩定性最佳，心跳數據很迅速就趨於穩定。

我們最終選擇心跳計程式#2(第二版)。.

三、騎乘姿勢可視化實驗與感測數據整合系統

(一) 感應系統整合 - 整合過程困難重重

1. 原規劃使用具有 GAI 積木的 Scratch (OSEP) 進行系統整合，然而實際研究過程中發現，Scratch (OSEP) 僅支援透過 USB 傳輸線與 micro:bit 連接，無法實現我們系統所需的無線傳輸功能。由於姿勢感測背帶若需連接傳輸線將大幅影響使用便利性與活動自由，因此本研究需改採支援無線連線的替代方案，以提升整體操作的靈活度與應用可行性。
2. 研究市面上其他版本的 Scratch，只有 Scratch (bDesigner)能使用藍芽接收數據(最多可同時連線四片)，而且 micro:bit 端可以使用 makecode 直接編寫，所以採用 Scratch (bDesigner)來進行本實驗的系統整合軟體。
3. micro:bit(姿態感測器)固定在背帶上，能精確偵測騎乘者的傾斜角度。為提高量測便利性，採用無線方式連線，並透過藍芽將數據傳送至 Scratch (bDesigner)。
4. i20 心跳計需搭配 Bonson 擴展板才能正常運作，使用其他擴充板無法獲取數據。
5. 為整合姿勢、速度、心跳三種感測器，需分別使用三個獨立的 micro:bit 板，增加整合難度。
6. 在編寫 Scratch(bDesigner)程式時，經常出現程式寫完可執行，但存檔後就出現無法開啟檔案的問題，研究後發現：
 - (1)可能是角色的圖檔名稱過長，經修改檔名後就能正常存檔。
 - (2)可能是輸入法或是中英文、符號編碼的問題，但不一定每次都發生。

(二) 可視化實驗 - 主要功能是即時修正騎乘姿勢

1. 訓練者穿戴姿勢監測背帶，可記錄騎乘時的傾斜角度。
2. 當出現異常傾斜角度時，micro:bit 會發出警報提醒。
3. 訓練者可透過整合面板中角色的動作與火焰顏色，判斷自身姿勢並適時調整。
4. 系統具備即時修正提醒功能，能更好的協助訓練者養成正確騎乘姿勢。

四、實測—騎乘姿勢分析

1. 加速度感測數據顯示，訓練者的 X 軸(左右晃動) 與 Y 軸(前後傾斜)數據 在訓練後均有所改善。
2. 三位訓練者的 標準差縮小，代表騎乘姿勢變得更穩定。

表 4-1 三位訓練者訓練前後的水平、前後傾斜的角度標準差

訓練者	訓練前 X 軸 標準差	訓練後 X 軸 標準差	訓練前 Y 軸 標準差	訓練後 Y 軸 標準差
甲	10.45	5.8	16.87	7.9
乙	9.6	4.55	16.92	8.97
丙	5.2	5.1	8.7	8.0

此結果顯示透過姿勢監測裝置，可有效幫助騎乘者調整姿勢，提升穩定性。

3. 觀察訓練者乙進行的五分鐘實測中：未訓練前 vs. 訓練後的數據

表 4-2 訓練者乙訓練前後的水平、前後傾斜的角度比較

	X 軸中心位置	Y 軸中心位置
訓練前	-8.67	24.96
訓練後	-1.97	45.70

訓練前水平偏移角度 (左右)偏左，訓練後雖還是偏左，但比訓練前好很多，已經接近中間了。

→AI 教練提供的回應是訓練者乙可能右腳踏頻太用力所致。

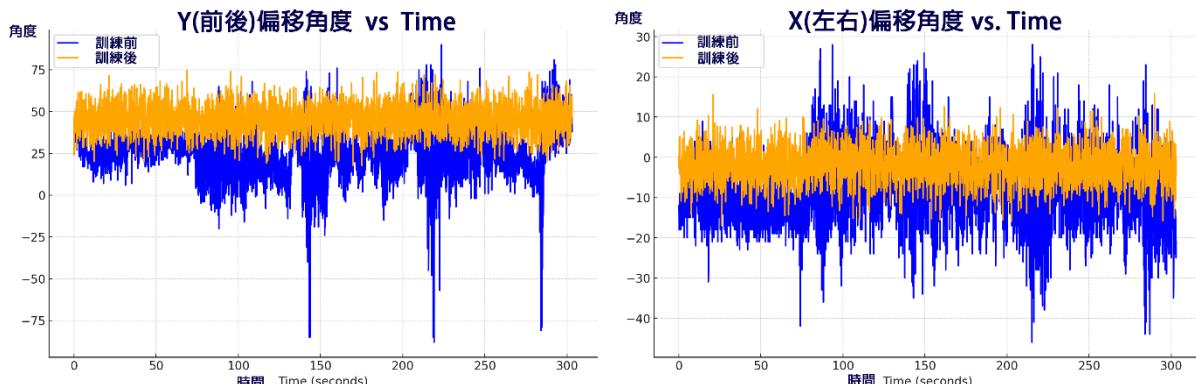


圖 4-1 訓練前後 Y 角度—訓練者乙 (本圖片為作者 3 製作)

觀察 Y 數據得知：

(1) 訓練前的數據：0-1 分鐘數據蠻集中的，1-2 分鐘開始有較大的偏移數據，3 分鐘之後偏移越來越嚴重。推論是 3 分鐘之後體力開始下降，姿勢的穩定性下降了。

表 4-3 將測數據區分成三個區塊，並計算統計數據。

區間	時間(秒)	平均值(度)	標準差(度)	最大正偏移(度)	最大負偏移(度)
0-1 分鐘	0 秒 - 60 秒	-9.8	7.5	9	-22
1-2 分鐘	60 秒 - 120 秒	-8.5	8.2	14	-21
3-5 分鐘	180 秒 - 303.1 秒	-7.2	9.1	20	-31

(a) 平均值：反映學生在該區間的平均傾斜角度。

(b) 標準差：反映學生在該區間的傾斜角度變化幅度。

(c) 最大正偏移和最大負偏移：反映學生在該區間的最大不穩定性。

訓練者乙的數據分析，繪成散狀圖得知：

(2)訓練前的左右或前後的晃動擺幅很大，數據離散程度很大(標準差大)。經一個月的訓練後，訓練者乙的騎乘姿勢有大幅的進步，姿勢穩定許多。

(3)訓練前的數據：0-1 分鐘數據較集中的，1-2 分鐘開始有較大的偏移數據，3 分鐘之後偏移越來越嚴重。推論是 3 分鐘之後體力不足，開始用身體去壓著騎，姿勢的穩定性下降了。

(4)我們將收集的數據給教練評估，教練給的訓練建議與 AI 分析的方向一致，更進一步建議訓練者乙可以進行左腳單腳踩踏訓練。

伍、結論

根據研究方法、研究結果與研究討論，整理本研究之主要結論如下：

一、AI 自行車教練系統可提升騎乘訓練效果

1. 透過專家訪談與科學數據分析，本研究確認影響騎乘效率的三大核心要素：正確騎乘姿勢、肌耐力訓練、心肺訓練。
2. AI 自行車教練能即時監測數據並提供回饋，有助於訓練者調整姿勢、維持適當心率與穩定踏頻，提升騎乘表現。

二、霍爾感應器較適合作為自行車速度監測裝置

1. 磁簧開關與霍爾感應器皆可偵測速度，但磁簧開關在高速運動下反應不穩定，無法準確記錄高頻轉速。
2. 霍爾感應器具有較高的靈敏度與穩定性，可準確測量車速並與 micro:bit 整合，成為本系統的主要速度監測感測器。

三、i20 心率感測器適用於運動心率監測

本研究比較了多款市售心率感測器，i20 以其數據穩定性、環境適應能力佳、反應靈敏等特性，最適合應用於騎乘訓練監測。

四、姿勢監測裝置能有效改善騎乘穩定性

1. 研究結果顯示，姿勢監測裝置有助於減少騎乘時的身體晃動，提高騎乘穩定性，可減少力量的分散，有助於提升踩踏的效率。
2. 訓練者的 X 軸（左右晃動）與 Y 軸（前後傾斜）標準差在訓練後均顯著降低，代表騎乘姿勢更穩定。

五、AI 整合 Scratch 可視化數據，提高訓練者學習效率

1. 透過 Scratch 的可視化界面，訓練者能直觀理解自身的騎乘數據，包含速度、心率、騎乘姿勢變化等資訊。
2. AI 自行車教練的回饋機制，能根據當前數據提供即時建議，協助訓練者優化騎乘策略。

六、系統應用於實際訓練後成效顯著

1. 三位訓練者經過一個月的訓練，X 軸(左右傾斜)與 Y 軸(前後傾斜)的標準差都變小了，X 軸的中心角度(均值)較趨近於 0 度，騎乘姿勢穩定度也提高了。
2. GAI (生成式 AI) 提供的訓練建議有助於訓練者掌握適當的騎乘速度與時間分配，提高訓練效率。

七、GAI 提供科學化訓練建議，與專業自行車教練意見一致

GAI 能分析平均值、標準差與時間序列，提出姿勢穩定度與配速建議，與專業教練觀察結果高度吻合，顯示 AI 在運動輔助上的潛力與可信度。

這次研究證明 「AI 自行車教練」真的能幫助我們變厲害！它不只可以記錄我們的騎乘數據，還能即時提醒和分析，讓訓練更有效率。如果未來能再改進感測器的配置，或加入更多 AI 的分析功能，這個系統會變得更厲害，幫助更多人提升騎乘能力！

八、參考文獻資料

1. 羅曼諾夫，尼可拉斯. (2021). *Pose Method 游、騎、跑三項運動技術*. 臉譜出版社.
2. 陳家祥、石翔至、相子元（2015）。最佳的自行車騎乘姿勢。《人文社會科學研究：教育類》，9(4)，1-11。
3. 南一書局。《國小國語五下——紅鼻子醫生》。台北：南一書局，2023。
4. Micro:bit 官方網站，"Micro:bit Technical Reference"，<https://microbit.org>
5. Bonson 擴展板技術手冊，"Bonson micro:bit 扩展板使用指南"
6. i20 心率感測器技術文件
https://cavedu.gitbook.io/cavedu/boson/boson_intro/input_modules/heartrate_monitor_sensor
7. Scratch 官方網站，"Scratch Programming for Micro:bit Integration"，<https://scratch.mit.edu>
8. ChatGPT AI 技術應用，"Integrating AI for Real-Time Sports Training"，OpenAI，
9. bDesigner 教學網，<https://bdesigner1.webnode.tw/>

附件：專家訪問 Q&A

Q1.在訓練時，不同的騎乘姿勢會影響心率和訓練效果嗎？是否需要調整姿勢？

A:會影響！不同的騎乘姿勢會影響心率及訓練效果。例如，過於急促或過於放鬆的動作會導致騎乘時的不適感。調整坐高與伸展角度，可以幫助提升心肺耐力與整體運動表現。

Q2.以心率為判斷依據時，腳踏車訓練應如何設計？

A:設計訓練時，可使用輕齒輪搭配高頻率踩踏，以提高心肺功能。例如，在公路騎乘時，可設定 30 公里的訓練，並透過心率數據來評估運動強度。

Q3.訓練過程中，如何根據心率數據判斷耐力是否提升？有哪些數據可評估訓練成效？

A:可透過心率數據來判斷。例如，某次騎乘 40 公里時，平均心率為 160，如果經過長時間訓練後，能夠在相同距離下提升至每分鐘 165~168，則代表耐力有所提升。可利用心跳帶與碼表來蒐集並分析這些數據。

Q4.目前我們蒐集的資料足夠評估訓練效果嗎？還需要補充哪些數據？

A:若蒐集的心率數據完整，基本上是足夠的。但還需考慮車架大小是否適合騎乘者的身高，因為過大或過小的車架會影響騎乘姿勢與測試結果。因此，選擇適合身高的單車來測試，能使數據更準確。

【評語】082815

利用三軸加速器的量測分析，提供騎乘者科學化的訓練指導，以達到最佳的訓練效果。藉由感應器選擇與測試，與程式設計。加入人體心跳等參數進行評估，以提供科學化訓練建議。此工作是多項系統之整合工作，也利用各種量測結果與標準值間的偏差值來做最後評估與建議，具有發展及延伸性，此外團隊工作很有默契。

作品海報

摘要

本研究透過專家訪談了解自行車訓練核心訓練要素，開發「我的AI自行車教練」系統，期能提升初學者騎乘穩定性，利用micro:bit三軸加速度感測器即時監控騎乘姿勢變化、霍爾感應器量測速度以及i20心率感測器偵測心跳。所有數據透過藍芽傳送至Scratch(bDesigner)，進行即時騎乘姿勢與數據可視化呈現，並整合生成式人工智慧(GAI)分析結果，提供個人化的訓練建議與姿勢調整建議，最後讓訓練者進行實際測試，結果顯示，本系統能有效提升騎乘姿勢穩定性與騎乘效率，GAI能提供科學化的訓練報告及精準訓練建議，與專業自行車教練的意見一致，證明「我的AI自行車教練」具實用性與應用潛力。

壹、前言

一、研究動機

熱愛騎行，遇挑戰
有沒有更好的方法來提升體能，讓自己自行車騎得更好、更輕鬆呢？

科技啟發
想用Scratch和科技工具，自己設計出輔助訓練的系統

數據紀錄
透過感測器紀錄運動數據

智慧優化
GAI分析騎行姿勢，協助訓練者更有效地提升騎行表現。

待解決問題

- 1.如何讓訓練足夠科學化？
- 2.騎乘姿勢是否正確？是否能有效監控與提醒？
- 3.如何整合專家經驗與數據量測，打造實用訓練系統？
- 4.如何結合GAI打造初學者訓練系統

三、研究目的：

- (一)探討有效的訓練方法
- (二)探討感應器的選擇與程式設計
- (三)探討訓練數據的紀錄、下載與分析方法
- (四)探討騎乘姿勢即時可視化與數據整合的可行性
- (五)「我的AI自行車教練」實測

二、文獻探討

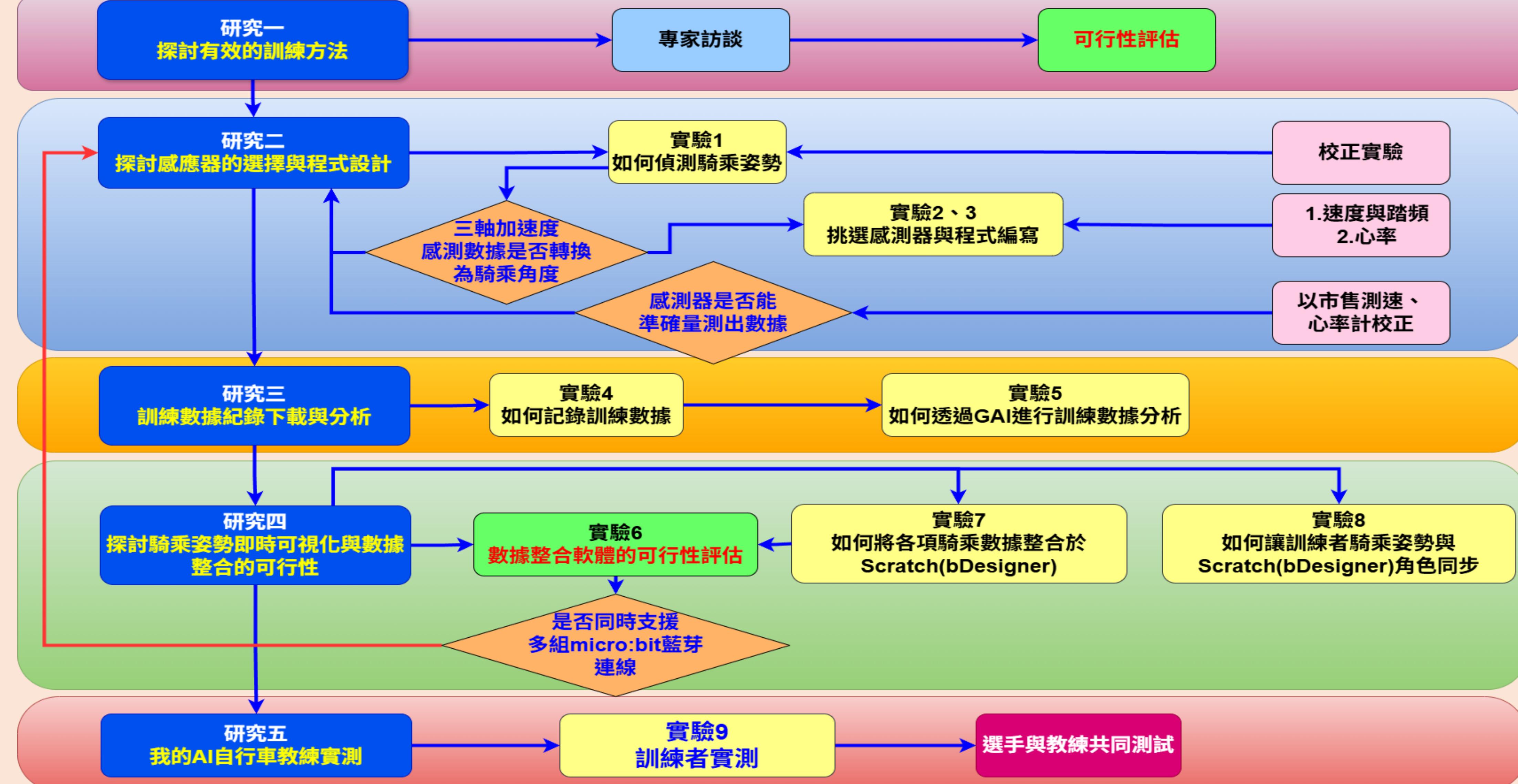
- (二) 陳家祥、石翔至、相子元(2015).最佳的自行車騎乘姿勢
1.騎乘姿勢會影響運動表現與傷害風險。建議騎乘時軀幹與水平呈30~45度角。作為本研究騎姿判斷與警示系統之依據。

貳、研究器材



圖2-1 研究器材

參、研究方法與結果



研究一：探討有效的訓練方法

一、專家訪談



受訪教練認為選手的 1.騎乘姿勢 2.肌耐力 3.心肺能力 是重要的關鍵因素，若能蒐集並分析相關數據，將有助於提升的訓練效率

二、可行性評估

- 1.彙整專家建議與訪談結果
- 2.確定關鍵訓練要素
- 3.進行感測器應用可行性分析

根據評估
設計實驗

實驗1：
挑選合適的感應器

採訪主題	採訪重點
Q1 騎乘姿勢 與訓練影響	1. 騎乘姿勢會直接影響運動表現，姿勢不當可能降低訓練效率或導致運動傷害。 2. 適當調整坐高與伸展角度可提高心肺耐力並減少不必要的能量消耗。
Q2 腳踏車訓練 設計	1. 高踏頻低阻力(輕齒輪)可有效提升心肺功能，適合長距離耐力訓練。 2. 設定固定訓練距離(如30公里)，並依據心率變化來調整訓練強度，是一種科學的訓練方法。
Q3 心率數據 與耐力評估	1. 透過心率數據可評估訓練強度與效果，例如：相同距離下，心率變化可反映耐力提升狀況。 2. 建議使用心跳帶與碼表等設備來長期追蹤訓練數據，並比較不同階段的變化。
Q4 設備與數據 監測建議	1. 心率數據是評估訓練效果的核心，完整的數據收集有助於調整訓練策略。 2. 車架高度需符合騎乘者體型，否則會影響姿勢、訓練數據的準確性，進而影響訓練效果。

研究二：探討感測器的選擇與程式設計

實驗1：如何偵測騎乘姿勢與適時提醒？

目的：根據專家建議得知騎乘者確保騎乘姿勢正確，減少肩膀晃動或身體偏移，能有效減少力量的分散。



圖3-1步驟示意圖

撰寫騎乘姿勢的監控程式

三軸數據轉換角度實測

異常角度警告模擬

micro:bit擴展板固定在背帶上

圖3-2 實驗步驟

圖3-3 設計邏輯圖

騎乘訓練

透過三軸加速感測器偵測姿態(X軸(左/右傾斜)Y軸(前後傾斜)數據)

將數據轉換成角度

角度是否為正確騎乘姿勢可容許範圍

YES

NO

調整騎乘姿態

發出警音

→本研究選擇霍爾感應器作為速度量測設備

圖3-4 進行姿態實測的數據之折線圖

X軸(左/右)傾斜角度折線圖

Y軸(前/後)傾斜角度折線圖

圖3-5 我的AI自行車的感應器的配置圖

姿勢感測背帶 micro:bit三軸感測器 偵測騎乘時姿勢的傾斜角度

I20心跳感測器 偵測訓練者心率

霍爾感應器2 偵測騎乘的踏頻頻率

霍爾感應器1 偵測騎乘速度與距離

感應磁鐵 觸發霍爾感應器產生訊號

實驗2：哪一種感測器適合進行速度與踏頻的量測？

目的：評估磁簧開關與霍爾感測器是否適合作為自行車速度測量裝置

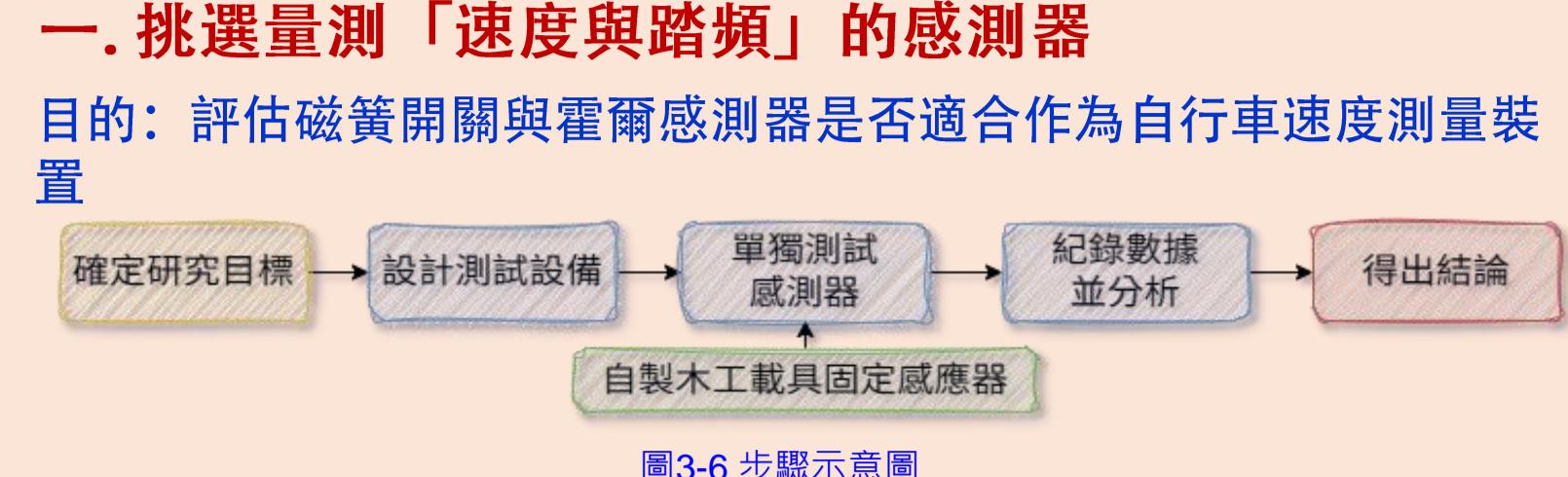


圖3-6 步驟示意圖

準備市售心跳感應器模組

連接到 micro:bit

撰寫程式碼

顯示數據

分析數據

選擇最佳感測器

圖3-10 步驟示意圖

感測器 優點 缺點 參考價格 適用性

速度測量 micro:bit

磁簧開關 (Reed Switch)

1.低成本,結構簡單

2.無需供電

3.低功耗,適合長時間使用

NT\$20 ~ NT\$50

★★★★☆ (適合)

★★★★★ 容易使用

霍爾感測器 KY-024

1.能感測磁場強度變化

2.可調整磁場強度

3.輸出數位/類比訊號,可靈活應用

NT\$50 ~ NT\$150

★★★★☆ (推薦)

★★★★★ 容易使用

→本研究選擇霍爾感應器作為速度量測設備

二、騎乘速度與踏頻的偵測與程式編寫

目的：監測騎乘時間、速度，評估訓練強度。



圖3-7 步驟示意圖

導線與引腳焊接

將磁鐵固定於輪框

固定感應器

接線示意圖

速度感測程式

圖3-8 速度與踏頻感測器安裝與程式編寫

五分鐘騎乘速度監控實測 (km/h)

霍爾感應器所偵測的時速相對穩定。

圖3-9 速度感測器的挑選數據折線圖

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (公里/小時)

距離 (公里)

y軸傾斜角度

x軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

速度 (km/h)

距離 (km)

Y軸傾斜角度

X軸傾斜角度

時間 (秒)

心跳 (bpm)

踏頻 (rpm)

</



教練親驗訓練系統 - 可視化姿態訓練、AI即速等功能

教練進行實測數據收集，並透過AI進行分析

選手甲體驗系統與實測

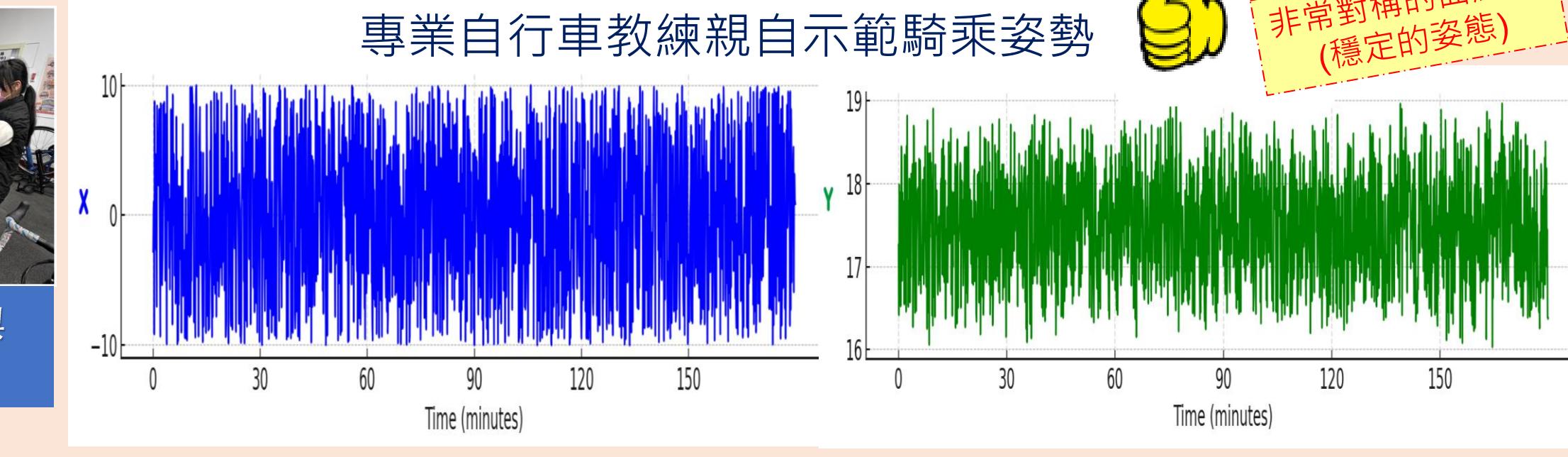
非常對稱的曲線
(穩定的姿態)

圖3-22 邀請教練與選手體驗可視化姿態訓練系統與進行實測

- 教練體驗訓練系統後表示，姿勢是自行車訓練的基本功，可視化姿勢訓練有助於選手姿勢的穩定。
- 選手甲表示：騎乘時能透過可視化輔助訓練，很清楚的知道自己騎乘的姿態，對於正確姿態的掌握有很大的幫助。
- 選手乙表示：透過該系統來進行訓練，可以知道自己姿態偏移，以及如何修正。AI提供配速很有趣。

根據AI的數據分析反饋：

- 教練的騎行姿勢在左右方向上非常穩定，沒有過大的偏移或不對稱的情況。
- 前後傾斜角度約在17-18度之間，並保持在正負10度的範圍內，顯示出教練的身體在前後方向上的傾斜也非常穩定。
- 教練的數據表現的騎乘姿勢控制良好，這對保持平衡和提高騎行效率具有直接的影響。

肆、討論

一、感測器的選擇與測試結果

(一) 心跳感測器選擇 - 測試過程與選擇i20心跳感應器的原因

2. 心跳計數方法比較

#1 第一版：計算一定時間內的心跳次數，數據浮動大，誤差較高

#2 第二版：計算最近三次心跳間隔，穩定性高，1分鐘後數據與

市售設備接近，但感測器未固定時數據會暫時偏移

#3 第三版：計算最近十次心跳間隔，數據最穩定，但不易理解

最終選擇 #2，兼顧準確度與易理解性

二、感測數據整合系統與可視化實驗

(一) 感應系統整合 - 整合過程困難重重

- 因 Scratch (OSEP) 有 GAI 的積木，原計劃使用 Scratch (OSEP) 進行系統整合。實際研究發現 Scratch (OSEP) 與 micro:bit 只能使用 USB 傳輸線直接連接使用，無法滿足我們的需求。
- 研究市面上其他版本的 Scratch，只有 Scratch (bDesigner) 能使用藍芽接收數據(最多可同時連線四片)，而且 micro:bit 端可以使用 makecode 直接編寫，所以採用 Scratch (bDesigner) 來進行本實驗的系統整合軟體。
- micro:bit(姿態感應器)固定在背帶上，能精確偵測騎乘者的傾斜角度。為提高量測便利性，採用離線方式偵測，並透過藍芽將數據傳送至 Scratch (bDesigner)。
- i20 心跳計需搭配 Bonson 擴展板才能正常運作，使用其他擴充板無法獲取數據。
- 為整合姿勢、速度、心跳三種感測器，需分別使用三個獨立的 micro:bit 板，增加整合難度。
- 在編寫 Scratch (bDesigner) 程式時，經常出現程式寫完可執行，但存檔後就出現無法開啟檔案的問題，研究後發現：
 - 可能是角色的圖檔名稱過長，經修改檔名後就能正常存檔。
 - 可能是輸入法或是中英文、符號編碼的問題，但不一定每次都發生。

(二) 可視化實驗 - 主要功能是即時修正騎乘姿勢

- 訓練者穿戴姿勢監測背帶，可記錄騎乘時的傾斜角度。
- 當出現異常傾斜角度時，micro:bit 會發出警報提醒。
- 訓練者可透過整合面板中角色的動作與火焰顏色，判斷自身姿勢並適時調整。
- 系統具備即時修正提醒功能，能更好的協助訓練者養成正確騎乘姿勢。

三、實測—GAI分析訓練數據

1. 在進行姿態角度監測過程中，發現 y 軸 (前傾角度) 數據偶爾出現異常波動。經現場觀察與比對訓練影片，確認以下可能造成誤差的行為：

- 握把位置變動：當訓練者手從上握把變換至下握把，手臂與軀幹夾角改變，導致前傾角度急劇變化。
- 低頭查看裝置或疲勞時垂頭：訓練者偶爾低頭查看速度或心率等裝置，導致感測器傾斜角突然增加。特別在訓練後段出現較多前傾異常值，可能與疲勞姿態補償有關。

2. 初學者適應過程的觀察

本研究對象為初次接受訓練的學生，在訓練初期出現以下特徵：

- 踏頻不穩：剛開始無法維持在目標範圍 (90-110 rpm)。
- 姿勢容易偏移：為了追上踏頻，常出現過度前傾或左右晃動，導致系統頻繁發出「偏左 / 偏右 / 偏前」提示聲。
- 心跳波動大：訓練初期心跳變化幅度大，顯示身體尚未穩定輸出。

隨著訓練次數增加：

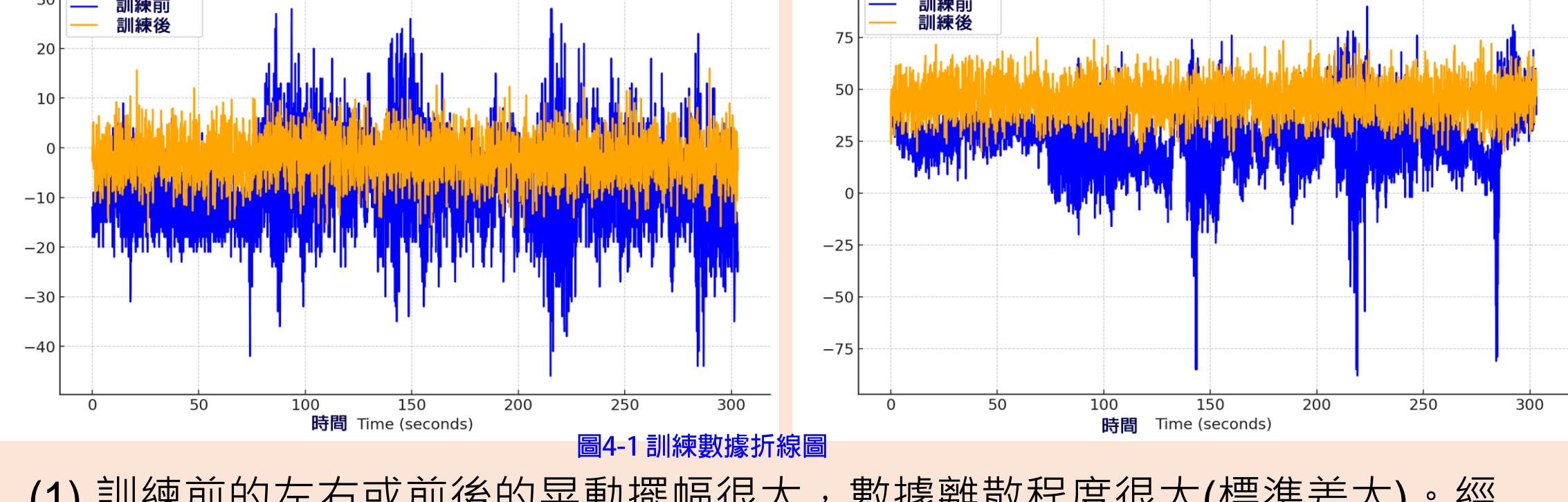
- 踏頻逐漸穩定，姿勢也更自然。
- 提示聲減少，核心控制力變好。
- 心跳反應趨於平穩，訓練節奏進入狀況。

3. 觀察訓練者乙進行的五分鐘實測中：未訓練前 vs. 訓練後的數據

	X軸中心位置	Y軸中心位置
訓練前	-8.67	24.96
訓練後	-1.97	45.70

→此結果顯示透過姿勢監測裝置，可有效幫助騎乘者調整姿勢，提升穩定性。

4. 訓練者乙的數據分析，繪成統計圖得知：



(1) 訓練前的左右或前後的晃動擺幅很大，數據離散程度很大(標準差大)。經一個月的訓練後，訓練者乙的騎乘姿勢有大幅的進步，姿勢穩定許多。

(2) 訓練前的數據：0-1分鐘數據較集中的，1-2分鐘開始有較大的偏移數據，3分鐘之後偏移越來越嚴重。推論是3分鐘之後體力不足，開始用身體去壓著騎，姿勢就跑掉了。

(3) 我們將收集的數據給教練評估，教練給的訓練建議與AI分析的方向一致，更進一步建議訓練者乙可以進行左腳單腳踩踏訓練。

伍、結論

AI自行車教練，讓騎乘訓練更有效！

提升騎乘訓練效果

- 影響騎乘效率的三大核心要素：正確騎乘姿勢、肌耐力訓練、心肺訓練。
- AI自行車教練能即時監測數據並提供回饋，幫助調整姿勢、維持心率與穩定踏頻，提升表現。

姿勢監測裝置：讓騎乘更穩定

- 減少身體晃動，提高踩踏效率，避免力量分散。
- 訓練後，X軸(左右晃動)與Y軸(前後傾斜)標準差降低，姿勢更加穩定。

技術應用靈活、整合性高

- 本研究使用的姿態感測器具備多元應用能力：
- 可透過藍芽連線 Scratch (bDesigner) 即時顯示姿勢狀態，讓數據視覺化更直觀；
 - 可離線獨立運作，即使不連接電腦也能記錄數據；
 - 可廣播訓練數據至 MakeCode 平台進行記錄與分析，方便提供 GAI 進行分析。

GAI + Scratch(bDesigner) 整合，數據更直觀

- Scratch 可視化界面讓訓練者直覺理解騎乘數據(速度、心率、姿勢等)。
- GAI 分析數據並提供精準訓練建議，即時協助調整配速策略，讓訓練更有效率。

專家實測與體驗反饋：精準、創新、實用

- 教練認為：姿態偵測裝置能比肉眼更精準辨識錯誤騎乘動作，是專業訓練的重要輔助工具。
- 若能在訓練初期即調整好姿勢，對未來成為專業選手將有顯著幫助。
- 騎乘過程中，若踩踏時的不正確的動作，長時間的訓練下將累積成巨大的影響。唯有早期偵測、即時修正、才能避免傷害、提升表現。
- 坊間訓練設備多著重踏頻與速度，缺乏針對姿勢的即時偵測與回饋，本研究的系統正補足這項缺口。
- 結合即時姿勢監測、可視化顯示與紀錄功能，是一項非常創新且具備應用潛力的構想。

一個月訓練，成效顯著！

- AI即時指導，姿勢更穩、發力更準，騎得更有效率！
- 數據分析精準，提供個別化建議，訓練成效看得見！

陸、未來展望

AI自行車教練不只記錄數據，還能即時提醒與分析，讓訓練更有效！

➤ 感測器更精準 —— 優化姿勢與速度監測，確保數據穩定性。

➤ AI更聰明 —— 針對心肺訓練，當最大心跳數偏高時，AI自動判斷是否調整檔位。

➤ 訓練更智慧 —— 未來可加入語音回饋、團隊訓練模式，幫助更多人提升騎乘能力！

➤ AI自行車教練，讓騎乘訓練更科學、更高效！

註：所有的圖片與照片皆為全體作者拍攝與製作