

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)

佳作

082811

AI 糾察隊－防治校園走廊奔跑策略之研究

學校名稱： 臺北市大安區仁愛國民小學

作者： 小六 吳承鴻 小五 蕭宇弘 小六 廖又潔	指導老師： 陳芬芳 許雅菁
---	-----------------------------

關鍵詞： AI 影像辨識、micro:bit、校園走廊奔跑

摘要

本研究目的在創建有效降低校園走廊奔跑的警示系統，以AI糾察隊取代人力。第一代利用micro:bit**加速度感測器**，以**強度>2800**成功判斷跑步行為並發出警示。第二代使用micro:bit、麥坤智能車及超音波感測器製作走廊跑步監測器，記錄時間差來判斷跑步與否，不僅找出學生**走廊奔跑速率的邊界條件—兩機器距離60公分，時間差240毫秒**，還突破測速照相單向偵測的限制。第三代用**AI影像辨識**與預訓練人體模型的OSEP平臺—它每0.2秒偵測鼻子X座標位移是否介於180~300，以此**速率規則**判斷是否奔跑。結果顯示，**跑步辨識準確率達94%**，**還讓走廊奔跑率從71%降到48%**，**更建立即時通報系統**，防治效果顯著。

壹、研究動機

上學期有一個低年級的學弟被撞到腦震盪，原來是因為**走廊奔跑**。上網搜尋「走廊奔跑」發現，許多學校都極力宣導及禁止走廊奔跑而努力，然而因走廊奔跑而受傷的新聞卻仍層出不窮，「某小學張姓男童在校園走廊上奔跑，不慎撞倒吳姓學童造成吳童骨折」賠了6萬多就是一例。如何解決校園走廊奔跑的問題，引起本研究的研究興趣。

為了獲得校園中更詳細的受傷資料，本研究比較了108~110學年度本校健康中心學生傷病統計表後發現，走廊連續3年蟬聯第三名，僅次於運動場、普通教室，而且因為**走廊奔跑受傷的人數有增無減（如下表）**，都有**800人次上下**，可以見得，走廊奔跑問題相當棘手。

108~110學年度本校健康中心學生傷病統計表

傷病地點 年度別	運動 場	普通 教室	走廊	專科 教室	樓梯	體育 館	遊戲 器材	廁所	地下 室	其他
108 學年度	4349	4907	817	348	391	191	674	52	31	873
109 學年度	3118	3243	746	363	301	181	334	47	13	764
110 學年度	3872	3868	826	390	305	280	170	73	34	764

學校三令五申、甚至豎立請勿奔跑警示牌等方式仍沒辦法抑止或改善，而學務主任、生教組長、導護老師、糾察隊等人也沒辦法隨時隨地的勸導、糾正。假設，當有學生在走廊奔跑時，就會有自動感測機器發出聲響來提醒，就會有AI智能機器來擔任監督工作，應該可以大大改善校園走廊奔跑問題，因此本研究決定以「AI糾察隊」的角度出發來解決問題，以維護學生安全。

(圖片出處詳圖片來源 1)



貳、研究目的

- 一、調查校園走廊的分布、尺寸及有學生走廊奔跑情形的地點。
- 二、了解學生走廊奔跑的情形、成因及可行的改善方法。
- 三、用 micro:bit 加速度感測器製作能警示走廊不奔跑的「手持式及穿戴式跑步警示器」。
- 四、用 micro:bit 超音波感測器製作能警示走廊不奔跑的「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」。
- 五、用AI視覺大小分析，找出最佳偵測的「**AI走廊奔跑速率臨界範圍**」。
- 六、用**AI影像辨識工具及自訂的速率規則**製作「AI糾察隊」。
- 七、讓**AI糾察隊具有糾正及辨識**走廊奔跑學生的高效率，**更具有讓學校端即時監控**的功能。

參、研究問題

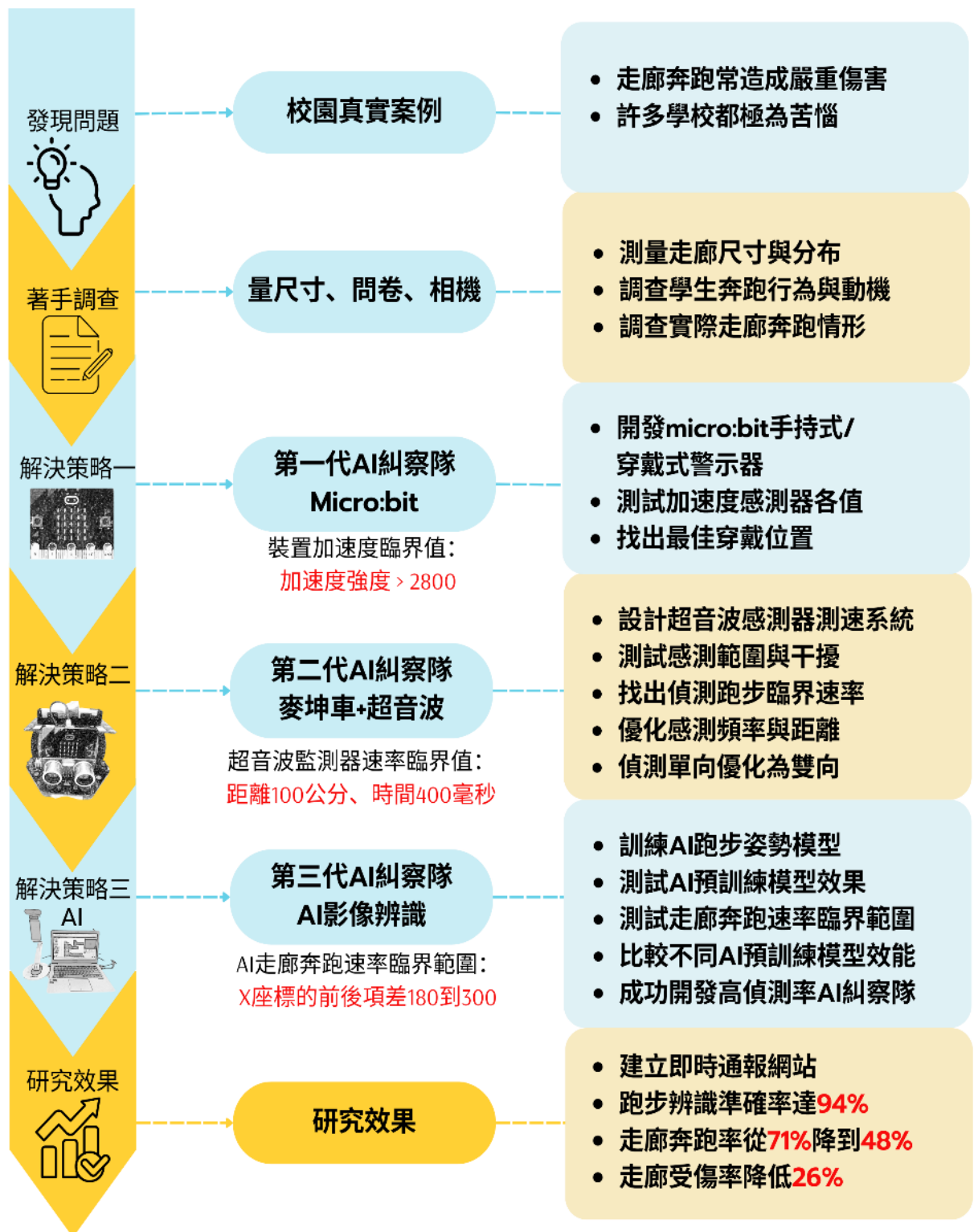
- 一、學校走廊的大小一樣嗎？哪些走廊容易有學生奔跑的現象呢？
- 二、校園走廊奔跑情形嚴重嗎？哪些是學生走廊奔跑的原因？
- 三、如何利用 micro:bit 設計「手持式跑步警示器」呢？
- 四、不同的三軸加速度感測器如何影響「手持式跑步警示器」的警示效率？
- 五、不同的穿戴位置，會影響「穿戴式跑步警示器」的警示效率嗎？
- 六、如何利用 micro:bit 設計「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」呢？
- 七、「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的感測範圍如何呢？如何避免干擾呢？
- 八、如何界定超音波的「走廊奔跑速率臨界值」來提高感測準確率呢？
不同的超音波「感測距離」及不同的「兩車距離」會影響「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的感測準確率嗎？
- 九、升級「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的「單向走廊實測」感測準確率如何呢？
- 十、升級「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的「雙向走廊實測」感測準確率如何呢？
- 十一、以一般鏡頭在 **Google Teachable Machine** 進行跑步姿勢訓練「AI」模式，偵測跑步的效率如何呢？
- 十二、以AI鏡頭在 **Pixetto Machine Learning Accelerator** 進行跑步姿勢訓練「AI」模式，偵測跑步的效率如何呢？
- 十三、如何用 **預訓練人體模型分析AI視覺大小**，找出最佳偵測「走廊奔跑速率臨界範圍」呢？
- 十四、**不同平臺**的 Scratch預訓練AI人體模型的擴充偵測人體功能，**會影響「AI」跑步辨識的準確率嗎？**
- 十五、**AI糾察隊糾正及辨識走廊奔跑學生的實測效率與即時發送學校端監控系統效果**如何？未來應用性如何？

肆、研究設備及器材

- 一、工具：捲尺、雷射尺、量角器、粉筆、膠帶、平板架、電池
- 二、硬體：micro:bit(V1、V2)、麥坤智能小車(micro: Maqueen Lite V3.0、micro:Maqueen PlusV2)、智能手錶 smart coding kit、鋰電池擴充板、超音波感測器(Ultrasonic transducer)、插電式喇叭、AI 鏡頭(VIA Pixetto)、一般鏡頭、藍牙喇叭、筆電、平板電腦
- 三、軟體：Microsoft MakeCode for micro:bit、Pixetto Editor(VIA Pixetto)、Scratch、Teachable Machine

伍、研究方法與結果

AI糾察隊~研究流程



插圖來源：canva 網站及作者自行拍攝製作

【實驗一】：校園內走廊的大小一樣嗎？哪些走廊容易有學生奔跑的現象呢？

（一）研究步驟

1. 觀察並測量校園的走廊尺寸，繪製校園走廊分布圖。
2. 在各條走廊架設平板，錄製學生走廊奔跑情形，以週三大下課 20 分鐘為實測時間，並以走廊奔跑人數除以經過人數為計算比率方式，統計出走廊奔跑人數與比率，分析學生走廊奔跑原因。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



（二）研究結果

1. 學校的走廊分成 5 個系統：1.自強樓（五個樓層）2.仁愛樓（三個樓層）3.莊敬樓（三個樓層）4.至善樓（三個樓層）5.活動中心（四個樓層）。
2. 校園走廊分布如圖 1；活動中心走廊分段（A 段鄰近操場、B 段連接莊敬樓、C 段鄰近遊戲場）如圖 2；走廊長寬測量記錄如表 1。

表 1 走廊長寬測量紀錄表

各樓層 走廊	長度 (cm)	寬度 (cm)	洗手 臺個 數	連接 樓梯 個數	連接 轉角 個數	連接 操場 或遊 戲場	連接 科任 教室
自強樓 (5 層)	5335	234	2	3	3	有	無
仁愛樓 (3 層)	5890	283	2	1	4	有	有
莊敬樓 (3 層)	18706	293	6	6	7	有	有
至善樓 (3 層)	4806	290	3	1	2	有	有
活動中心 (4 層)	A-4170 B-2728 C-4170 共 11068	188	4	4	2	有	有

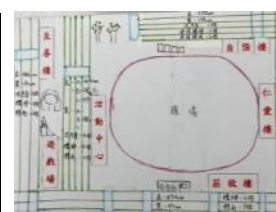


圖 1 校園走廊分布圖

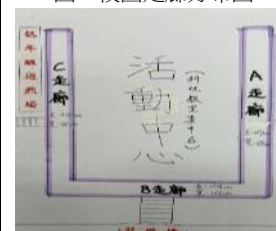


圖 2 活動中心走廊分段圖
(以上圖片出處詳圖片來源 1)

3. 各走廊奔跑人數與比率實測如表 2、圖 3：

- (1) 實測結果，以活動中心一樓走廊奔跑人數最多有 1016 人（A 段 373、B 段 341、C 段 302 人），其中又以 A 段（鄰近操場）走廊奔跑的學生比率最高有 71%。

表 2 學生走廊奔跑比率統計表（跑步人數/經過人數=跑步比率）

各樓層 走廊	一樓	二樓	三樓	四樓	五樓
自強樓 (5 層)	180/474 (38%)	49/211 (23%)	40/265 (15%)	60/322 (17%)	70/192 (36%)
仁愛樓 (3 層)	107/333 (32%)	65/231 (28%)	37/263 (14%)	×	×
莊敬樓 (3 層)	336/492 (68%)	99/216 (46%)	40/205 (20%)	×	×
至善樓 (3 層)	幼稚園	184/424 (43%)	122/306(40%)	×	×
活動中心 (4 層)	A373/526(71%) B341/584(58%) C302/446(67%)	A 52/133 (39%) B132/269 (49%) C 71/144 (49%)	A77/137(56%) B34/150(23%) C42/121(35%)	禮堂	×

- (2) 從表 2 可以發現，5 個系統樓層走廊奔跑情形都是一樓走廊奔跑的比率最高，除了自強樓 5 樓和活動中心 3 樓 A 段外，越往高樓層，走廊奔跑情形有漸漸降低的趨勢，這跟一樓連接操場應該有所相關。

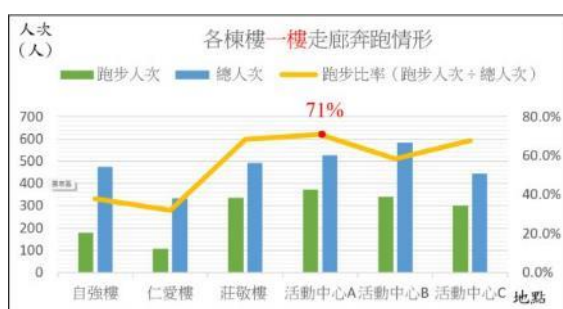


圖 3 各棟大樓一樓走廊奔跑人次統計圖 (圖片出處詳圖片來源 1)

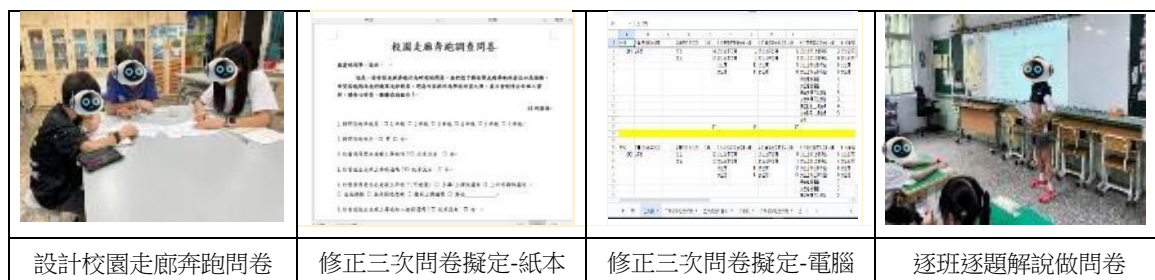
- (3) 根據表 1、表 2 顯示，5 個系統樓層走廊奔跑情形，都跟走廊長度、洗手臺數、連接樓梯數、連接轉角數沒有直接的關聯。





- 【說明】1. 找出「活動中心一樓」鄰近操場的 A 段，為學生最常有走廊奔跑情形。
2. 此研究發現「學生走廊奔跑」跟「走廊長短」沒有相關。
3. 本研究決定做問卷，進一步了解校園走廊奔跑情形的嚴重程度，以及探索學生走廊奔跑的原因，作為後續擬定解決策略之用。

【實驗二】：校園走廊奔跑情形嚴重嗎？哪些是學生走廊奔跑的原因？

(一) 研究步驟

- 設計校園走廊奔跑調查問卷，分別就低年級、中年級、高年級逐班做調查。
- 針對調查結果，繪製成圖表，分析低、中、高年級走廊奔跑情形的差異及其促使學生走廊奔跑的成因。
- 根據分析結果，嘗試運用 micro:bit、麥坤智能車、超音波感測器及 AI 等設備，找出校園走廊奔跑的改善策略。(以下圖片出處詳圖片來源 1、2)



			
逐班逐題解說做問卷	將調查結果繪製成圖表	將調查結果繪製成圖表	分析結果擬定改善策略

(二) 研究結果

1. 校園走廊奔跑調查問卷

(1)校園走廊奔跑調查，低年級 **284** 人、中年級 **316** 人、高年級 **379** 人，共 **979** 人。

曾在走廊奔跑過的學生，低年級 273 人、中年級 316 人、高年級 379 人，只有低年級 11 位學生從沒在走廊奔跑過，**校園走廊奔跑率高達 98.9 %**，顯見走廊奔跑情形很嚴重。(如表 3)

表 3 學生是否有走廊奔跑行為統計表

年級別	調查人數	曾走廊奔跑人數	未走廊奔跑人數	走廊奔跑率
低年級	284	273	11	96.1%
中年級	316	316	0	100%
高年級	379	379	0	100%
合計	979	968	11	98.9%

(2)根據調查結果，只有低年級還有遵守走廊不奔跑的學生，中、高年級走廊奔跑情形就高達 100 %，而「曾經看過或聽過同學在走廊上奔跑而受傷」的學生，低年級有 **211** 人、中年級有 **255** 人、高年級有 **353** 人，共 **819** 人次，達 **83.7 %** 之多。即使知道走廊奔跑可能受傷，仍無法減少走廊奔跑情形，因此找出學生走廊奔跑的原因，擬定改善策略是刻不容緩的。(如表 4)

表 4 學生是否「曾經看過或聽過同學在走廊上奔跑而受傷」的統計表

年級別	曾聽聞或看見同學奔跑受傷	未聽聞或未看見	百分比(曾聽聞)
低年級	211	73	74.3%
中年級	255	61	80.7%
高年級	353	26	93.1%
合計	819	160	83.7%

2. 學生走廊奔跑原因分析：

(1)從調查結果得知，**低年級學生走廊奔跑的主要原因是「聽到上課鐘聲」**，其次是「追逐嬉戲」、「上學/上課快遲到」；**中年級學生走廊奔跑的主要原因也是「聽到上課鐘聲」**，其次是「上科任課快遲到」、「上學/上課快遲到」；**高年級學生走廊奔跑的主要原因是「上科任課快遲到」**，其次是「追逐嬉戲」、「聽到上課鐘聲」。總計校園學生走廊奔跑的主要原因排序為「聽到上課鐘聲」、「追逐嬉戲」、「上學上課快遲到」、「上科任課快遲到」。(如表 5、圖 4)

表 5 學生走廊奔跑原因分析表(可以複選)

走廊奔跑原因	低年級	中年級	高年級	總計	比率
上學/上課快遲到	131 (48%)	182 (58%)	249 (66%)	562	57.4 %
上科任課快遲到	33 (12%)	207 (66%)	304 (80%)	544	55.6 %
追逐嬉戲	155 (57%)	175 (55%)	295 (78%)	625	63.8 %
無原因就想跑	104 (38%)	72 (23%)	125 (33%)	301	30.7 %
聽到上課鐘聲	200 (73%)	269 (85%)	263 (69%)	732	74.8 %

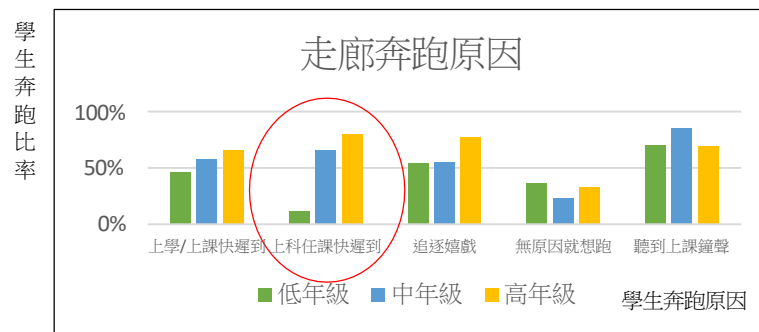


圖 4 各年段學生走廊奔跑原因比較圖 (圖片出處詳圖片來源 1)

- (2)從表 5、圖 4 也可以看出，走廊奔跑「上科任課快遲到」這項原因，在低年級只有 33 人，到了中年級則有 207 人躍居第二，到了高年級有 304 人之多，是高年級走廊奔跑原因的第一名，此與實驗一的研究結果相符，「活動中心」學生走廊奔跑情形最為嚴重，這跟它是學校主要的「科任教室區」有很大的關係。
3. 依據調查結果，學生覺得改善校園走廊奔跑有效的方法「加強處罰 48.5 %」、「加強老師監管 39.4 %」、「舉辦安全教育活動 36.8 %」、「增設警示標誌 23.7 %」都有一定的成效。以學校的立場來說，用宣導教育的方式內化學生遵守「走廊不奔跑」是治本的最終目標，只是老師跟糾察隊無法時時刻刻監控、分分秒秒叮嚀，因此本研究嘗試製作 AI 糾察隊來協助，想為改善校園走廊奔跑問題盡一份心力。(如表 6)
- 表 6 改善校園走廊奔跑方法分析表

如何改善校園走廊奔跑的現狀	低年級	中年級	高年級	總計	比率
加強老師監管	110	172	104	386	39.4 %
加強處罰	117	170	188	475	48.5 %
舉辦安全教育活動	123	197	40	360	36.8 %
增設警示標誌	75	138	19	232	23.7 %

- 【說明】1. 校園走廊奔跑率高達 98.9 %，顯見走廊奔跑情形嚴重。
2. 校園走廊奔跑的主要原因為「聽到上課鐘聲」、「追逐嬉戲」、「上學/上課快遲到」、「上科任課快遲到」。
3. 改善校園走廊奔跑方法前三名：「加強處罰」、「加強老師監管」、「舉辦安全教育活動」。

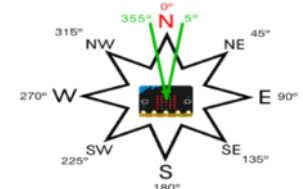
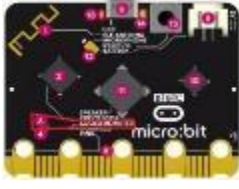
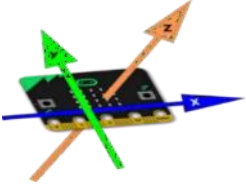
【實驗三】：如何利用 micro:bit 設計「手持式跑步警示器」呢？

(一) 研究步驟

1. 收集相關資料並分析。
2. 參考聲音指南針的設計，使用學校現有的 micro:bit 硬體設備羅盤（即方位感測器）製作跑步警示器，測試應用情形。
3. 參考計步器的設計，運用 micro:bit 晃動姿勢感測身體移動方向，有跑步時就會有警示音響起，測試應用情形。
4. 運用 micro:bit 的加速度感測器，製作「手持式跑步警示器」，有跑步時就會有警示音響起，測試應用情形。
5. 運用 micro:bit 組成的麥坤智能小車，設計各種感測器的程式積木，製成跑步會響起警示音的手持式裝置，稱為「手持式跑步警示器」。

(二) 研究結果

1. 根據資料搜尋結果，本研究找不到單純針對跑步設計警示器的製作方式，只有針對走路的計步器裝置。我們發現大部分的走路計步器使用到的感測器功能是羅盤 (compass)、晃動姿勢感測器(Accelerometer)、加速度感測器(Accelerometer)三種，因此本研究打算用這三種方式進行實驗，找到符合本研究需求的跑步警示器。(如表 7)

羅盤-方位感測值 (compass)	晃動姿勢 (Accelerometer)	加速度感測器 (Accelerometer)
		
圖片引自圖片來源 7 micro:bit Make it: code it / Sound compass	圖片引自圖片來源 7 micro:bit Features Features on the back	圖片引自圖片來源 7 micro:bit Movement data logger Anal yse your data in three dimensions:
micro:bit 的羅盤感測器，稱為磁力計。可以作為指南針來測量地球磁場或感知住家附近磁場的強弱！指南針可以找出磁北或測量磁場強度，它也可以測量三維磁場。	加速器是一個測量動作的感測器。micro:bit 的加速度感測器可以偵測到板子的傾角，可以感知動作擺動是向左向右或向後向前及向上向下傾斜的晃動角度。	加速度感測器也可以測量三軸各自加速度的情形。micro:bit 的加速計可以測量三維度的作用力，包括重力。透過 X、Y、Z 三軸加速度數值來判斷運動的方向。

2. 參考 Micro:bit Educational Foundation 網頁，本研究發現可以參考 [Make it: code it /聲音指南針](#) 的專案內容來設計本研究的跑步偵測程式，再利用 data logger 紀錄「方位感測值」在走路跟跑步時的差異，發現跑步跟走路姿勢的手部擺動方向相仿，都是 100~300 度間的方向變化，無法明確辨識出走路跟跑步時的差異。(如圖 5、6、7)



圖 5 紀錄方位感測值程式
(圖片出處詳圖片來源 1)

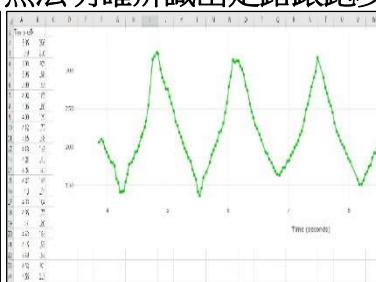


圖 6 走路時方位感測值
(圖片出處詳圖片來源 1)

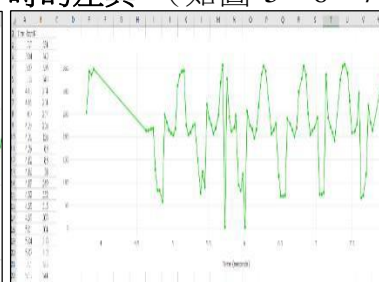


圖 7 跑步時方位感測值
(圖片出處詳圖片來源 1)

3. 本研究再參考 [Make it: code it /計步器](#) 的專案內容，用「姿勢晃動」的感測器來設計本研究的跑步偵測程式，想試試是否能用來區分走路與跑步的不同，只有在跑步時，會發出「咿翁、咿翁」聲響，提醒同學自己走廊不奔跑。本研究以「當晃動發生」的程式積木來做設計，成功的在跑步時發出聲響提醒走廊奔跑者自己，但是卻發現走路時也會發出聲響，原來只用晃動感測器是沒辦法做出走路與跑步的區別，無法達到「手持式跑步警示器」的目的。
4. 接著再參考官網 [Make it: code it /靈敏步數計數器](#) 的專案內容，發現可以使用加速度感測值或重力來調整程式做進一步動作的判斷，但因為不知道要用什麼值做偵測，也是沒有成功做到一跑步就發出聲響的警示音效果。
5. 後來發現原來用加速度數值來做偵測，能知道三個方向的晃動情形，因此本研究就結合有電池座組成麥坤智能小車，來設計「手持式跑步警示器」，並測試其是否有一跑步就會發出聲響的警示音效果。(如圖 8、9)



圖 8 手持式跑步警示器
(圖片出處詳圖片來源1)

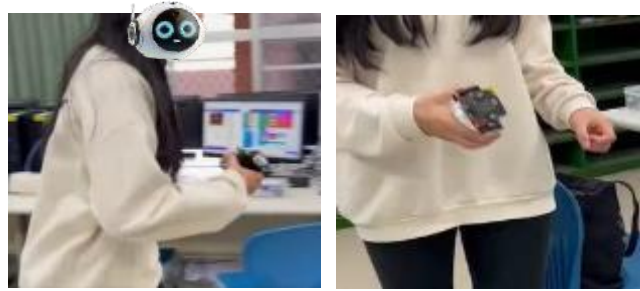


圖 9 手持式跑步警示器測試
(圖片出處詳圖片來源1)

【說明】測試結果：micro:bit 的「姿勢晃動的感測器」及「加速度感測值」，都可以達到「一跑警示音就響」的效果，但只有「**加速度感測器數值**」能區分走路跟跑步的不同。後續本研究將再進一步測試各方向的加速度感測值，來進一步了解其對「手持式跑步警示器」的警示效率。

【實驗四】：不同的三軸加速度感測器數值如何影響「手持式跑步警示器」的警示效率？

(一) 研究步驟

1. 認識 micro:bit 加速度感測器的 X 軸、Y 軸、Z 軸功能。
2. 測試 micro:bit 加速度感測器的 X 軸、Y 軸、Z 軸跑步時的數值。
3. 同時運用 micro:bit 的「加速度感測器 X 軸及 Y 軸數值」來做測試，找出只在跑步時才会有警示音響起的數值，測試應用情形。
4. 運用 micro:bit 的「**加速度感測器強度**」來做測試，製作「手持式跑步警示器」，測試應用情形。

(二) 研究結果

1. 本研究透過實驗了解三軸加速度感測值所代表的意義，觀察到 X、Y 和 Z 軸的加速度感測值會因為擺動狀態而改變。實驗發現，X 軸跟左右移動有關、Y 軸跟前後移動有關、Z 軸跟上下移動有關。(如圖 10、11、12、13) (以下圖片出處詳圖片來源 1)

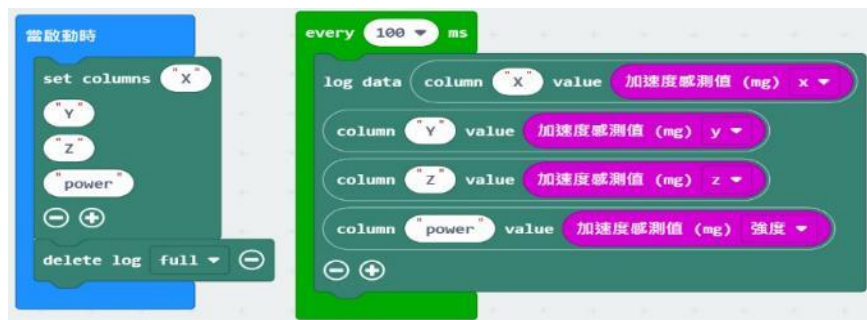


圖 10 加速度感測器 X Y Z 軸測試積木

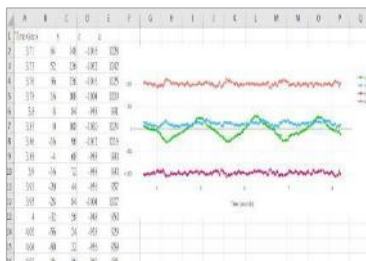


圖 11 左右晃動時 X 值改變最明顯

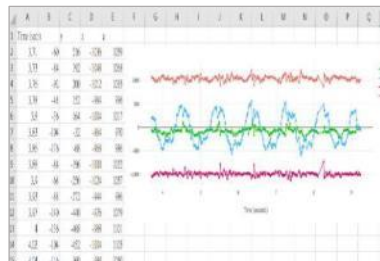


圖 12 前後晃動時 Y 值改變最明顯

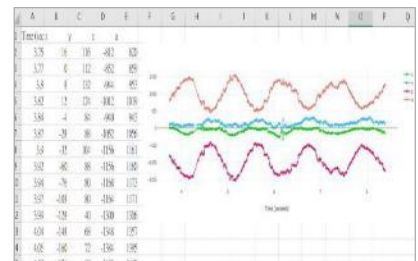


圖 13 上下晃動時 Z 值改變最明顯

2. 本研究多次測試後發現，X 和 Y 軸數值波動較明顯，故以 X 值 > 2000 或 Y 值 > 2000 為跑步感測標準。（如圖 14、15）（以下圖片出處詳圖片來源 1）

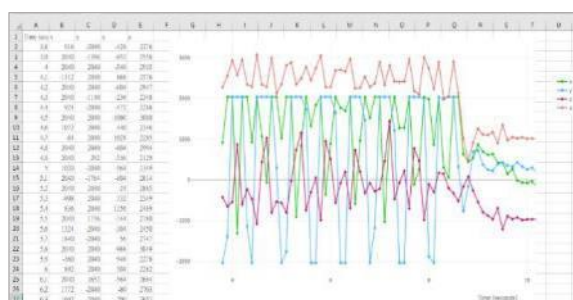
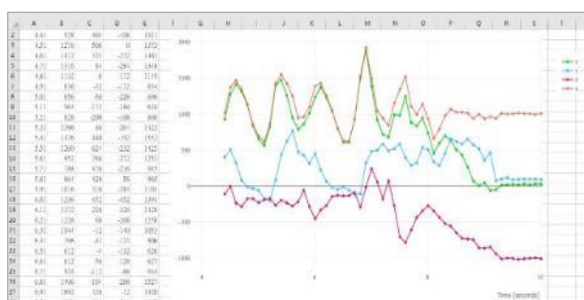


圖 14 加速度感測器 X Y Z 軸走路的數值 圖 15 加速度感測器 X Y Z 軸跑步的數值

3. 接著加入程式判斷，再以「手持式跑步警示器」實際做跑步測試，反覆驗證程式積木判斷跑步時加速度 X 或 Y 值大於 2000 時，是否會發出警示音。結果發現，如果動作太大或是有個大晃動時，偶爾也會有發出警示音的情形，即使本研究增加判斷累計 3 次加速度 X 或 Y 值大於 2000 才發出警示音的程式，仍然無法成功做到只有跑步才會響起警示音的效果。（如圖 16）



圖 16 增加「變數判斷 3 次大於 2000」偵測程式積木（以下圖片出處詳圖片來源 1）

4. 從「圖 17 加速度感測器 X Y Z 軸跑步的數值」發現，**跑步時桃紅色的強度曲線比 X、Y、Z 三軸加速度感測值曲線波動更大、數值更高**，因此本研究嘗試只用「加速度感測值強度」來做測試。修改程式積木如下：如果「**加速度感測值強度**」>2800，那麼警示音就要響起。「手持式跑步警示器」就開發完成，跑步時警示音會響，一停或只有走路時，警示音就會停止，效果良好。（如圖 17、18）（以下圖片出處詳圖片來源 1）

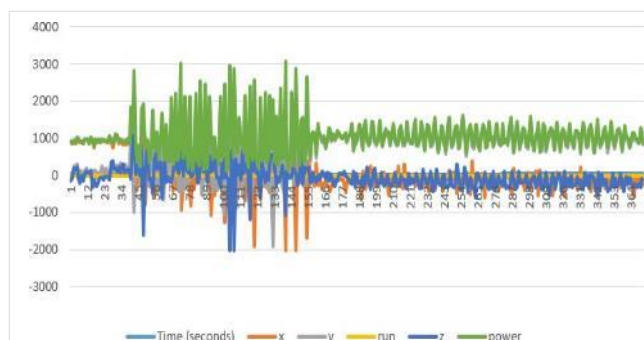


圖 17 手持式跑步警示器的程式積木 圖 18 手持式跑步警示器跑步跟走路數值的差異圖

- 【說明】** 1. 本研究利用學校現有設備 micro:bit 和麥坤智能小車製作手持式跑步警示器，能成功區分跑步與走路的不同。
2. 運用「加速度感測值強度」>2800 的「手持式跑步警示」程式開發完成，一跑就會響，不跑警示音就停，效果非常好！（如圖 19、20）



圖 19 手持式跑步警示器走路測試
(圖片出處詳圖片來源 1)



圖 20 手持式跑步警示器跑步測試
(圖片出處詳圖片來源 1)

【實驗五】：不同的穿戴位置，會影響「穿戴式跑步警示器」的警示效率嗎？

(一) 研究步驟

1. 以 micro:bit 加上充電式電池背板，並以束帶包覆住，稱為「穿戴式跑步警示器」。



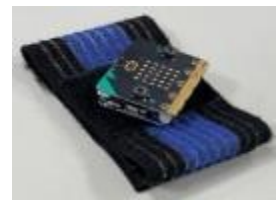
micro:bit
(圖片出處詳圖片來源 1)



充電式電池背板
(圖片出處詳圖片來源 1)



束帶
(圖片出處詳圖片來源 1)



穿戴式跑步警示器
(圖片出處詳圖片來源 1)

2. 控制變因：設定固定的距離，在固定的時間內做固定的跑步步數，使得跑步的速率相同。再穿戴在手、腳、軀幹等不同的位置，進行測試，紀錄警示音響起次數，嘗試找出最靈敏、最適當的佩戴點。
3. 操縱變因：改變佩戴位置為手腕、手臂、口袋、口袋+束帶、腳踝。測試走廊跑步 10 步，比較各佩戴位置的警示音響起次數，及「只有跑步會響，走路不響」的效果，每個佩戴位置各實驗 5 次，以找到最佳偵測效率的位置。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



(二) 研究結果

1. 「穿戴式跑步警示器」利用束帶的穿戴效果，不但緊密、長度夠，而且解決了手持式跑步警示器需要拿在手上的不便。
2. 要控制「跑步速率一致」這個變因，用人體實測有一定的難度。本研究採用百鍊成鋼的方式，在不計其數的測試中，找出秒數一樣的五次紀錄，成功找出「穿戴式跑步警示器」較靈敏的佩戴點為手腕、手臂、腳踝。(如表 8)
3. 實驗結果，從表 8 可以看出，在相同的距離、相同的時間、相同的速率下，佩戴在手腕和手臂響起的警示音各有 11 次，腳踝位置有 10 次，都比口袋、口袋+束帶等佩戴位置的效果更加靈敏、更加穩定。

表 8 跑步警示器不同佩戴位置效率紀錄表 (單位：次)

佩戴位置 跑步步數	距離 (cm)	時間 (s)	平均 速率 (cm/s)	手腕 (次)	平均 (次)	手臂 (次)	平均 (次)	口袋 (次)	平均 (次)	口袋 + 束帶 (次)	平均 (次)	腳踝 (次)	平均 (次)	效率最佳位置
10 步	1237	4.3	288	11	11	11	11	9	9.8	9	8.6	10	10	手腕手臂腳踝
		4.3	288	11		11		10		10		10		
		4.3	288	11		11		10		7		10		
		4.3	288	11		11		10		8		10		
		4.3	288	11		11		10		9		10		

4. 實驗結果，從表 9 也顯示，佩戴在手臂時，「跑步會響、走路不響」的效果極佳，佩戴在手腕時，如果手部擺動動作太大，偶爾也會有響起警示音的情形，佩戴在腳踝時，則是「跑步會響、走路也會響」，因此推薦手臂為「穿戴式跑步警示器」的最佳佩戴位置。

表 9 跑步警示器不同佩戴位置「跑步會響、走路不響」的效果比較表 (會響的打✓)

佩戴位置 測試效果 實驗次數	手腕		手臂		口袋		口袋+束帶		腳踝		效果最佳位置
	跑	走	跑	走	跑	走	跑	走	跑	走	
第一次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	手臂
第二次	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	
第三次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	
第四次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	
第五次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	

- 【說明】1. 由實驗得知，從「手持式跑步警示器」進階到「穿戴式跑步警示器」會更方便攜帶。佩戴在手臂時，最為靈敏、最為穩定，提醒同學走廊不奔跑的效果最佳。
2. 因為「手持式跑步警示器」和「穿戴式跑步警示器」的程式相同，都是用 micro:bit 的加速度感測值強度 > 2800 來判斷跑步，因此我們將它們命名為第一代「AI 糾察隊」。
3. 但是考量常在走廊奔跑的同學，如果故意不佩戴跑步警示器或把電源拔掉，就會失去提醒「走廊不奔跑」的原意，因此本研究將再朝「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」研究。

【實驗六】：如何利用 micro:bit 設計「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」呢？


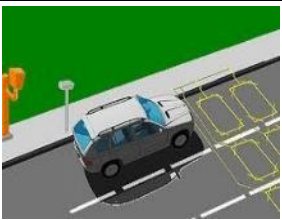


(一) 研究步驟

1. 收集相關資料並分析
2. 參考科技執法，嘗試用學校現有設備 micro:bit 和麥坤智能小車，加上超音波感測器，製作出走廊跑步監測器，以提醒學生走廊不奔跑。

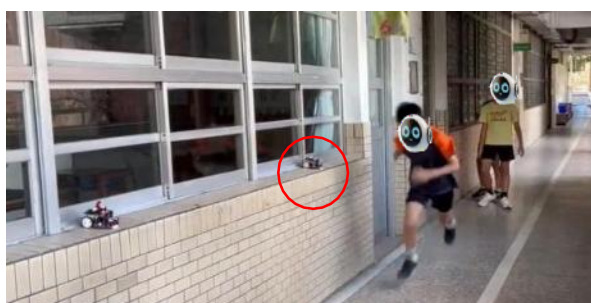
(二) 研究結果

1. 在網路上搜尋資料結果，發現一般用在汽車測速照相的機器有科技執法的區間測速、感測式線圈、雷達測速儀等。由於學校沒有那樣的設備，所以本研究將使用超音波感測器來模擬類似感測線圈方式進行偵測。(如表 10)

表 10 四種測速感測裝置比較

區間測速 (average speed enforcement)	感測式線圈測速儀 (inductive loop speedometer)	雷達測速儀 (Radio (Detection And Ranging)	超音波感測器 (Ultrasonic transducer)
			
圖片引自圖片來源 3 TNL Mediagene 網站	圖片引自圖片來源 4 博神貿易網站	圖片引自圖片來源 5 111 年道路交通安全與執法研討會	圖片引自圖片來源 6 Webduino 網站
區間測速是指在同一路段設置兩個測速點，通過測量車輛經過前後兩個測速點的時間差來計算車輛在該路段的平均行駛速率。	感測式線圈測速儀含有兩組感測線圈(inductive loop)，原理是測量移動中目標車輛通過第一組及第二組感測線圈的時間差來計算車速。	雷達測速設備是靠雷達波在距離 300 m 內進行偵測移動中的車輛，取得相對性的移動速率，來判斷是否超速。	感測器有兩個筒狀物，一個為超音波發射器(Transmitter)，另一個為接收器(Receiver)。當發射的超音波遇到感測器前方物體後，會被反射。

2. 依照校園走廊的特性與學習過的經驗，本研究決定採用超音波感測器。我們利用兩臺麥坤智能小車 LiteV3.0 及超音波感測器，再利用兩臺車之間的相互廣播功能，讓他們成為同一「廣播群組」。當第一臺麥坤智能小車感測到前方有人經過時，就會立刻廣播訊息讓另一臺車紀錄時間，記為時間 T1。等另一臺超音波感測器也感測到前方有人經過後，會立刻記錄下時間為 T2，並計算出時間差 (T2-T1) 且判斷是否超過本研究設定的時間，如果超過就當作有人在跑步，此時就會發出警示音。(如圖 21、22、23) (以下圖片出處詳圖片來源 1)



第一臺感測到有人，發廣播給第二臺，記時為 T1 第二臺感測到有人，記時為 T2，再計算 T2-T1

圖 21 超音波感測跑步測試



圖 22 第一臺發送端程式積木圖



23 第二臺接收端程式積木

【說明】超音波走廊跑步監視器測試結果，可以清楚偵測到走廊跑步的學生並成功響起警示音。只是有時候會有沒人經過也會響起警示音的受干擾現象。因此本研究將深入探究「超音波的實際感測範圍」，以提高「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監視器」的感測準確率，並嘗試解決超音波干擾問題。

【實驗七】：「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的感測範圍如何呢？如何避免超音波感測器干擾呢？

(一) 研究步驟

1. 測量超音波感測範圍：

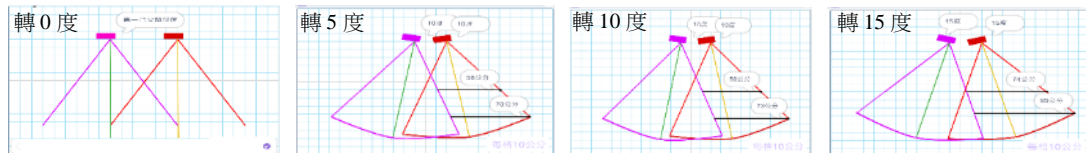
- (1)利用物體或腳步測試畫記，再用量角器測量，找出「超音波走廊跑步監測器」的左右感測角度範圍。
- (2)應用物體或手測試畫記在白板上，再用量角器測量，找出「超音波走廊跑步監測器」的上下感測角度範圍。
- (3)將「micro:bit 麥坤智能小車」結合超音波感測器的程式設計，測試「跑步會響起警示音，走路不會響聲」的效果。

2. 測試避免超音波干擾的方法：

在不同的超音波測試地點，不同的兩車擺放角度、不同的兩車距離，進行超音波受干擾程度測試，每次 1 分鐘，各紀錄 5 次，統計異常偵測發出愛心次數，嘗試找出最佳的「兩車擺設角度」與「兩車距離」。

控制變因：兩車距離 30 公分、60 公分、120 公分；測試地點

操縱變因：兩車擺設角度 0 度、5 度、10 度、15 度。（以下圖片出處詳圖片來源 1）



(二) 研究結果

1. 測量超音波感測範圍：

- (1)類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器「左右感測範圍」測試結果：

以「micro:bit 麥坤智能小車」為圓心，以超音波距離 100 公分為半徑畫半圓，用物體或腳逐漸靠近圓周邊緣做實測，**測試結果：左右各 30 度扇形面積為超音波左右的感測範圍。**（測試程式積木如圖 24、實測照片如圖 25）（以下圖片出處詳圖片來源 1）

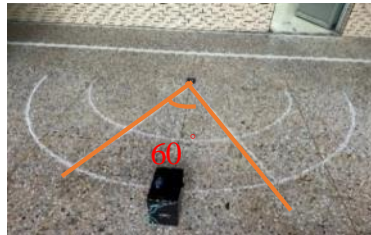


圖 24 測試超音波感測範圍程式 圖 25 測試超音波左右感測角度範圍的實測圖

- (2)類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器「上下感測角度範圍」測試結果：

以「micro:bit 麥坤智能小車」為圓心，以手及紙板為測量工具，上下移動註記感測點，再用量角器測量出感測角度。**測試結果：上下各 10 度扇形面積為超音波上下的感測範圍。**（實測照片如圖 26）



圖 26 測試超音波上下感測範圍的實測圖(以下圖片出處詳圖片來源 1、2)

2. 測試避免超音波干擾方法的測試結果：

測試地點無論在電腦教室、自然教室、走廊窗臺或走廊鞋櫃，兩車距離無論是 30 公分、60 公分或 120 公分，兩車擺放角度無論轉多少度，超音波**都容易受外界影響且沒有規律**（如圖 27、表 11）。再加上轉動擺設角度還需要計算出「離車子的垂直距離」、「偵測距離」、「實際跑步距離」，然後再寫入程式，有實質上的困難。因此我們將「兩車距離」設定為跟「感測距離」一樣，都是 120 公分，「超音波擺設角度」為 0°，來做後續的測試基準。（以下圖片出處詳圖片來源 1、2）



圖 27 不同擺設角度、不同實驗地點，超音波受干擾程度測試圖

表 11 不同的超音波擺設角度，每分鐘受干擾次數比較表（此只取 5 次紀錄，詳見實驗日誌）

角度 次別	30 公分				60 公分				120 公分			
	0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°
第 1 次	24	28	1	29	1	17	8	22	9	8	13	2
第 2 次	21	23	7	27	0	11	11	7	14	7	5	7
第 3 次	15	6	18	1	9	2	9	12	0	15	9	9
第 4 次	17	16	21	4	14	25	11	10	11	14	10	14
第 5 次	0	0	0	0	13	0	0	0	3	6	11	13
平均	15.4	14.6	9.4	12.2	7.4	11	7.8	10.2	7.4	10.0	9.6	9.0

- 【說明】1. 成功找出超音波感測範圍，後續將實驗測試不同的偵測距離跟兩車距離來製作更精確的「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」。
2. 改變超音波擺設角度、擺設地點、都無法有效減少超音波干擾存在。

【實驗八】：如何界定超音波的「走廊奔跑速率臨界值」來提高感測準確率呢？不同的超音波「感測距離」及不同的「兩車距離」會影響「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的感測準確率嗎？

（一）研究步驟

- 距離÷時間＝速率，由於超音波兩車的距離是固定的，因此只要找到程式積木中「T2-T1 要少於幾毫秒」的這個時間數值，也就是找出判定走廊奔跑的這個臨界速率，就能達到警示跑步的效果。因此將用以下四種方式找出這個「時間」數值。
 - (1) 參考學校各年級跑步比賽的速率
 - (2) 網路搜尋小孩跑步的速率
 - (3) 參考本研究實驗六跑步警示器實測的速率
 - (4) 進行走路、快走、跑步、衝刺跑速率測試，來界定「走廊奔跑速率臨界值」
- 測試不同的超音波「感測距離」及「兩車距離」組合：考量 AI 糾察隊預計實測走廊為「活動中心 A 段走廊」，走廊寬約為 180 公分，因此我們將程式積木中「超音波感測距離」設為 100、110、120、130 公分等 4 個感測長度；「兩車距離」分別設為 100、110、120、130、140 公分等 5 個長度，每個組程式各實測走路 10 次、快走 10 次、跑步 10 次，紀錄並比較各感測距離的感測準確率。

（二）研究結果

1. 走廊奔跑的臨界速率：以下會將速率數據轉換成每公尺跑多少毫秒

- (1) 根據「學校跑步比賽第一名的速率」分析，如表 12：三~六年級男女平均每公尺跑 **142.9~164.8** 毫秒。將程式積木 T2-T1 時間設為 **170 毫秒**來測試，跑步會響起警示音的成功率不高，可能是因為這是跑步第一名學生的速率，因此我們將再上網搜尋資料，試著找出更適當的小孩跑步數據來設定。

表 12「本校學生跑步比賽第一名的速率換算表」－距離為每公尺

年級	距離(m)	秒數	時間(秒)	時間(毫秒)	平均時間(毫秒)
三年級	80	男 12.90	0.1613	161.3	164.8
		女 13.46	0.1683	168.3	
四年級	80	男 12.66	0.1583	158.3	160.0
		女 12.93	0.1616	161.6	
五年級	100	男 15.55	0.1555	155.5	157.3
		女 15.91	0.1591	159.1	
六年級	100	男 13.88	0.1388	138.8	142.9
		女 14.70	0.1470	147.0	

- (2) 根據「網路跑步的平均速率」分析，如表 13：6~12 歲的學童跑步速率，轉換後每公尺約在 200~500 毫秒之間，考量低、中、高年級都是走廊奔跑勸導的對象，所以以六歲的跑步時間 **330 毫秒**當基準，好像較為適合。

表 13 各年齡的跑步平均速率換算表－距離為每公尺

年紀 (歲)	平均速率 (m/s)	時間(秒)	時間(毫秒)
4-6	2-3	0.33-0.50	330-500
7-9	3-4	0.25-0.33	250-330
10-12	4-5	0.20-0.25	200-250

- (3) 根據「本實驗六跑步警示器實測的速率」分析，如表 14：每公尺約跑 347 毫秒，

表 14 跑步警示器實測的跑步速率換算表－距離為每公尺

佩戴位置 跑步步數	距離(m)	時間 (s)	平均速率 (m/s)	時間(秒)	時間(毫秒)
10 步	12.37	4.3	2.88	0.347	347

依據「網路跑步的平均速率」六歲每公尺的跑步時間 330 毫秒、本實驗六為 347 毫秒，加上我們實際以走路、快走、跑步、衝刺跑做的測試（如表 15），我們取 232<跑步臨界速率<423 間的整數值 **400 毫秒**，這樣既可以納入所有的小學生，也可以把快走的人納入警示範圍。因此本研究將程式積木中「T2-T1」的時間數值定為每公尺跑 **400 毫秒**，做為我們警示「走廊奔跑的臨界速率」。

表 15 走路、快走、跑步、快跑速率測試比較表

狀態	距離(m)	平均速率 (m/s)	時間(秒)	時間(毫秒)
走路	10	1.30	0.769	769
快走	10	2.36	0.423	423
跑步	10	3.59	0.278	278
衝刺跑	10	4.31	0.232	232

2. 不同的「超音波感測距離」跟「兩車距離」感測準確率實驗結果：超音波感測距離愈長（為了可以涵蓋整個走廊寬度），感測準確率並未顯著變好；兩車距離愈長，感測準確率也沒有較好，如圖 28、表 16。因此本研究考量走廊寬約 180 公分，決定以「超音波感測距離」120 公分與「兩車距離」120 公分為第一次監測走廊奔跑實測基準。

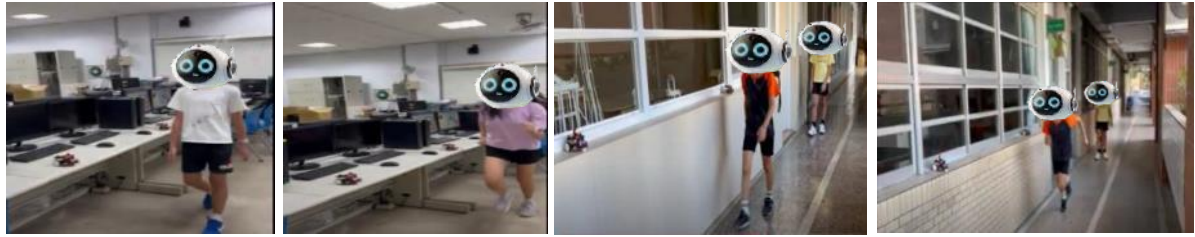


圖 28 不同的超音波「感測距離」跟「兩車距離」感測準確率實測圖(以上圖片出處詳圖片來源 1)

表 16 不同的超音波「感測距離」跟「兩車距離」感測準確率比較表

超音波感測距離(cm)	兩車距離(cm)	T2-T1 時間(ms)	感測準確率(走路) 有警示音✓ 無警示音×	感測準確率(快走) 有警示音✓ 無警示音×	感測準確率(跑步) 有警示音✓ 無警示音×
100	100	400	✓ 1 × 9	✓ 5 × 5	✓ 8 × 2
	110	440	✓ 0 × 10	✓ 6 × 4	✓ 8 × 2
110	110	440	✓ 2 × 8	✓ 7 × 3	✓ 7 × 3
	120	480	✓ 1 × 9	✓ 7 × 3	✓ 8 × 2
120	120	480	✓ 0 × 10	✓ 7 × 3	✓ 8 × 2
	130	520	✓ 1 × 9	✓ 6 × 4	✓ 8 × 2
130	130	520	✓ 0 × 10	✓ 6 × 4	✓ 7 × 3
	140	560	✓ 0 × 10	✓ 7 × 3	✓ 8 × 2

【說明】 1. 超音波監測器的臨界速率為每公尺跑 400 毫秒。

2. 感測準確率沒有因為「超音波感測距離」與「兩車距離」的長度變長或變短而有明顯的影響。

【實驗九】：升級「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的「單向走廊實測」感測準確率如何呢？

(一) 研究步驟

1. 依據實驗八「超音波監測器的臨界速率」，將兩車擺放的距離設為 120 公分，感測距離設為 120 公分，時間差設為 480 毫秒，進行單向偵測跑步的程式設計。
2. 升級麥坤智能小車 PlusV2，增加錄音程式，嘗試用加音箱及插電式喇叭兩種方式擴音，增加警示效果。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



超音波麥坤小車



進階 PlusV2



加音箱擴音



加插電喇叭擴音

3. 單向偵測跑步的程式設計後，將在「活動中心 A 段走廊」進行實測，時間為週三第二節大下課 20 分鐘，位置在美勞教室走廊，共實測兩次。

(二) 研究結果

1. 「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」程式積木和設備的進化，有助提升感測準確率，也能紀錄實驗數據。(如圖 29、30、31、32)
2. 改變程式積木，可以增加辨識感測效果與減少干擾感測的變因。
 - (1) 增加辨識感測效果：接收及發送端皆會顯示愛心圖樣。
 - (2) 減少干擾感測的變因：避免目標物走太慢被第一車感測二次，或有同時多人經過感測區而被誤判為跑步情形。因此我們增加感測開關，如果有偵測到物體就要關掉感測開關，直到那個人通過第二臺或過 3000 毫秒才開啟。(如圖 29、30、31、32)

(以下圖片出處詳圖片來源 1)



圖 29 第一版發送感測端的程式積木



圖 30 修改後發送感測端的程式積木



圖 31 第一版接收感測端的程式積木



圖 32 修改後接收感測端的程式積木

3. 超音波跑步監測器在「活動中心 A 段走廊」實測：

- (1) 第一次走廊單向實測：以超音波「感測距離」120 公分與「兩車距離」120 公分、 $T2-T1 < 480$ 毫秒為實測基準，並以連接式音箱擴音。實驗發現，「兩車距離」120 公分似乎過長，會有多位學生同時經過、學生逗留或放置物品而受干擾，而且用連接的音箱擴音的效果不佳，無法蓋過下課的聲浪。（如圖 33、表 16）



圖 33 單向超音波跑步監測器第一次實測圖（圖片出處詳圖片來源 1）

- (2) 第二次走廊單向實測：超音波「感測距離」120 公分不變，「兩車距離」改為 60 公分、 $T2-T1 < 240$ 毫秒為實測基準，並外接插電式喇叭擴音。實驗發現，此程式與裝置已經能排除一些學生逗留或放置物品的干擾，而且插電式喇叭的擴音效果很好，學生會因為我們自己錄製「請勿奔跑」的提示音提醒而停下來。只是本程式**只能偵測單一方向 164 人，對反方向的 143 人就無法偵測跑步提醒**，而且偶爾有偵測不到或沒人經過卻響起警示音的情形，都是要再克服的課題。（如圖 34、表 17）



圖 34 單向超音波跑步監測器第二次實測圖（圖片出處詳圖片來源 1）

表 17 單向「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」感測準確率實測紀錄表

人次 次別	感測準確率(跑步)			感測準確率(走路)		
	有警示音✓無警示音×			有警示音✓無警示音×		
第一次單向實測	✓ 171	× 151	共 322	✓ 17	× 168	共 185
第二次單向實測	✓ 164	× 143	共 307	✓ 16	× 177	共 193

- 【說明】 1. 超音波走廊跑步監測器的感測準確率，隨著程式積木的進階，使得感測準確率更佳，減少誤判情形。
2. 走廊實測兩次後，程式「兩車距離」從 120 公分減半到 60 公分、T2-T1 從 <480 毫秒，也減半改為 T2-T1<240 毫秒，並以外接插電式喇叭擴音，大大提升了感測準確率。未來將再朝雙向偵測，提高感測準確率的目標邁進。

【實驗十】：升級「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的「雙向走廊實測」感測準確率如何呢？

(一) 研究步驟

- 我們想突破汽車測速照相只能單向偵測的限制，開發雙向偵測功能的超音波走廊跑步監測器，以提升感測準確率。

(1) 設計雙向程式：

試著讓兩臺車都有當發送訊息、也都有當接收的功能，所以把開關都放在兩臺上。一臺廣播發數字接收文字，發送時顯示大愛心圖，接收時顯示小菱形圖。另一臺廣播發文字接收數字，發送時顯示大菱形圖，接收時顯示小愛心圖。

- 雙向偵測跑步的程式設計後，將在「活動中心 A 段走廊」進行實測，時間為週三第二節大下課 20 分鐘，位置在美勞教室走廊，共實測兩次。

(一) 研究結果

- 雙向(由東往西，由西往東)偵測程式開發成功：大大提升感測準確率。(如圖 35、36)

(1) 雙向-1：

啟動時都設定好兩個變數，一個是偵測發送變數設定為「true」，這樣就開啟偵測發送的開關，偵測接收變數設定為「false」，這樣就是關閉偵測接收的開關。當第一臺超音波偵測到有人後，就要把偵測發送的開關暫時關掉，還要發送數字給第二臺，讓第二臺超音波知道要把「偵測接收」的開關打開。



圖 35 雙向-1 廣播-發數字接收文字的程式積木 (圖片出處詳圖片來源1)

(2) 雙向-2

當第二臺超音波偵測到有人後，就要把偵測發送的開關暫時關掉，也要發送數字給第一臺，讓第一臺超音波知道要把「偵測接收」的開關打開。



圖 36 雙向-2 廣播-發數字接收文字的程式積木 (圖片出處詳圖片來源1)

- 雙向走廊跑步監測器的實測效果：大幅提高了跑步警示效率，偵測到 261 人次÷308 跑步人次=警示效率 84.74%。(如圖 37、表 18)



圖 37 雙向（由東往西，由西往東）超音波跑步監測器實測圖(圖片出處詳圖片來源 1)

表 18 雙向「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」感測準確率實測紀錄表

人次 次別	感測準確率(跑步) 有警示音✓無警示音×			感測準確率(走路) 有警示音✓無警示音×		
	✓	×	共	✓	×	共
第一次雙向實測	263	43	306	20	195	215
第二次雙向實測	261	47	308	21	209	230

- 【說明】1. **雙向超音波偵測機器開發成功**，提升了「類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器」的感測準確率達 **84.74%**，對減少走廊奔跑事件有很大的助益。我們稱它為**第二代 AI 糾察隊-雙向跑步監測器**。
2. 由於超音波監測器容易會受外在因素影響而失準，因此本研究將嘗試再用 **AI 影像辨識**開發**第三代 AI 糾察隊**，以減少走廊奔跑事件，維護學生安全。

【實驗十一】：以一般鏡頭在**Google Teachable Machine**進行跑步姿勢訓練「AI」模式，偵測跑步的效果如何呢？

（一）研究步驟：

利用 Google Teachable Machine 進行跑步姿勢辨識 AI 模型訓練與測試。

1. 資料收集：

使用一般的鏡頭對實驗對象進行不同動作的影像或骨架點數據收集，包括：走路動作、跑步動作等不同方向的樣本。創建對應的標籤，並上傳收集到的影像數據。

2. 模型訓練：

在 Google Teachable Machine 平臺上，選擇 Pose Project 進行骨架點追蹤模型的訓練。啟動模型訓練，讓 Teachable Machine 根據上傳的資料學習不同動作的骨架點特徵。訓練完成後，複製 Teachable Machine 提供的模型匯出網址。將模型整合至 Scratch (使用 TM Pose2Scratch 擴展)。

3. 開啟 Scratch 程式編輯器。在擴展積木中，添加 TM Pose2Scratch 擴展：

在 TM Pose2Scratch 的相關積木中，填入從 Teachable Machine 複製的模型匯出網址。編寫程式，設定當模型辨識到特定動作時，發出警示音聲。

4. 模型測試：

在 Scratch 環境中運行編寫好的程式。針對走路、跑步進行測試，每個動作及角度重複測試 10 次，觀察並記錄每次測試中，模型是否正確辨識出動作，以及能聽到預期的警示音，比較辨識效果的優劣。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



			
選取需要的影像	匯出模型網址	使用 TMPose2Scratch 擴展	實際進行測試

(二) 研究結果

1. 模型匯出網址形式的 AI 辨識效果測試

- (1) 用一般鏡頭來做 AI 辨識，當動作是走路動作側面時，應該不要響起警示音的，竟然響起 9 次之多，當動作是走路動作正面時，應該不要響起警示音的，竟然全部都會響起。
- (2) 動作是跑步動作正面時，全部都會響起，但是當動作是跑步動作側面時，只有 6 次有偵測到，沒辦法完全有效的偵測出跑步動作。（如圖 38、表 19）

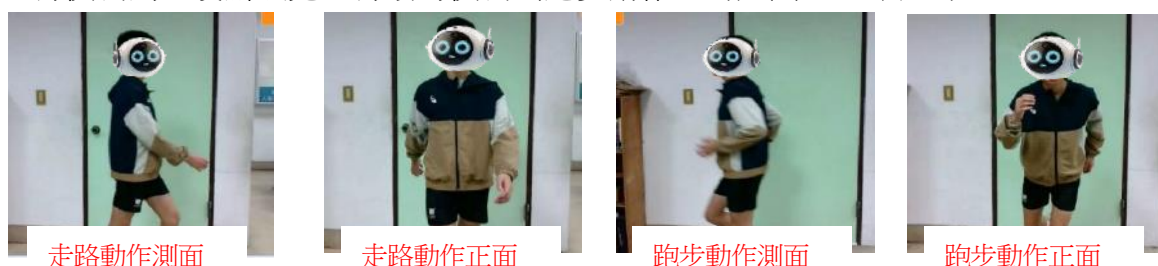


圖 38 Teachable Machine 平臺與一般鏡頭組合的 AI 辨識效果測試圖 (圖片出處詳圖片來源 1)

表 19 Teachable Machine 平臺與一般鏡頭組合的 AI 辨識效果紀錄表

項目 次數	走路動作(側面)		走路動作(正面)		跑步動作(側面)		跑步動作(正面)	
有警示音✓	✓9	×1	✓10	×0	✓6	×4	✓10	×0
無警示音×								

【說明】1. 這種方法的優點是易於整合到 Scratch，但是缺點是可能受限於 Teachable Machine 的模型結構和訓練能力。

2. 探討改進方向，例如收集更多樣化的資料、嘗試不同的模型訓練參數，或者考慮使用更專業的 AI 模型訓練平臺及 AI 鏡頭。如用威盛 Pixetto AI 鏡頭及 Machine Learning Accelerator 平臺。

【實驗十二】：以AI鏡頭在Pixetto Machine Learning Accelerator進行跑步姿勢訓練「AI」模式，偵測跑步的效果如何呢？

(一) 研究步驟

使用威盛 Pixetto AI 鏡頭搭配 Machine Learning Accelerator 平臺進行跑步姿勢訓練。

1. 資料收集：

以大量自己拍攝或網路搜尋的跑步、走路等動作的照片與影片進行機器學習訓練的操作。這些資料涵蓋了不同角度和情境下的動作影像。（如圖 39）

2. 模型訓練：

在 Machine Learning Accelerator 平臺上進行機器學習的訓練過程。訓練好的模型會匯出為 .tflite 檔案。再使用 Pixetto Utility 安裝神經網路模型到 Pixetto AI 鏡頭中。

3. 模型整合至 VIA Pixetto Scratch：

將訓練好的模型透過 VIA Pixetto Scratch 進行程式編寫，設定判斷能夠接收 Pixetto AI 鏡頭的辨識結果，並在判斷為跑步動作時是否能響起警示音。

4. 模型測試與評估：

設定動作情境進行測試，走路動作、跑步動作各測試 10 次，依據測試數據，記錄是否觸發警示音，比較辨識效果的優劣。(以下圖片出處詳圖片來源 1、網路搜尋)

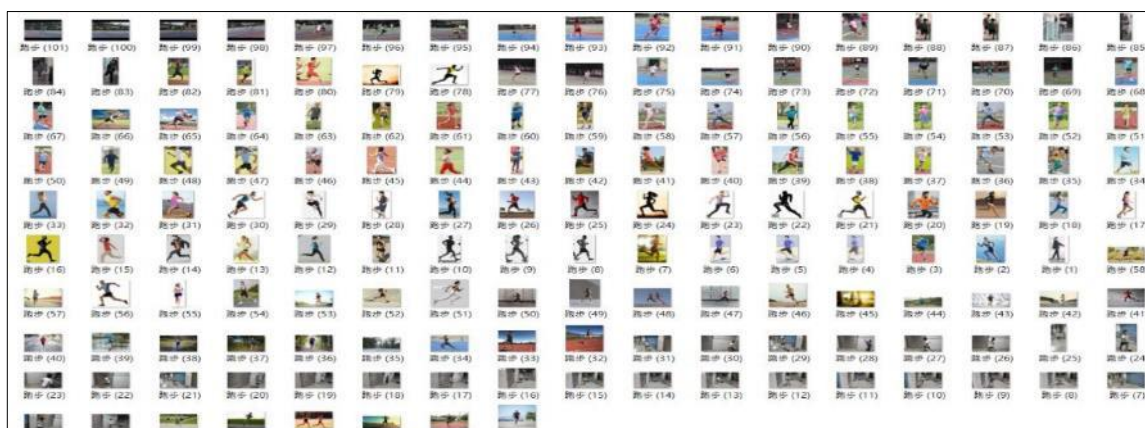


圖 39 大量跑步照片與影片

Machine Learning Accelerator 平臺	Pixetto 鏡頭	機器學習-上傳影片	機器學習-製作模型
訓練好的模型匯入神經網路模型	測試模型辨識度	編寫圖形化積木	實際進行測試

(二) 研究結果

1. 模型匯出

- (1) 以 Pixetto AI 鏡頭進行 AI 辨識模型，不管是走路動作側面、正面或跑步動作側面、正面，在 10 次偵測中都響起 10 次的警示音，仍然無法完全辨別出跑步與一般動作的區別。
- (2) 推測原因，模型在區分走路和跑步動作方面存在嚴重的問題，將所有移動的物體都誤判為需要警示的對象，或是分類時僅認得出是人。也可能是輸入的照片、影片數量不夠、跑步樣態不足或差異過大，甚至可能是測試時跑步動作太快，Pixetto 鏡頭既要偵測經過人的動作，又得進行「AI 辨識模型」工作，因而產生沒有辦法即時辨別的問題。(如圖 40、表 20)



圖 40 Pixetto 鏡頭 AI 辨識效果測試圖 (圖片出處詳圖片來源 1)

表 20 Machine Learning Accelerator 平臺與 pixetto 鏡頭組合的 AI 辨識效果紀錄表

項目 次數	走路動作 (側面)		走路動作 (正面)		跑步動作 (側面)		跑步動作 (正面)	
有警示音✓ 無警示音×	✓ 10	× 0	✓ 10	× 0	✓ 10	× 0	✓ 10	× 0

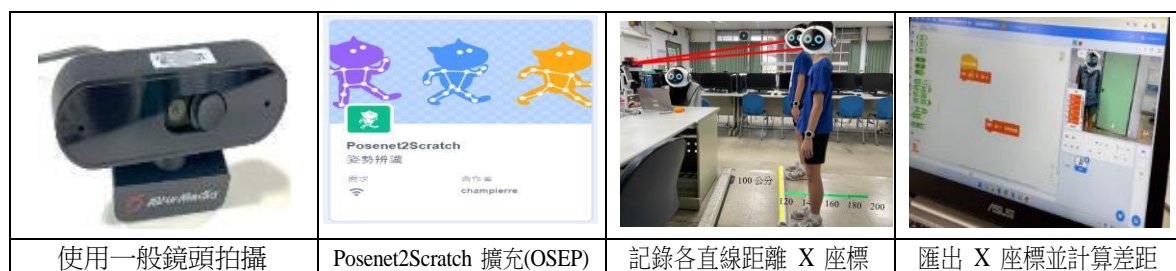
【說明】1. 可能因為輸入跑步影像不夠多、手部動作用動角度不一致，或是照片種類太多元，導致在進行「AI」辨識時，沒有辦法辨別跑步與走路動作的不同，才會發生都發出警示音的狀態。

2. 接著將嘗試用網路上已經訓練好的不同 AI 人體模型為辨識模型，再加上本研究自己設定的跑步速率，做進一步的 AI 跑步偵測判斷。

【實驗十三】：如何用預訓練人體模型分析AI視覺大小，找出最佳偵測「走廊奔跑速率臨界範圍」呢？

(一) 研究步驟

1. 設計原理跟超音波一樣，距離÷時間＝速率。只是超音波距離是固定的 60 公分÷我們設定的時間 240 毫秒＝AI 糾察隊第二代的跑步臨界速率值。但是 AI 影像辨識時，由於程式開發有困難，所以我們使用的是固定的時間每隔 0.2 秒計算移動的距離。再加上因為每個人離鏡頭的遠近點不同，從鏡頭讀到在電腦畫面中跑步的距離也會有所不同，因此 AI 判斷跑步速率的距離不是單一固定的，而是需要找出 AI 判斷跑步速率的所有可能距離，多少到多少範圍的距離。
2. 架設一般鏡頭，使用預訓練人體模型的 OSEP 平臺，用 Posenet2Scratch 擴充功能，判斷鼻子的 X 座標，來進行人體位置的偵測。
3. 設定鏡頭高度為 120 公分，測試員分別站在距離鏡頭直線距離 120、140、160、180、200 公分五個位置記錄實際橫向位移 100 公分時，在電腦畫面裡 X 座標位置。
4. 設計程式記錄在平臺中鼻子 X 座標、Y 座標、每隔 0.2 秒的「X 座標的前後項差」，在距離鏡頭直線距離 120、140、160、180、200 公分處，各測試走路、快走、跑步各 5 次，將測得的數據製作出「前後項 X 座標的差距範圍」散布圖，嘗試找出「AI 影像辨識時判斷跑步速率臨界範圍」。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



			
設計程式	確認能偵測鼻子並記錄	走路、快走、跑步各 5 次	匯出各項數值

(二) 研究結果

1. 測試結果，由圖 41 可以得知，在鏡頭高度 120 公分，人站在離鏡頭直線距離 120、140、160、180、200 公分處，實際橫向位移 100 公分時，在電腦畫面裡鼻子 X 座標前後項差，發現了一個規律性。那就是離鏡頭越近，畫面中 X 座標差距會越大（248—276—310—382—465），離鏡頭越遠，畫面中 X 座標差距會越小（465—382—310—276—248）。

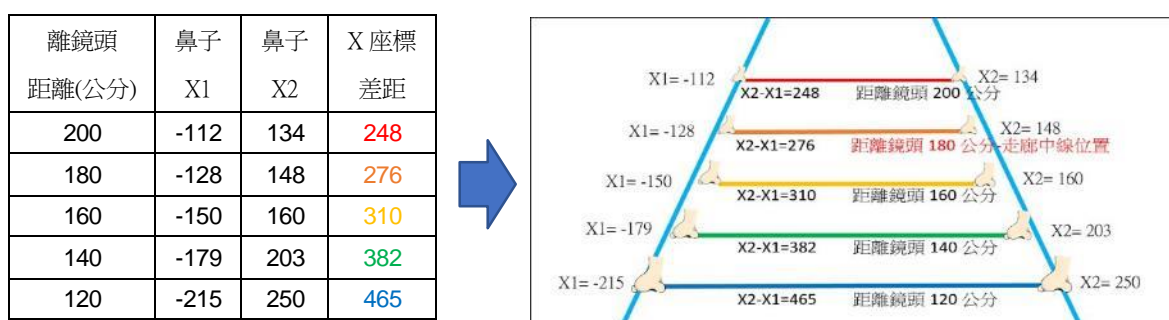


圖 41 橫向位移 100 公分時電腦畫面裡 X 座標紀錄圖（圖片出處詳圖片來源 1）

2. 測試結果，由圖 42 可以得知，從測試走路、快走、跑步各 5 次，在 Scratch 取得的「X 座標的前後項差」數據有很大的差距、散布範圍也不小。以快跑為例，X 座標的前後項差最小 114、最大 293。這是因為走廊寬度有 180 公分，學生不會只在特定位置跑步，所以每個學生進入鏡頭的遠近點不同，「X 座標的前後項差」也會有所不同，因此我們將跑步散布點較集中的區域「X 座標的前後項差」160 到 300 之間，暫定為「AI 影像辨識時判斷跑步速率臨界範圍」，來進行下一個階段的測試。

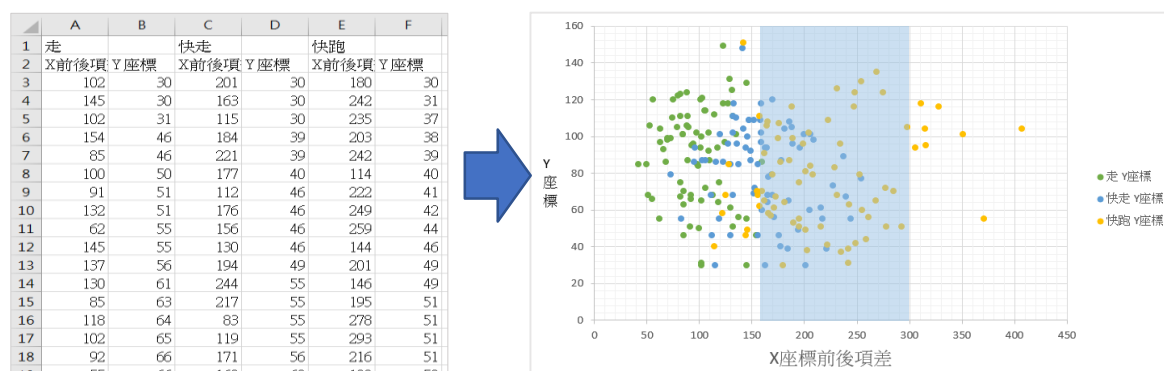


圖 42 學生走廊奔跑的「X 座標的前後項差」邊界範圍散布圖（圖片出處詳圖片來源 1）

- 【說明】**
1. 實驗發現，預訓練人體模型的 OSEP 平臺偵測人體效果很好，也能每隔 0.2 秒 成功紀錄 X 座標。
 2. 從「X 座標的前後項差」邊界範圍散布圖發現，區分走路與跑步的區間，前後項差集中落在 160 到 300 之間，因此我們將用這數據來做進一步的走廊實測。

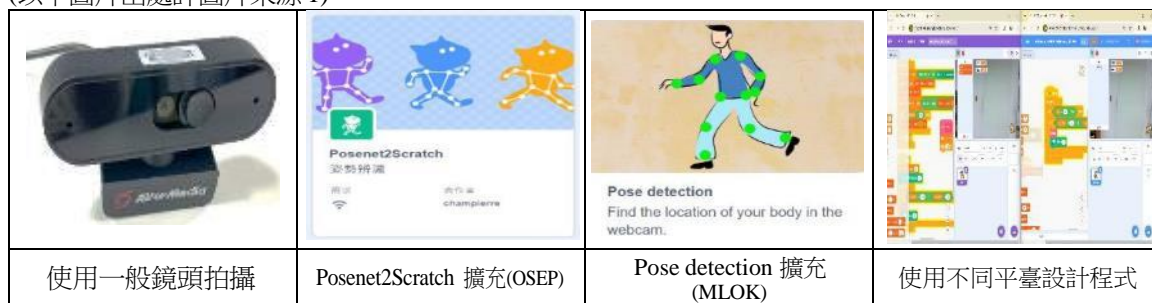
3. 為了找出更好的偵測效果，將再找其他 AI 平臺來測試比較，看看是否
能再提高偵測的準確率。

【實驗十四】：不同平臺的 Scratch預訓練AI人體模型的擴充偵測人體功能，會影響「AI」 跑步辨識的準確率嗎？

（一）研究步驟

1. 架設一般鏡頭，使用 Machine Learning for Kids (簡稱 MLOK) 平臺用 Pose detection 擴充功能，判斷鼻子的 X 座標，來進行跑步偵測。將程式分別設前後項差範圍為 160~300、170~300、180~300，各測試走路、快走、跑步 10 次，紀錄 AI 偵測出跑步動作並響起警示音的次數。
2. 架設一般鏡頭，使用 OSEP 平臺用 Posenet2Scratch 擴充功能，判斷鼻子的 X 座標，來進行跑步偵測。將程式分別設前後項差範圍為 160~300、170~300、180~300，各測試走路、快走、跑步 10 次，紀錄 AI 偵測出跑步動作並響起警示音的次數。
3. 比較MLOK 平臺和OSEP 平臺判斷鼻子的X座標的前後項差在 160~300、170~300、180~300 測試走路、快走、跑步 10 次的紀錄，嘗試找出最佳偵測跑步的 AI 平臺。

(以下圖片出處詳圖片來源 1)



4. 找到最佳平臺後，利用詢問 Chat-GPT 的方式來建立通報網頁，希望藉於網頁發送讓學務處的師長們能即時看到走廊奔跑計數的情況，而有即時的防治措施。

（二）研究結果

1. 設計程式時，發現在 OSEP 平臺沒有偵測到人時，X 座標有會變成 0 的情形，因此我們寫程式用「鼻子 X=0 不成立」來解決；MLOK 則是會有沒人也像有偵測到人的現象，X 座標就會出現數字，所以我們寫程式用「前後項差 < 50」，排除這些問題。

(如圖 43、44) (以下圖片出處詳圖片來源 1)

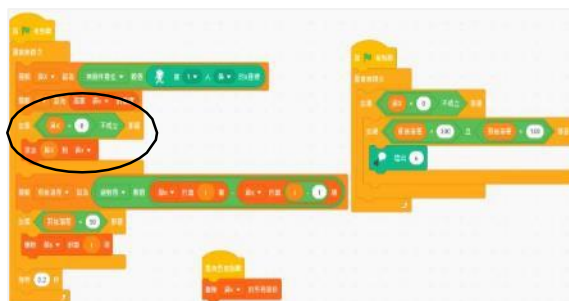
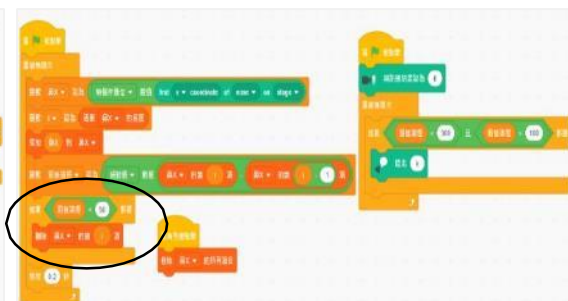


圖 43 OSEP 平臺偵測程式積木圖



44 MLOK 平臺偵測程式積木圖

2. OSEP 和 MLOK 平臺鼻子 X 座標的前後項差範圍設為 160~300、170~300、180~300 的測試結果，如表 21。實測發現，以 X 座標前後項差範圍 180~300 的 OSEP 平臺感測準確度最穩定。走路 OSEP 等於 MLOK、快走 OSEP 優於 MLOK、跑步 OSEP 優於 MLOK，因此本研究將採用 OSEP 平臺作為後續的網頁製作及走廊實測基準。

表 21 MLOK 平臺和 OSEP 平臺感測準確度實測紀錄表

前後項差 平臺別		160~300	170~300	180~300
		有警示音✓ 無警示音×	有警示音✓ 無警示音×	有警示音✓ 無警示音×
MLOK 平臺	走路	✓ 9 × 1	✓ 8 × 2	✓ 0 × 10
	快走	✓ 10 × 0	✓ 7 × 3	✓ 6 × 4
	跑步	✓ 10 × 0	✓ 9 × 1	✓ 8 × 2
OSEP 平臺	走路	✓ 6 × 4	✓ 4 × 6	✓ 0 × 10
	快走	✓ 10 × 0	✓ 5 × 5	✓ 3 × 7
	跑步	✓ 10 × 0	✓ 8 × 2	✓ 9 × 1

3. 依據 Chat-GPT 回答建立網站的方法，我們將測得的走廊奔跑計次數數據放入 Google 試算表中，以便隨時寫入最新數據，再發布這試算表成 CSV，按照 Chat-GPT 步驟就做好網頁。經過一些測試，我們成功將 OSEP 平臺數據發布在網頁上，如表 22。

表 22 依據 Chat-GPT 回答建立即時通報網站過程表（以下圖片出處詳圖片來源 1）

			
詢問 Chat-GPT 如何做	Chat-GPT 問網頁風格	Chat-GPT 做出網頁	結合 Google 試算表
			
設計程式	部署 CSV	Chat-GPT 幫忙整合	做好網頁

- 【說明】1. AI 跑步辨識的準確率，OSEP 平臺優於 MLOK 平臺，它能確實分辨出跑步與走路的差異。
2. 最佳偵測邊界範圍是 X 座標前後項差在 180 到 300 間。我們會以這個速率範圍用 OSEP 平臺進行走廊實測，測試它的偵測準確率。
3. 成功做出即時通報網頁，能讓學校行政端立即得知走廊奔跑情形。

【實驗十五】：AI 糾察隊糾正及辨識走廊奔跑學生的實測準確率與即時發送學校端監控系統效果如何？未來應用性如何？

（一）研究步驟

1. 使用 AI 人體模型擴充偵測人體功能的 OSEP 平臺，在活動中心一樓 A 段進行兩次的偵測走廊奔跑實測。
2. 架設鏡頭位置，設定鏡頭高度為 120 公分，鏡頭距離走廊中線直線距離 180 公分。
3. 使用藍芽喇叭連接筆電，將聲音放大大增加警示效果，並架設平板紀錄走廊跑步情形。
4. 通知學校行政端連到網頁觀看走廊奔跑數據。
5. AI 糾察隊未來應用性的探討。（以下圖片出處詳圖片來源 1）



(二) 研究結果

1. 第一次 AI 糾察隊偵測走廊奔跑實測結果：提高了**辨識走廊奔跑學生準確率達 93.8%**（偵測到 241 人次÷257 實際跑步人次=93.8%），算是很成功！只是原本連接的兩顆藍芽喇叭，分別放在東西兩側，可能沒有確實連接好，有一顆喇叭沒有發出警示音，因此從東往西跑的學生大多數沒有聽到警示音而繼續跑。（如圖 45、表 23）



圖45 第一次 AI 糾察隊偵測走廊奔跑實測圖 (圖片出處詳圖片來源1)

2. 第二次 AI 糾察隊偵測走廊奔跑實測結果：兩顆藍牙喇叭正常發揮，大大提升了走廊不奔跑的**警示準確率達 94.2%**（偵測到 229 次÷243 實際跑步人次=94.2%），超級成功！不管是東往西或是西往東的學生都能清楚聽到請勿奔跑的警示音而停下腳步，**走廊奔跑比率降到 48%**（經過人數 508 人、跑步人數 243 人 $243 \div 508 = 48\%$ ）。我們還發現實測走廊，**跑步人數只有 243 人比走路人數 265 人還少**。（如圖 46、表 23）



圖 46 第二次 AI 糾察隊偵測走廊奔跑實測圖 (圖片出處詳圖片來源1)

表 23 AI 糾察隊偵測走廊奔跑實測圖

次別	偵測準確率(跑步)			偵測準確率(走路)		
	有警示音✓	無警示音×		有警示音✓	無警示音×	
第一次 AI 實測	✓241	×16	共 257	✓3	×250	共 253
第二次 AI 實測	✓229	×14	共 243	✓2	×263	共 265

3. 學校老師透過即時通報網頁，能有效掌握走廊奔跑的情形，迅速採取應變措施，例如：廣播……走廊的小朋友，不要在走廊上奔跑……，從而減少學生走廊奔跑的情形，如圖 47。（以下圖片出處詳圖片來源 1）

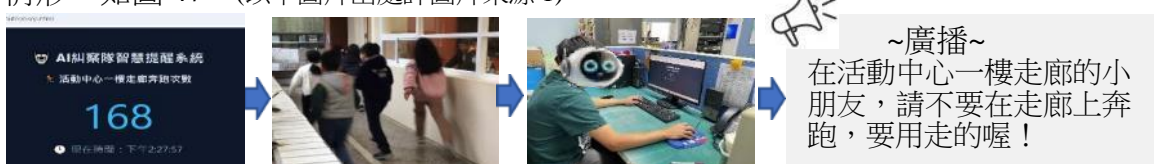


圖 47 AI 糾察隊即時通報網頁處置圖 (圖片出處詳圖片來源 1)

4. 廣設 AI 糾察隊到全校甚至到全國，來減少因走廊奔跑而受傷的人數。也可以研發整合追蹤系統，來辨別出時常奔跑的同學做出預先提醒。甚至可以延伸開發其他校園安全AI 偵測-如攀爬圍牆警示或開發運用AI 測速的其他應用-如人流管控警示等，應用性很高喔！

- 【說明】**
1. 本研究**成功開發了第三代 AI 糾察隊**，首創將 AI 應用在校園警示奔跑。它偵測走廊奔跑學生**準確率達 94%**，且能有效提醒學生「請勿奔跑」，使得走廊奔跑率從**71%降到 48%**，達到降低走廊奔跑人數的目的。
 2. 本研究也成功開發了**即時通報的網頁**，能讓學校立即知道走廊奔跑情形，對降低走廊奔跑人數的目的有很大的幫助。

陸、討論

一、校園走廊環境分析與學生奔跑行為的關聯

實測學校五棟主要建築的走廊尺寸，並透過錄影及實地觀察統計奔跑行為，經觀察及分析討論如下：

- (一)假設「走廊越長越寬，學生越容易奔跑」不成立。
- (二)鄰近操場的活動中心一樓 A 段是科任教室區，也是奔跑比率最高的地點。

二、學生奔跑的主因與可行的改善方法

透過 979 份問卷調查發現，近 98.9%的學生表示曾有奔跑經驗，其中以中高年級學生為主，低年級略少。經統計及分析結果主要因為「上科任課快遲到」。比對本校中高年級體育課及科任課均需要跑班，而低年級只有體育課需要跑班，實際上課跑班狀況與問券統計結果有明確相關。**經討論改善策略可從調整課程銜接時間、導師安全宣導與科技介入提醒著手。**

三、AI 糾察隊第一代：穿戴與手持裝置的驗證與侷限

透過 micro:bit 設計加速度感測的手持式與穿戴式裝置，雖然成功達成「一跑就響，一走就停」的功能，但實測發現：

單純使用 X 軸或 Y 軸感測值 (>2000) 會造成走路也誤判為奔跑。

設定強度值>2800 可明顯降低誤判，提升準確性。

不過手持裝置攜帶不便，穿戴於手臂或胸口則效果較佳，**代表裝置穩定性與穿戴位置是影響準確率的關鍵因素**。最後經實驗確認手臂為最佳穿戴位置。

四、AI 糾察隊第二代：超音波雙向跑步監測器的創新與限制

運用兩臺升級版麥坤車與超音波模組，設計出模擬汽車測速照相邏輯的**雙向偵測系統**，**確認「每公尺的行進時間 400 毫秒」為奔跑臨界速率**。測試中還發現，感測角度約為左右 30°、上下 10°。

五、AI 糾察隊第三代：AI 影像辨識技術的整合與未來潛力

(一)鏡頭+OSEP 預訓練模型能在 0.2 秒偵測鼻子 X 座標位移差 (180~300) 為辨識跑步最準確的臨界範圍，可達 94%以上的準確率。

(二)AI 影像跑步辨識雖然沒有達到 100%準確，但透過不同平臺比對與條件優化，可逐步提升實用性，並成功開發即時網頁通報系統供校方監控與提醒。

六、AI 糾察隊防治走廊奔跑成效 (圖片出處詳圖片來源 1)

實測活動中心 A 段一樓走廊奔跑比率：從 113 年 3 月 20 日第一次平板調查有 **71 %** → 超音波單向實測 63.5%、61.4% → 超音波雙向實測 58.7%、57.2% → AI 實測比率為 50.4 %、**47.8%**。實測發現，走廊奔跑比率有逐次下降的趨勢，**表示監測器效能顯著**。(如圖 48)

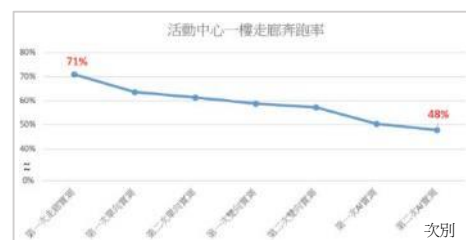


圖 48 AI 糾察隊防治走廊奔跑成效比較圖

七、三代 AI 糾察隊綜合比較

為了有效降低學校走廊奔跑行為並避免衍生的安全意外，我們以「AI 糾察隊」為核心概念，歷經三階段系統開發，分別針對各代內容重點進行分析。(如表 24)

表 24 三代 AI 糾察隊內容重點分析表

項目	第一代 AI 糾察隊 手持/穿戴式跑步警示器	第二代 AI 糾察隊 超音波跑步監測器	第三代 AI 糾察隊 AI 影像辨識糾察隊
偵測方式	micro:bit 加速度感測 判斷強度值	超音波感測器測兩車間 判斷通過時間差	AI 影像辨識鼻子X座標 判斷X座標位移(距離)
裝置形式	手持式 → 穿戴式(手臂)	類測速照相模式： 雙車 + 超音波	鏡頭 + AI 模型 (OSEP + Scratch)
外型	 (圖片出處詳圖片來源 1)	 (圖片出處詳圖片來源 1)	 (圖片出處詳圖片來源 1)
關鍵數據	加速度強度 > 2800	T2 - T1 < 240ms (距離 60cm)	鼻子X座標位移在 180~300 之間
跑步偵測 準確率	無具體百分比(有效辨識但偶有誤判)	單向：53.4% (53%) 雙向：84.7% (85%)	93.8% ~ 94.2% (94%)
功能特點	簡單、可攜式，立即警示	可監測走廊雙向、人數 增加時穩定	可遠端監控、即時通報 學校端
優點	成本低，結構簡單	獨立運作、突破單向偵 測限制	精準度高，AI 分析能力 強、成本低
缺點	需學生配戴、可被關閉，手持不便	易受干擾、設置位置限制	需鏡頭、需網路、算力 效能依賴大
技術創新	利用 micro:bit 區分跑步 與走路行為	參考交通測速邏輯，開發 雙向偵測系統	首創將 AI 辨識系統 導入校園警示用途
應用價值	適合個人提醒用途	適合走廊固定監控布點	適合校安中心系統整合、 具擴展潛力

八、精進建議

AI 糾察隊從手持到穿戴、再到固定設置與 AI 影像辨識，逐步強化準確率與實用性。

建議未來精進方向。(如圖 49)(圖片出處詳圖片來源 1)

- (一)整合語音提醒與非記名累積次數統計顯示，強化學生自我約束力。
- (二)設計管理端操作介面，提供學校學務處即時監測與簡易操作。

九、研究限制與挑戰

- (一)運用 Teachable Machine、Pixetto 與 OSEP 等 AI 平臺進行跑步動作辨識實驗，取得以下成果：(1)Teachable Machine 搭配一般鏡頭：容易誤判走路為奔跑。(2)Pixetto AI 鏡頭 + Machine Learning Accelerator：準確率略高但仍有誤判，因資料樣態不夠穩定或動作速率太快等因素，導致模型無法有效只靠動作就能辨識出跑步。模型無法區分走路與跑步，顯示訓練數據或特徵選擇需更精細，未來可再深入探討。
- (二)超音波感測因環境因素(如光線、攝影機角度、學生移動模式)可能影響偵測準確性，本研究雖然調整兩車距離與角度嘗試找出修正超音波受到的外在干擾因素，但仍面臨超音波反射、干擾等技術性問題，難以完全避免誤判或漏判，未來可再深入探討。
- (三)我們的 AI 糾察隊都只針對單人偵測，未來可再深入探討多人版。



圖 49 學校管理端操作介面示意圖

柒、結論

本研究以 AI 糾察隊為核心構想，透過實地測量及問卷調查，找到走廊奔跑熱區及奔跑的主因，並發想以 micro:bit 加速度感測器、超音波時間差分析及 AI 影像辨識三代技術開發，成功建構可有效降低校園走廊奔跑的偵測及警示系統。所得具體成果如下：

一、首創科技導入校園跑步警示的三代 AI 糾察隊 (以下圖片出處詳圖片來源 1)



二、開發三代跑步臨界值/範圍

- (一) 一代：**micro:bit 加速度強度值 > 2800 為臨界值**
 - (二) 二代：**兩超音波 60cm 距離，通過時間 T2-T1，設定 < 240 毫秒為跑步臨界值**
 - (三) 三代：**OSEP 平臺 AI 偵測鼻子 X 座標的前後項差在 180~300 為跑步臨界範圍**
- AI 影像辨識第三代系統辨識準確率高達 **94%**，可即時辨識奔跑行為並發出警示音，有效喚醒學生注意。

四、走廊奔跑率由原本的 71% 降至 48%，顯示系統具備實質防治效果。(以下圖片出處詳圖片來源 1)

除了跑步率下降，從學生傷病統計分析圖中，本校 111 學年走廊受傷人數有 1251 人，到本校 113 學年學生走廊受傷人數只有 930 人，**減少 321 受傷人數(26%)**，顯示 AI 糾察隊也能降低學生受傷比率，成效良好。



五、成功建置即時通報網頁，實現遠端監控，協助學校端即時介入與宣導。(以下圖片出處詳圖片來源 1)



六、技術推廣性高，AI 影像辨識功能，未來可發展不同的安全偵測，還可以推廣至校園各角落，甚至醫院、圖書館、游泳池等公共場所。

- (一) 跌倒 / 受傷：突然倒地、不再移動。
- (二) 衝突 / 打鬥：多人身體接觸激烈、快速手臂移動、尖叫聲或混亂音量變化。
- (三) 滯留 / 群聚異常：多人在走廊長時間停留、阻塞通道、圍觀。

AI 糾察隊不只是一個很實用的科技工具，它真的有幫助學校變得更安全。這個系統具有**低成本、高效率的優點**。從這次的成果來看，我們的目標已經成功達成，非常有價值。

捌、參考文獻

1. Micro:bit 官網 <https://microbit.org/zh-tw/get-started/features/overview/>
 2. 威盛 VIA Pixetto 官網 <https://learn.pixetto.ai/>
 3. OSEP scratch3 是 S4A 社群與均一教育平台為編程教育而準備的自由軟體網站
 4. 第 62 屆中小學科學展覽會國小組-應用一 Do It Myself-智能棒球訓練系統
 5. 第 63 屆中小學科學展覽會國小組-應用一哈士奇撿球 - AI 辨識撿取乒乓球自走滾筒
 6. 阿玉教學網
- 圖片來源：1. 本圖片由作者親自拍攝或製作 2. 本圖片由指導教師拍攝 3. TNL Mediagene 網站 4. 博神貿易網站 5. 111 年道路交通安全與執法研討會 6. Webduino 網站 7. Micro:bit 官網

【評語】 082811

藉由辨識人物來偵測走廊奔跑，利用超音波測速，對校園安全有所助益。由即時監測並發出警示音，提醒奔跑同學，比較一年中因走廊奔走造成的人員受傷，有明顯改善，具實驗精神。即時發送學校系統來達成遠端監控系統，動機與實用性佳，討論具有系統性，建議整合多樣功能系統與考慮商品化時可做的改良。

作品海報

AI 糾察隊



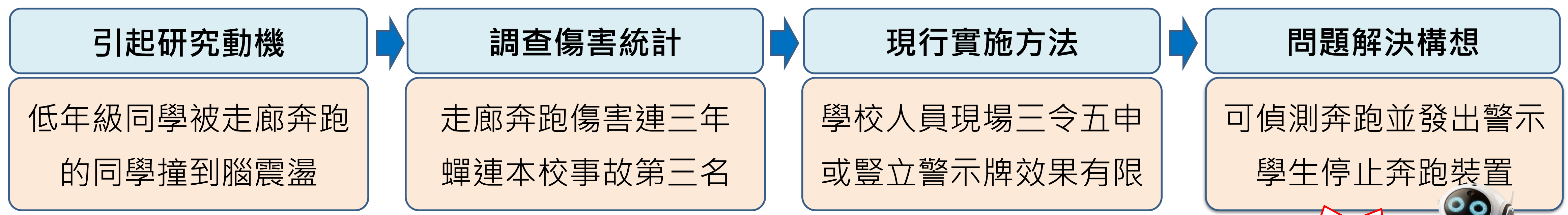
(此圖片由ChatGPT生成)

—防治校園走廊奔跑策略之研究

摘要

本研究AI糾察隊是一套能有效降低校園走廊奔跑的自動警示系統，透過聲響即時提醒學生，減少奔跑導致的傷害。歷經三代研發：第一代穿戴式裝置，當 Micro:bit 加速度感測器強度大於 2800 時即發出警示音；第二代採用雙超音波感測器測距，當通過時間差小於 240 毫秒時觸發警示，但誤判率較高。為提升辨識準確度，**第三代導入 AI 影像辨識技術**，結合 OSEP 平臺人體預訓練模型，透過每 0.2 秒鼻子 X 座標位移介於 180~300 的範圍作為奔跑依據，**實測辨識率高達 94%**。經一年在奔跑熱區的實測，**走廊奔跑率由 71% 降至 48%**。此外**建置即時通報網頁**，能同步呈現奔跑行為數據，協助校方即時掌握學生動態。整體系統具備高準確性與實用性，**展現 AI 科技於校園安全管理上的應用潛力**。

研究動機



研究目的

預先研究及問題探究	初步研究	擴展研究	應用發展
✓調查校園走廊分布、尺寸 ✓學生走廊奔跑熱點 ✓分析學生走廊奔跑情形、成因及可行的改善方法	第一代機器 ✓研究以 Micro:bit 加速率感測器製作手持式及穿戴式跑步警示器	第二代機器 ✓研究以 Micro:bit 超音波感測器製作類汽車測速照相超音波走廊奔跑監測器	第三代機器 ✓研究以AI視覺大小分析AI走廊奔跑速率臨界範圍 ✓製作以AI影像辨識工具及自訂速率規則的AI糾察隊
			實證及推廣 ✓驗證AI糾察隊糾正學生奔跑及辨識奔跑的效率 ✓研究提供學校端即時監控功能的網頁

請勿奔跑



(此圖片由ChatGPT生成)

研究方法與結果

預先研究及問題探究

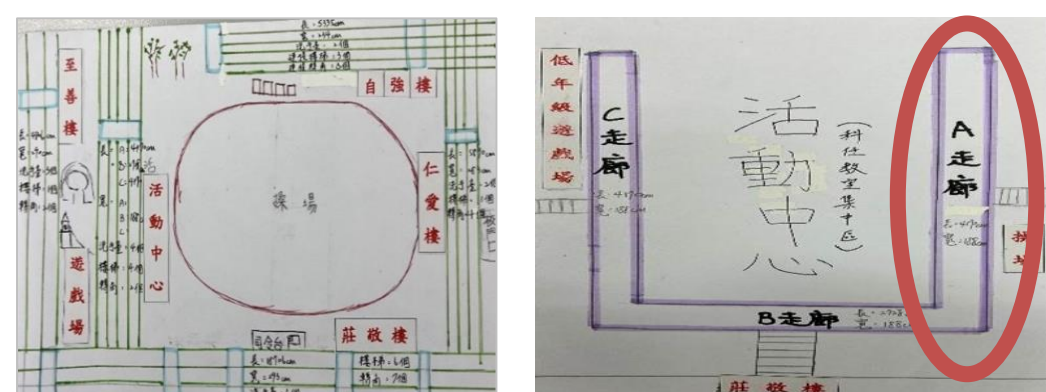


探討走廊奔跑的原因及可行的改善方法

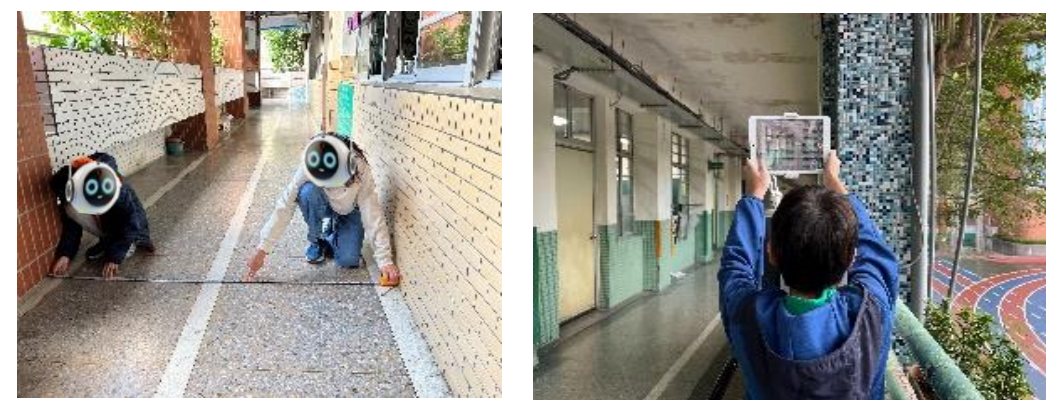
(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

實驗一 實測校園各場域走廊長度與奔跑比率的關係

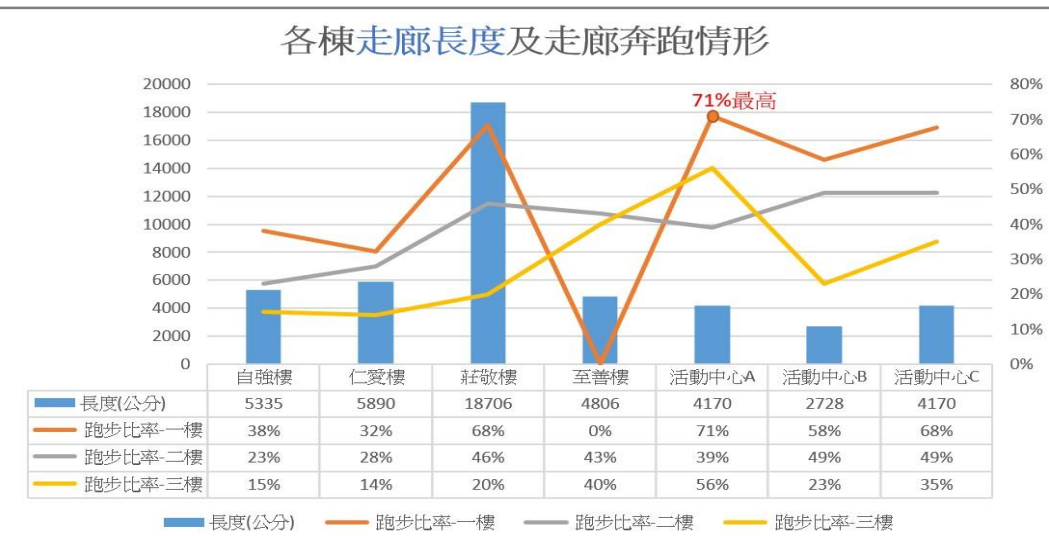
一、依校園場域規劃測量位置



二、測量走廊及錄製學生走廊奔跑影像

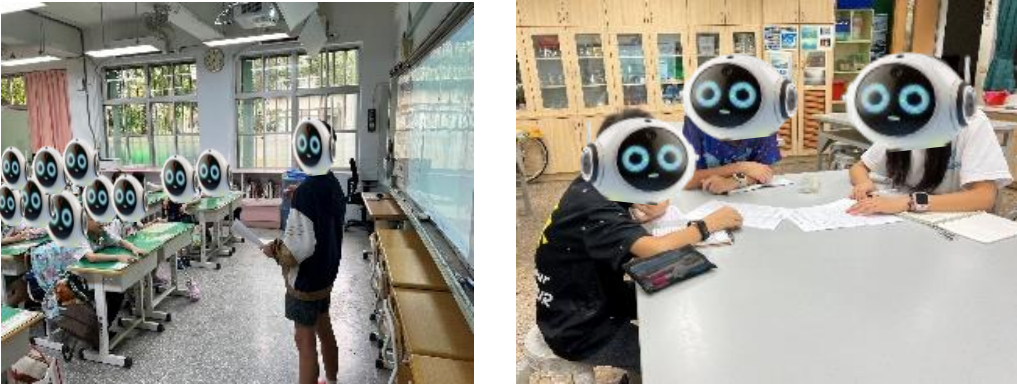


- ✓最長走廊是莊敬樓有 187 公尺長。
- ✓活動中心 A 段1樓為本校的科任教室區，**奔跑比例 71% 最高為熱區**。
- ✓最長走廊 ≠ 最多走廊奔跑比率，此與原先假設不同。
- ✓決定以活動中心 A 段1樓為實測走廊。

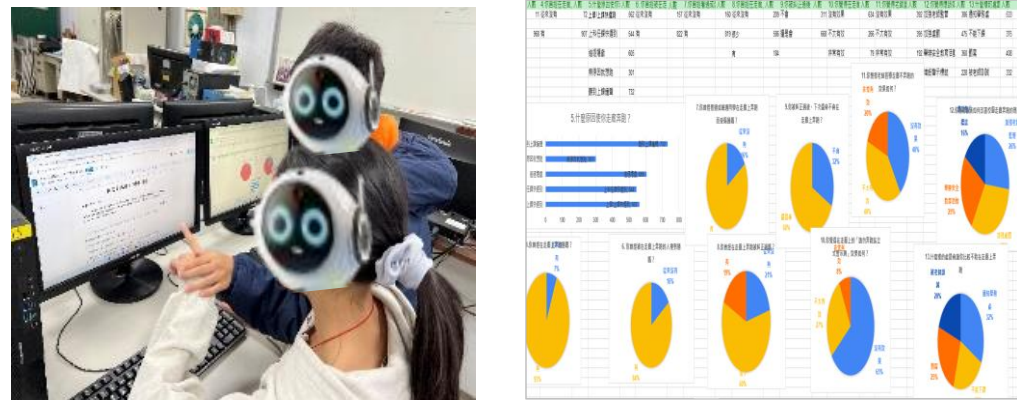


實驗二 設計問卷調查了解學生走廊奔跑的原因

一、進行問卷填寫說明



二、統計問卷資料



- ✓學生曾經在走廊奔跑的比率高達 **98.9%**。
- ✓聽到上課鐘聲奔跑為各年級學生奔跑的本能反應，可忽略。
- ✓本校中高年級「**上科任課快遲到**」為**奔跑原因第一名**，實驗一活動中心A段剛好是奔跑熱區，也是科任教室集中區。

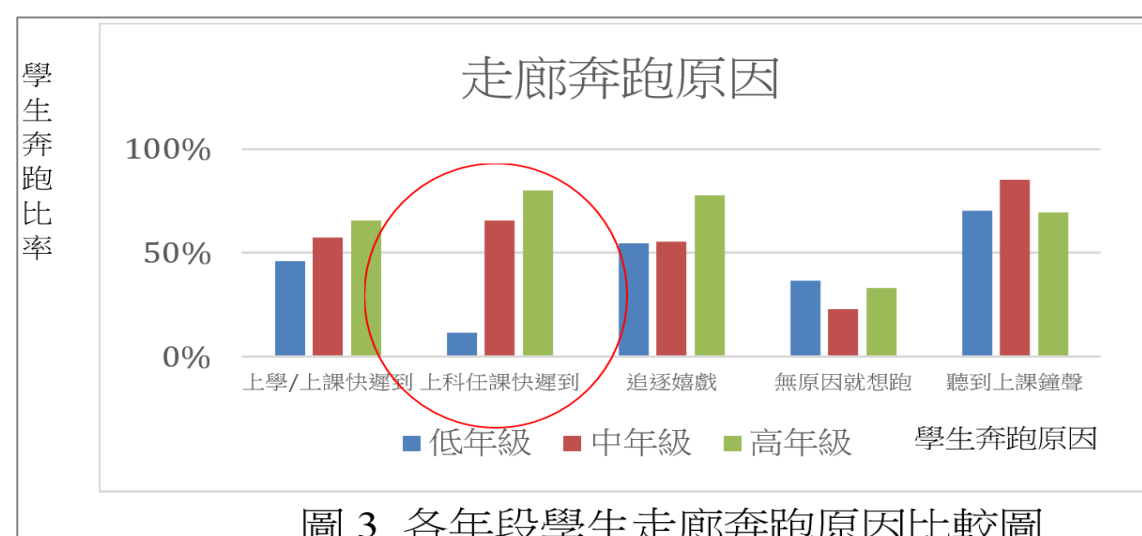
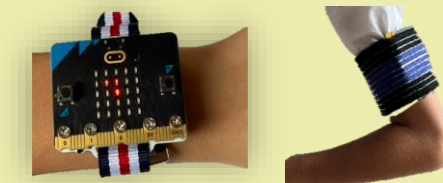


圖3 各年段學生走廊奔跑原因比較圖

初步研究

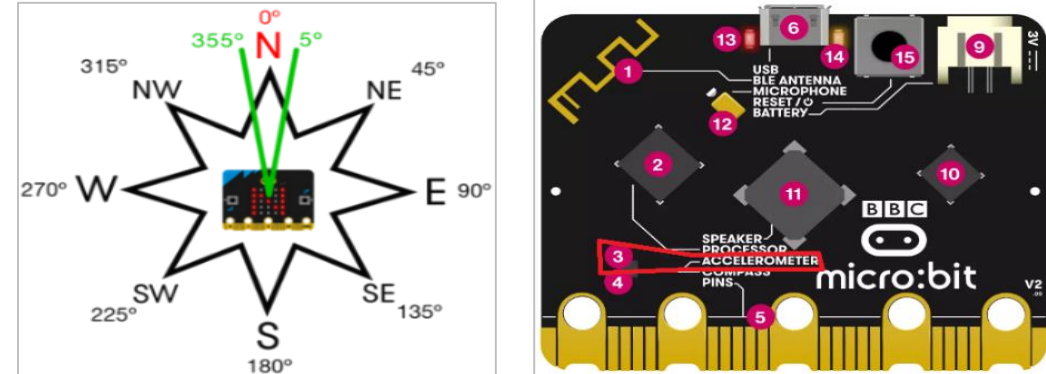


第一代機器-手持式/穿戴式跑步警示器

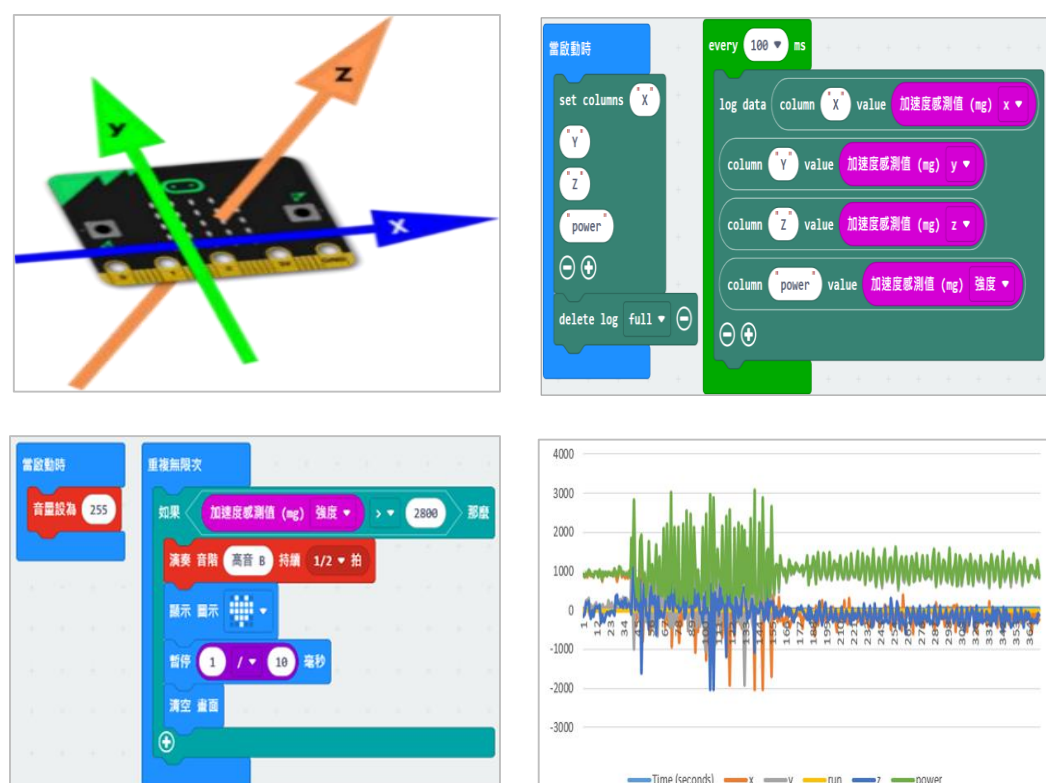
(此圖引自Lovepik皇冠圖片素材)
(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

實驗三~四 手持式跑步警示器

一、測試方位、晃動姿勢感測器



二、測試加速度感測器三軸和強度值

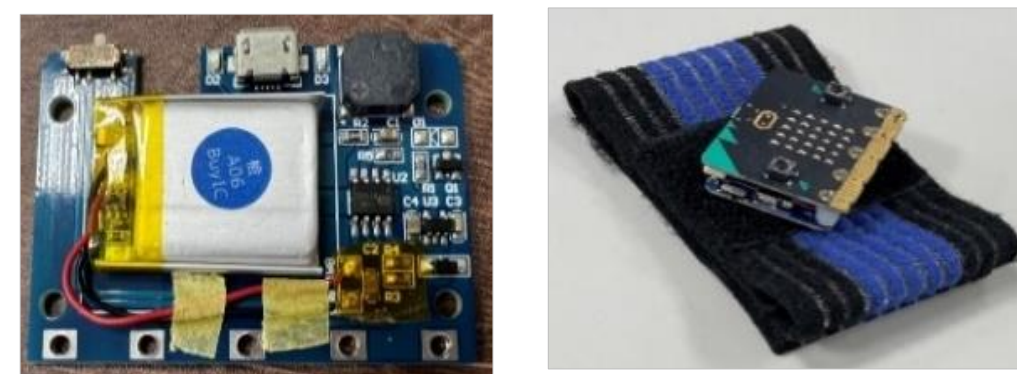


- ✓運用加速率 X 或 Y 值大於 2000 程式，和方位、晃動姿勢感測器都無法完全區分跑步跟走路的不同。
- ✓成功開發**加速率感測值強度>2800 的程式**，「警示音」一跑就會響，不跑就停，效果良好!
- ✓**首創** Micro:bit 組成的麥坤智能小車，結合加速率感測值強度>2800的程式，稱為**手持式跑步警示器**。

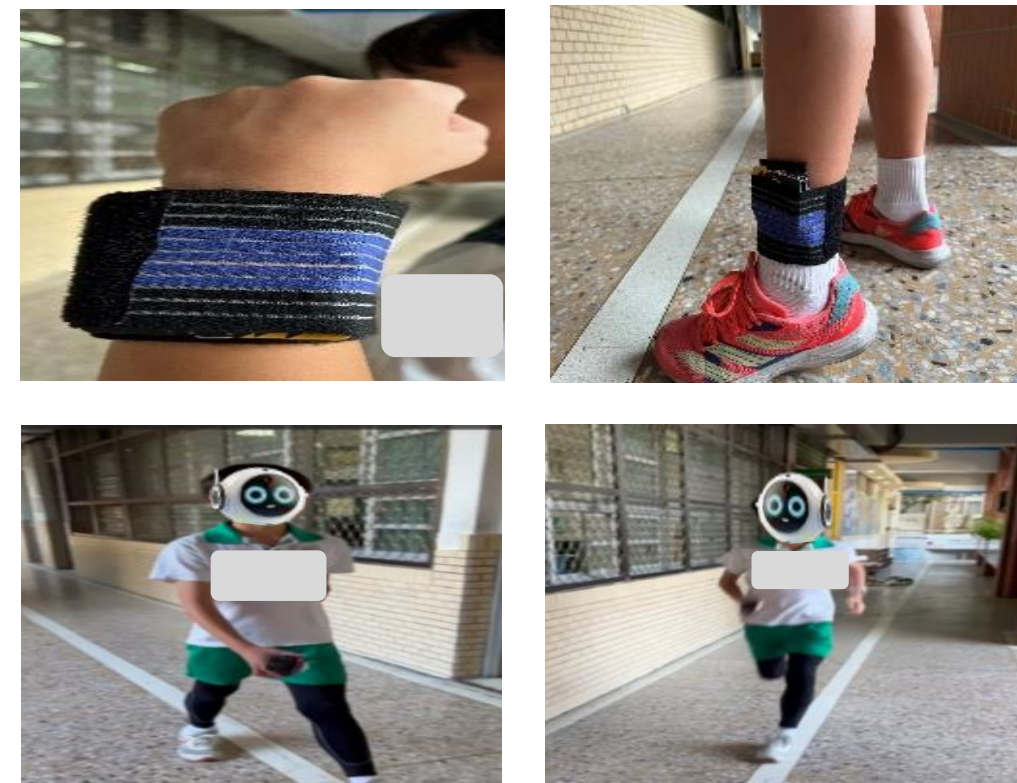


實驗五 穿戴式跑步警示器

一、將手持式改良為穿戴式警示器



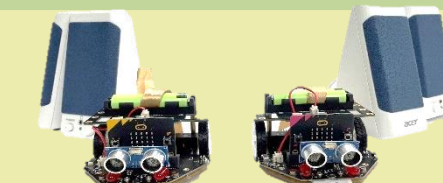
二、測試五個佩戴位置的警示效果



- ✓在相同的距離、相同的時間、相同的速率下，**最佳佩戴位置是手臂**，提醒同學走廊不奔跑的效果最佳。
- ✓一樣應用加速率感測值強度>2800的程式，**首創佩戴式跑步警示器**。
- ✓手持式/穿戴式跑步警示器**合稱為第一代機器**。
- ✓但有學生故意不佩戴警示器或把電源拔掉的隱憂。

佩戴位置 測試效果 實驗次數	手腕		手臂		口袋		口袋+束帶		腳踝		效果最佳位置
	跑	走	跑	走	跑	走	跑	走	跑	走	
第一次	✓		✓		✓		✓		✓		手臂
第二次	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	
第三次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	
第四次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	
第五次	✓		✓		✓		✓		✓	✓	

擴展研究

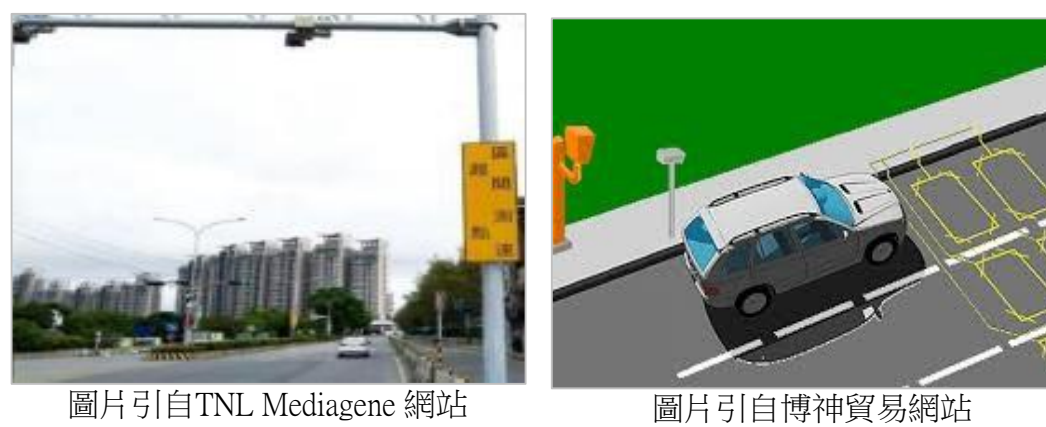


第二代機器-超音波走廊跑步監測器

(此圖引自Lovepik皇冠圖片素材)
(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

實驗六~十 類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器

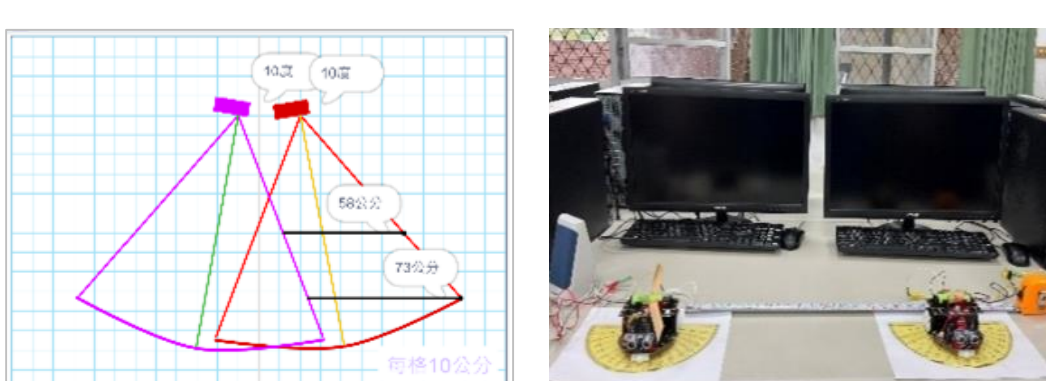
一、參考科技執法用超音波設計監測器



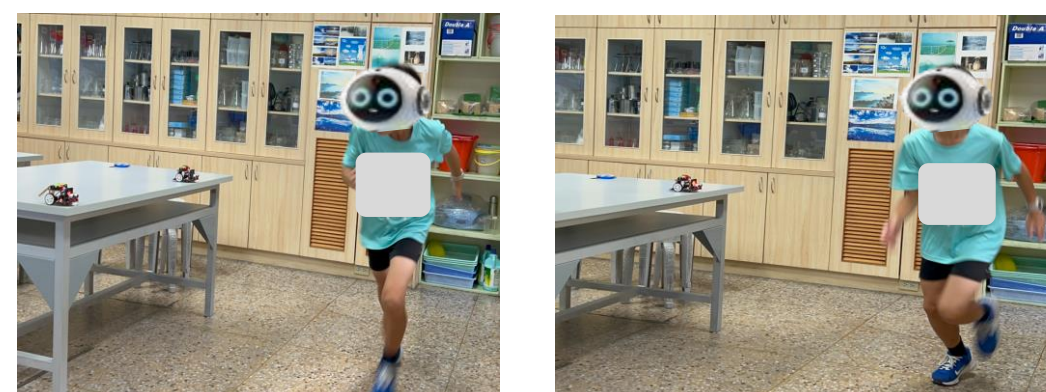
二、超音波感測範圍測試



三、改變擺設角度、地點減少干擾測試



四、找出超音波偵測跑步的臨界速率



- ✓學習測速照相，利用固定的兩車距離與經過兩車間的時間差，**首創第二代機器超音波走廊跑步監測器**。
- ✓麥坤車超音波的**感測範圍為左右各 30 度、上下各 10 度**。

角度 次別	30公分				60公分				120公分			
	0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°	0°	5°	10°	15°
第1次	24	28	1	29	1	17	8	22	9	8	13	2
第2次	21	23	7	27	0	11	11	7	14	7	5	7
第3次	15	6	18	1	9	2	9	12	0	15	9	9
第4次	17	16	21	4	14	25	11	10	11	14	10	14
第5次	0	0	0	0	13	0	0	0	3	6	11	13
平均	15.4	14.6	9.4	12.2	7.4	11	7.8	10.2	7.4	10.0	9.6	9.0

- ✓超音波容易受外界干擾，即使**改變擺設角度或擺設地點，仍然無法減少干擾問題**。
- ✓取232< 跑步臨界速率(時間)<423之間整數值 **400 毫秒**，做為我們警示請勿走廊奔跑的「**超音波臨界速率**」。

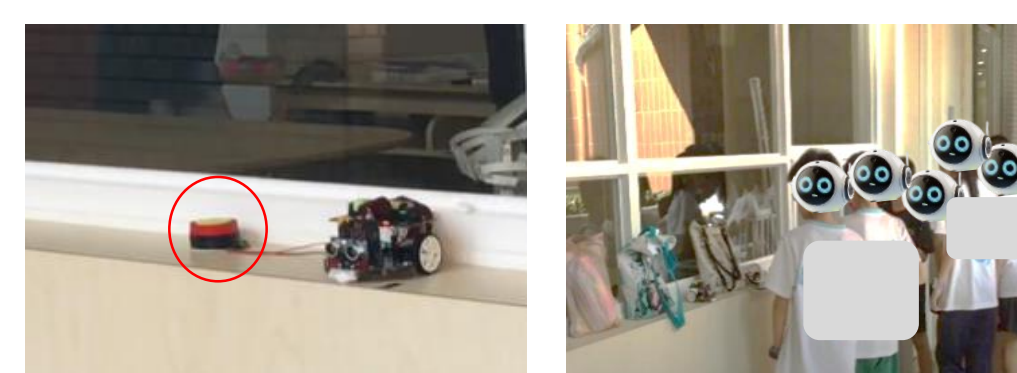
狀態	距離(m)	平均速率(m/s)	時間(秒)	時間(毫秒)
走路	10	1.30	0.769	769
快走	10	2.36	0.423	423
跑步	10	3.59	0.278	278
衝刺跑	10	4.31	0.232	232

實驗六~十 類汽車測速照相的超音波走廊跑步監測器

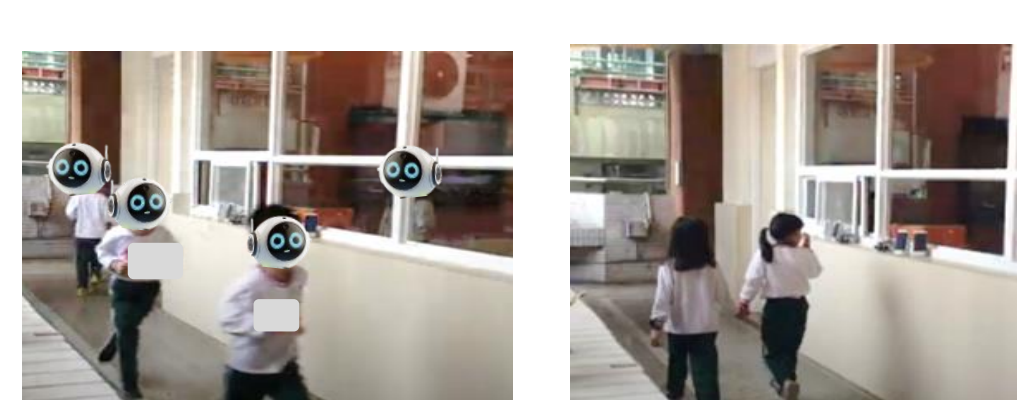
五、測試最佳的兩車距離與感測距離



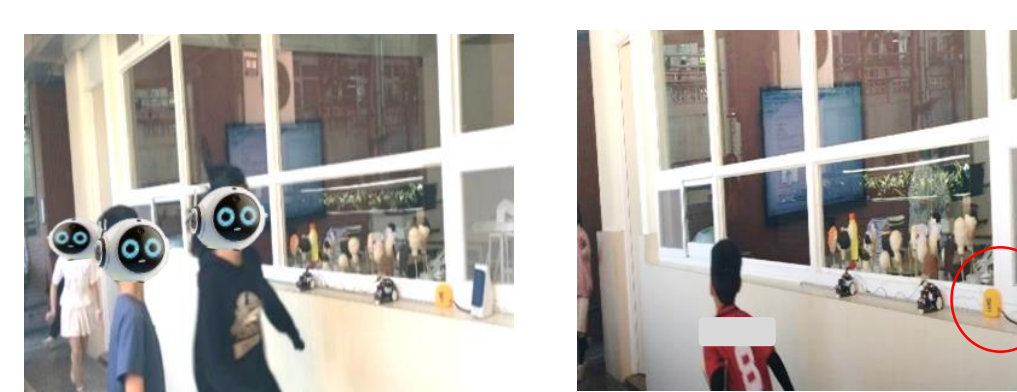
六、單向超音波走廊實測一



七、單向超音波走廊實測二



八、雙向超音波走廊兩次實測



- ✓根據走廊奔跑的臨界速率**每100cm 設定 400 ms**，每增加10 cm 就增加 40 ms 原則，分8 組測試。
- ✓測試結果**感測距離 120 cm、兩車距離 120 cm 組合的感測準確率最佳**。
- ✓推翻之前超音波的兩車距離不能小於超音波感測範圍的假設。

超音波感測距離 (cm)	兩車距離 (cm)	T2-T1時間 (ms)	感應效率(跑步)		感應效率(走路)	
			有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x
100	100	400	✓ 8 × 2	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9
110	110	440	✓ 8 × 2	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9
120	120	480	✓ 8 × 2	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9
130	130	520	✓ 8 × 2	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9
140	140	560	✓ 8 × 2	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9	✓ 1 × 9

- ✓單向實測一：兩車距離 **120 cm**似乎過長，會有學生逗留而影響警示效果。
- ✓單向實測二：兩車距離縮短為 60 cm 排除了學生逗留的干擾，但仍有**只能偵測單一方學生的限制**。
- ✓雙向實測二：**走廊奔跑比率降到 57%**防治效果佳。**雙向偵測**也大幅提升了跑步的**感測準確率從 53% 到 85%**。

人次	感應效率(跑步)				感應效率(走路)			
次別	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x	有警示音✓ 無警示音x
單向實測一	✓ 171	× 151	共322	✓ 17	× 168	共345	共322	共345
單向實測二	✓ 164	× 143	共307	✓ 16	× 177	共323	共307	共323
雙向實測一	✓ 263	× 43	共306	✓ 20	× 195	共401	共306	共401
雙向實測二	✓ 261	× 47	共308	✓ 21	× 209	共517	共308	共517

實驗十一 谷歌Google Teachable Machine 進行跑步姿勢模型訓練

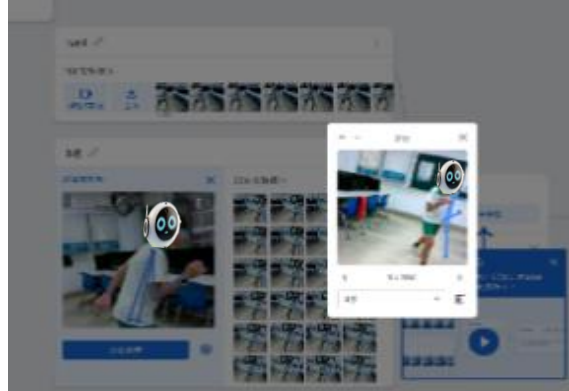
一、跑步姿勢模型訓練 Teachable Machine



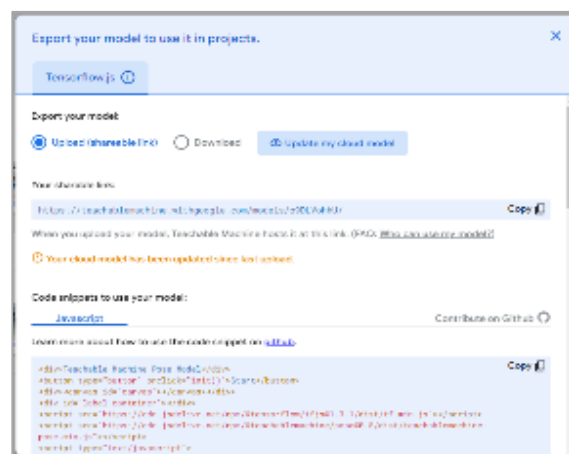
二、操控電腦進行攝影



三、選取需要的影像



四、匯出模型網址



五、不同動作姿勢測試 走路動作側面



六、走路動作正面



七、跑步動作側面

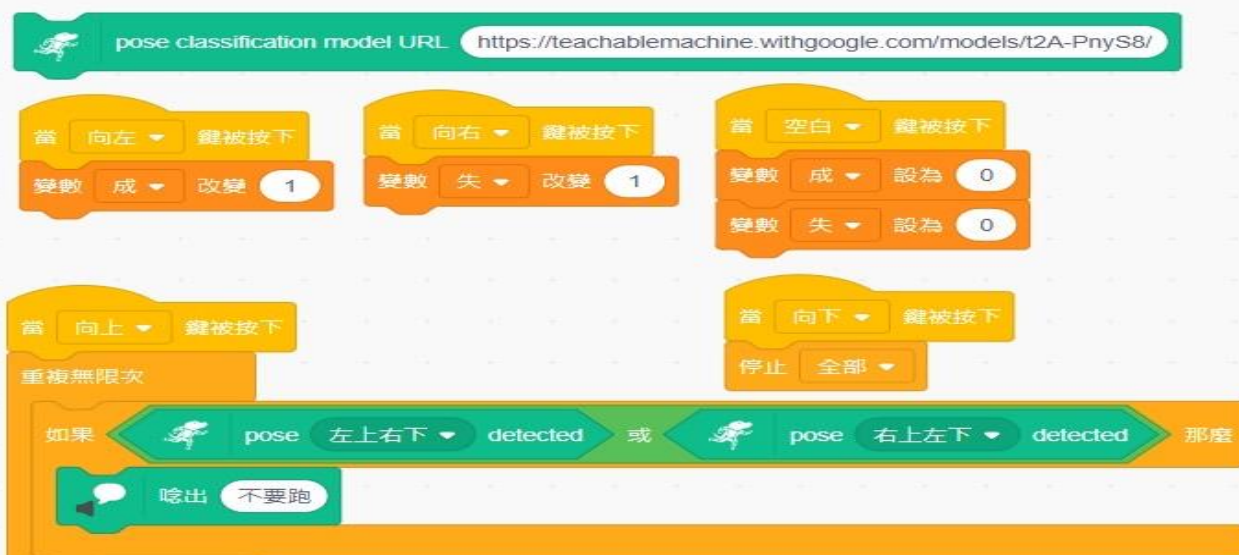


八、跑步動作正面



✓**測試結果：**谷歌 Teachable Machine 跑步姿勢訓練：
走路動作(側面) **10%** 成功
走路動作(正面) **0%** 成功
跑步動作(側面) **60%** 成功
跑步動作(正面) **100%** 成功
✗**判斷結果：**無法採用，因為無法區分跑步與走路。
✓模型在區分走路和跑步動作方面存在嚴重的問題，可能將所有移動的物體都誤判為需要警示的對象，或是分類時僅認得出是人。

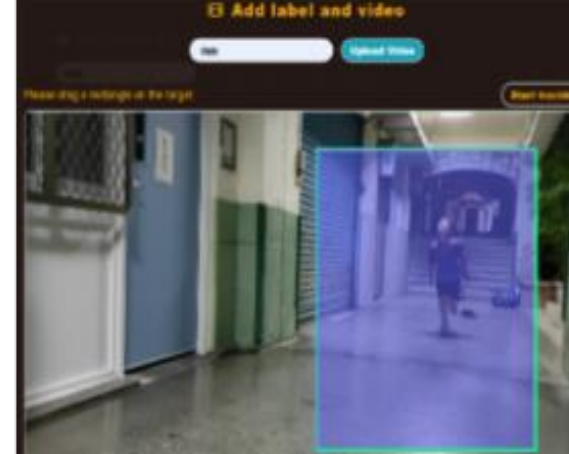
現場拍攝



項目	走路動作(側面)	走路動作(正面)	跑步動作(側面)	跑步動作(正面)
次數	9	10	6	10
有警示音	✓	✓	✓	✓
無警示音	✗	✗	✗	✗

實驗十二 威盛Pixetto Machine Learning 進行跑步姿勢模型訓練

一、跑步姿勢模型訓練 機器學習上傳影片



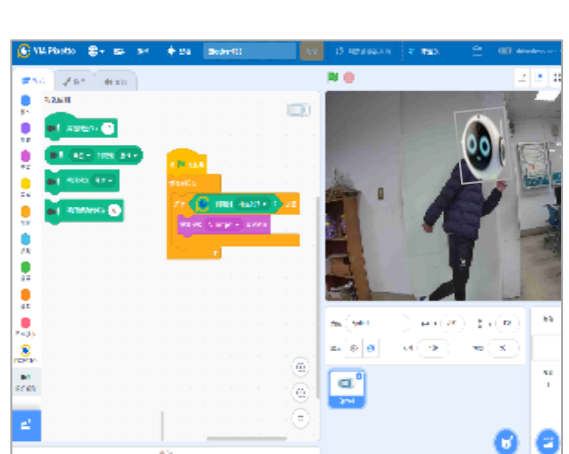
二、機器學習製作模型



三、測試模型辨識度



四、實際進行測試



五、不同動作姿勢測試 走路動作側面



六、走路動作正面



七、跑步動作側面



八、跑步動作正面



✓**測試結果：** Pixetto Machine Learning 跑步姿勢訓練：
走路動作(側面) **0%** 成功
走路動作(正面) **0%** 成功
跑步動作(側面) **100%** 成功
跑步動作(正面) **100%** 成功
✗**判斷結果：**無法採用，因為無法區分跑步與走路。
✓可能是輸入的照片、影片數量不夠、跑步樣態不足或差異過大，因此 Pixetto 鏡頭也是僅認得出是人。

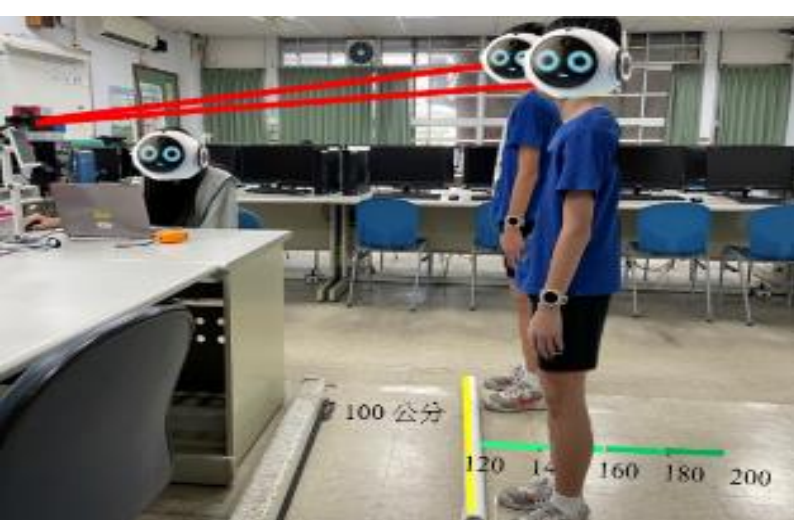
錄影上傳



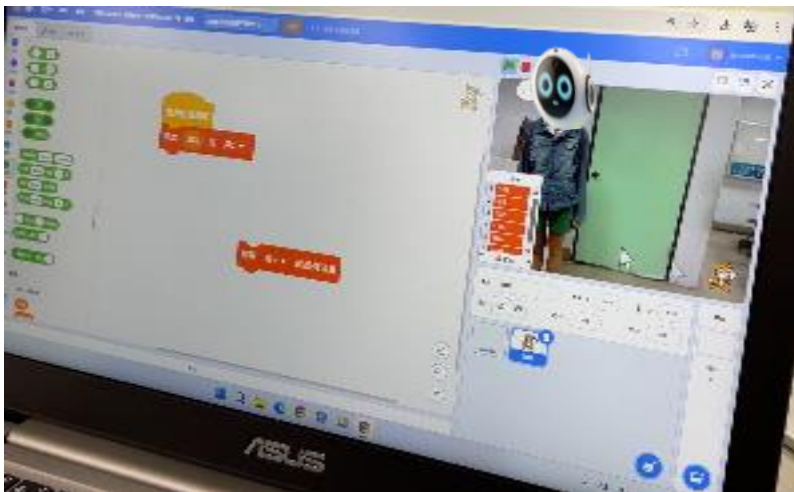
項目	走路動作(側面)	走路動作(正面)	跑步動作(側面)	跑步動作(正面)
次數	0	0	10	10
有警示音	✗	✗	✓	✓
無警示音	✗	✗	✗	✗

實驗十三 用預訓練模型分析AI視覺大小找出偵測奔跑速率臨界範圍

一、AI 影像視覺大小 記錄各直線距離X座標



二、記錄X座標並計算差距



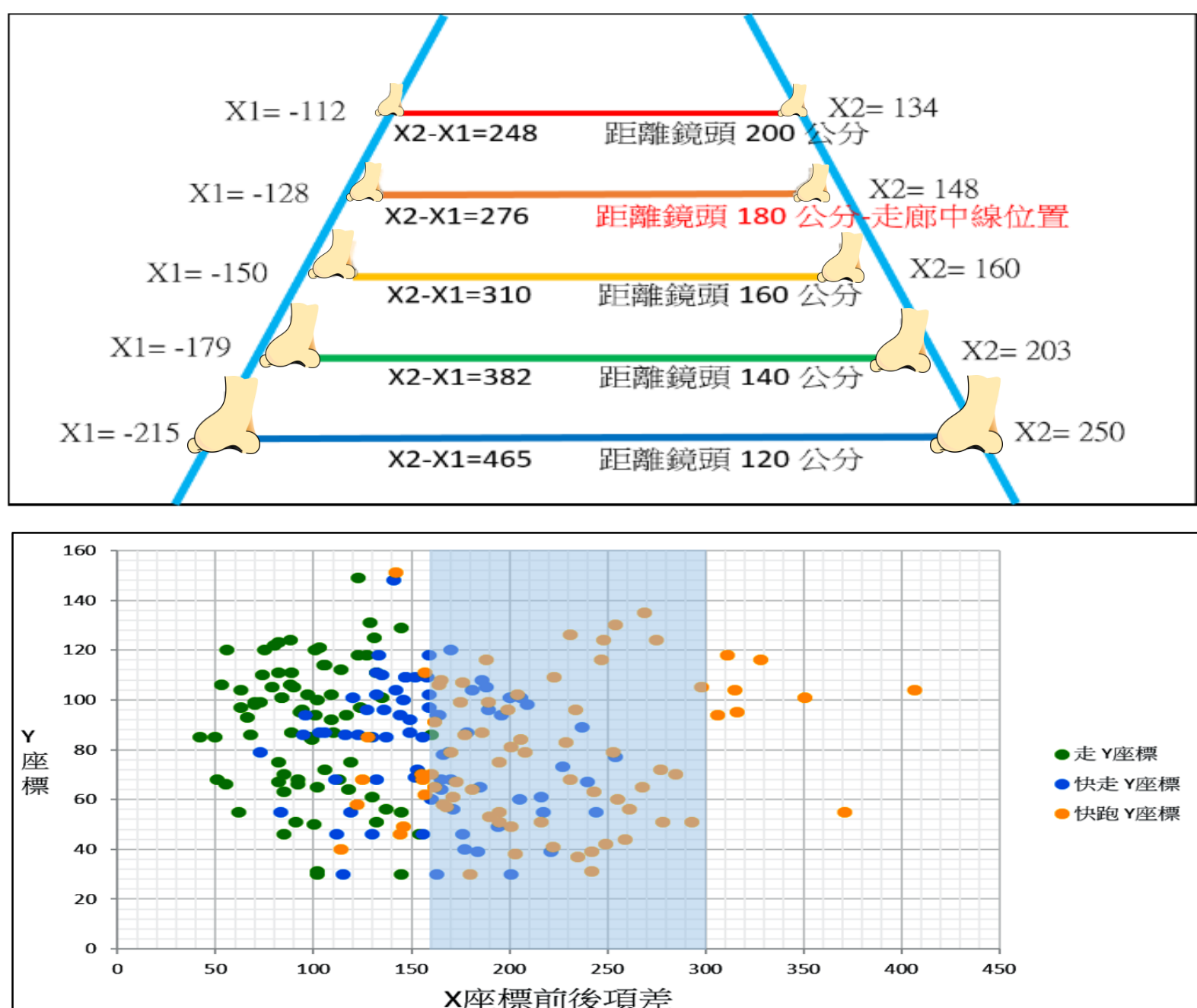
三、確認能偵測鼻子並記錄



四、匯出各項數值



✓**距離÷時間 = 速率 固定的時間**
✓**每隔0.2秒計算移動的距離**
✓**實驗結果：**電腦畫面裡鼻子X座標差距(前後項差)，會因遠近而不同。離鏡頭越近，畫面中X座標差距會越大，反之，離鏡頭越遠，X座標差距會越小。也就是說，離鏡頭直線距離120公分的X座標前後項差最大，最遠的200公分的X座標前後項差最小。
✓**實驗結果：**走廊寬度有180公分，學生不會只在特定位置跑步。因此我們紀錄各遠近距離找出跑步較集中的區域(下圖散布圖)，X座標的前後項差160到300間，再分段做「AI影像辨識時判斷跑步速率臨界範圍」測試。



實驗十四 找出預訓練AI人體模型偵測人體功能的最佳平臺

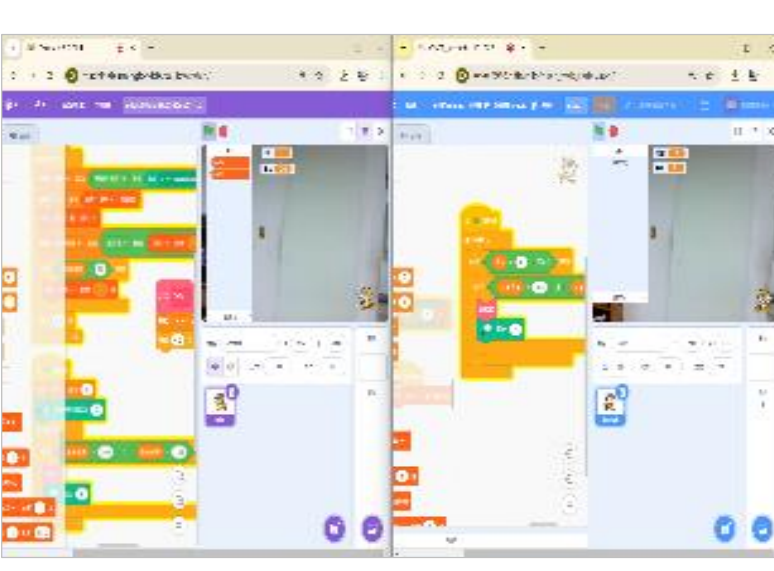
一、OSEP 平臺擴充功能



二、MLOK 平臺擴充功能



三、不同平臺測試畫面

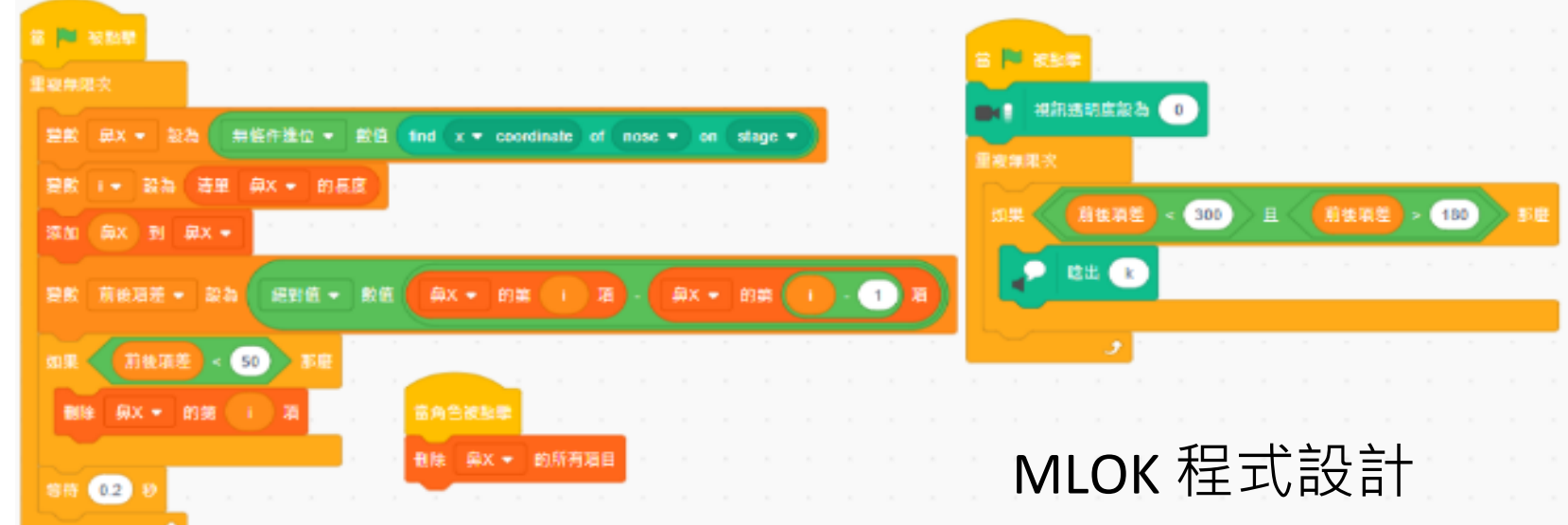


四、記錄走路、快走、跑步結果



✓**實驗結果：**分別將X前後項差範圍設為 **160~300**、**170~300**、**180~300** 三個區間，各測試走路、快走、跑步10次，找出AI 影像辨識最佳「跑步速率臨界範圍」為每0.2秒，180 < X座標前後項差 < 300。

實測採用OSEP平臺 (此圖引自Lovepik皇冠圖片素材)



前後項差	160~300	170~300	180~300
平臺別	有警示音✓ 無警示音✗	有警示音✓ 無警示音✗	有警示音✓ 無警示音✗
M	✓ 09 x 1	✓ 8 x 2	✓ 00 x 10
L	✓ 10 x 0	✓ 7 x 3	✓ 06 x 4
O	✓ 10 x 0	✓ 9 x 1	✓ 08 x 2
K	✓ 06 x 4	✓ 4 x 6	✓ 00 x 10
S	✓ 10 x 0	✓ 5 x 5	✓ 03 x 7
E	✓ 10 x 0	✓ 8 x 2	✓ 09 x 1

實驗十五 建立即時監看系統

一、詢問Chat-GPT如何做



二、請Chat-GPT做出網頁



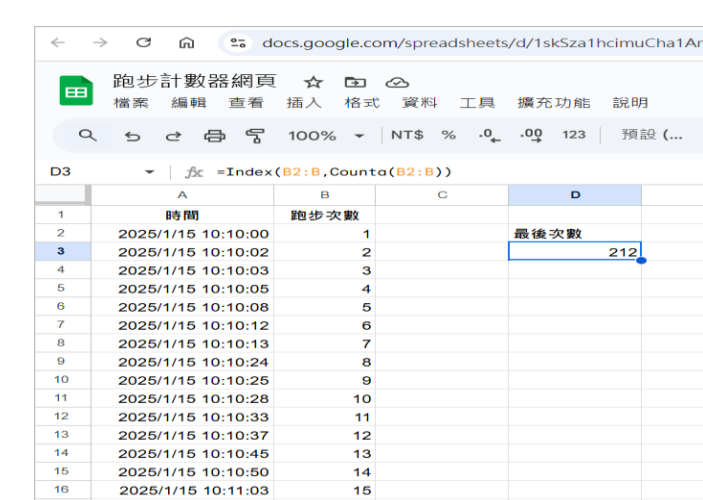
三、設計Google試算表



四、增加讀取試算表程式



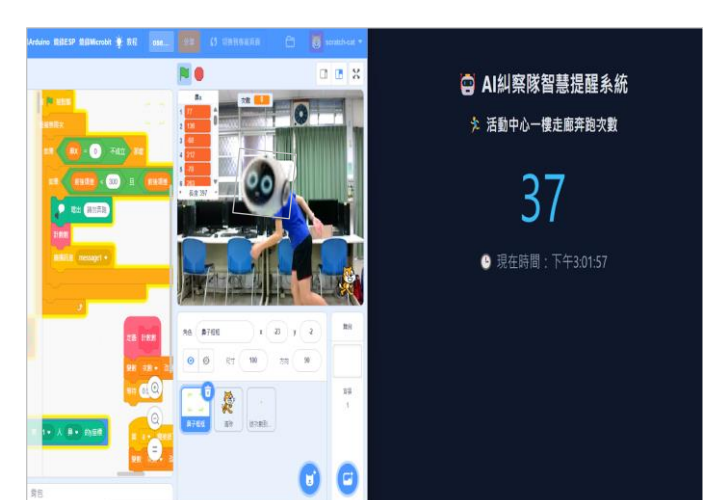
五、確認能寫入試算表



六、Chat-GPT幫忙整合



七、測試網頁



八、學校能遠端監看



✓**學校老師透過即時通報網頁，能有效掌握走廊奔跑的情形，迅速採取應變措施，例如：廣播，以減少學生走廊奔跑情形。**
✓**學校學務主任非常感謝我們的研究，相當實用，讓受傷人數減少321人。**(111學年健康中心統計走廊受傷人數1251人、113學年走廊受傷人數只有930人)
✓**未來將設計管理端操作介面，提供學校即時監測與簡易操作。**

(此圖引自istock公共廣播系統廣播圖)
~廣播~
在活動中心一樓走廊的小朋友，請不要在走廊奔跑，要用走的喔！

AI糾察隊智慧提醒系統
活動中心一樓走廊奔跑次數
212
現在時間：上午 10：29：34

實驗十五 AI 影像辨識跑步監測器走廊實測

一、AI 實測過程 擺設鏡頭位置



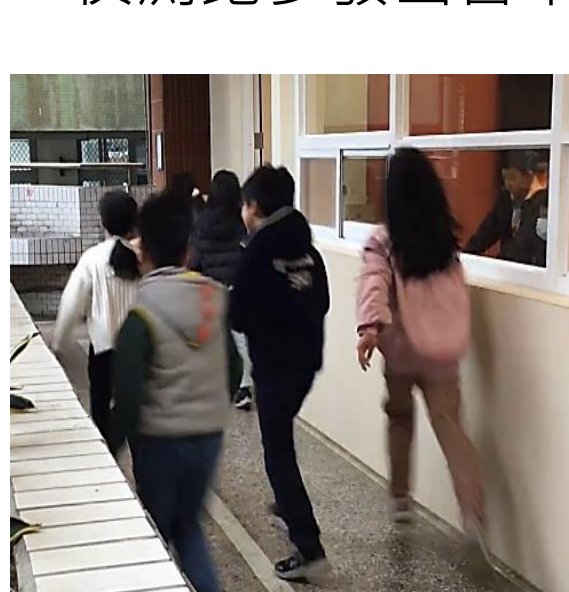
二、放置藍牙喇叭



三、開始進行實測



四、偵測跑步發出警示



五、AI 第一次走廊實測



六、AI 第一次走廊實測



七、AI 第二次走廊實測



八、AI 第二次走廊實測



✓**用OSEP平臺架設鏡頭位置，高度為120公分、鏡頭距離走廊中線為180公分。**
✓**使用藍牙喇叭分開放置於兩處，播放的警示音很清晰，有學生聽到警示音而停下來。**
✓**成功讓走廊奔跑比率從71%降到48%。**經過人數508人 跑步人數243人 243÷508 = 48%(走廊奔跑比率)
✓**有效提醒「請勿奔跑」的感測準確率達94%。**
✓**AI 第二次走廊實測中首次發現：跑步人數比走路人數少。**

實驗 次別	感應效率(跑步)			感應效率(走路)		
	有警示音 ✓	無警示音 ✕		有警示音 ✓	無警示音 ✕	
第一次 實測	✓ 241	✕ 16	共 257	✓ 3	✕ 250	共 253
第二次 實測	✓ 229	✕ 14	共 243	✓ 2	✕ 263	共 265

應用發展

實證與推廣

請勿奔跑



(此圖片由ChatGPT生成)

AI 糾察隊降低走廊奔跑比率

(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

一、第一次架設平板錄影
奔跑比率 71% 113.03.20

二、第二次走廊單向實測
奔跑比率 64% 113.09.11

三、第三次走廊單向實測
奔跑比率 61% 113.09.25

四、第四次走廊雙向實測
奔跑比率 59% 113.10.16

五、第五次走廊雙向實測
奔跑比率 57% 113.10.23

六、第六次 AI 走廊實測
奔跑比率 50% 114.01.08

七、第七次 AI 走廊實測
奔跑比率 48% 114.01.15

實測活動中心 A 段一樓走廊奔跑比率分析：
從第一次平板調查有71%
→超音波單向實測64%、61%
→超音波雙向實測59%、57%
→AI實測比率為50%、48%。
實測發現，走廊奔跑比率有逐次下降的趨勢，表示監測器效能顯著。
✓推測走廊奔跑比率降低原因：
從逐班做問卷開始，歷經七次架設平板及走廊奔跑機器實測，機器一次次發出「請勿奔跑」的警示音代替師長們提醒和監督，功效卓越。

請勿奔跑



(此圖片由ChatGPT生成)

活動中心一樓走廊奔跑率

AI糾察隊防治走廊奔跑成效比較圖

AI 糾察隊降低走廊受傷比率

(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

一、受傷情境1

二、受傷情境2

三、受傷情境3

四、受傷情境4

五、走廊奔跑嘴巴撞破

六、膝蓋撕裂傷

七、牙齦撞傷

八、膝蓋擦傷

從本校111學年學生傷病統計分析圖中，走廊受傷人數有1251人，到113學年學生傷病統計分析圖中走廊受傷人數只有930人，減少321受傷人數（26%），推測AI糾察隊能降低學生受傷比率，成效良好。

111學年走廊受傷人數 1251 人
(未實施走廊奔跑監測實驗及問卷前)

113學年走廊受傷人數 930 人
(實施走廊奔跑監測實測及問卷後)

(以上資料來源由本校學務處提供)

(以上4張圖片由本校校護拍攝提供)

首創三代 AI 糾察隊

(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

一、為了有效降低學校走廊奔跑行為並避免意外發生，我們以「AI糾察隊」為核心概念，歷經三階段系統開發，分別針對各代內容重點進行分析：

項目	第一代AI糾察隊 手持/穿戴式跑步警示器	第二代AI糾察隊 超音波跑步監測器	第三代AI糾察隊 AI 影像辨識糾察隊
偵測方式	Micro:bit 加速度感測判斷 加速度強度值	超音波感測器判斷通過兩車間 時間差	AI 影像辨識鼻子X座標判斷X座標 位移(距離)
裝置形式	手持式 → 穿戴式 (手臂)	類測速照相模式： 雙車 + 超音波	鏡頭 + AI 模型 (OSEP + Scratch)
外型	 <div>(此圖片由作者親自拍攝或製作)</div>	 <div>(此圖片由作者親自拍攝或製作)</div>	 <div>(此圖片由作者親自拍攝或製作)</div>
關鍵數據	加速度強度 > 2800	T2 – T1 < 240ms (距離60cm)	鼻子X 座標位移在 180~300 之間
跑步偵測準確率	無具體百分比 (有效辨識但偶有誤判)	單向：53.4% (53%) 雙向：84.7% (85%)	93.8% ~ 94.2% (94%)
功能特點	簡單、可攜式 可立即警示	可 雙向 監測走廊 偵測人數雙倍提高	準確找到奔跑的人 可即時遠端監看
優點	成本低 結構簡單	獨立運作 突破單向偵測限制	精準度高，AI分析能力強、成本低
缺點	需學生主動佩戴 可被關閉，效果有限	易受干擾 設置位置限制	需鏡頭、需網路 算力效能依賴大
技術創新	利用Micro:bit加速度 區分跑步與走路 行為	學習交通測速邏輯 突破為 雙向偵測 系統	首創將 AI 辨識系統導入校園警示用途
應用價值	適合個人提醒用途	適合走廊 固定監控布點	適合校安中心系統 整合、具擴展潛力

校園調查

第一代AI糾察隊
首創手持式跑步警示器
首創穿戴式跑步警示器

第二代AI糾察隊
首創雙向跑步監測器

第三代AI糾察隊
首創AI跑步監視系統

設置即時通報網頁

(以下圖片由作者親自拍攝或製作)

一、AI糾察隊走廊實測

二、網頁五秒更新數據

三、學校立即掌握訊息

四、學校管理端操作介面圖

✓AI糾察隊用AI影像辨識，逐步強化準確率與實用性。
現階段：
1.已完成設置即時通報網頁，讓學校端隨時掌握走廊跑步狀況。
2.網頁每五秒更新一次數據，效率迅速。
未來展望：
1.未來將整合語音提醒與**非記名累積次數統計顯示**，強化學生自我約束力。
2.設計遠端各區域監看介面，提供學校即時監看以便廣播提醒。

本研究 AI 模型訓練的限制

✓運用Google、Pixetto等平臺進行跑步動作AI模型訓練實驗，取得以下成果：
1. Teachable Machine + 一般鏡頭：判斷走路、跑步區別度不大。
2. Pixetto AI鏡頭 + Machine Learning Accelerator：完全無法分辨跑步。
可能因為資料樣態不夠穩定或動作速率太快等因素，導致模型無法有效只靠動作就能辨識出跑步。顯示訓練數據或特徵選擇需更精細，未來可再深入探討。

結論

實驗一
實驗二

實驗三~四
實驗四~五

實驗六~八
實驗九~十

實驗十一~十二
實驗十三~十五

研究實證
研究推廣

1.測量校園的走廊長寬
2.錄影紀錄走廊奔跑人數，算出跑步比率
3.做問卷了解走廊奔跑原因

運用Micro:bit及麥坤小車進行開發警示器
1.用**加速度感測器**強度來測試應用情形
2.又改良成穿戴式

加上**超音波感測器**找出**臨界速率**後-被動監測跑步

利用**AI**影像辨識監測

利用**AI**影像辨識監測

1.奔跑熱區-活動中心A段1樓走廊跑步比率最高71%
2.奔跑主因-中高年級學生趕著上「科任課」

1. **加速度感測器強度>2800**一跑就會響起警示音一**走就停的效果良好**
2. **穿戴手臂警示效果最佳**
3. 學生需主動佩戴才能偵測

1. 超音波跑步臨界速率：**100公分400毫秒**
每增加10公分就增加40毫秒
2. 成功開發**雙向偵測**功能
3. 但無法克服干擾，準確率不夠高，擺設不易等問題

1. AI 影像辨識跑步**臨界速率**：**每0.2秒X軸位移180~300**
2. **感測準確率**提高到**94%**
3. 建置**即時通報網頁**

1. 一年實驗中，使走廊奔跑比率從**71%降到48%**
2. 受傷比率從111學年到113學年降低了**26%**
3. 設置即時通報網頁，讓學校行政端能及時**掌控**並採取**防治措施**
4. 這個系統具有**低成本、高效率**的優點，已經成功達成減少走廊奔跑人數與比率的目標

校園調查

第一代AI糾察隊
首創手持式跑步警示器
首創穿戴式跑步警示器

第二代AI糾察隊
首創雙向跑步監測器

第三代AI糾察隊
首創AI跑步監視系統

未來展望

技術推廣性高，AI影像辨識功能，未來可發展不同的安全偵測，可推廣至校園、醫院、圖書館、游泳池等公共場所。
1. 跌倒 / 受傷：突然倒地、不再移動。
2. 衝突 / 打鬥：多人身體接觸激烈、快速手臂移動、尖叫聲或混亂音量變化。
3. 滯留 / 群聚異常：多人在走廊長時間停留、阻塞通道、圍觀。