

花蓮縣第 59 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學（一）（機電與資訊）

組 別：國小組

作品名稱：智能好夥伴-計步器的研究與自製

關鍵詞：智能、計步、micro:bit

編 號：



目錄

研究摘要.....	3
壹、研究動機.....	4
貳、研究目的.....	4
參、研究設備器材與相關資料.....	4
肆、研究過程與方法.....	4
一、瞭解智能手環與計步工具.....	4
(一) 認識智能手環.....	5
(二) 查詢相關研究.....	5
(三) 比較搜集的各式手環.....	5
(四) 比較不同的計步 A P P.....	5
二、瞭解行走與跑步時手腳擺動關係.....	5
(一) 觀察田徑選手.....	6
(二) 訪問選手與教練.....	6
三、探討智能手環的計步功能.....	6
(一) 利用手持擺動手環.....	7
(二) 利用單擺裝置擺動手環.....	7
(三) 利用遙控汽車測試手環.....	8
四、比較微型電腦板的功能與應用.....	9
五、自製智能計步器.....	10
(一) 自製計步器.....	10
(二) 自製姿勢矯正提醒器.....	11
(三) 創意手環製作.....	11
伍、研究結果.....	12
一、瞭解智能手環與計步工具.....	12
(一) 認識智能手環.....	12
(二) 查詢相關研究.....	12
(三) 比較搜集的各式手環.....	13
(四) 比較不同的計步 A P P.....	14
二、瞭解行走與跑步時手腳擺動關係.....	15
(一) 觀察選手.....	15
(二) 訪問選手與教練.....	15
三、探討智能手環的計步功能.....	16

(一) 利用手持擺動手環.....	16
(二) 利用單擺裝置擺動手環.....	16
(三) 利用遙控汽車測試手環.....	17
四、比較微型電腦版的功能與應用	18
五、自製智能計步器.....	19
(一) 測試步數.....	19
(二) 自製姿勢矯正提醒器.....	22
(三) 創意手環製作.....	22
陸、討論.....	24
柒、結論.....	25
捌、參考資料及其他.....	26
附件.....	27

研究摘要

從發現身邊眾多智能手環產品，我們開始研究智能手環的計步功能，希望能設計出協助田徑選手在練跑時手腳擺動的智能計步功能。觀察訪問校隊後發現，選手要注意腰部與手肘的姿勢。接著，測試平板的運動 app 與 10 隻智能手環，在三種不同方式的計數測試後，發現手持擺動手環以萊德較準確、app 則是以 Walk Logger 最為準確，數據大致分成接近 20 和接近 40，單擺測試為 Amazfit 較準確，FITBIT 在三軸實驗時都有增加步數。最後以 micro:bit 設計自製智能手環，規劃了步數提醒、腰部挺直提醒等功能，也探討了選手數值回傳給教練的功能，完成令我們滿意的作品，希望您也是。

壹、研究動機

自從智能手環上市後，在校園裡常看到各種款式的智能手環出現，喜歡運動的同學甚至會不停關注自己行走的步數。一天，注意到在校園一角，教練指導田徑校隊跑步時手肘擺動的方式，看著教練對不同選手一一的解說，引起我們好奇，猜想是否能設計一款幫助教練訓練田徑選手手擺方式的工具，或者甚至可以幫助未經過訓練的同學，也可以自行訓練。經過與老師討論後決定要以智能手環為研究主題，進行一場關於智能計步器的研究。

貳、研究目的

- 一、瞭解智能手環與計步工具。
- 二、瞭解行走與跑步時手腳擺動關係。
- 三、探討智能手環的計步功能。
- 四、比較微型電腦版的功能與應用。
- 五、自製智能計步器。

參、研究設備器材與相關資料

- 一、智能手環廠牌：小米 2、小米 3、Fitbit Charge、GARMIN vivoactive GPS、Amazfit Bip、華碩 ASUS VivoWatch、Gowatch8201、RIDATA 鍊德 Q-68HR
- 二、應用軟體：計步 App (walk logger、pedometer、my steps counter、walk on)、Google 科學日誌、scratch、科展群傑聽
- 三、實驗器具：micro bit、Arduino、遙控車、單擺
- 四、紀錄類別：筆、方格紙、筆記本、相機、電腦、平板。

肆、研究過程與方法

為了瞭解不同智能手環的差異，大夥們從『借』手環開始，到製作可自主調整的智能手環，以下是我們研究的過程與設計：

一、瞭解智能手環與計步工具

決定好本研究方向後，有手環的夥伴便開始向大家介紹她的手環功能，簡單認識手環後，老師建議我們先從查詢資料開始。

（一）認識智能手環

網路上對智能手環的介紹，多以「穿戴式裝置」當作智能手環的類別。而穿戴式裝置的定義則是體積小，具有智慧的功能，且能夠穿戴在身上。接著我們從各個不同的網站和手環的功能及裝置，來了解智能的定義與計步的設計。我們發現，大部分的智能手環基礎的功能都有時間、計步器、感測心跳等許多功能。而其他進階的智能手環，像是運動智能手環之類的，就會有運動模式，紀錄使用者的跑步頻率及時間。這些智能手環的功能通常都能夠自行進算、紀錄使用者的生理狀況並統計，有些智能手環能夠連接手機的 app，讓使用者則能夠藉由 app 整理的數據來了解自己的健康狀況。

（二）查詢相關研究

認識智能手環後，瞭解手環內『三軸感測器』、『陀螺儀』、『磁力器』是偵測人體運動行為的工具。接著，我們查詢相關研究，首先進入科展群傑廳，以「智能」、「智慧」、「擺盪」等關鍵字在「作品名稱」「作品摘要」「全文」內查詢與主題相關的作品，總共發現了 82 筆相關研究。接著，我們也以「穿戴式裝置」、「穿戴式手環」、「智能手環」的關鍵字查詢教育部的小論文作品，發現約有 13 筆相關研究。

（三）比較搜集的各式手環

瞭解智能手環基本知識與相關研究背景後，夥伴們便開始向同學、學弟妹借手環，一共借到 5 種不同廠牌的手環，老師也協助我們向其他老師們借了 2 種手環，我們也嘗試進行觀察、比較手環的功能不同。

（四）比較不同的計步 APP

為了要認識計步功能，我們先從平板的運動 App 開始，從 HTC Flyer 平板中下載了各種 App，發現許多運動 App 是搭配運動手環使用並不能單獨使用，最後我們下載四款 App，分別是：My Steps Counter、Walk Logger、Walk On、Pedometer，練習以手持的方式拿取平板，把平板來回擺盪 20 下，測試計步功能。過程中，我們發現有些 App 是手來回擺盪 1 下計數 1 下，有的 App 是來回擺盪算 2 下，計數 2 下。

二、瞭解行走與跑步時手腳擺動關係

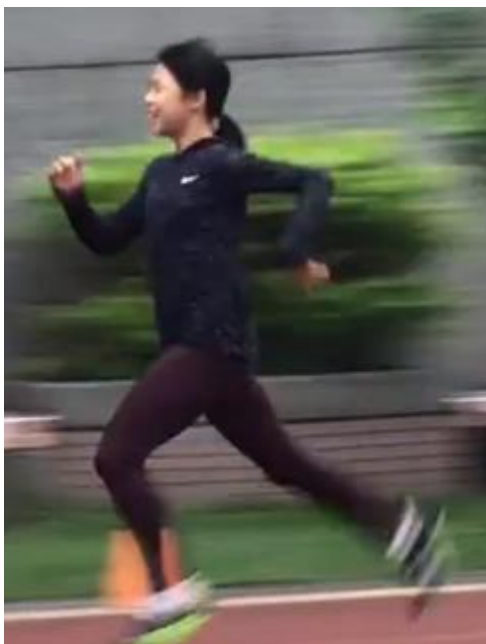
我們告訴田徑隊教練，想要設計一款能幫助隊員訓練的智能裝置，教練借了『田徑運動高級教程』書籍，幫助我們認識行走與跑步時手腳擺動的關係，為了驗證資料、幫助我們更了解

跑步時手腳擺動的關聯，我們選了五位田徑表現差異性較大田徑隊的選手當作研究對象，從觀察選手、訪問選手與教練等方向來了解。

(一)觀察田徑選手

利用田徑隊選手練習時，以側拍的方式錄下那五位選手的短跑（照片 4-1）和競走（照片 4-2）的動作，並分析他們手擺盪的角度以及身體姿勢，再將畫面列印出來，觀察選手的手肘角度、手掌位置與身體角度。

（照片 4-1）短跑選手乙



（照片 4-2）競走選手戊



(二)訪問選手與教練

為了能夠讓我們自製的智能計步器能夠幫助選手來矯正自己的姿勢，但又不希望這個智能計步器戴在身上時會引響到選手訓練。所以我們利用問卷來訪問選手和教練對於短跑和競走時的姿勢重點有哪些，以及假設有一個智能手環放在手臂或腰上，是否會引響跑步時的速度，並比對教練和選手的想法。

三、探討智能手環的計步功能

使用 app 計步工具時發現工具的精準度不高，推測是平板的面積太大，手持擺動時平板可能也會跟著晃動，接著想比較不同智能手環的記步情形，於是設計三種計步方式來瞭解。

（一）利用手持擺動手環

首先以實際生活中的使用方式-- 將手環戴在手腕上的情況下擺動手肘，將不同廠牌（照片 4-3）的手環依序戴在手上，由固定的同學以相同的擺動角度自然擺動（照片 4-4），來回擺動 20 下，分別重複五次實驗。

（照片 4-3）各式智能手環



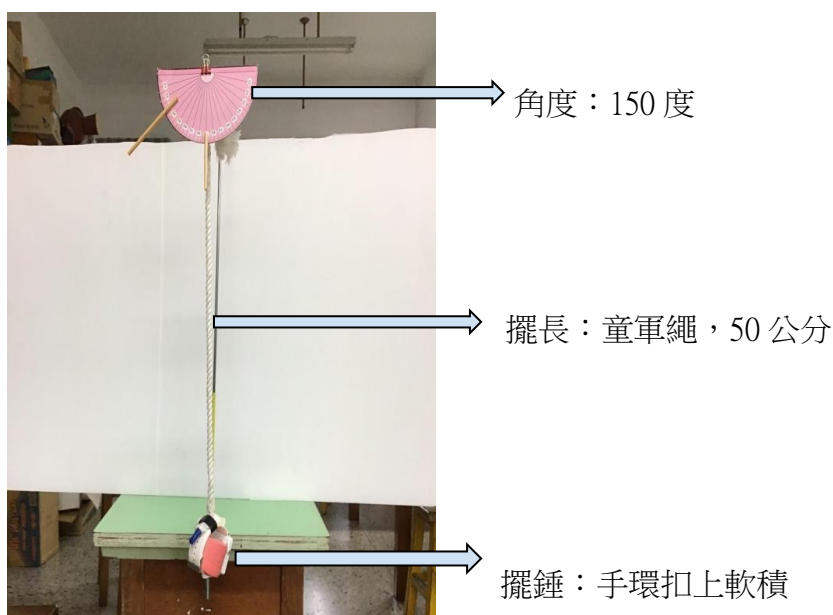
（照片 4-4）手擺實驗



（二）利用單擺裝置擺動手環

做完手持擺動的實驗後，我們發現若是利用手擺來測實驗，誤差會非常大，會影響到實驗結果，因此我們把實驗設計做改良，變成單擺測式實驗（照片 4-5）。實驗前參考他人單擺研究後，測試了棉線、魚線等線材後選擇了童軍繩，以擺長為 50 公分，角度設為 150 度，再將手環扣在軟積木上做擺錘。由於我們查詢相關研究發現單擺週期如果擺到 20 下，角度會越來越小，因此將實驗次數調低，改為來回擺盪 10 下，分別重複五次實驗。

（照片 4-5）單擺裝置



(三) 利用遙控汽車測試手環

我們剛開始想用 mbit 自走車做為動力，將智能手環放在箱中拉著移動，可惜自走車不易控制，車輪容易歪斜，放置手環的箱子又太重。接著我們就想到可以用弟弟妹妹在玩的遙控汽車來進行實驗，在遙控器車上架設自製紙板架（照片 4-6），架上能夠放上智能手環，在汽車行走兩側擺放長木條作為軌道，每次移動 100cm，為了避免長時間移動對電池電力的差異比較，因此將次數改為來回 10 次，分別重複五次實驗。

(照片 4-6) 遙控汽車測試裝置



(照片 4-7) 智能手環以 X 軸移動擺放



(照片 4-8) 智能手環以 Y 軸移動擺放



(照片 4-9) 智能手環以 Z 軸移動擺放



(三)-1 單軸水平移動

蒐集相關資料時，看到手機計步時是用三軸感應器來計步。於是，我們便假設智能手環也是用 x 、 y 、 z 軸來計步，將智能手環的 x 、 y 、 z 軸的定義跟手機一樣， x 軸是左右（照片 4-7）； y 軸是前後（照片 4-8）； z 軸是上下（照片 4-9）。為了要能測 x 、 y 、 z 軸中的哪一軸會影響智能手環的計步方式，我們把智能手環放在遙控汽車上來回移動，並比較是否有影響智能手環的計步方式。

(三)-2 雙軸水平移動

我們發現有些智能手環在單軸水平移動時不會增加步數，我們認為可能是因為正常人走路時不會只有一個軸移動，所以智能手環裡的系統判定為不符合正常走路的動作，所以就不會計步。於是，我們便想說也許需要兩個軸都同時移動，才會比較符合走路時的動作。雙軸一共有三組，分別是:XZ 軸（照片 4-10）、YZ 軸、XY 軸。為了智能手環能在兩個軸上都能被感測到，我們製作一個斜坡，讓智能手環與平面呈 45 度。

（照片 4-10）比 x 軸多 45 度斜坡的 X Y 軸



（照片 4-11）架自製三軸傾斜基座的遙控車



(三)-3 三軸水平移動

我們測完雙軸的水平移動後，便想說如果三軸同時移動，會不會增加比單軸跟雙軸移動增加較多步數。於是我們參考別人做的三軸傾斜基座（照片 4-11），並加以改良。我們把自製的三軸傾斜基座盡量減輕重量，避免在實驗過程中，因重量而降低遙控汽車的車速。

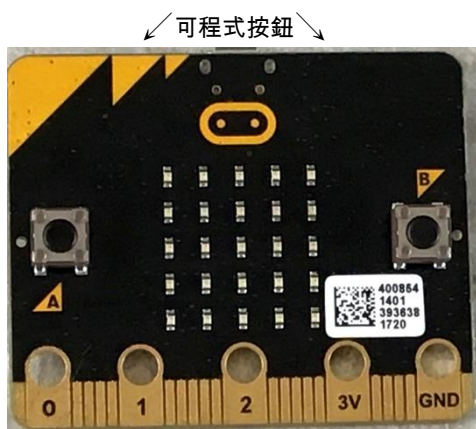
四、比較微型電腦板的功能與應用

瞭解運動員訓練時的需求、智能計步工具的計步差異後，準備進入使用微型電腦板來設計程式。組員討論後發現目前常見的微型電腦板有 micro:bit 和 Arduino 兩款。學弟曾自學這兩款電腦板，能自己練習程式設計，學校裡面這兩種設備都有。目標未來能協助教練獨自利用或者學生自行運用，自製的智能手環作為訓練的提醒工具，若微型電腦板的程式編寫簡單易懂將有助於教練使用，於是我們將兩片微電腦板外接舵機再將智能手環固定上去，模仿單擺的計步實驗，比較程式編寫的差異。與老師分享後，老師告訴我們這兩種電腦板都有擴充板，比較應用時也要將擴充板加入分析。

五、自製智能計步器

從研究四發現 micro:bit 微電腦板(43mmX52mm)，大小適中符合應用在智能手環中，面板正面（照片 4-12）有兩個可程式編寫的按鈕、亦有 LED 可做資料輸出顯示，計數時可以立即讀出，程式可直接存入處理器內，更具有重設按鈕（照片 4-13），使用時可以修正。接著，我們進入程式編寫的網頁中，發現最少有八種積木方式可以選擇輸入 micro:bit（照片 4-14），尤其是本研究需要利用的運動計數，可以選用『姿勢』輸入積木，再藉由搭配的 11 種積木設計適當的程式碼（照片 4-15），就能達到計數的效果。

（照片 4-12）micro:bit 微電腦板正面



↑ 5x 5LED 陣列

（照片 4-13）micro:bit 微電腦板背面



↑ ↑ 輸入/類比 ↑ 輸出 ↑ 腳位 ↑

（照片 4-14）多種輸入積木可選擇



（照片 4-15）micro:bit 微電腦板背面



（一）自製計步器

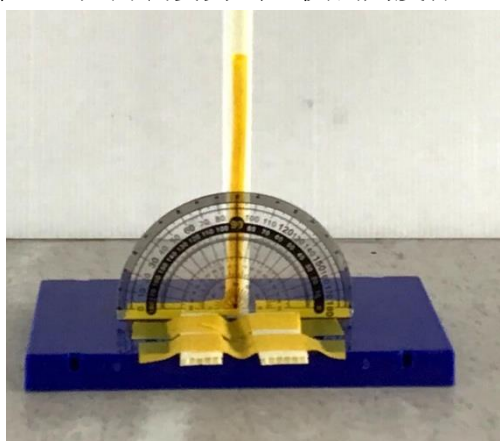
為了能計步使用，選用「晃動」、「加速度計」和「方位感測器（「上側偏低」、「下側偏低」）」三種感測器來感測動作以計算步數，希望能找出最適合感測步數的方法。研究編寫

程式的過程中，發現加速度計的數值有三種，為了能實際運用，我們依序設計三種不同狀況：以研究者進行測試三種感測器、研究者模擬不同選手擺速度（利用節拍器調整速度，測試了三種速度，分別是 100BPM、140 BPM、180 BPM）、五位選手進行測試。所有參與實驗的對象都會將 micro:bit 固定在右手腕上，手移動水平距離 60 公分，擺盪 20 下，分別重複五次實驗。

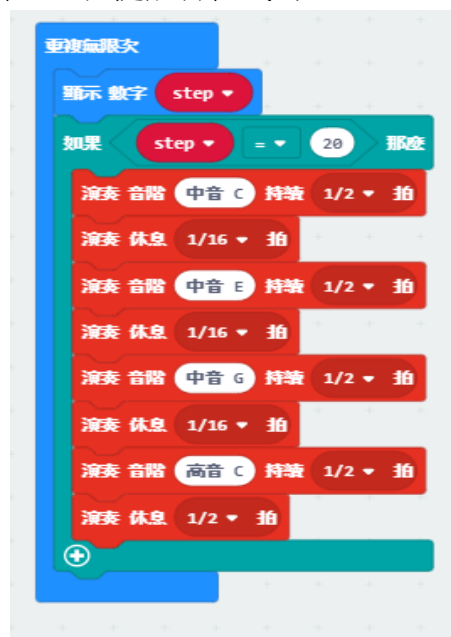
(二)自製姿勢矯正提醒器

由研究二得知選手跑步時背部應該挺直，因此想要除了能計數功能，亦能將手環移至選手的背部，當選手的背部傾斜超過預定角度時會發出聲音提醒。也就是說，當姿勢不良時，智能器會發出聲音提醒，當姿勢回歸到正確位置後，提醒音便會停止。透過前傾和後傾測試旋轉感測值來編寫程式，當 micro:bit 放置在量角器上（照片 4-16），慢慢傾斜至指定角度時，會發出聲音提醒，並顯示當時角度。我們設定了五種角度 10 度、15 度、20 度、25 度、30 度，並以向前傾斜與向後傾斜來分別測試，分別重複五次實驗。

（照片 4-16）自製姿勢矯正偵測角度器



（照片 4-17）提醒音程式碼



(三)創意手環製作

為了作出在運動過程中不會輕易鬆動的手環，我們利用日常生活中隨手可得的厚紙板、碎布等環保材料，製作出三種可以將智能手環固定在手腕上且方便使用的手環。

伍、研究結果

以下是我們研究的結果整理：

一、瞭解智能手環與計步工具

(一) 認識智能手環

- 1.智能手環的定義:智能手環通常都是像手錶一樣戴在手腕上，不一樣的是他的功能大部分是可以連接到其他電子產品的 app 上，智能手環也被歸類為穿戴式裝置。
- 2.穿戴式裝置:具有多重感測器的微型穿戴式電子產品，並能夠待在身上進行活動，有體積小、輕巧、操作簡單等特性。
- 3.陀螺儀、三軸感應器是智能手環裡最常見的計步感測器。
- 4.陀螺儀的功能：參考標準是內部中間在與地面垂直的方向上進行轉動，陀螺儀的強項在於測量裝置自身的旋轉運動。
- 5.三軸加速感應器: 加速器的功能：以內部測量元件在三個方向上的運動加速度、重力加速度和受力情況來得到速度變化的結果。
- 6.磁力計的原理就是指南針磁力計的強項在於定位裝置的方位，可以測量出當前裝置與東南西北四個方向上的夾角。

(二) 查詢相關研究

- 1.從表 1-1 中發現科展則是有許多相關的應用。例如，智能手環、降低手抖、以及動作辨識低頭族。
- 2.與智能手環相關的小論文研究析現在及未來穿戴式裝置的市場及優缺點；而而這些發明通常都跟智能手環一樣有使用三軸感應器，和連接到 app 並分析數據，了解使用者的行動。

表 1-1 相關研究資料整理

年代(屆)	類別/作品名稱	與本主題相關的內容
第 58 屆	科展/智能手套	利用三軸感應器感應手指的動作，偵測手語，再藉由自製的 app 顯示動作所表達的意思
第 56 屆	科展/手機感測器之動作辨識與低頭族應用	利用陀螺儀、方向感測器、加速度感測器來偵測使用者是不是正邊走邊玩。
第 55 屆	科展/阿嬤的手可別再抖了~降低手抖的研究	利用三軸感應器偵測手抖的幅度，經過程式的計算出振幅、頻率的精準數字後，再利用震動馬達來發出反向的震動，來抵銷掉手抖的震動
第 51 屆	科展/舞動奇蹟—破譯	Y 擺會因擺心的重量和繩子長度影響擺圖

動能沙擺的終極密碼		
第 51 屆	科展/『擺』『速』可樂！	利用單擺來測量電梯上升跟下降的單擺週期變化。發現無障礙電梯和一般電梯的速度不同跟測到的在後半段的負的加速度和廠商的數據差異
2015 年	小論文/智慧科技-探討穿戴式裝置的使用	分析各種不同穿戴式裝置的優缺點
2015 年	小論文/穿戴式手環之探討	分析不同的穿戴式裝置及不同的智能手環在市場中的地位
2015 年	小論文/智慧穿戴裝置的探討與研究	分析各種不同種類的穿戴式裝置
2014 年	小論文/穿戴式裝置技術與應用之研析	穿戴式裝置的發展歷程和所需技術。文章內舉例 google glass 當穿戴式裝置的應用
2014 年	小論文/穿戴式裝置的探討	分析常見的穿戴式裝置，並列出個別的優缺點




資料來源：研究者整理

(三) 比較搜集的各式手環

- 1.可拆卸的手環：小米 2、小米 3、小米 Amazfit、鍊德。
- 2.重量由重至輕比較:Go Watch>Asus、FITBIT charge>小米、Amazfit>Garmin vivosmart>小米 3>小米 2>萊德。
- 3.手環的共同功能：計步、鬧鐘、時間、日期、剩餘電力、心律監測、熱量和距離。

表 1-2 比較搜集的各式手環功能

編號	照片	廠牌	重量 (g)	可拆卸	基本功能
A		小米 2	7	O	不同運動數據、睡眠紀錄、藍牙同步、來電提示、久坐提醒、訊息通知、防塵、防腐蝕、個人建議目標
B		小米 3	20	O	不同運動數據、睡眠紀錄、鬧鐘、藍芽同步、來電顯示、訊息通知、久坐提醒、健康管理、天氣預報、尋找手機、個人建議目標、藍牙同步
C		FITBIT charge	35	X	不同運動數據、久坐提醒、睡眠紀錄、引導是呼吸練習、來電提示、訊息顯示、爬過的階梯數
D		Garmin vivosmart	29.6	X	不同運動數據、顯示壓力程度、爬過的階梯、藍芽同步、久坐提醒、天氣預報、控制音樂、訊息顯示、尋找手機、睡眠紀錄
E		小米 Amazfit	32	O	不同運動數據、查看歷史記錄和軌跡圖、過高心率提醒、氣壓計、指南針、

					防塵、GPS、久坐提醒、來電顯示、訊息顯示、鬧鐘
F		Asus	35	X	睡眠紀錄、有氧心率、睡眠追蹤、 提醒功能 、社群媒體、UV 指數、久坐提醒
G		Go Watch	72	X	藍牙傳輸 、自動同步到 GOLiFE RUN 雲端、社群分享、提示音或震動提示、間歇訓練、虛擬運動員、訓練課程設定、支援多運動模式
H		鍊德	15	O	消耗熱量、日常模式、夜晚模式、 不同運動數據 、心率監測、鬧鐘、通知、來電提醒、紫外線感測

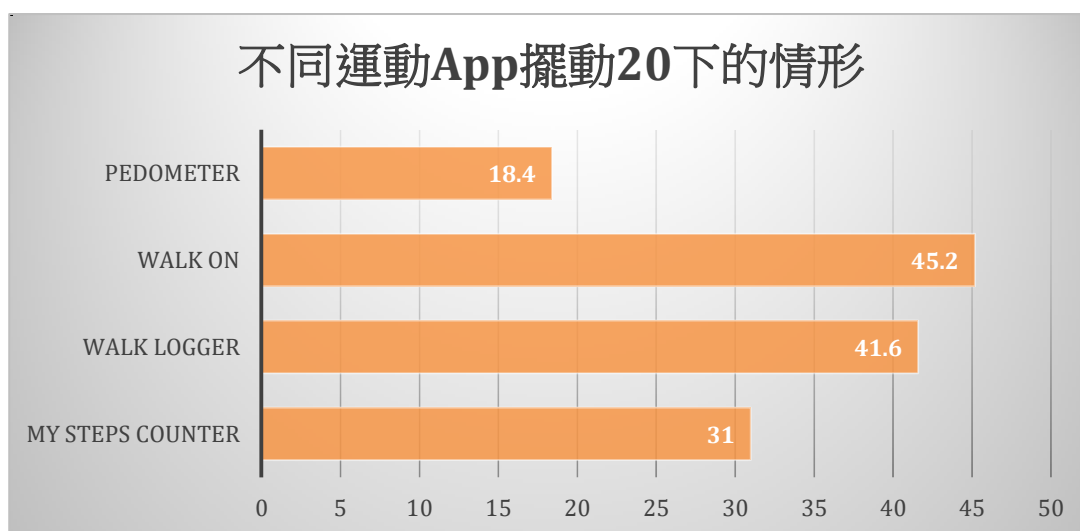
(四) 比較不同的計步 APP

- 1.pedometer 是來回擺盪 1 次算 1 下，walk logger 和 walk on 則是來回擺盪 1 次算 2 下。
- 2.四種 APP 若以來回擺盪計 1 下，Pedometer 誤差值-1.6。
- 3.四種 APP 若以來回擺盪計 2 下，walk logger 誤差值+1.6。
- 4.四種 APP 是最不準確的是 My Steps Counter。

表 1-3 不同運動 App 擺動 20 下的情形 (單位：次)

App	My Steps Counter	Walk Logger	Walk On	Pedometer
第一次	29	50	41	17
第二次	28	39	43	16
第三次	30	40	47	24
第四次	33	39	47	19
第五次	35	40	48	16
平均	31	41.6	45.2	18.4

圖 1 不同運動 App 擺動 20 下的情形



二、瞭解行走與跑步時手腳擺動關係

(一)觀察選手

- 1.選手的手肘關節角度在 80~140 度之間。
- 2.選手的腰與地面在 80~90 度之間。
- 3.維持身體挺正、腰桿與地面垂直的姿勢。

表 2-1 不同選手的手擺位置角度

選手	選手甲	選手乙	選手丙	選手丁	選手戊
身高 (cm)	160	157	158	150	140
訓練項目	短跑	短跑	短跑	短跑	競走
手肘關節(度)	140	90	100	130	80
腰與地面(度)	80	90	90	85	90

(二)訪問選手與教練

- 1.教練告訴我們短跑選手在起跑時，手臂擺動的幅度最大，所以我們在表 2-1 的角度都是取起跑後的角度。
- 2.手掌位置從胸口接近下巴處，藉由手肘後頂力量帶至臀部後方，高度約莫在腰際（髌部）。
- 3.肘部作動時的屈伸角度也會大於 120 度。手掌位置從胸口接近下巴處，藉由手肘後頂力量帶至臀部後方，高度約莫在腰際（髌部）。

表 2-2 選手、教練的訪問記錄表

問題、選手	甲	乙	丙	丁	戊
身高 (cm)	160	157	158	150	140
訓練項目	短跑	短跑	短跑	短跑	競走
背是否挺直	○	○	○	有時會彎曲	○
手軸擺動時的角度	90	90	45~90	45~90	90
手臂向後擺動幅度	手臂往後時動作像手向後插腰	手臂往後擺約 90 度	手臂向後擺約 90 度	手臂往後擺時手臂約呈現 90 度	手臂往後擺時手臂約呈現 90 度
如果有感測器帶在手臂上或是背上，是否會影響訓練	還好	會	還好	會	會

三、探討智能手環的計步功能

(一) 利用手持擺動手環

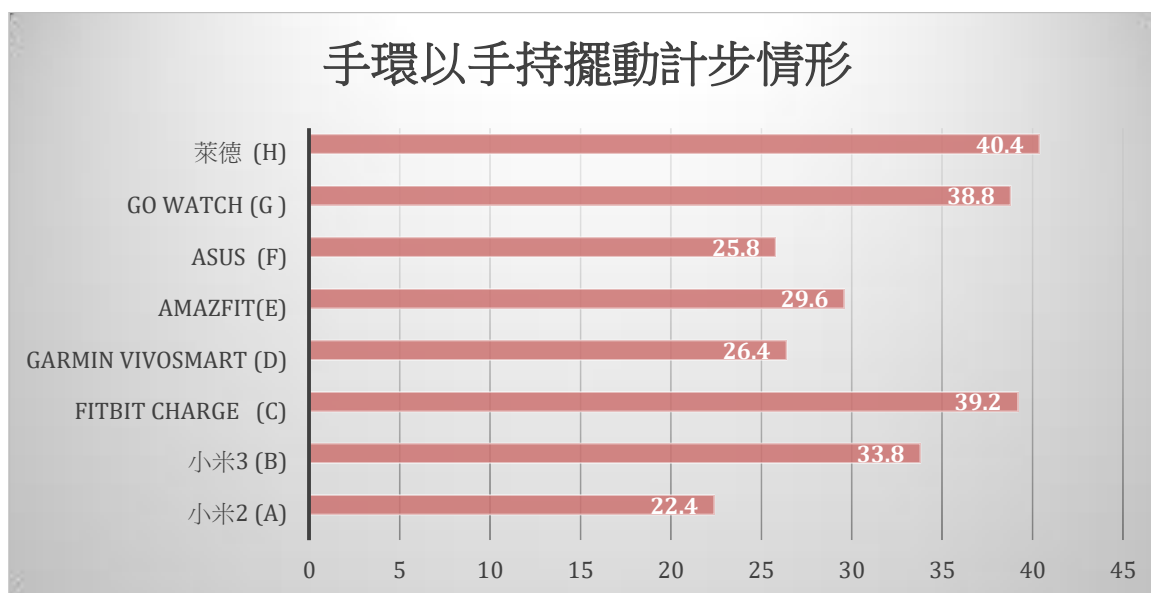
1.手環以來回擺盪算 2 下，其中接近 40 下的手環：鍊德> Go watch >Fitbit

2.手環以來回擺盪算 1 下，其中接近 20 下的手環：小米 3>Amazfit>Garmin vivosmart>Asus>小米 2

表 3-1 手環以手持擺動計步情形（單位：次）

品牌	小米 2 (A)	小米 3 (B)	FITBIT charge (C)	Garmin vivosmart (D)	Amazfit (E)	Asus (F)	Go Watch (G)	萊德 (H)
第一次	15	42	34	38	29	27	40	39
第二次	13	35	40	35	27	28	36	39
第三次	13	35	40	13	35	20	40	39
第四次	30	28	43	33	29	32	38	40
第五次	41	29	39	13	28	22	40	45
平均	24.2	33.8	39.2	26.4	29.6	25.8	38.8	40.4
接近數值	20+4.2	40-6.2	40-0.8	20+6.4	20+9.6	20+5.8	40-1.2	40+0.4

圖 2 手環以手持擺動計步情形



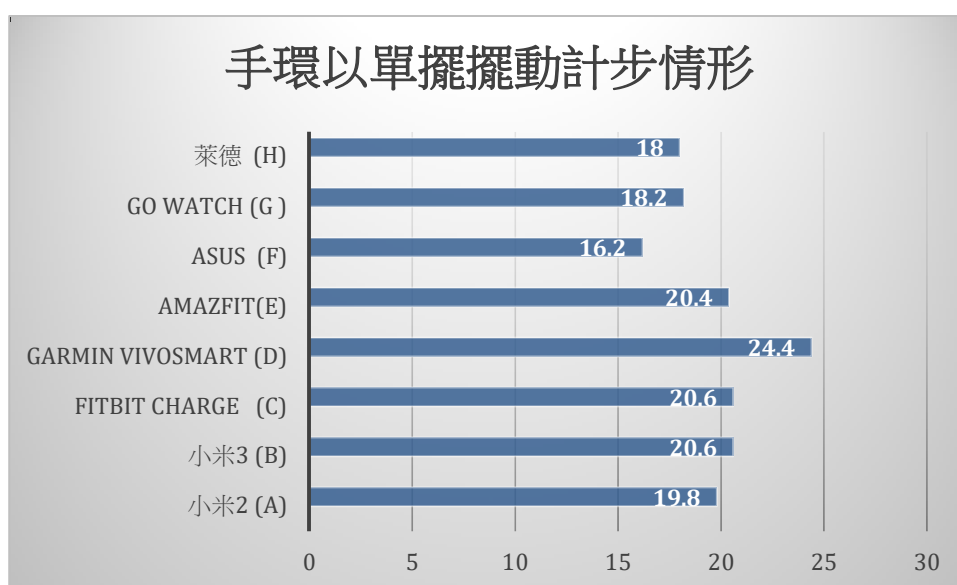
(二) 利用單擺裝置擺動手環

1.手環接近 20 下的依序為：小米 2(-0.20)>Amazfit(+0.4)>小米 3(+0.6)、FITBIT(+0.6)>Go Watch(-1.8)>鍊德(-2)>Asus(-3.8) >Garmin vivosmart (+4.4)。

表 3-2 手環以單擺擺動計步情形 (單位 : 次)

品牌	小米 2 (A)	小米 3 (B)	FITBIT charge (C)	Garmin vivosmart (D)	Amazfit (E)	Asus (F)	Go Watch (G)	萊德 (H)
第一次	20	19	20	23	19	16	19	18
第二次	20	21	21	27	21	17	17	10
第三次	20	20	20	25	21	15	20	12
第四次	19	22	20	23	21	13	19	22
第五次	20	21	22	24	20	20	16	28
平均	19.8	20.6	20.6	24.4	20.4	16.2	18.2	18
接近數值	20-0.2	20+0.6	20+0.6	20+4.4	20+0.4	20-3.8	20-1.8	20-2

圖 3 手環以單擺擺動計步情形



(三) 利用遙控汽車測試手環

(三)-1 手環單軸水平移動

- 1.手環在 X 軸水平移動時 FITBIT 的手環均能計步。
- 2.手環在 Y 軸水平移動時 FITBIT 的手環以及 GoWatch 均能計步。
- 3.手環在 Z 軸水平移動時 FITBIT 的手環以及 Asus 均能計步
- 4.有 5 支手環 (小米 2、小米 3、Garmin、Amazfit 和 鍊德) 平面的 X Y Z 軸都沒有步數。

表 3-3 手環單軸水平移動計步情形

品牌	小米 2 (A)	小米 3 (B)	FITBIT (C)	Garm in (D)	Amaz fit(E)	Asus (F)	Go Watch (G)	鍊德 (H)
X 軸	X	X	O	X	X	X	X	X
Y 軸	X	X	O	X	X	X	O	X
Z 軸	X	X	O	X	X	O	X	X

(三)-2 雙軸水平移動

- 1.手環在 YZ 雙軸水平移動時 FITBIT 的手環以及 Asus 和 GoWatch 均能計步。
- 2.手環在 XZ 雙軸水平移動時 FITBIT 的手環均能計步
- 3.手環在 XY 雙軸水平移動時 FITBIT 的手環以及 Asus 均能計步
- 4.不管是平面單軸還是雙軸同樣的 5 支（小米 2、小米 3、Garmin、Amazfit 和鍊德）

表 3-4 手環雙軸水平移動計步情形

品牌	小米 2(A)	小米 3(B)	FITBI T(C)	Garmi n(D)	Amazf it(E)	Asus (F)	Go Watch(G)	鍊德 (H)
YZ 軸	X	X	O	X	X	O	O	X
XZ 軸	X	X	O	X	X	X	X	X
XY 軸	X	X	O	X	X	O	X	X

(三)-3 三軸水平移動

- 1.手環在三軸水平移動時 FITBIT、GoWatch 以及鍊德手環均能計步
- 2.雙軸和單軸沒有測出步數的只有鍊德在三軸的時候有測出步數了。


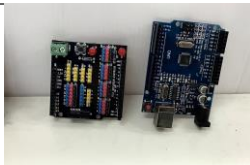

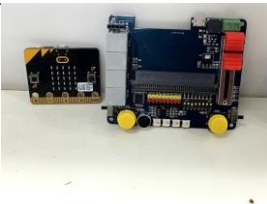
表 3-5 手環三軸水平移動計步情形

品牌	小米 2(A)	小米 3(B)	FITBI T(C)	Garmi n (D)	Amazf it(E)	Asus (F)	Go Watch(G)	鍊德 (H)
是否增加	X	X	O	X	X	X	O	O

四、比較微型電腦版的功能與應用

- 1.Microbit 能離線使用，Arduino 需連接電腦使用。
- 2.Microbit 能直接於面板上由按鈕控制，Arduino 需外接控制元件；Microbit 具動作感測器(加速儀和羅盤)，Arduino 需外接。
- 3.Microbit 有 LED 顯示面板可顯示步數，Arduino 需外接 LED 顯示面板。
- 4.舵機模擬單擺實驗，Microbit 只需 10 條程式碼，Arduino 需要 20 條程式碼。

表 4-1 比較微型電腦版的功能 Arduino 功能

項目	Arduino(S2A)	Arduino(加上擴充板 S2A)	micro bit 加上電池板	micro bit 加上擴充板
裝置圖				
使用條件	需接著電腦使用	需接著電腦使用	可離線使用	可離線使用

程式碼語言	scratch、c 語言	scratch、c 語言	blocks、Java Script	blocks、Java Script
控制方式	電腦控制	電腦控制(可外接)	兩個按鈕和各種感應器	兩個按鈕和各種感應器
電流	7V~12V	5V	3.3V	3V or 5V
重量(g)	23g	45g	22.5g	57.5g
備註			電池板型號 KSB040 micro:bit Lithium Battery Board	擴充板型號 KSB039 micro:bit RJ11 Sensor Extension Board

表 4-2 Microbit 與 Arduino 編寫舵機模擬單擺功能比較

微電腦板	Microbit	Arduino
程式圖		
程式碼數量	7	11

五、自製智能計步器

(一)測試步數

- 1.研究員測試不同感測器時，來回擺盪共 20 下，三類感測器測得數值均均接近 10，其中「3g 重力」有 4 次測得 10 下；「上側偏低，下側偏低」有 2 次；「晃動」僅測出 1 次。
- 2.研究員在不同速度下，測試不同感測器時，來回擺盪共 20 下，三類感測器除在速度變快時，除「晃動」與「3g 重力」測得數值也越接近 20，而「6g 重力」、「8g 重力」不易測出數值。
- 3.不同選手測試不同感測器時，來回擺盪共 20 下，以 3g 重力感測均能測得 19，最接近 20。

表 5-1 研究員利用不同感測器計步情形

代號	A	B	C
運用	3g 重力	晃動	上側偏低，下側偏低
程式碼			
第一次	10	9	10
第二次	9	11	10
第三次	10	12	13
第四次	10	13	8
第五次	12	10	7
平均	10.2	11	9.6

圖 4 研究員利用不同感測器計步情形

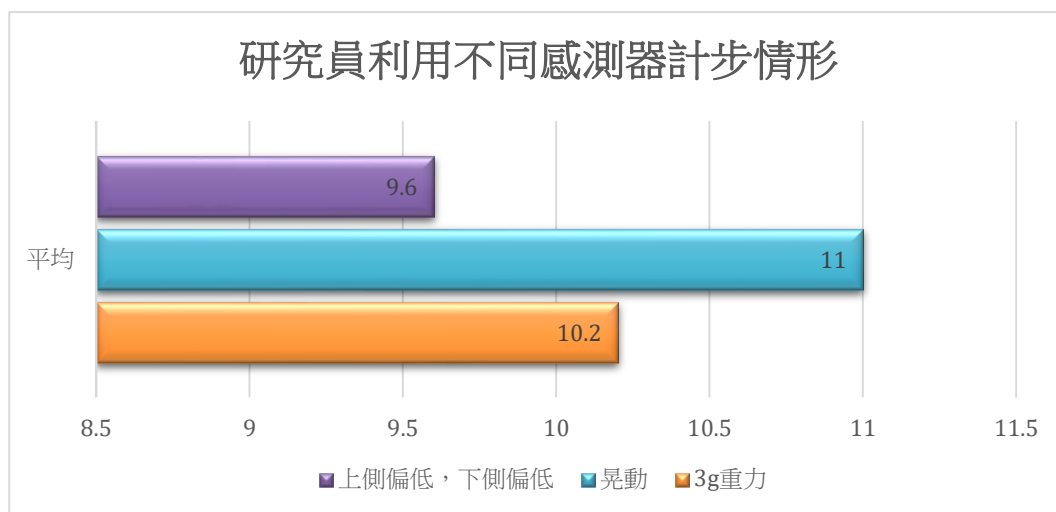


表 5-2 研究員以不同速度計步情形

BPM	100	140	180
晃動	11	11.4	18
上側偏低	9.6	8.4	8.4
3g 重力	10.2	15	16.6
6g 重力	0	0.2	5
8g 重力	0	0	0

圖 5 研究員以不同速度計步情形

研究員以不同速度計步情形

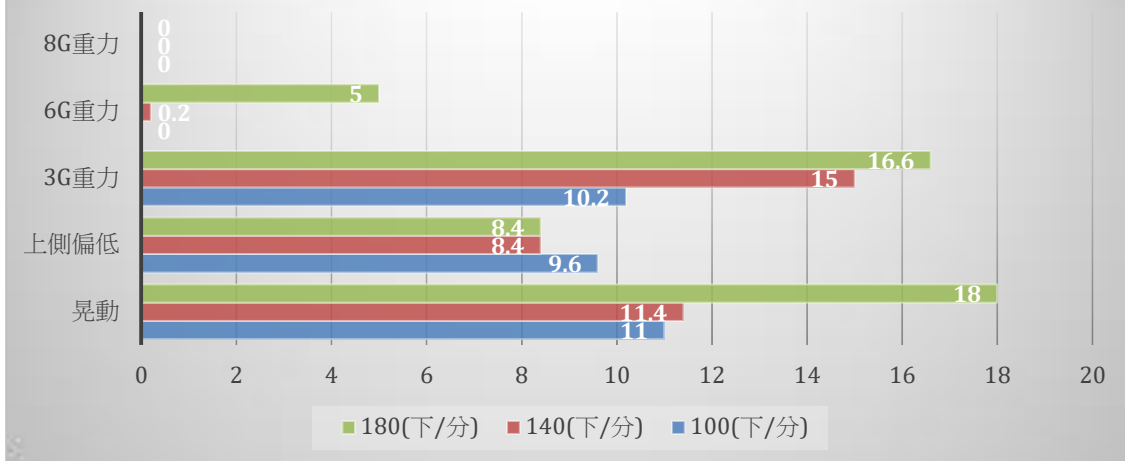
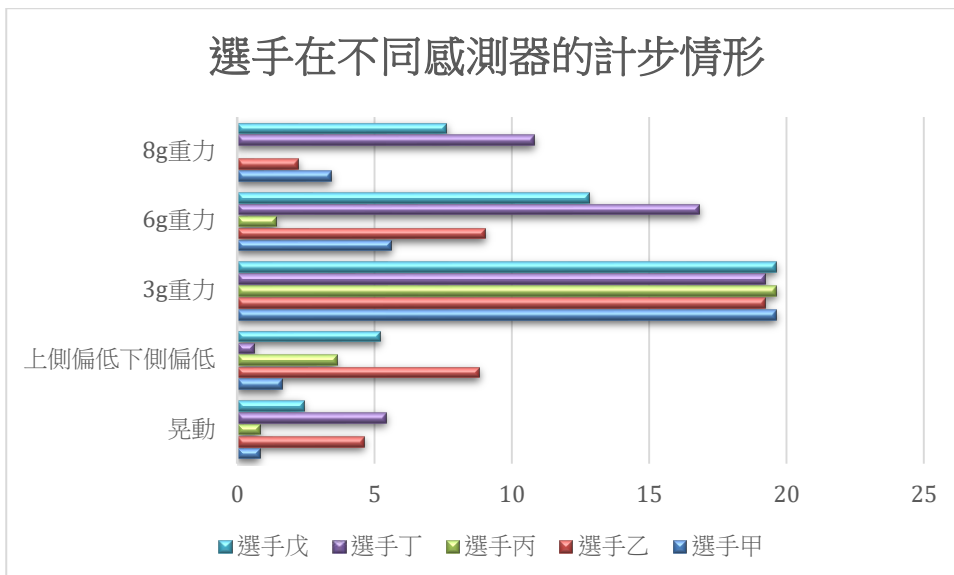


表 5-3 選手在不同感測器的計步情形

選手	選手甲	選手乙	選手丙	選手丁	選手戊
晃動	0.8	4.6	0.8	5.4	2.4
上側偏低	1.6	8.8	3.6	0.6	5.2
下側偏低					
3g 重力	19.6	19.2	19.6	19.2	19.6
6g 重力	5.6	9	1.4	16.8	12.8
8g 重力	3.4	2.2	0	10.8	7.6

圖 6 選手在不同感測器的計步情形



(二)自製姿勢矯正提醒器

1.感測器在到達指定角度的區域範圍時能夠立即發出聲響，其中以前傾感應要靈敏，誤差值較小，後側感應較弱，誤差值較大。

表 5-4 不同角度的感測角度在前後傾的情形

設定角度	前傾感應	後傾測試
10	12	12
15	15	16
20	19	23
25	25	25
30	30	34

(三)創意手環製作

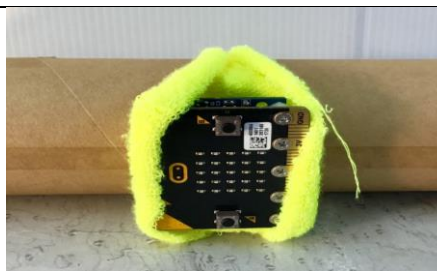
我們在製作手環的過程中，發現利用厚紙板墊在 micro bit 的下面，可以在運動時防止汗水影響 micro bit 的運作或是造成它的損壞。使用襪子製作手環，雖然擁有很好的彈性，但還是要想辦法讓它確實固定，因為如果計步器在運動時鬆動或脫落，也會影響計步。所以一個好用的手環需要富有彈性、可確實固定、並且方便拿取。

表 5-5 創意手環製作成果

1.利用碎布做出糖果造型的手環	利用剩下的碎布把 micro bit 綁起來，但缺點是 micro bit 容易掉下來，因此我們在放置 micro bit 的兩側加上兩塊板子，避免在移動時，micro bit 從側邊掉出來。為了防止汗水影響 micro bit 的運作。我們也在放置 micro bit 的位置放上一片紙板。綁完後，我們再拿針線把碎布縫緊，降低 micro bit 在移動時掉落的機率。	
2. 利用厚紙板和鬆緊帶	利用鬆緊帶穿過厚紙板並黏上魔鬼沾，以便確實固定在手上，由於鬆緊帶很有彈性，因此將上下都貼上魔鬼沾，讓 micro bit 計步器能放在手環上且運動時不會輕易鬆脫，但是缺點是因為為了不讓它脫落所以做得有點緊，因此不方便拿取。	

3.利用襪子
做一個手
環

我們利用襪子製作手環。這個手環的優點在於，它擁有襪子本身的彈性，所以沒有太鬆或是太緊的問題。但是它的缺點和第一個手環一樣，micro bit 很容易掉落且會吸汗水。於是我們把它的四邊都縫起來，降低 micro bit 掉落的機率。



陸、討論

一、手環感測器的設計大不同

我們發現有些手環一定要雙軸以上才能感測到，智能手環的計步方式，有些智能手環在快速用動的時候就會增加步數。我們認為，這些智能手環可能有裝重力感測器來幫助計步。一般計步器通常會有一個震盪感應器，感測到一定的震盪強度，就判斷為一步。

我們發現有些智能手環不管在單軸、雙軸或是三軸都有反應，通常這種智能手環的靈敏度很高，常常一下子就達到指定目標了。所以我們認為，這些智能手環可能是使用三軸感應器和陀螺儀。而有些智能手環不管在單軸、雙軸、三軸都沒有反應，但在單擺時卻有反映，所以我們推測這些智能手環可能用陀螺儀來計步；如果是在水平移動時，只有在部分的軸才有反應，這些智能手環可能是以陀螺儀計步為主，以三軸感應器計步為輔。

二、手環計步的差異

在手持擺動手環這個實驗中，我們發現大部分的智能手環的結果分成兩種，第一種是與擺動次數相近，例如擺動 20 下，數據結果接近 20，第二種則是擺動次數的 2 倍，例如擺動 20 下，數據結果接近 40。我們推測，第一種接近 20 下的智能手環，計步方式可能是來回擺盪 1 次就計 1 步。第二種接近 40 下的智能手環，計步方式可能是來回擺盪 1 次就加 2 步。二種手環的計步偵測感應器應是不相同。

三、感測器多元，運用大學問

製作腰桿挺直提醒裝置時，原本以為是利用 micro bit 的方位感測器，但是測試過程中我們發現方位感測器是用來偵測方向，而不是感測角度的，不太符合我們需要的功能。因此查詢不同資料後，我們決定使用「旋轉感測值(pitch)」感測功能來做出我們的成品。

「3g 重力」、「晃動」、「上側偏低，下側偏低」等感測器程式碼，則是用來編輯智能計步工具。這三種應用情形，以 micro:bit 在 180 分速擺盪下，我們發現「上側偏低，下側偏低」的誤差最多，「3g 重力」和「晃動」都接近 20，我們推測，晃動在分速 180 中，擺動幅度最小，最符合它的計算方式，因為擺動幅度小，讓 micro bit 晃動的頻率就增加，所以也就相對越準確。在分速 100 下時，每次擺盪的時間變長，讓擺盪距離也變長，晃動的頻率就沒有那麼多，所以擺動的速度越慢，晃動頻率就很少，導致步數變少。我們推測「上側偏低，下側偏低」誤差最多的原因是因為在擺盪距離只有 60 公分，幅度不夠大，所以導致感測器偵測不到，無法準確計步。計步器使用加速度計的 3g 感測功能時，需用力擺盪才能準確計步，

正常走路時效果不明顯，當田徑選手使用時，偵測計數結果就符合跑步時計步使用，希望未來能深入探討應用在不同踏步、擺手的計數方式。

四、延伸應用發展空間大

我們發現提醒動作不標準或是達到目標步數時，提示音不宜過長或是過多，因為如果使用者同時配戴多個穿戴裝置，過多的聲音可能會造成干擾，且 micro bit 無法調整聲音大小，長時間過大的聲音也可能讓耳朵不舒服，相關的聲音編輯與聲音研究是未來能嘗試進行的。

校內共兩款 micro:bit 供電板，我們挑選能充電使用的版本，然而兩片板子的接觸孔螺絲設計不良，若沒有完全旋緊將無法確實通電，讓 micro bit 正常運作，這是應用時的一大困擾。然而我們在查詢資料中發現 micro:bit 能在平板上，利用 app 進行程式編寫並直接傳送給 micro:bit，micro:bit 也能以廣播訊號的方式將偵測結果傳送給另一個 micro:bit，相信這項功能能夠幫助教練在訓練選手時，能立刻了解選手的訓練狀況，或得更有力的「科學數據」。

柒、結論

一、WalkLogger 是最準確的計步 App

二、短跑選手跑步時，腰部挺直、手肘角度應保持 90 度。

三、短跑選手的手擺動幅度大約是 80~140 度。競走選手的手擺動幅度則大約是 80~140 度

四、手持擺動測試手環，準確度依序為鍊德 > Fitbit > GoWatch > 小米 3 > Amazfit > GARMIN > Asus > 小米 2。

五、單擺實驗測試手環，準確度依序為小米 2 > Amazfit > 小米 3、FITBIT > GoWatch > 鍊德 > Asus > Garmin

六、FITBIT 手環在 XYZ 單軸平移、雙軸平移與三軸移動時均會計步。

七、GoWatch 手環以及鍊德手環僅在三軸水平移動時能計步。

八、micro:bit 能離線使用，適合當作智能手環設計應用。

九、研究員在不同的速度擺盪中，晃動感測器是 5 種感測器中最準確的感測器，它在 180BPM 中步數最接近實際擺動次數，感試結果最準確。

十、選手擺臂測試在 5 種不同計步條件的 micro bit 計步器中，最準確且穩定的為「3g」重力

十一、有加速度感測器的 micro bit 在擺盪速度越快時測試結果越接近實際擺動次數，感試結果最準確。

捌、參考資料及其他

一、競走：<https://www.ym.edu.tw/hc/edu6.pdf>

二、短跑：

http://www.swcs.edu.hk/info/teaching/subject/pe/taeching_pe/%E7%9F%AD%E8%B7%91.htm

三、手環 [https://www.ntsec.edu.tw/Science-](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=15102&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15190)

[Content.aspx?cat=15102&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15190](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=15102&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15190)

四、第 58 屆中小學科展-智能手套 臺南市立復興國民中學 <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=110&a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=3&sid=10485&print=1>

五、第 56 屆國際科展-手機感測器之動作辨識與低頭族應用 國立東勢高級工業職業學校

<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=105&sid=12811>

六、第 55 屆中小學科展-阿嬤的手可別再抖了~降低手抖的研究 臺北市大安區仁愛國民小學

[https://www.ntsec.edu.tw/Science-](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=8932&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=5&)

[Content.aspx?cat=8932&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=5&](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=8932&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=5&)

七、第 51 屆中小學科展-舞動奇蹟—破譯動能沙擺的終極密碼 臺南市關廟區五甲國民小學

<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?cat=61&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=44&sid=9018id=9137>

八、第 51 屆中小學科展-擺』『速』可樂！ 臺北市立民生國民中學

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/11/2015111417090994.pdf>

九、2015 年小論文-智慧科技-探討穿戴式裝置的使用 國立北門農工

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015033017121776.pdf>

十、2015 年小論文-穿戴式手環之探討 市立內湖高工

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/11/2015110515480335.pdf>

十一、2015 年小論文-智慧穿戴裝置的探討與研究 基隆市聖心高中

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/11/2014111323001976.pdf>

十二、2014 年小論文-穿戴式裝置技術與應用之研析 國立楊梅高中

http://203.71.74.70:8888/EcocatCMS/index.php?action=download&type=p&bid=e6f17cde_46e3e127&apikey=59f92f48829f23d9a33709560a0b85a1&apipass=caec18b1d02fe586e92aae344f31c6c3

十三、阿玉 micro:bit 研究區 <https://sites.google.com/site/wenyumaker2/>

附件

附表一：訪問題目

- 1.身高是幾公分
- 2.田徑訓練項目是什麼
- 3.在短跑或是競走時，背是否會挺直
- 4.選手對於自己手軸擺動時的角度是多少
- 5.選手對於自己手臂擺動的幅度大約是多少

附表二：

附表三：

100(下/分)

步數	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	9	10	10	0	0
二	11	10	9	0	0
三	12	13	10	0	0
四	13	8	10	0	0
五	10	7	12	0	0
平均	11	9.6	10.2	0	0

140(下/分)

步數	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	12	10	14	0	0
二	12	7	10	0	0
三	15	8	15	1	0
四	10	6	19	0	0
五	13	11	17	0	0
平均	12.4	8.4	15	0.2	0

180(下/分)

步數	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	18	10	16	8	0
二	17	9	16	6	0
三	15	9	15	6	0
四	20	7	18	2	0
五	20	8	18	3	0
平均	18	8.6	16.6	5	0

甲選手

	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	2	12	19	0	0
二	1	13	19	6	7
三	0	10	20	10	0
四	1	12	20	2	9
五	0	11	20	10	1
平均	0.8	11.6	19.6	5.6	3.4

乙選手

	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	5	0	19	9	0
二	5	10	20	10	3
三	5	15	20	9	0
四	4	12	20	7	3
五	4	7	20	10	5
平均	4.6	8.8	19.8	9	2.2

丙選手

	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	1	2	19	2	0
二	2	6	20	2	0
三	1	7	20	2	0
四	0	2	19	1	0
五	0	1	20	0	0
平均	0.8	3.6	19.6	1.4	0

丁選手

	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力
一	4	0	19	18	11
二	5	1	19	19	12
三	4	1	19	12	8
四	6	1	19	16	13
五	8	0	20	19	10
平均	5.4	0.6	19.2	16.8	10.8

戊選手

	晃動	上側偏低 下側偏低	3g 重力	6g 重力	8g 重力

一	2	2	20	12	4
二	2	8	20	10	10
三	1	6	19	15	6
四	3	4	19	4	9
五	4	6	20	13	9
平均	2.4	5.2	19.6	12.8	7.6