

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生活與應用科學科

最佳團隊合作獎

040821

可調步距助行車

學校名稱：國立嘉義高級工業職業學校

作者： 高二 曾俊銘 高二 黃光源 高二 莊傑程	指導老師： 羅文毅 張弘智
---	-----------------------------

關鍵詞：復健輔具、定距裝置、Arduino

摘要

本作品探討病患因傷因病需要進行腿部復健的助行訓練器，在鋁擠條的車架上設計可調式定距離機構、座椅機構、後退止逆限制機構等機械裝置，並採用 Arduino 控制器結合感測器來輔助訓練位移量的記錄，可量測病患心跳體徵，同時兼顧安全與訓練功能，可以有效地輔助物理治療師或職能治療師實施復健療程，機構本身沒有用到電動機所以無需用到電源，由病人自發自主的訓練來縮短復健時間，早日回歸職場正常作息。

壹、研究動機

復健的器材雖然對我們年輕人來說很少需要使用，但是目前社會開始有人口老化的趨勢，看到家裡和鄉下的年邁長輩們在使用輔具走路或復健時不禁都為他們感到緊張，使用時不但搖搖擺擺不太安全，走遠一些累了還會找不到地方稍作休息，於是我們決定改善這種使用率這麼高的器材，減輕他們走路或復健的負擔，同時在走路時帶來方便性和娛樂性。

貳、研究目的

現在市面上的復健助行器有各種型式，有簡便拐杖型，有輪車型，也有結合輪椅型，不過仍然存在著一些缺點，為了改良與提升功能，我們希望能設計復健助行車上加裝限定每步步行距離的定距裝置，讓使用者每走一步能更加的安全，在換步時能限制住車身，一方面提升換步時的安全，如果累了也可以坐下來稍做休息。

同時我們也結合了科技，讓這台復健車可以在移動的時候計算走路距離並傳送到手機做追蹤，同時可以記錄心跳、溫度、環境光線等資訊，讓醫療單位對需要追蹤的復健者可以進行追蹤，也利用這些資訊來提升安全性，簡而言之要完成以下的目標：

- 一、設計可以調整步行距離的定距裝置。
- 二、提供病患休息的座椅。
- 三、限制住行車不能後退，以防病患重心不穩而跌倒。
- 四、設計人性化的安全設施如下：
 - (一) 記錄步行距離，顯示於智慧型手機。
 - (二) 可讓病患量測心跳體徵，顯示於智慧型手機。
 - (三) 車體傾倒檢知，若發生傾倒，則發送警示聲響。
 - (四) 步行時 LED 警示。
 - (五) 步行位置的紀錄與追蹤。
 - (六) 家中危險氣體偵測

參、研究設備及器材

一、研究設備

(一) 工具機

(二) CNC 工具機

(三) 電腦

(四) Arduino Uno 和 Arduino Mega 2560 控制器

(五) 藍芽模組、心跳感測模組、時鐘晶片、溫度感測器、光編碼器、三軸加速感測器、SD 卡讀寫模組、傾斜感測器、氣體感測器等感測模組

二、車架材料

項次	材料名稱	規 格	備 註
1	正齒輪	M1, 30T	
2	車輪	直徑 10cm、7.5cm	
3	電木把手	10cm	
4	螺牙條	M8	
5	單向軸承	CSK 12PP	
6	鍍鉻圓軸	12mm	
7	黃銅桿	依設計尺寸	
8	時規皮帶輪及皮帶	5M20T, 5M40T, 5M45T	
9	工程塑膠	乙稀龍, 依設計尺寸	
10	鋁合金板	6061, 依設計尺寸	
11	鋁擠型條	20*20mm	
12	內六角沉頭螺絲	M5、M6、M8	
13	固定螺絲	M4、M5	

三、距離偵測及安全功能材料

項次	材料名稱	規 格	型 號
1	Arduino 控制器	Uno 及 Mega	Uno R3 及 Mega 2560
2	光編碼器	DC5V，兩相式	Honest HS301
3	行動電源	輸出 DC5.1V 1.5A	
4	心跳感測器	紅外線感測 非入侵式	Pulse Sensor
5	光敏電阻	5mm CDS 光電開關	HC-SR501
6	LED	5mm	白、藍、綠、橘、RGB
7	SD 卡模組	SDHC 讀寫器	SD Module by LC STUDIO
8	藍芽模組	藍芽 4.0 支援 BLE	HC-06
9	氣體感測器	甲烷 丁烷 一氧化碳偵測	MQ-2 及 MQ-9
10	蜂鳴器	自激含震盪源式 12V	AZ-4228S-W11
11	繼電器	5VDC	Sun Hold TDS-0502L
12	超音波感測器	2CM ~ 4M 測量角度 15°	HC-SR04
13	溫度濕度感測器	20-90% RH 0-50°C	DHT11
14	加速度感測器	三軸 ±3 g	ADXL335

四、使用軟體

- (一) Windows-Microsoft Visio 2002
- (二) Windows-Solidworks 2009
- (三) Windows-Fritzing 0.9.2b 32 位元
- (四) Linux-Arduino IDE 1.6.3~1.6.4
- (五) Mac OS-Pulse Sensor by World Famous Electronics
- (六) MIT App Inventor 2

肆、研究過程或方法

一、資料蒐集及分析：助步器是一種步行撐扶工具，供行動不便的老人、某些外傷、偏癱患者與殘疾人士自行助步或四肢體力鍛煉使用，一般病患的復健療程，嚴重者都在醫療院所實施，改善之後可以在居家附近實施，在衛生福利部社會家庭署的輔具資源網提供相關的復健輔具的介紹，以下簡單說明市售的輔具的發展流程。

(一) 手杖：提供手部支撐，杖底可以有四爪提升支撐能力，減低使用者重心不穩跌倒的機率。



圖 1 不鏽鋼四腳手杖

(二) 助行器：如圖 2 之四足助行器，使用時病患需以手的力量抬起助行器往前一步的距離，使用上太不方便，爾後的設計中在前兩足加裝滾輪，以前足活動，後足止動，但使用上都需握住上方的握把，造成手腕的負擔，要改良此一缺點，產生新的設計如圖 3 設計肘部支撐及直立握把，在實際操作上可以使用上臂和肘部作支撐可以大大的減輕手部負擔。



圖 2 四足助行器



圖3 具肘部支撐之助行器

(三) 全輪式助行車：如圖4(左)之全輪式助行車，具有可調高度，剪刀型收納方式，可以直接收在汽車後車廂。圖4(右)的設計全時座墊，走累了可以直接坐下休息，而且機構包覆患者身體，不容易傾倒，但坐墊的設計容易讓人不知不覺中行走的姿勢改變，影響復健成果。



圖4 全輪式助行車

(四) 戶外型散步推車：當身體恢復到一定程度，居家使用可以利用戶外型散步推車，通常具有剎車裝置。



圖5 散步推車

(五) 嚴重患者使用之輔具：若患者足部支撐力量太弱，通常有以下幾種解決方案

1. 治療師攙扶在平行桿(Parallel Bar)內練習行走如圖 6(左)之情形。



圖 6 平行桿訓練器

2. 懸吊式移位訓練機：如圖 7(左)為步行訓練夾克搭配天軌移位機，圖 7(右)為懸吊架結合助行車，用來幫助病人進行早期的站立、舉步和行走訓練。步行訓練夾克可以很容易的穿著於乘坐輪椅的病人，為了避免病人起立時摔倒的危險，同時可確保沒有額外的壓力在病人的胸部，使病人可舒適的進行康復訓練，並確保不會摔倒或失去平衡。



圖 7 懸吊式步行訓練機

3. 復健機器人：彰化基督教醫院與上銀科技公司合作發展復健機器人如圖 8(左)所示，能由電腦化、程式化提供良好的運動姿勢或姿勢矯正，同時機器人裝可以提供人體支撐，降低身體負荷，引進最先進、自動化「醫療機器人」投入復健醫療行列，希望提供最佳復健的服務品質。



圖 8 復健機器人

4. 綜上所述各種復健輔具，除了高價的機器人裝之外，大部分輔具都有再次提升安全性的空間，如限制助行車向後滑行、訓練的步距應由小而大。而高價的機器人裝雖然提供安全的保障即可以校正姿勢，但是過度的輔助卻會讓復健者失去訓練肌肉的效果，讓離開機器的時候依然無法正確的施力，所以在綜合比較了各種的設計後設定可調步距的機構為本作品設計的方向。
5. 機器人復健裝與可調步距助行車之設計比較表:

使用器具	機器人復健裝	可調步距助行車	
是否可以自主復健	在機器帶動下進行動作	可自由地移動	勝
是否受到場地的限制	是	否	勝
是否可以自行復健	否，需在專業技術人員陪同下使用	是	勝
對人體的支撐	極高	高	
姿勢的校正	可由機器帶動校正	需自行調整	
裝備價格	極高	便宜	勝
安全性	高(在無故障下)	高	
使用者嚴重程度	嚴重者	從助行到嚴重之復健者皆適用	勝

表 1 機器人復健裝與可調步距助行車之比較

二、機構之設計：本作品基本架構如圖 9 所示，由下列機構構裝而成。

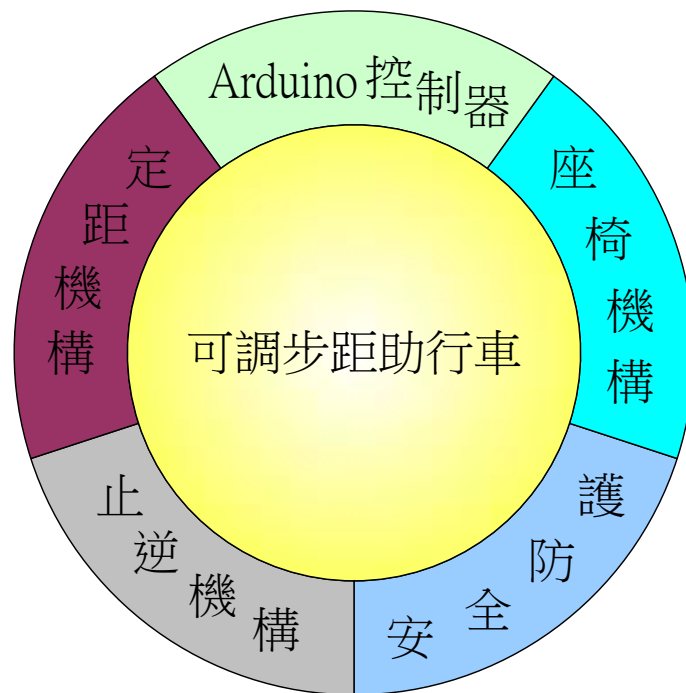


圖 9 基本架構

- (一) 鋁合金車架：車架上設計以前方開放式，可從病患後方往前迎接患者，具有以下特色：
1. 前固定門桿由下而上操作，避免打傷患者頭部。
 2. 裝上垂直握把易於操作行走。
 3. 輔助機構設計在車架外側，減少干涉患者行走。
- (二) 止逆機構：限制後輪軸不得向後轉動可以加裝單向軸承，如圖 10 為後輪支撐座結合市售的 10cm 膠輪，輪轂裝上單向軸承，箭頭方向表示自由，另一方向表示逆止，再以螺絲結合輪轂與支撐座，安裝軸承時需在轉軸上銑 4mm 鍵槽，再裝上 4mm 方鍵，就能限制轉軸的轉向。

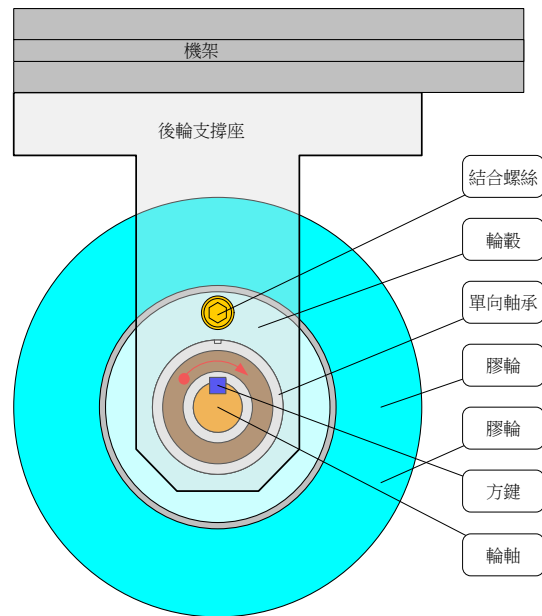


圖 10 後輪軸止逆設計

(三) 座椅機構：以四連桿葛氏機構中的雙搖桿機構，輸入角度 40° 為輸出角度為 90° 。

1. Visio 模擬：由圖面容易找出相關桿件的尺寸，再配合機身比例縮放，可得到合適的尺寸。

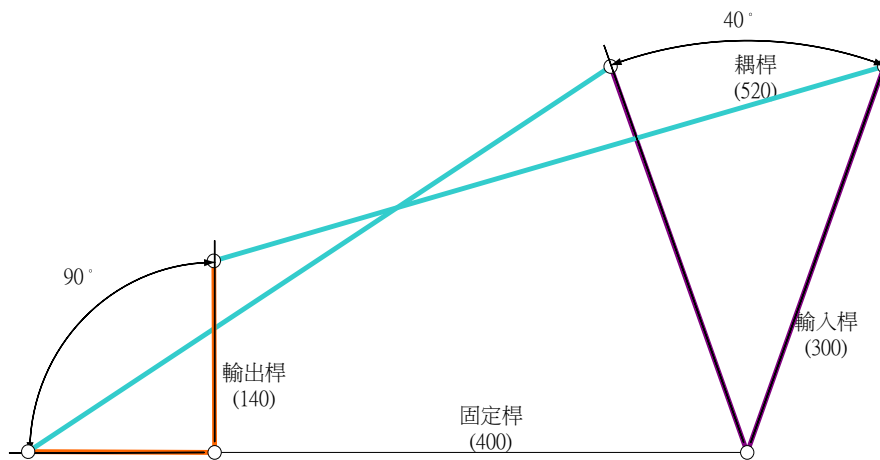


圖 11 桿件作動模擬

2. 連桿尺寸：依桿件尺寸分別為固定桿 400mm、輸入桿 300mm、耦桿 520mm 和輸出桿 140mm，可以得到 2.25 倍的角度放大率。
3. 設計圖樣：結合操作把手，如圖 12 為座椅收起之操作，把手順時針方向即可放下座椅。

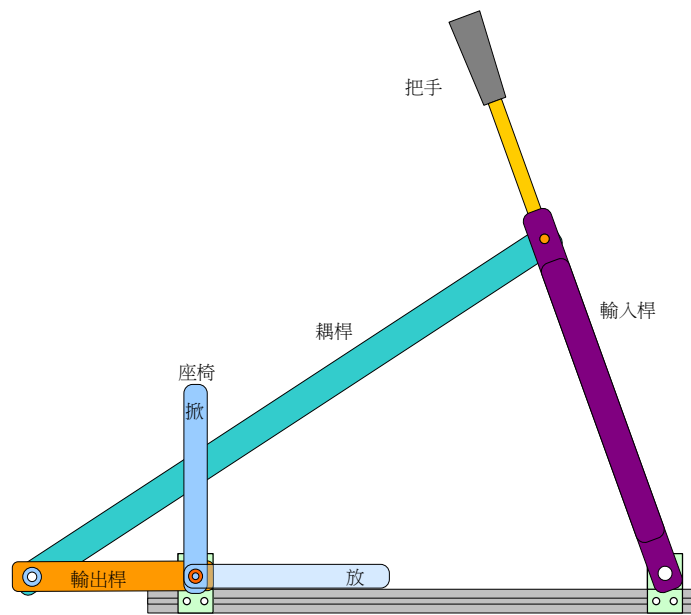


圖 12 座椅驅動機構設計圖樣

(四) 定距機構：定距機構包含把手操作行程限制器、雙搖桿四連桿組、時規皮帶放大機構(角度放大兩倍)及定距裝置。

1. 行程限制器：以螺紋驅動活動滑塊，由滑塊上的止動軸來限制操作行程，能由手輪調整不同行程大小，方能使定距裝置完成定距離的功能。

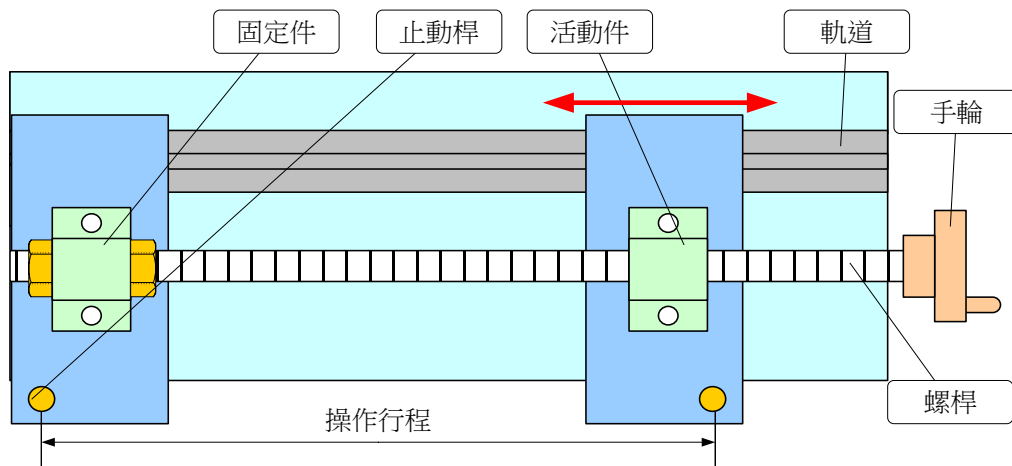


圖 13 操作行程限制器

2. 定距驅動連桿組：如圖 14 所示為雙搖桿組，輸入桿逆時針方向操作 40° ，輸出桿可以放大至 140° ，設計功能為逆時針操作為設定輸出軸的旋轉角度，所以加裝單向軸承，在順時針操作時僅桿件為原來姿勢，輸出軸不轉動。

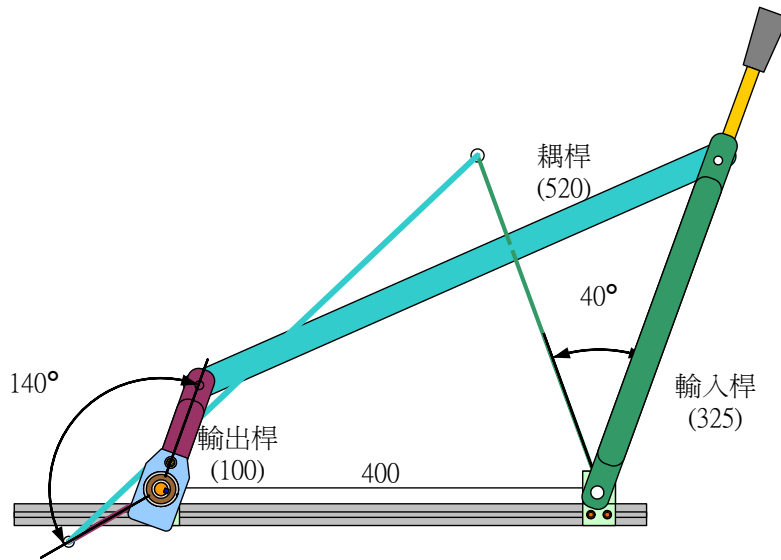


圖 14 定距驅動連桿組

3. 定距裝置：包含一固定在軸支撐座的定距母座，母座上裝止動螺絲，及受到定距連桿驅動的定距公座，在定距公座上裝上 4mm 方鍵，轉動行程由接輪軸的定距公座決定。

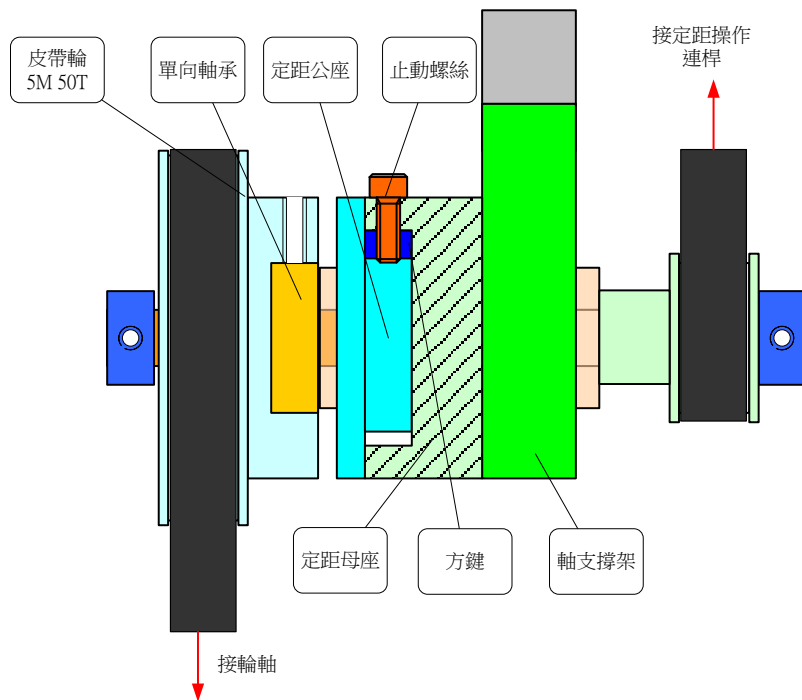


圖 15 定距裝置設計

4. 定距機構：圖 16 為定距裝置結構圖，圖 17 定距機構組裝圖

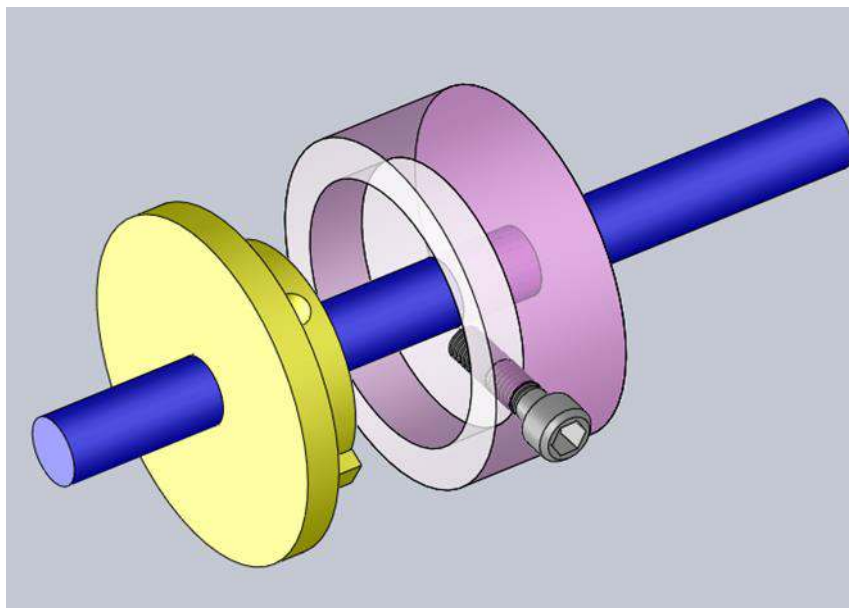


圖 16 定距裝置

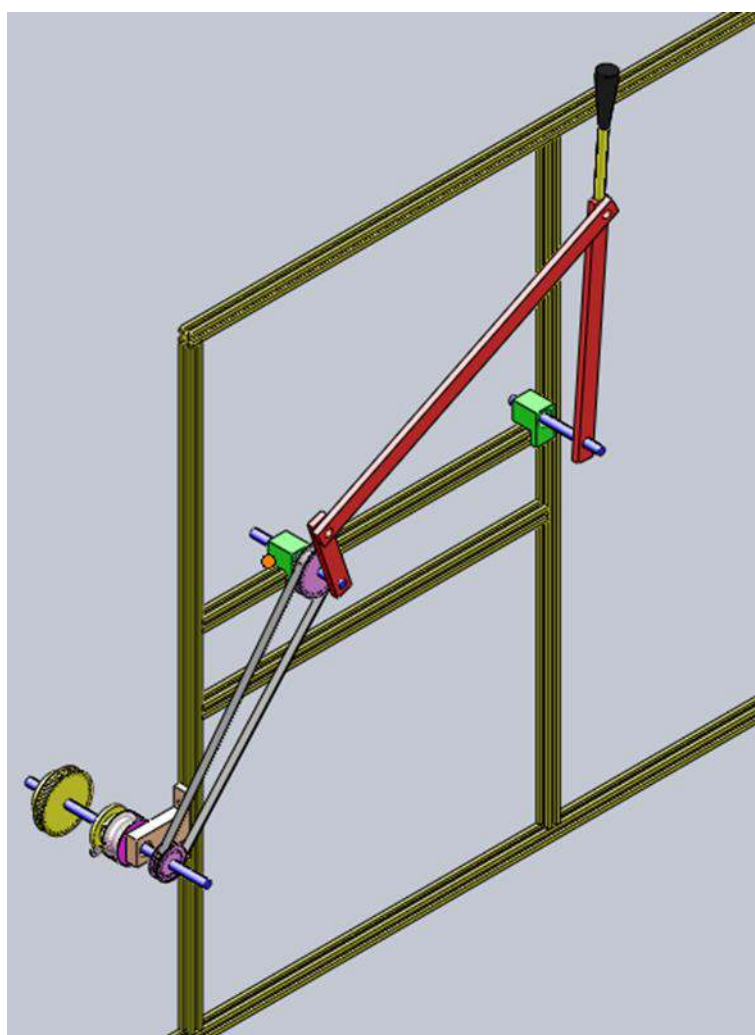


圖 17 定距機構

三、安全防護功能：以 Arduino 控制器結合相關感測模組，提升助行車的功能，功能如下：

- ◇ 復健距離記錄及顯示
- ◇ 心跳體徵顯示
- ◇ 車架傾倒警示
- ◇ 運動時 LED 警示
- ◇ 家中危險氣體偵測

(一) Arduino 控制器：Arduino 是一個開放軟硬體原始碼的單晶片微控制器，它讓使用者透過 Arduino IDE 用類 C 語言輕鬆的撰寫程式，程式在執行中也可以即時監控程式的執行狀況，是個有彈性又容易使用的平台。Arduino 有 Digital 和 Analog 兩種輸入輸出接口，也提供 5V 和 3.3V 的電源電壓，方便連接感測器及元件。

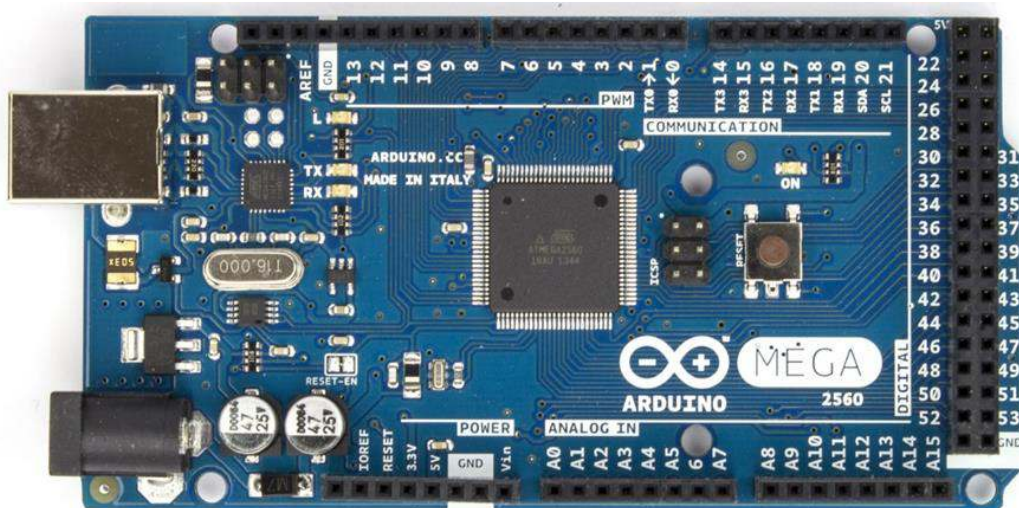


圖 18 Arduino Mega 2560

(二) 復健距離記錄及顯示：對復健者來說，復健過程每天都需要為自己設定一個目標，每天都有進步，透過手機可以查看今天所行走的距離，未來希望設計結合醫療系統，當助行車回到家中即能自動傳送步行資訊至醫院資料庫。記錄光編碼器訊號，當光編碼盤經過編碼器時，編碼器的輸出電流產生變化，透過 Arduino 進行計數，再依公式(1)轉換成行走的距離，如圖 19 為以光編碼器為核心的測距機構。

$$S = \frac{\pi D \cdot n}{P_R} \quad (1)$$

式(1)中， D 為輪徑， n 為訊號數， P_R 為光編碼器每轉所讀到的訊號數。



圖 19 由光編碼器組成之測距機構

(三) 心跳體微量測：偵測心跳的裝置，從原本的血壓計到近代的胸帶心跳偵測，到現在手錶到手機，方法日新月異且準度日漸增高，我們做的裝置也加入心跳偵測的功能，讓這台助步車可以結合醫療的需求，提供患者在運動後簡易的測量自己心跳頻率，作為適當休息的依據，圖 20 為我們採用的心跳感測模組，由 pulsesensor 提供，pulsesensor 也是開源硬體的一塊模組，可由使用者自行製作。圖 21 是在 Mac 電腦上的即時監測畫面，圖 22 為其監控介面。



圖 20 心跳感測模組

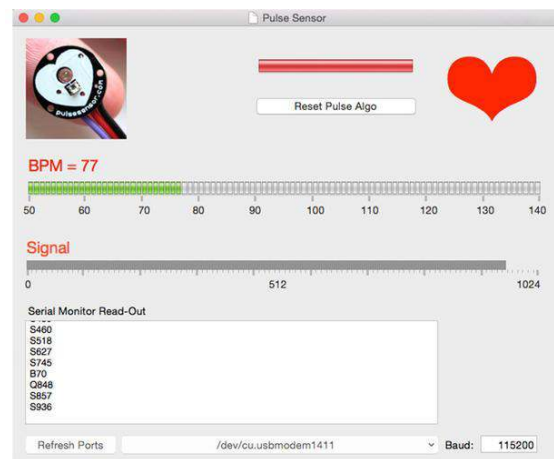


圖 21 在 Mac 電腦上的即時監測畫面

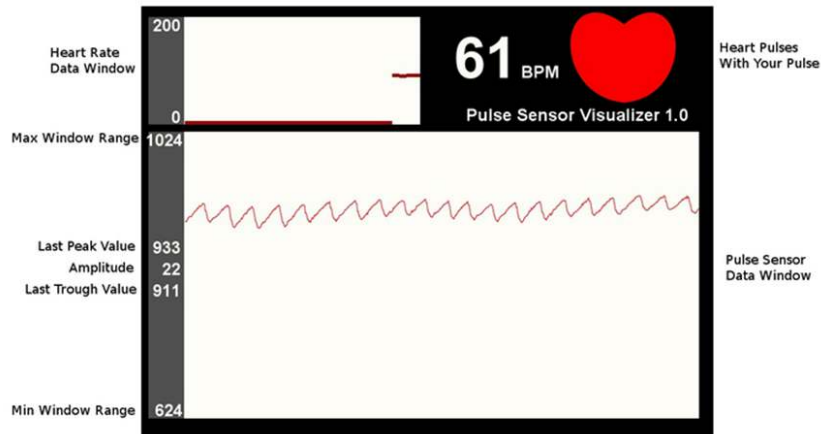


圖 22 心跳量測訊號示意圖

(四) 車架傾倒警示:使用三軸加速度感測器(Accelerometer)來偵測車架是否處於異常狀態, 加速度感測器讓我們透過類比接口讀取車架的 X、Y、Z 軸數值, 垂直放置時數值讀取約為 0, 當角度變化超過正負 30 度(讀數為 30~270)時, 即代表車身可能發生翻覆, 立即透過蜂鳴器發出巨大聲響及透過手機尋求協助。圖 23(左)為三軸加速度感測器及角度顯示器; 圖 23(右)為蜂鳴器。

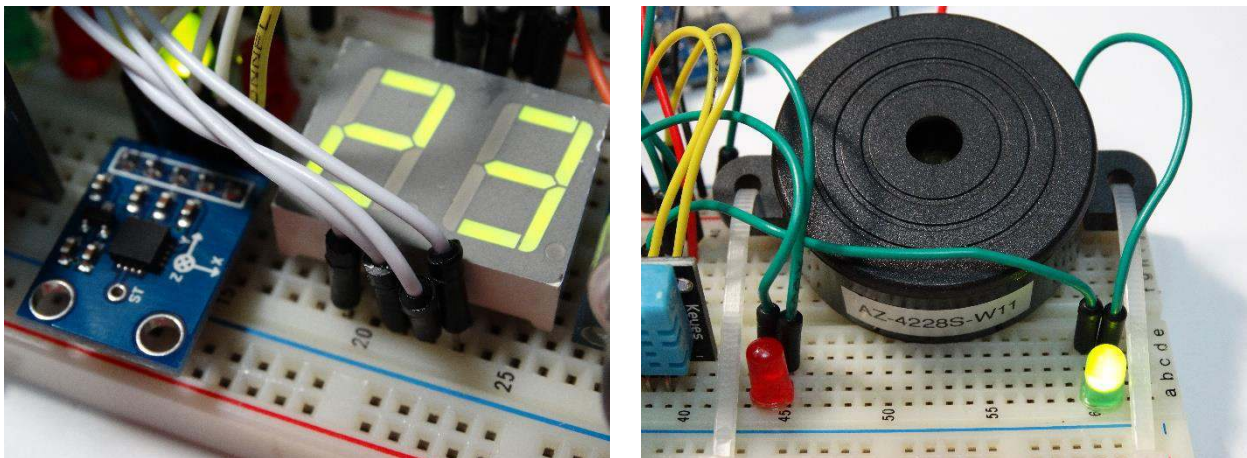


圖 23 加速度感測器及蜂鳴器

(五) 運動時 LED 警示:以光敏電阻自動判定是否開啟 LED 警示燈, 在天色昏暗時, 可以提升外出運動的安全。因為並聯大量的 LED 以達到有效的警示效果, 耗電量較大, 因此使用獨立電源配合繼電器來進行燈光的控制。另外側燈及後燈使用 RGB 三色 LED, 在不同的環境使用不同的顏色以達到正確的警示效果。

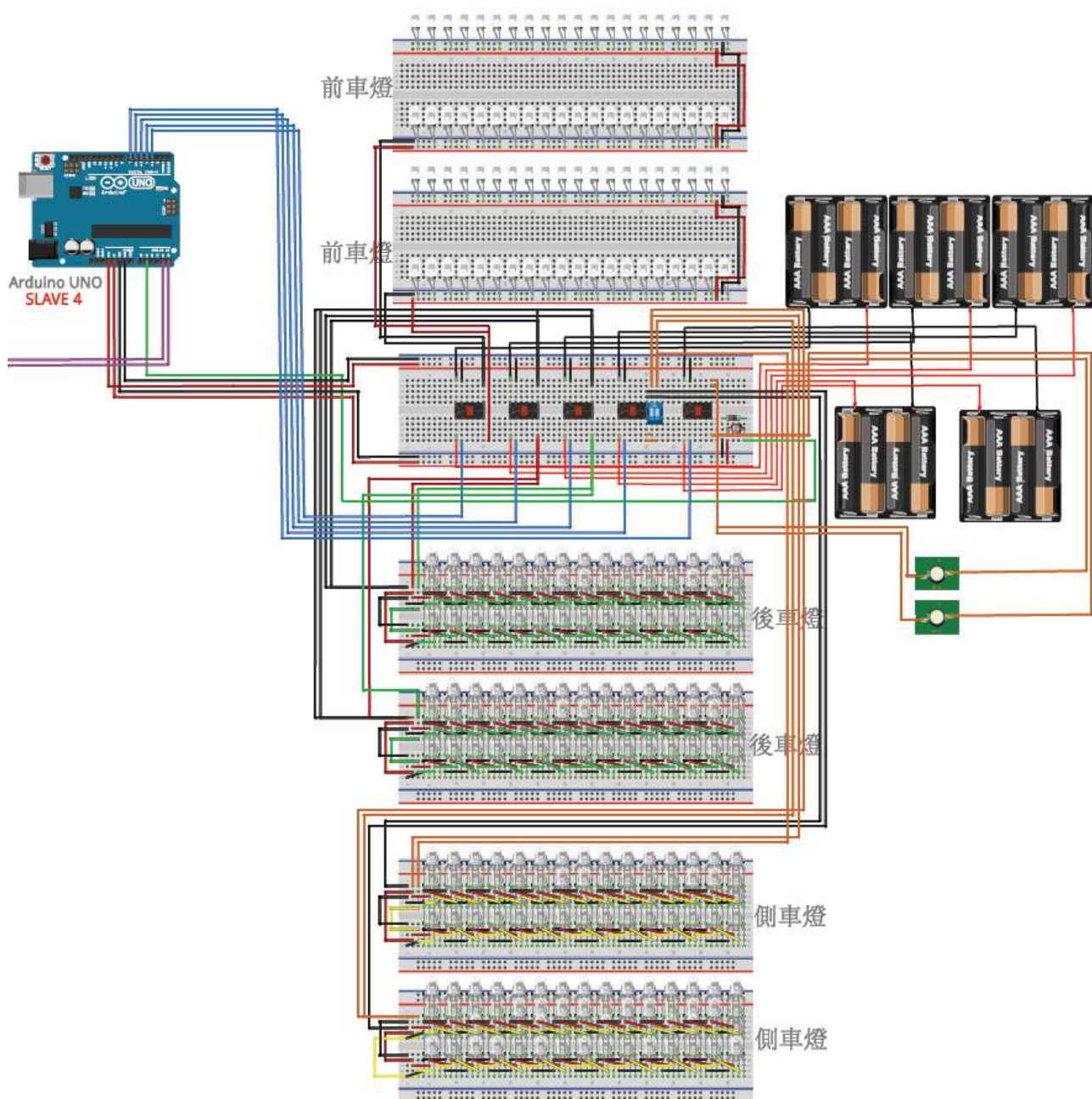


圖 24 車身 LED 燈設計

(六) Arduino 控制系統配置圖：以 Arduino Mega 2560 為中心(Master)的控制系統，而光編碼器、心跳感測器等使用獨立 Arduino UNO 再透過 I2C 協定(Slave)傳送回 Arduino Mega 進行計算及紀錄。

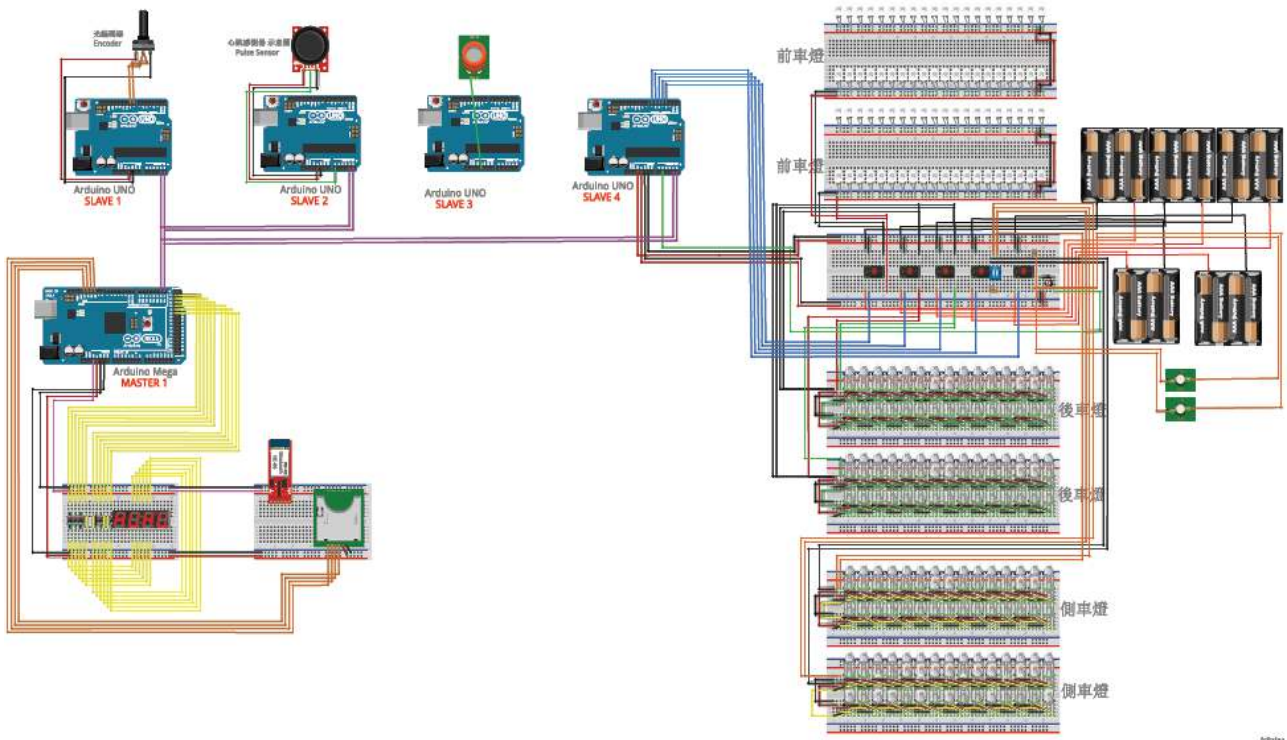


圖 25 Arduino 控制系統配置

(七) 與手機溝通之藍芽模組：圖 26 為我們採用的藍芽模組 HC-06，藍芽雖然傳輸速度較慢且距離較短，卻已經足夠傳輸我們需要的資料，同時在傳輸距離僅達約 10 公尺的情況下，具有保護隱私且降低干擾的優勢。這次設計 APP 使用的是 MIT 所開發的 App Inventor 2(簡稱 AI2)，AI2 是一個免下載免安裝又容易上手的 APP 設計器，也包含了應用藍芽的功能，所以就決定選用 AI2 來設計 APP，未來更希望能設計 iOS 平台的 APP。

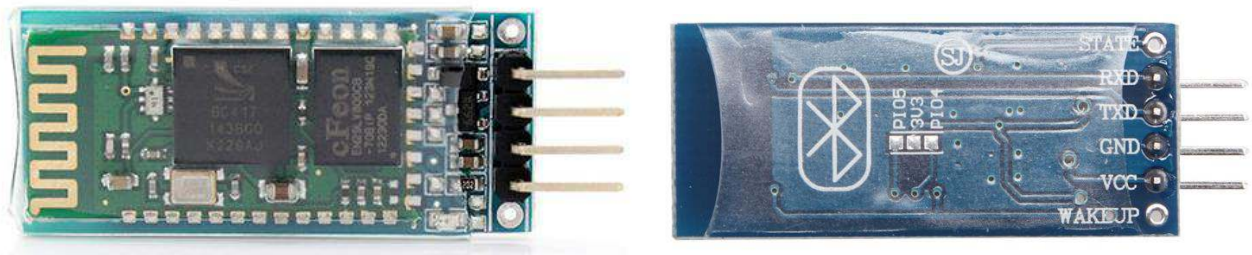


圖 26 藍芽模組

(八) Arduino 程式規劃流程：分成基本設定及重複執行功能迴圈，程式規劃流程如圖 27。

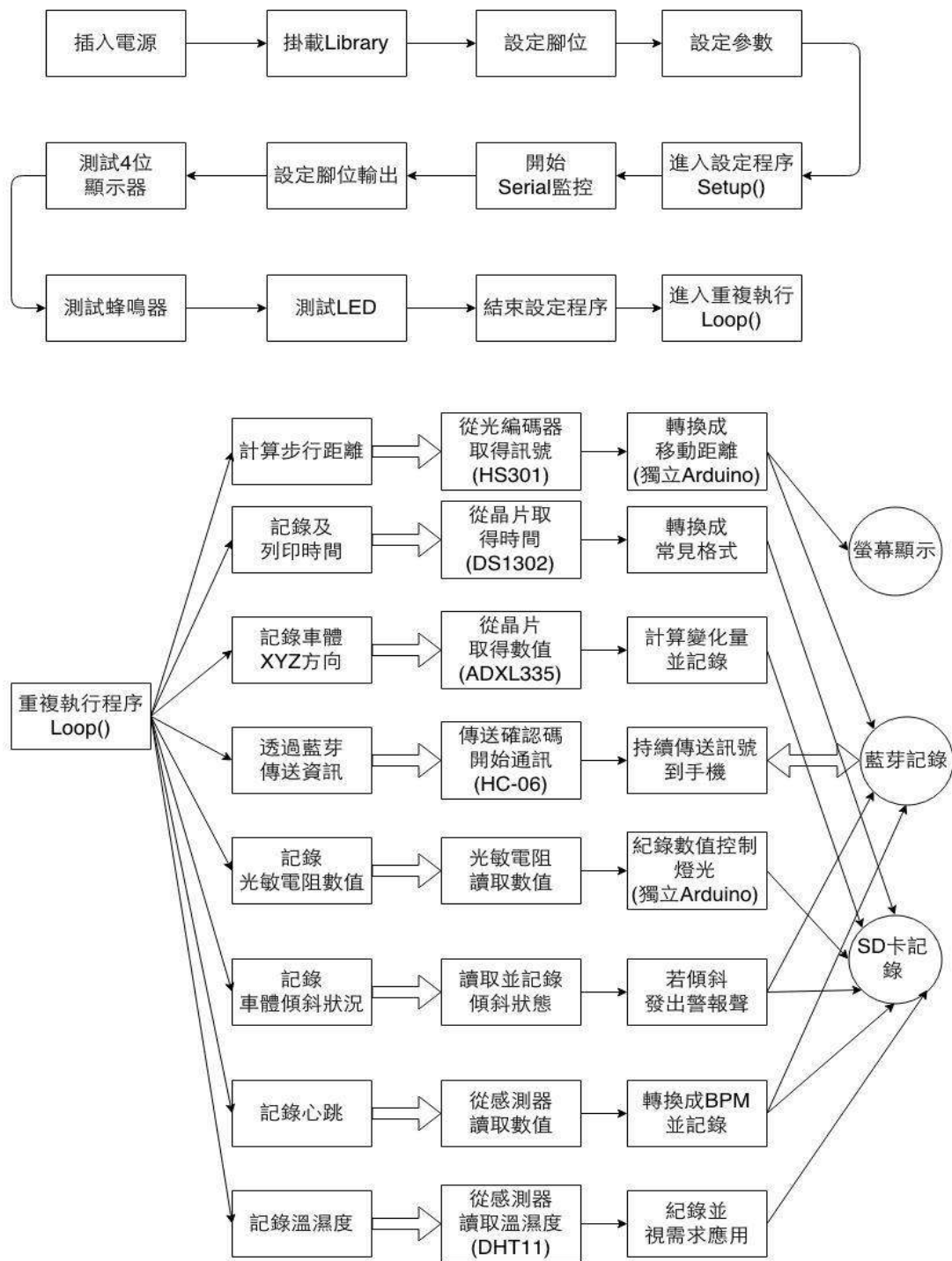


圖 27 Arduino 程式規劃流程

伍、 研究結果

一、機構成品圖

(一) 定距機構：圖 28 至圖 31 為定距機構的成品圖。



圖 28 操作把手行程調整機構

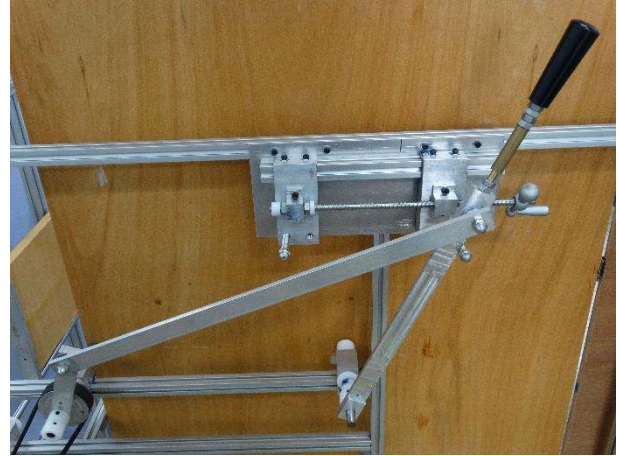


圖 29 定距操作初始位置



圖 30 定距操作做動位置

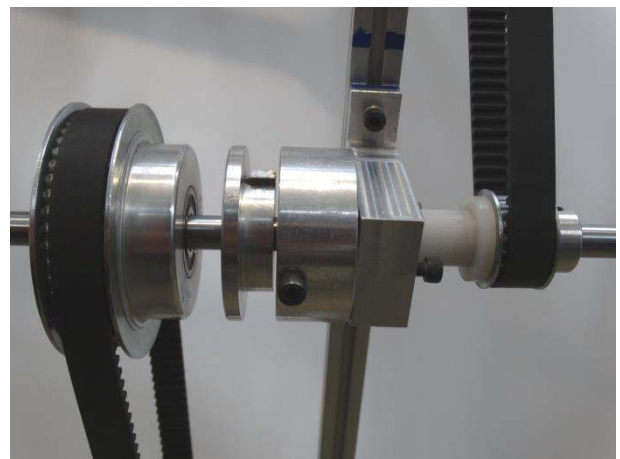


圖 31 定距裝置結合皮帶輪

(二) 座椅機構：以雙搖桿機構構成的座椅驅動機構成品圖，其操作情形如圖 32 所示。



圖 32 座椅連桿操作

(三) 距離偵測機構：以光編碼器為核心的測距機構，直接以正齒輪橋接在後輪軸，如圖 33。

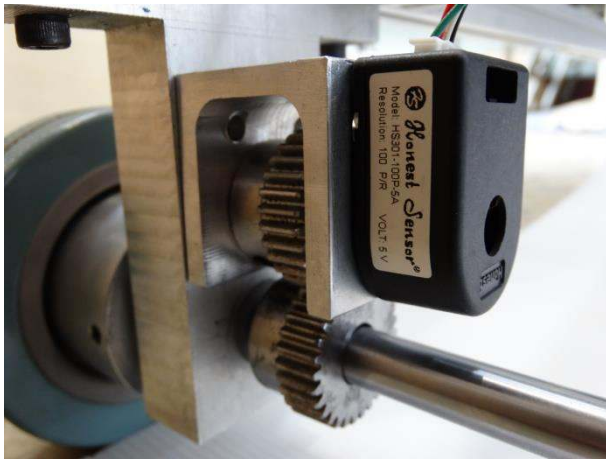


圖 33 距離偵測機構



圖 34 後輪止逆機構

(四) 後輪止逆機構：圖 34 為加工輪轂後裝上單向軸承，固鎖在後輪支撐座上。

(五) 開門桿：關閉方式由下而上，減少打到患者頭部的機率，如圖 35 所示。



圖 35 開門桿操作

(六) 機構總成組立圖：圖 36 為實際操作情形。

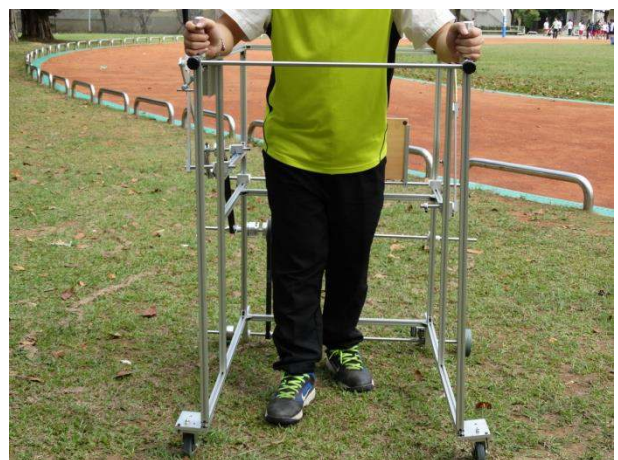


圖 36 機構總成

二、定距機構輸入角度及輸出距離的關係

(一) 定距機構放大分析: 如圖(37) 四連桿組在扳動時放大約 3.5 倍，再經由皮帶輪放大 2 倍到母件; 後輪傳動到公件時，會有 2 倍還原之功能。

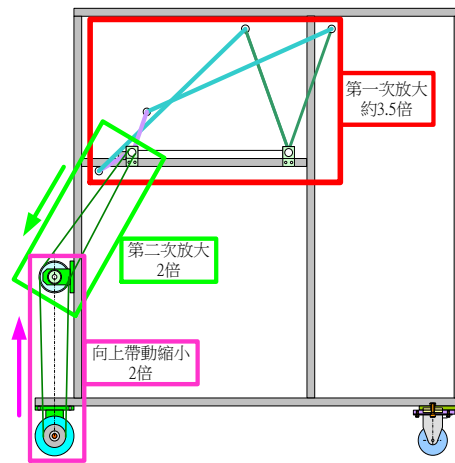


圖 37 定距機構縮放模擬

(二) 輸出距離與正常步行之比較: 圖 38 中，顯示輸入不同角度至助行車對應的輸出，與正常步距之比較

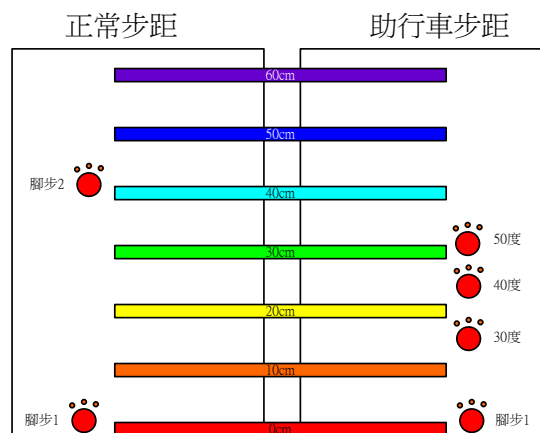


圖 38 正常步距與助行車步距之比較

(三) 輸入角度及輸出步距之換算: 如公式(2)令輸出距離為 X ，輪子直徑為 D (公分)， θ 為四連桿輸入之角度， πD 為輪圓周長， $\frac{\theta}{360}$ 為四連桿輸入後軸所轉的角度，3.5 四連桿放大倍率，2 為皮帶輪放大倍率。

$$X = \pi D \times \frac{\theta}{360} \times 3.5 \times 2 \quad (2)$$

1. 輸入 30 度: $X = \pi \times 10 \times \frac{30}{360} \times 3.5 \times 2 \quad X \cong 18.47$ ，如圖 39(左)

2. 輸入 40 度: $X = \pi \times 10 \times \frac{40}{360} \times 3.5 \times 2 \quad X \cong 24.42$, 如圖 39(中)

3. 輸入 50.5 度: $X = \pi \times 10 \times \frac{50.5}{360} \times 3.5 \times 2 \quad X \cong 30.83$, 如圖 39(右)

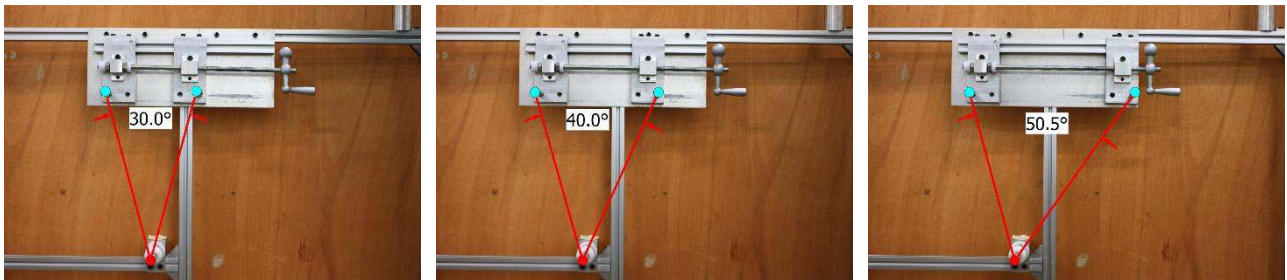


圖 39 行程限制器角度模擬

三、安全防護功能

(一) 復健距離記錄及顯示

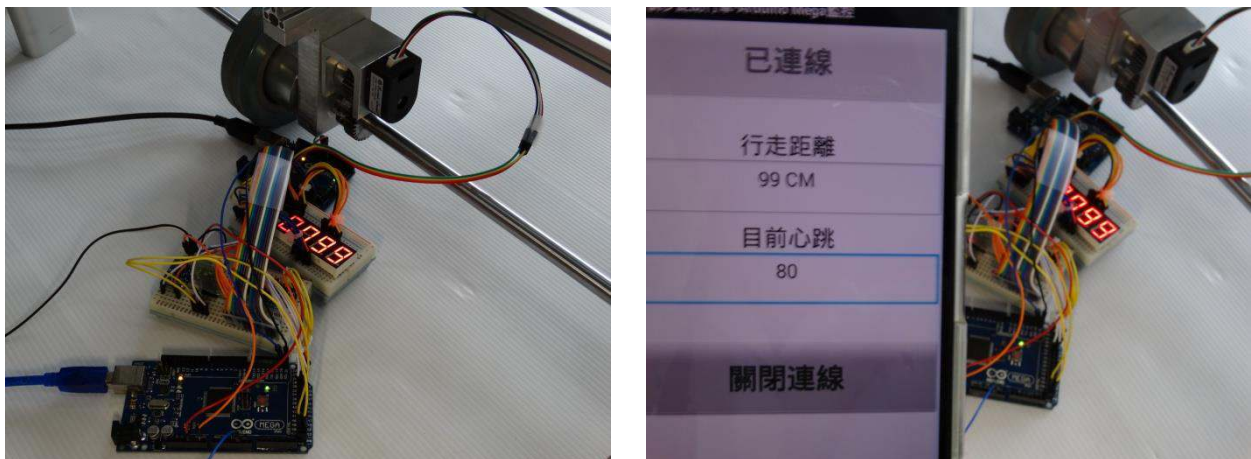


圖 40 復健距離顯示 (左)七段顯示器 (右)智慧型手機

(二) 心跳體徵顯示



圖 41 心跳體徵顯示 (左)七段顯示器 (右)智慧型手機

(三) 警示系統

1. 車架傾倒警示: 三軸加速度感測器在正立時數值約為 0，當偵測到傾斜角度超過 30 度時，即開啟起蜂鳴器發出巨大警示聲。圖 42(左) 三軸加速度感測器感測到角度為 33 度，開啟 圖 42(右) 之蜂鳴器。

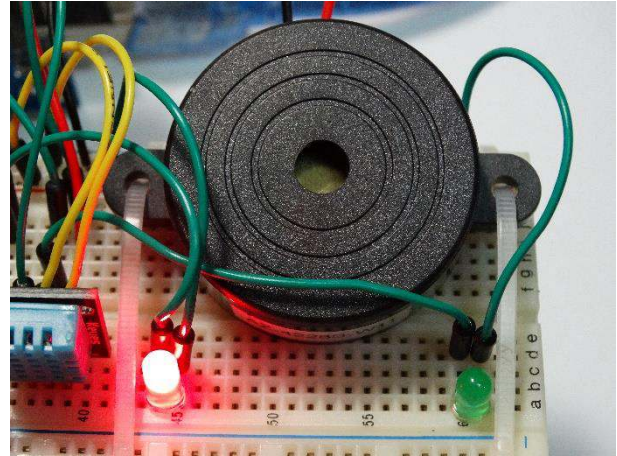
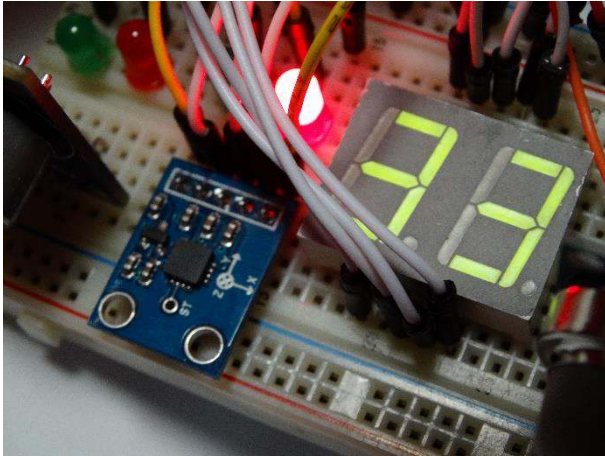


圖 42 車架傾倒感測 (左)加速度感測器 (右)蜂鳴器

- (二) 運動時前後 LED 警示： 在系統啟動時，即開啟側面及後方的車燈，避免不必意外的碰撞。 若天色昏暗，光敏電阻輸出訊號小於門檻值(150)，則前方頭燈及後方紅色 LED 燈開啟，以警示周遭的人，避免發生危險。圖 43(左)訊號平均值大於門檻值，開啟日行燈；圖 43(右)量測訊號平均值為 142，小於門檻值 150，故開啟警示燈。

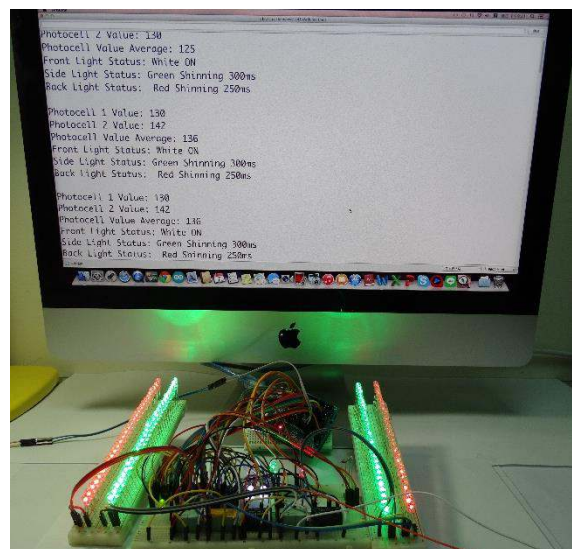
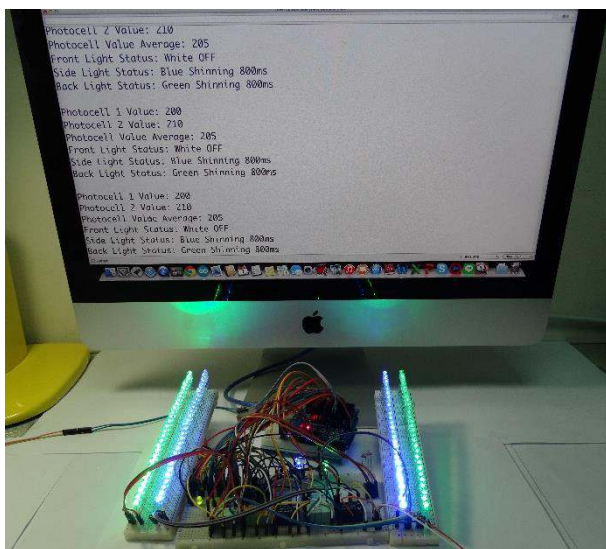


圖 43 LED 燈警示

(三) 氣體感測器: 現代的家中使用瓦斯或天然氣得爐具已經成為每間家的基本配備，但是隨著年紀增長記性衰退，可能會在一時忙碌之下忘記正在烹煮的食物，造成燒乾或等等的危險。因此當此車停在室內時，可同即兼具瓦斯、天然氣及一氧化碳偵測及警報之功能。圖 44(左) 為 MQ-2 氣體偵測氣，可偵測甲烷、丁烷、液化可燃氣體; 圖 44(右) 為 MQ-9 氣體偵測氣，可偵測一氧化碳。

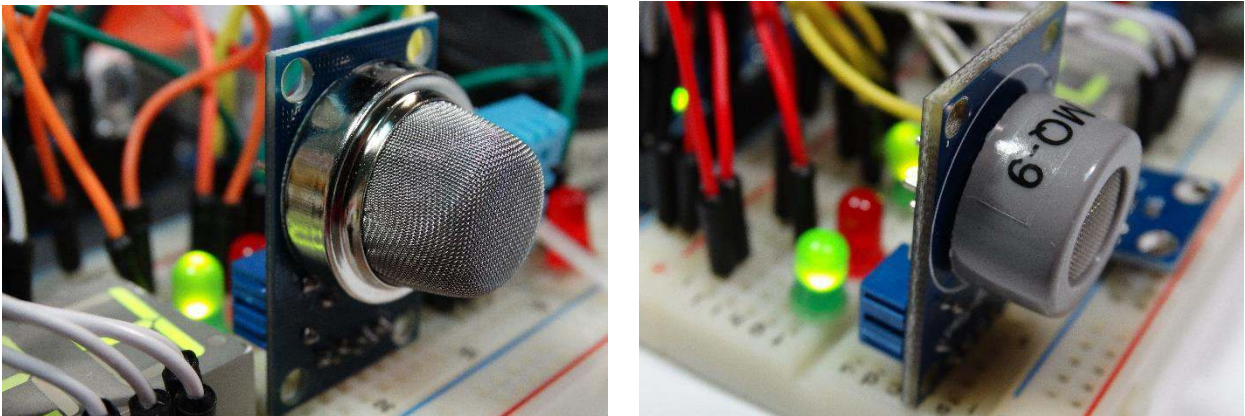


圖 44 氣體偵測器及指示燈

(四) 手機端的監控與顯示: 這個時代人手一支智慧型手機已經不再是新奇的事，但是如何善用一隻智慧型手機是一個很好的課題。我們設計在距離、心跳等等資訊記錄到之後，傳送到智慧型手機做紀錄，甚至可以隨時隨地傳送復健的距離、心跳、位置給醫師或家人，讓醫療單位及家人能確實的了解與追蹤使用者的身體狀況與位置。圖 45(左) 為使用者選擇畫面，不同的人可使用不同的功能。圖 45(中) 為使用者的監控畫面，使用者可以從這裡看到目前的步行距離及心跳等資料。圖 45(右)、圖 46(左) 是使用者 GPS 位置管理，可以看到出發位置資訊及經緯度，與目前位置資訊及經緯度，並可在地圖上顯示或傳送所有資訊給醫療單位或家人，可透過社交軟體傳送方式，如圖 46(中)。倘若使用者不幸在戶外發生昏倒等身體不適，醫護人員可透過手機 APP 得知使用者姓名、簡易的病史以及家屬聯絡資訊，以把握黃金的救援時間，如圖 46(右)。



圖 45 手機操控介面 1

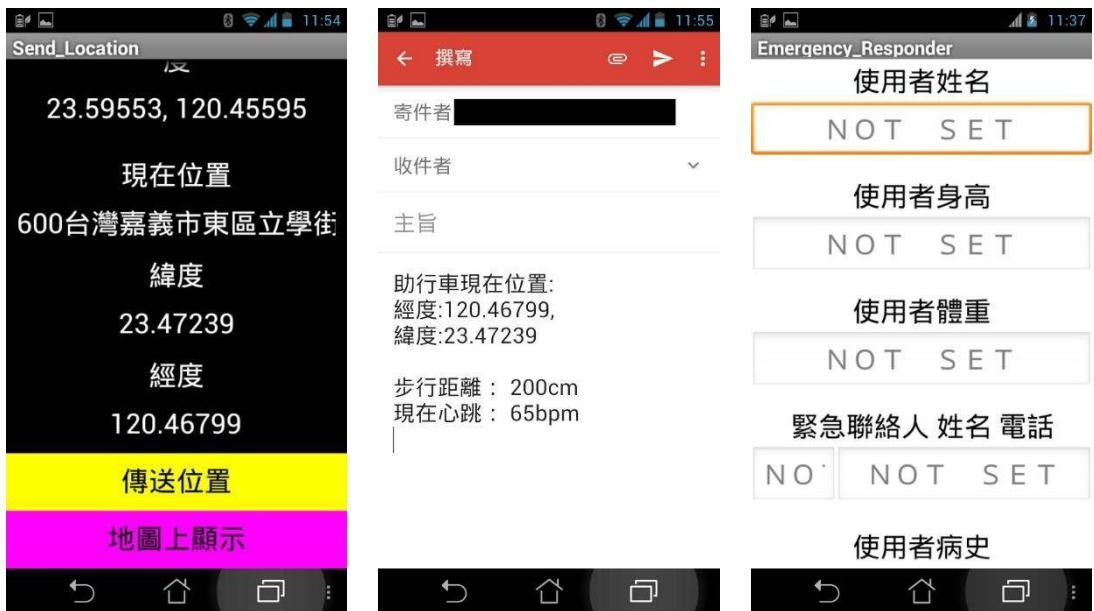


圖 46 手機操控介面 2

(五) 手機 APP 下載: 網址: <https://goo.gl/V9PK6D> (區分大小寫)

QR Code:



陸、討論

一、定距機構的雙搖桿機構有死點的問題，應該如何解決？

(一) 首先在設計時，避免機構操作中，有跨越死點的情形

(二) 輸入桿操作角度最大 40° 時，設計輸出角度 140° ，再以皮帶輪組放大至 280° 即可符合功能要求

(三) 操作桿必須設計止動，以防止四連桿組落入死點位置。

二、在機構設計及組裝的時候，如何才能恰當的運用單向軸承？

(一) 運用單向軸承逆止的功能，只要將其裝在軸的支撐座上，則軸就具有方向性，Free 方向為轉動方向；逆止方向為限制方向，在作品上運用於後輪的止逆效果。

(二) 定距機構的輸出桿因為要作單向的操作，使得定距裝置的公座往後旋轉一定角度，所以必須在桿件上裝設單向軸承，運用單向軸承的驅動功能，止逆方向為操作端；Free 方向為桿件復歸端，如此可以完成單向定距功能。

三、在撰寫各模組與 Arduino 進行通訊的程式時，讀取到異常的數值，如何解決？

(一) 各模組的製造商皆不相同，設計腳位及輸出訊號的方式也不盡相同，故各零組件購買後皆須到官方網站取得詳細的規格，以確認使用之腳位、電壓及輸出訊號之判讀。

(二) 通訊協定較特殊之模組(如藍芽模組、時鐘模組、I²C 等)皆須要掛載第三方函式庫 (Library) 方能正常運作，這些 Library 自官方及網友所提供或撰寫取得，再自行進行細部之修改以符合設計及需求。

(三) 購買之感測器常發生較大的誤差，所以在設計上增加許多改變，例如安裝方式及裝置兩個相同感測器取平均值等。

(四) 由於在 Arduino 上有車燈的設計，車燈耗電量較大會造成感測器無法得到正常的運作電壓，因此在電路上設計繼電器等方式解決之。

柒、結論

- 一、採用四連桿葛氏雙搖桿機構應用於座椅掀放的功能，在操作桿輸入 40°時座椅有 90°的掀放效果，且無需設計操作桿止動機構，讓患者需要休息時就能休息。
- 二、使用單向軸承止逆功能限制助行車向後滑動，降低意外的發生。
- 三、設計可調式定距機構，讓患者或復健師可以調整步行練習的步距，循序漸進，練習步伐可由小到大，可以有較佳的治療效果，也可以減輕復健師的負擔。
- 四、安全防護及服務功能完成以下功能
 - (一) 可以記錄患者步行練習的距離，提供患者和復健師覆核，藉以瞭解每日或每次的訓練量，可以顯示在隨身攜帶的智慧型手機上。
 - (二) 患者運動時可能造成心跳加速，考量身體狀況，提供即時的心跳體徵的測量，可以顯示在隨身攜帶的智慧型手機上。
 - (三) 本作品助行車可以提供室內或室外練習，若於室外練習時萬一車架傾倒，設計了警報聲響警示以提醒或請求他人協助。
 - (四) 考量因天色昏暗可能影響行車安全，在前方及後方製作自動偵測光亮，能自動開啟 LED 警示燈。
- 五、未來展望
 - (一) 本作品考量製作方便選用鋁合金擠製條，如果要提升車體剛性，可以採用鋼管架構。

捌、參考資料及其他

一、參考書籍:

- (一) 陳海清 (民 100)。機械力學。新北市：全華。
- (二) 葉倫祝 (民 100)。機件原理。新北市：全華。
- (三) 范盛祺、魏有騰、黃煌嘉、陳春明 (民 101)。機械電學實習。新北市：全華。
- (四) 蘇國嵐、羅仁權、蕭智煒、巫信輝 (民 99)。機器人原理與實務寶典。台北市：宏友。
- (五) 陳天青、廖信德、戴任詔 (民 92)。機電整合。台北縣：高立。

二、參考網站:

- (一) 輔具資訊：衛福部社會家庭署的輔具資源網
http://repat.sfaa.gov.tw/07product/pro_a_list.asp?mcate1=40&mcate2=217&offset=60
- (二) 步行訓練夾克 <http://www.humaneotec.com/>。
- (三) 軟體資訊：教育部校園自由軟體數位資源推廣服務中心 <http://ossacc.moe.edu.tw/>

三、安全控制部分參考資料

- (一) Arduino Mega 2560 外觀及 ATmega2560 處理器腳位：
<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>
- (二) 繪製電路圖軟體 Fritzing <http://fritzing.org/download/>
- (三) 流程圖繪製 <https://www.draw.io/>。
- (四) 光編碼器模組 HS301 型錄 http://cn.honestsensor.com/pdf/HS301_cn.pdf
- (五) 即時時鐘晶片 DS1302 型錄 <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1302.pdf>
- (六) 三軸加速度感測器 ADXL335 型錄
- (七) <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/adxl335.pdf>
- (八) 人機介面撰寫軟體：MIT App Inventor 2 <http://ai2.appinventor.mit.edu/>
- (九) 心跳偵測：<http://forum.arduino.cc/index.php?topic=209140.15>

四、引用圖片

(一) 四腳手杖: http://www.ptch.org.tw/adrc/Repository/635503684368125000_mhqoq.jpg

(二) 四足助行器 1: http://www.ptch.org.tw/adrc/Repository/635503686295468750_pakgh.JPG

(三) 四足助行器 2: <http://www.fuzhihui.com.cn/goods.php?id=216>

(四) 具肘部支撐之助行器:

<http://repat.sfaa.gov.tw/files/%E5%8A%A9%E8%A1%8C%E5%99%A8.jpg>

(五) 全輪式助行車 1: <http://www.hocom.com.tw/files/20120427104914.jpg>

(六) 全輪式助行車 2: http://img.ruten.com.tw/s2/3/16/82/21407229085314_870.jpg

(七) 散步推車 1:

http://ec1img.pchome.com.tw/pic/v1/data/item/201310/D/M/B/A/0/W/DMBA0W-A8025241000_525cfa10d4a63

(八) 散步推車 2:

<http://www.6565.com.tw/uploads/3d00ce9c9259c5bfa3219c9c1fb3845bd5281468.jpeg>

(九) 平行桿訓練器 1: <http://www.cyja.org.tw/upload/q56q8ekib0.JPG>

(十) 平行桿訓練器 2:

http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQHB9htvBaXRd1yGXpHZFFFp4huDv199gdtJos0ZUBouD7RYXdz_A

(十一) 懸吊式步行訓練機 1:

<http://medica4.com/wp-content/uploads/2014/12/sling-maa5000l-mobiliarioclinico-arjohuntleigh-medica4-210x210.jpg>

(十二) 懸吊式步行訓練機 2: <http://evercaremed.com/image/liko1.jpg>

(十三) 復健機器人 1: http://www.cch.org.tw/UploadFile/1019/DSC_0005.JPG

(十四) 復健機器人 2:

<http://www.twnpie.org/Uploads/image/78%E4%BA%BA%E5%9F%B95.jpg>

(十五) Arduino Mega 2560: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

(十六) 心跳感測器: <http://pulsesensor.com>

【評語】 040821

1. 此實驗之助行車設計頗為創新而且加入多種功能，設計精良。
2. 充分表現出團隊合作之精神，也才有如此多功能表現之助行車。
3. 建議其深入研究。