

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(一)

082812

防傾防危助老柺杖

學校名稱：新竹縣竹北市東興國民小學

作者： 小六 羅毅陽 小六 余亞律 小六 張棻晰 小六 陳星妍 小六 鄧品妘	指導老師： 戴宇君 李永欽
---	-----------------------------

關鍵詞：柺杖、防傾、Webduino

摘要

台灣進入超高齡社會，設計柺杖以達防傾防危助老。

研究顯示：(1)市售柺杖以單點拐為主，約占 82%。(2)柺杖底面積與傾角呈正相關，杖長與傾角呈負相關。(3)(抗力矩/施力矩)比值與傾角呈正相關。當比值 <0.6 時，形狀排列：圓形 $>$ 正六邊形 $>$ 正五邊形 $>$ 正方形 $>$ 正三角形。(4)超音波距地高度與可測距離呈負相關。若距地高 0-10cm，可精確量測距離為 2~200cm 及 400cm 間。(5)障礙物偏轉 17~63 度，測距與偏角呈正相關性，若角度 >63 度，超音波測距近乎失效。(6)體溫趨勢：頭 $>$ 身 $>$ 四肢。量測體溫修正：正確體溫=舌下溫=手掌測溫+2.31 度 C。(7)正確環境溫= 26.63+(感測溫-26.63)*1.33。(8)自動量測步數：柺杖步數正確率與振數常除數 N 值呈正相關。當 N=8 時，正確率約為 97%，可由柺杖步數反推人行走步數。

壹、研究動機

因為近年來全球人口老化嚴重，根據我國行政院預估，在 115 年我國的 65 歲以上老年人口將會達到 20.6%，此時台灣正式進入「超高齡社會」，我國的人口老化程度是非常嚴重。(註：65 歲以上人口占總人口比率達到 7%、14%及 20%，分別稱為高齡化社會、高齡社會及超高齡社會。)

根據非營利組織(Nonprofit Organization 簡稱 NPO)研究發現，銀髮族有十大困擾。其中生活及生命安全就占了一半，所以我們應該關注在銀髮族急需-日常行走的需求，思考能否設計出協助超高齡長者或行動不便者的協助器-「防傾防危助老柺杖」。

這柺杖能自我站立嗎？底面積大小要多少？什麼形狀的底面積最好？能設立自動量測距離及警告嗎？能自動量測長者的體溫及警告嗎？能自動量測環境溫度嗎？能自動量測行走步數嗎？為了解心中的疑問，於是與幾位同學在老師的指導下，作了以下有趣的研究。

貳、研究目的

- 一、研究柺杖底面積大小與傾斜角度的關係。
- 二、研究柺杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。
- 三、研究柺杖超音波自動量測距離的效果。
- 四、研究柺杖超音波自動量測偏角的效果。
- 五、研究柺杖自動量測體溫的效果。
- 六、研究柺杖自動量測環境溫度的效果。
- 七、研究柺杖自動量測行走步數的效果。
- 八、研究自製「防傾防危助老柺杖」的可行性應用。

研究架構，如圖 2.1 所示。

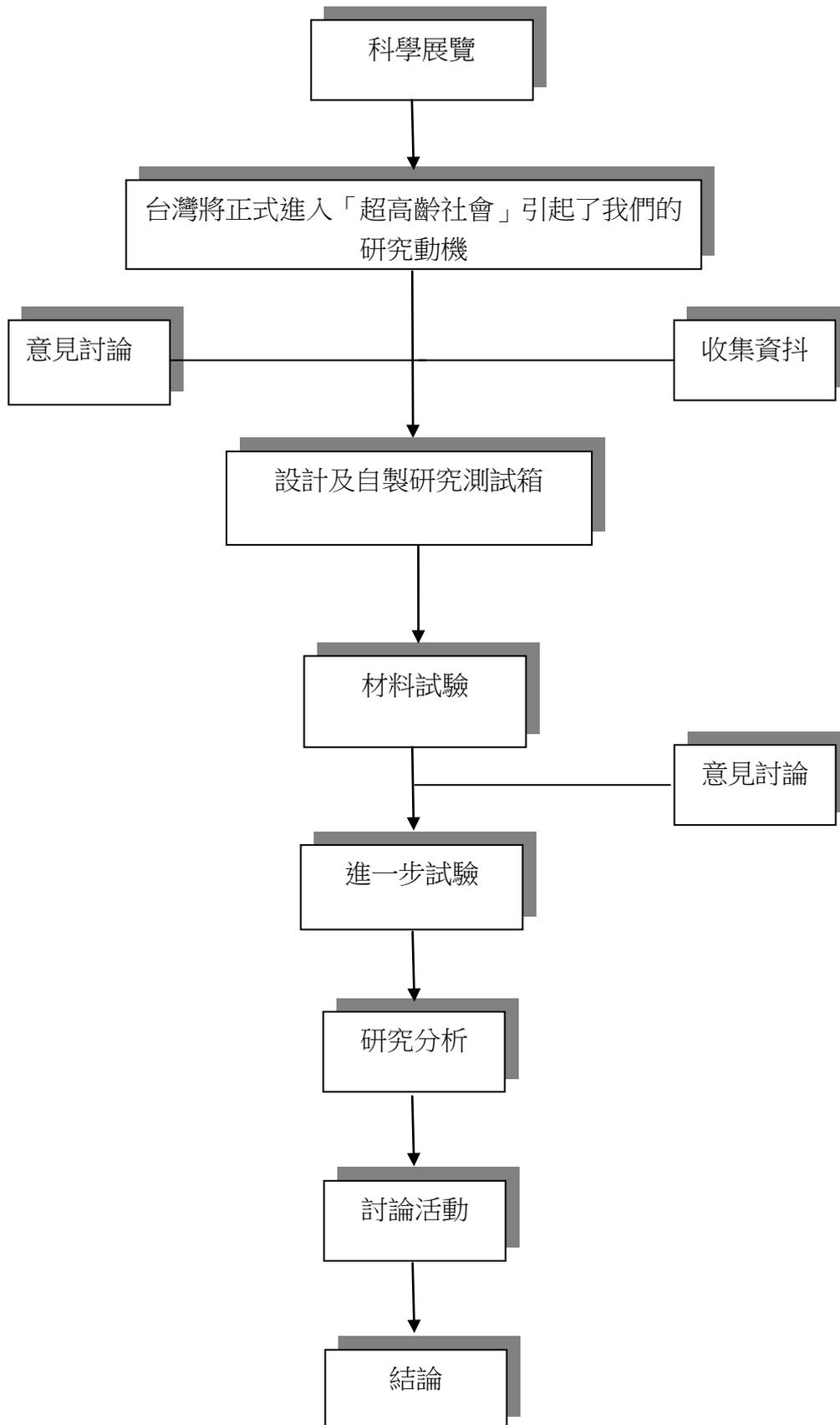


圖 2.1 研究流程架構

參、文獻探討

以「柺杖」為關鍵字，蒐尋較為相關的文獻僅二篇，而單以「柺杖」「防傾」為研究主軸幾乎沒有。經討論後確立研究方向，並與我們實際研究比較，得知我們**率先**利用 **Webduino** 以物聯網的概念達成自製「防傾防危助老柺杖」可行性應用。

表 3.1 近年柺杖相關作品

來源	中華民國第 56 屆中小學科學展覽會	中華民國第 48 屆中小學科學展覽會	本研究
主題	智慧柺杖	彩虹人生	防傾防危助老柺杖
研究目的	跌倒是老人死亡的高風險因子，適當的輔具使用（ 柺杖 、助行器甚至輪椅）與居家安全與無障礙空間（如防滑地板與走廊扶手）的規劃可以減少跌倒之風險。	為了照顧身心障礙者與老人在交通上的安全，我們在 柺杖 上貼用 LED ，讓 LED 自動閃爍，這樣可以讓開車的人及機車騎士提早發現前方行人，讓身心障礙者及老人在行走時更加安全。	思考能否設計出協助超高齡長者或行動不便者的協助器-「 防傾防危助老柺杖 」
研究方法	利用 微控制器 來製作 超音波感測 ， 光敏照明 ， 心跳監測 以及 GPS 定位系統 ，把這些輔助的功能合併在智慧柺杖上。	起初設計要用 IC「NE555」 來帶動 LED 的震盪，外加半調式可變電阻「 SVR 」可以調整速度與亮度；七彩 LED 可以節省許多空間，所以我們得到共識，以七彩 LED 並聯後面的 LED 帶動震盪，取代了原先要以 IC「NE555」 帶動震盪的位置。	研究 柺杖底面積 大小、柺杖底面的 形狀與傾斜角度 的關係。利用 Webduino 模組來探討柺杖 超音波自動量測距離 的效果。柺杖 超音波自動量測偏角 的效果。柺杖 自動量測體溫 的效果。研究柺杖 自動量測環境溫度 的效果。柺杖 自動量測行走步數 的效果。 自製「防傾防危助老柺杖」 的可行性應用。

名詞解釋

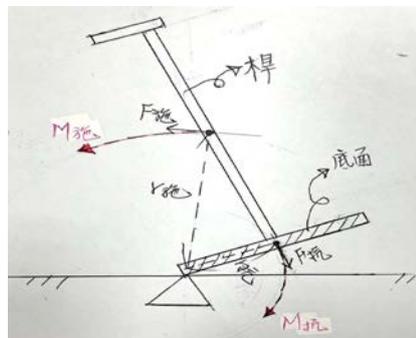
一、柺杖：【七】

是由腿轉移體重到上身的行動輔具。人們因為短期受傷至長期殘障而未能用他們雙腿去支撐其身體，因此使用拐杖代步。拐杖是一種可以單手獨立操作的行走輔具。拐杖主要可以分為下面幾個種類：(1)手杖：單點拐、三腳拐、四腳。(2)拐前臂拐。(3)腋下拐。



二、力矩：【八】

在物理學裏，作用力促使物體繞著轉動軸或支點轉動的趨向，稱為力矩（英語：torque 或 moment），也就是扭轉的力。力矩與三個物理量有關：施加的作用力 F 、從轉軸到施力點的位移向量 r 、兩個向量之間的夾角 θ 。力矩 M 以向量方程式表示為 $M=r \times F$ 。



三、Webduino：【九】

Webduino 顧名思義，就是 Web + Arduino 的合稱，早在 2012 年就已經有這個名詞出現，直到 2015 年，使用 Webduino 技術的開發板，終於可以純粹使用 Web 的技術來控制，除了可以讓原本的 Arduino 上網，更可以「雲端更新韌體程式」，「用各種程式語言開發」以及「使用 Wi-Fi 控制」，不再只需要 C/C++ 才能進行開發，更因為網頁技術原本就是可以跨平台、跨裝置，所以才能讓「物聯網」這三個字發揮出真正的價值與意義。

四、超音波原理：【十】

超音波感測器是由超音波的發射器(T)、接收器(R)和控制電路所組成，經由計算發射後到接收的時間差來換算出與障礙物的距離。因此超音波感測器也是一個很容易且方便使用的距離感測器，所以我們可藉由超音波偵測距離而達到避障的功能。



伍、研究過程與方法

一、 調查市售柺杖型式：

小組成員分別到學校附近的商店，進行柺杖型式調查，情形如下所示。



圖 5.1 商店內的展示柺杖

二、 設計研究專用斜板(測柺杖傾倒角度)及行動載臺：

(一)設計：

為了測量柺杖自動站立的傾倒角度，我們與老師共同設計了一個長 35cm、寬 35cm 活動角度板的研究專用斜板，以方便試驗的進行。

也為了能讓柺杖有智能感測能力，我們也設計了智能感測的測試平台，以方便試驗的進行。

實際的設計圖，如圖 5.2、5.3 所示。

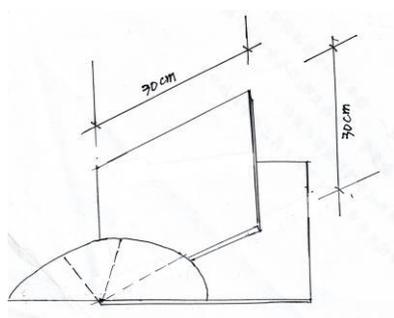


圖 5.2 預定完成的研究專用斜板設計圖

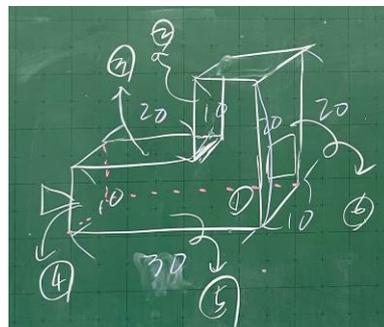


圖 5.3 預定完成的DIY 智能感測測試平台設計圖

(二)組裝：

材料由老師購買，裁切及組裝由我們來幫忙，老師一步步的指導我們應該注意及小心的地方，最後終於完成了研究專用斜板及智能感測測試平台的製作。

組裝的情況及完成情形，如圖 5.4、5.5、5.6、5.7 所示。



圖 5.4 測板放樣情形



圖 5.5 測板裁切情形

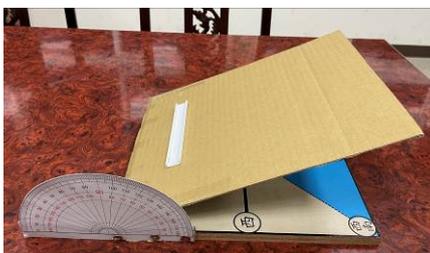


圖 5.6 DIY 研究專用斜板設置完成

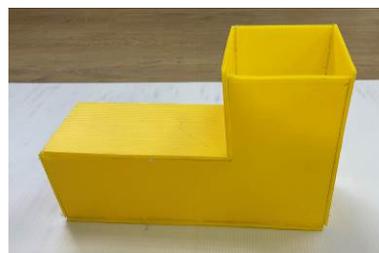


圖 5.7 DIY 智能感測測試平台設置完成

三、正式試驗：

【實驗一】研究柺杖底面積大小與傾斜角度的關係。

- (1) 取模擬可自行站立的柺杖底板(正方形邊長 5、10、20cm)的塑膠瓦楞板，及模擬柺杖桿長的塑膠桿(短桿-長 6cm、重 4.95g；中桿-長 27.5cm、重 13.85g；長桿-長 45cm、重 22.31g)。
- (2) 將柺杖底板及柺杖桿長組合，並放置於研究專用斜板上測試，增加傾斜角度，當柺杖傾倒立刻記錄最大的傾斜角度。
- (3) 分別比較柺杖底面積大小與傾斜角度的關係。

【實驗二】研究柺杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。

- (1) 取模擬可自行站立的柺杖底板同面積 100cm² 不同形狀(正三角形、正方形、五邊形、六邊形)的塑膠瓦楞板，及模擬柺杖桿長的塑膠桿(短桿-長 6cm、重 4.95g；中桿-長 27.5cm、重 13.85g；長桿-長 45cm、重 22.31g)。
- (2) 將柺杖底板及柺杖桿長組合，並放置於研究專用斜板上測試，增加傾斜角度，當柺杖傾倒立刻記錄最大的傾斜角度。
- (3) 分別比較柺杖底面同面積不同形狀與傾斜角度的關係。

【實驗三】研究柺杖超音波自動量測距離的效果。

- (1) 完成設定 Webduino 模組及超音波測距感測器的線路，在直立牆面上(距地面 0、10、20、30、40cm)架設超音波測距感測器。
- (2) 取 L 型書架(模擬障礙物)面對超音波測距感測器，分別在直線由近到遠

(0、5、10、20、30、40、50~500cm)來阻擋超音波路徑，讀取 Webduino 模組線上回傳量測距離，並記錄。

(3) 分別比較超音波量測距離與實際距離的關係

【實驗四】 研究柺杖超音波自動量測偏角的效果。

- (1) 完成設定 Webduino 模組及超音波測距感測器的線路，在直立牆面上(距地面 10cm)架設超音波測距感測器。
- (2) 取 L 型書架(模擬障礙物)面對超音波測距感測器，分別在直線 (30、50、100、200cm)增加面對超音波測距感測器的偏角(0~90 度)，讀取 Webduino 模組線上回傳量測距離，並記錄。
- (3) 分別比較障礙物偏角與實際距離的關係。

【實驗五】 研究柺杖自動量測體溫的效果。

- (1) 分別利用精密體溫計、額溫計、耳溫計量測學生不同部位(舌下、耳內、額頭、心外、手肘、手掌、腳肘、腳掌)的溫度。
- (2) 在 **DIY 智能感測測試平台**上，完成設定 Webduino 模組及傳感溫溼度計的設立。
- (3) 量測人員手握傳感溫溼度計，讀取 Webduino 模組線上回傳體溫值，並記錄。
- (4) 分別比較不同部位的實測溫度與實際 Webduino 傳感溫溼度計的溫度。

【實驗六】 研究柺杖自動量測環境溫度的效果。

- (1) 在 **DIY 智能感測測試平台**上，完成設定 Webduino 模組及傳感溫溼度計的設立。
- (2) 量測人員讀取室內溫度及 Webduino 模組線上回傳室溫值，並記錄。
- (3) 分別比較環境實測溫度與 Webduino 傳感測溫度的關係。

【實驗七】 研究柺杖自動量測行走步數的效果。

- (1) 在 **DIY 智能感測測試平台**上，完成設定 Webduino 模組及傳感振動開關的設立。
- (2) 量測人員利用 **DIY 智能感測測試平台**模擬行走姿態，並設定 Webduino 程式中的「振動常除數 N」(1、2、3、4、5、6、7、8、9、10)，重複進行模擬行走，讀取 Webduino 模組線上回傳的振動開關次數，並記錄。
- (3) 利用**【實驗一】**、**【實驗二】**的結果，設計並製作出符合傾斜角度 ≥ 30 度的防傾**第一代防危助老柺杖**。
- (4) 測試不同行人，每人固定行走 10 步，並記錄同時所使用的柺杖步數及其身高。
- (5) 分別比較「振動常除數 N」、身高與柺杖步數、柺杖步數與行走步數的關係。

【實驗八】 研究自製「防傾防危助老柺杖」的可行性應用。

- (1) 利用**【實驗一】**、**【實驗二】**的結果，設計並製作出符合傾斜角度 ≥ 45 度的防傾**第二代防傾防危助老柺杖**。
- (2) 將**【實驗三】**、**【實驗五】**、**【實驗六】**、**【實驗七】**的研究結果，裝設至**第二代防傾防危助老柺杖**上。
- (3) 測試**第二代防傾防危助老柺杖**的「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」的效果。

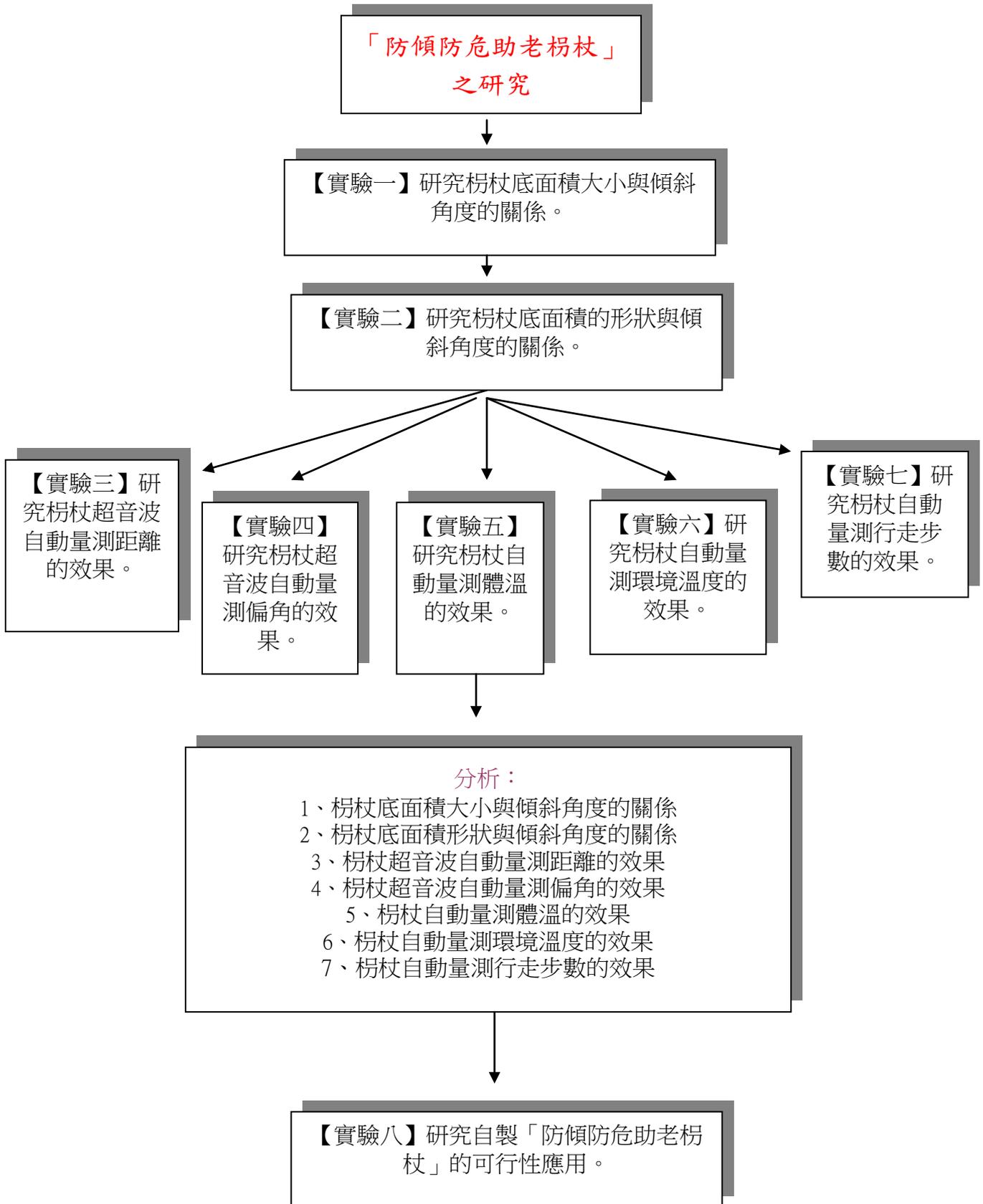


圖 5.8 研究流程



圖 5.9 模擬柺杖底面形狀底板切割情形

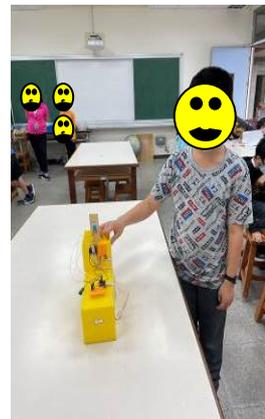
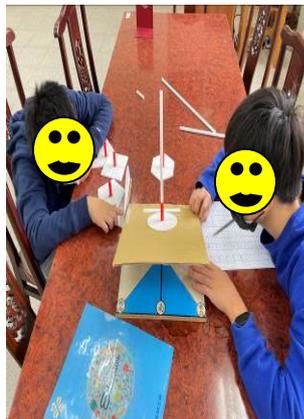


圖 5.10 模擬柺杖傾斜及感測器量測情形



圖 5.11 Webduino、光敏電阻硬體架設及程式編寫



圖 5.12 防傾「防危助老柺杖」握把裁切情形



圖 5.13 防傾「防危助老柺杖」感測器安裝情形

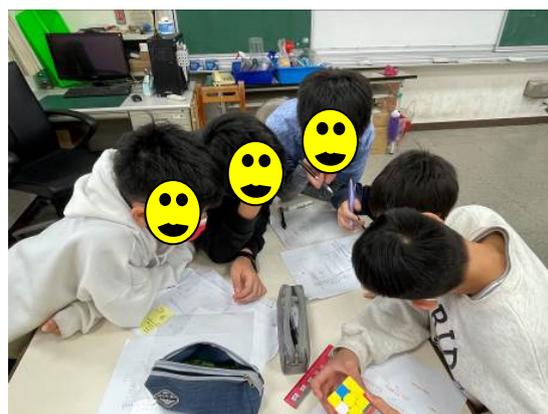


圖 5.14 小組討論情形

陸、研究結果

【實驗一】研究柺杖底面積大小與傾斜角度的關係。

底面形狀												
面積(cm ²)	形狀	A中心長(cm)	B面重(g)	抗力矩(cm*g)	C桿長(cm)	D桿重(g)	施力矩(cm*g)	抗力矩/施力矩	柺杖最大傾角(度)			
				M _抗 =A*B			M _施 =C/2*D	M _抗 /M _施	1次	2次	3次	平均
25	正方形	2.5	1.88	4.7	0	0	0.000	—	90	92	91	91.0
25	正方形	2.5	1.88	4.7	6	4.95	14.850	0.316	46	45	46	45.7
25	正方形	2.5	1.88	4.7	27.5	13.85	190.438	0.025	10.5	11	12	11.2
25	正方形	2.5	1.88	4.7	45	22.31	501.975	0.009	6	6	6	6.0
100	正方形	5	4.66	23.3	0	0	0.000	—	92	90	92	91.3
100	正方形	5	4.66	23.3	6	4.95	14.850	1.569	72	73	72	72.3
100	正方形	5	4.66	23.3	27.5	13.85	190.438	0.122	27	29	27	27.7
100	正方形	5	4.66	23.3	45	22.31	501.975	0.046	14	14	14.5	14.2
400	正方形	10	5.2	52	0	0	0.000	—	92	91	92	91.7
400	正方形	10	5.2	52	6	4.95	14.850	3.502	90	89	89	89.3
400	正方形	10	5.2	52	27.5	13.85	190.438	0.273	59	59	59	59.0
400	正方形	10	5.2	52	45	22.31	501.975	0.104	34	34	34	34.0

【實驗二】研究柺杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。

底面形狀												
面積(cm ²)	形狀	A中心長(cm)	B面重(g)	抗力矩(cm*g)	C桿長(cm)	D桿重(g)	施力矩(cm*g)	抗力矩/施力矩	柺杖最大傾角(度)			
				M _抗 =A*B			M _施 =C/2*D	M _抗 /M _施	1次	2次	3次	平均
100	正三角形	4.39	4.76	20.90	0	0.00	0.00	—	92	91	91	91.3
100	正方形	5.00	4.66	23.30	0	0.00	0.00	—	92	90	92	91.3
100	正五邊形	5.24	4.71	24.68	0	0.00	0.00	—	94	90	94	92.7
100	正六邊形	5.30	4.89	25.92	0	0.00	0.00	—	92	91	89	90.7
100	圓形	5.60	4.75	26.60	0	0.00	0.00	—	90	90	93	91.0
100	正三角形	4.39	4.76	20.90	6	4.95	14.85	1.41	72	71	70	71.0
100	正方形	5.00	4.66	23.30	6	4.95	14.85	1.57	72	73	72	72.3
100	正五邊形	5.24	4.71	24.68	6	4.95	14.85	1.66	73	73	73	73.0
100	正六邊形	5.30	4.89	25.92	6	4.95	14.85	1.75	73	72	74	73.0
100	圓形	5.60	4.75	26.60	6	4.95	14.85	1.79	73	74	74	73.7
100	正三角形	4.39	4.76	20.90	27.5	13.85	190.44	0.11	24	23	24	23.7
100	正方形	5.00	4.66	23.30	27.5	13.85	190.44	0.12	27	29	27	27.7
100	正五邊形	5.24	4.71	24.68	27.5	13.85	190.44	0.13	28	28	28	28.0
100	正六邊形	5.30	4.89	25.92	27.5	13.85	190.44	0.14	29	28	28	28.3
100	圓形	5.60	4.75	26.60	27.5	13.85	190.44	0.14	27	28	28	27.7
100	正三角形	4.39	4.76	20.90	45	22.31	501.98	0.04	13	12	10	11.7
100	正方形	5.00	4.66	23.30	45	22.31	501.98	0.05	14	14	14.5	14.2
100	正五邊形	5.24	4.71	24.68	45	22.31	501.98	0.05	15	14	15	14.7
100	正六邊形	5.30	4.89	25.92	45	22.31	501.98	0.05	15	14	16	15.0
100	圓形	5.60	4.75	26.60	45	22.31	501.98	0.05	16	15	17	16.0

【實驗三】研究柺杖超音波自動量測距離的效果。

超音波					
設立高度(cm)	實際距離(cm)	超音波測距離(cm)			
		1次	2次	3次	平均
0	0	-	-	-	-
0	1	2	2	2	2.0
0	3	2	3	2	2.3
0	5	5	4	4	4.3
0	10	9	10	9	9.3
0	20	20	20	20	20.0
0	30	30	30	30	30.0
0	50	50	50	50	50.0
0	100	101	100	101	100.7
0	200	200	201	201	200.7
0	300	300	302	301	301.0
0	400	400	400	401	400.3
0	410	410	409	410	409.7
0	415	418	419	417	418.0
0	420	380	392	365	379.0

設立高度(cm)	實際距離(cm)	超音波測距離(cm)			
		1次	2次	3次	平均
10	0	-	-	-	-
10	1	2	2	2	2.0
10	3	3	2	3	2.7
10	5	5	5	5	5.0
10	10	10	10	10	10.0
10	20	20	20	20	20.0
10	30	30	30	30	30.0
10	50	50	50	50	50.0
10	100	101	100	100	100.3
10	200	201	201	200	200.7
10	210	209	210	209	209.3
10	220	185	163	177	175.0

設立高度(cm)	實際距離(cm)	超音波測距離(cm)			
		1次	2次	3次	平均
20	0	-	-	-	-
20	1	-	-	-	-
20	3	-	-	-	-
20	5	-	-	-	-
20	10	-	-	-	-
20	20	-	-	-	-
20	30	72	71	73	72.0
20	40	88	85	86	86.3
20	50	60	60	61	60.3
20	60	67	66	67	66.7
20	70	70	69	70	69.7
20	80	83	81	80	81.3
20	90	91	93	92	92.0
20	100	104	103	103	103.3
20	150	152	151	152	151.7
20	200	203	202	202	202.3
20	210	152	167	149	156.0

設立高度(cm)	實際距離(cm)	超音波測距離(cm)			
		1次	2次	3次	平均
30	0	-	-	-	-
30	5	-	-	-	-
30	10	-	-	-	-
30	20	-	-	-	-
30	30	69	69	69	69.0
30	40	87	87	88	87.3
30	50	59	60	61	60.0
30	60	67	68	67	67.3
30	70	74	73	72	73.0
30	80	83	81	82	82.0
30	90	92	92	91	91.7
30	100	101	100	100	100.3
30	150	154	151	152	152.3
30	160	161	162	160	161.0
30	162	141	139	138	139.3

設立高度(cm)	實際距離(cm)	超音波測距離(cm)			
		1次	2次	3次	平均
40	0	-	-	-	-
40	5	-	-	-	-
40	10	-	-	-	-
40	20	-	-	-	-
40	30	-	-	-	-
40	40	-	-	-	-
40	50	-	-	-	-
40	60	73	73	74	73.3
40	70	80	82	83	81.7
40	80	89	88	87	88.0
40	90	98	97	98	97.7
40	100	106	105	105	105.3
40	110	117	117	118	117.3
40	120	126	124	125	125.0
40	130	136	132	133	133.7
40	140	140	141	140	140.3
40	150	154	152	150	152.0
40	160	132	130	131	131.0
40	200	174	170	171	171.7
40	300	141	143	142	142.0
40	400	137	136	139	137.3
40	500	133	131	130	131.3

【實驗四】研究柺杖超音波自動量測偏角的效果。

超音波 設立高度(cm)	實際距離(cm)	角度(度)	偏度(度)	超音波測距離(cm)			
				1次	2次	3次	平均
10	30	90	0	31	31	31	31.0
10	30	80	10	31	30	31	30.7
10	30	75	15	32	32	32	32.0
10	30	74	16	32	32	32	32.0
10	30	73	17	32	31	32	31.7
10	30	72	18	194	189	193	192.0
10	50	90	0	50	50	50	50.0
10	50	80	10	51	52	51	51.3
10	50	79	11	207	211	213	210.3
10	50	78	12	119	125	135	126.3
10	50	75	15	163	174	168	168.3
10	100	90	0	101	100	102	101.0
10	100	80	10	104	102	102	102.7
10	100	79	11	108	109	115	110.7
10	100	78	12	344	351	349	348.0
10	100	77	13	1565	1489	1571	1541.7
10	100	75	15	886	873	881	880.0
10	200	90	0	200	201	200	200.3
10	200	85	5	202	203	201	202.0
10	200	84	6	1130	1135	1132	1132.3

超音波 設立高度(cm)	實際距離(cm)	角度(度)	偏度(度)	超音波測距離(cm)			
				1次	2次	3次	平均
10	30		0	30	30	30	30.00
10	30		15	31	30	32	31.00
10	30		23	32	33	32	32.33
10	30		28	33	33	33	33.00
10	30		57	70	68	68	68.67
10	30		62	76	77	78	77.00
10	30		>62	1203	1208	1193	1201.33

【實驗五】研究柺杖自動量測體溫的效果。

體溫					
受測者	身體部位	體溫(度C)			
		1次	2次	3次	平均
A	舌下	36.21	36.32	36.35	36.293
A	耳內	35.90	36.10	36.00	36.000
A	額頭	36.50	36.50	36.50	36.500
A	心外	34.80	34.90	34.80	34.833
A	腋下	35.40	35.62	35.48	35.500
A	手肘	35.40	35.40	35.50	35.433
A	手掌	35.20	35.40	35.30	35.300
A	腳肘	35.20	35.10	35.80	35.367
A	腳掌	32.10	32.20	32.10	32.133
A	WEBDUINO手掌	34.00	33.00	33.00	33.333

體溫					
受測者	身體部位	體溫(度C)			
		1次	2次	3次	平均
B	舌下	36.09	36.24	36.21	36.180
B	耳內	36.00	36.10	36.10	36.067
B	額頭	36.50	36.50	36.50	36.500
B	心外	34.65	34.73	34.68	34.687
B	腋下	35.46	35.53	35.55	35.513
B	手肘	35.10	35.23	35.25	35.193
B	手掌	35.20	35.44	35.58	35.407
B	腳肘	35.06	35.41	35.49	35.320
B	腳掌	32.59	32.61	32.58	32.593
B	WEBDUINO手掌	35.00	35.00	34.00	34.667

體溫						身體部位	受測者體溫(度C)				與舌下部位的體溫差(度C)
受測者	身體部位	體溫(度C)					A	B	C	平均	
		1次	2次	3次	平均						
C	舌下	36.51	36.43	36.45	36.463	36.29	36.18	36.46	36.312	0.000	
C	耳內	36.30	36.20	36.30	36.267	36.00	36.07	36.27	36.111	-0.201	
C	額頭	36.80	36.90	36.80	36.833	36.50	36.50	36.83	36.611	0.299	
C	心外	34.81	34.83	34.80	34.813	34.83	34.69	34.81	34.778	-1.534	
C	腋下	35.72	35.81	35.65	35.727	35.50	35.51	35.73	35.580	-0.732	
C	手肘	35.31	35.42	35.33	35.353	35.43	35.19	35.35	35.327	-0.985	
C	手掌	35.60	35.48	35.71	35.597	35.30	35.41	35.60	35.434	-0.878	
C	腳肘	35.53	35.41	35.33	35.423	35.37	35.32	35.42	35.370	-0.942	
C	腳掌	32.11	32.23	32.21	32.183	32.13	32.59	32.18	32.303	-4.009	
C	WEBDUINO手掌	34.00	34.00	34.00	34.000	33.33	34.67	34.00	34.000	-2.312	

【實驗六】研究柺杖自動量測環境溫度的效果。

實測溫度(度C)	Webduino程式感溫(度C)	溫差(度C)
29	29	0
26.8	27	-0.2
26.5	28	-1.5
26.7	27	-0.3
26.4	26	0.4
27.6	26	1.6
26.4	26	0.4
26.2	26	0.2
26	26	0
25.9	26	-0.1
26	26	0
25.5	26	-0.5

【實驗七】研究柺杖自動量測行走步數的效果。

	實際累計柺杖步數(步)	Webduino程式偵測累計柺杖步數(步)									
		設定=1	設定=2	設定=3	設定=4	設定=5	設定=6	設定=7	設定=8	設定=9	設定=10
1	3	3	5	3	3	3	2	1	3	1	
2	13	7	7	5	6	5	3	2	5	2	
3	14	10	8	6	7	7	4	3	6	3	
4	15	11	12	8	8	9	5	4	9	4	
5	16	18	16	9	11	11	7	5	11	5	
6	21	19	16	14	13	12	8	6	12	6	
7	30	19	16	16	14	13	10	7	14	8	
8	39	19	16	19	15	15	11	8	15	9	
9	42	25	16	21	16	17	13	10	16	11	
10	50	33	16	23	18	18	15	11	18	12	
累計回報數(次)	55	243	164	128	124	111	110	78	57	109	61
誤差數(次)	0	188	109	73	69	56	55	23	2	54	6
誤差率(%)	0.00	77.37	66.46	57.03	55.65	50.45	50.00	29.49	3.51	49.54	9.84
正確率(%)	100.00	22.63	33.54	42.97	44.35	49.55	50.00	70.51	96.49	50.46	90.16

受測者	身高 (cm)	A步數(次)	B柺數(次)	B柺數/A步數
A	140	10	5	0.5
B	148	10	5	0.5
C	166	10	4	0.4
D	174	10	3	0.3

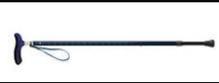
柒、討論

【探討一】研究調查市售柺杖型式調查。

<方法>小組成員分別到學校附近的商店，進行柺杖型式調查，並對柺杖的功能進行討論。

<市場調查>

本研究小組至竹北市的一些五金行店進行調查並進行討論，如下：

編號	柺杖	細分	自行站立	實體照片	統計數量(支)	市占比率(%)
1	手杖	單點拐			14	82
2	手杖	三腳拐	√		3	18
3	手杖	四腳拐	√		0	0
4	前臂拐	-			0	0
5	腋下拐	-			0	0

<結果>

1. 市售柺杖型式以手杖為居多，其中又以單點拐為主要，市占約 82%。
2. 可自行站立的柺杖不多見，其中以手杖的三腳、四腳為主。

【實驗一】研究柺杖底面積大小與傾斜角度的關係。

<方法>

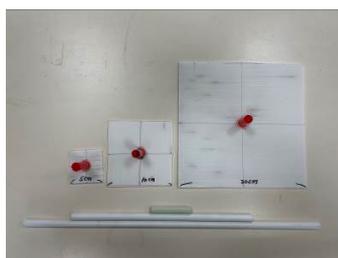
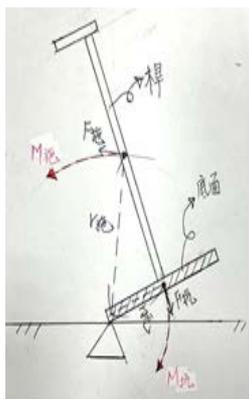


圖 7.1 模擬柺杖不同底面積



圖 7.2 不同柺杖底面積大小-傾斜角度操作情形

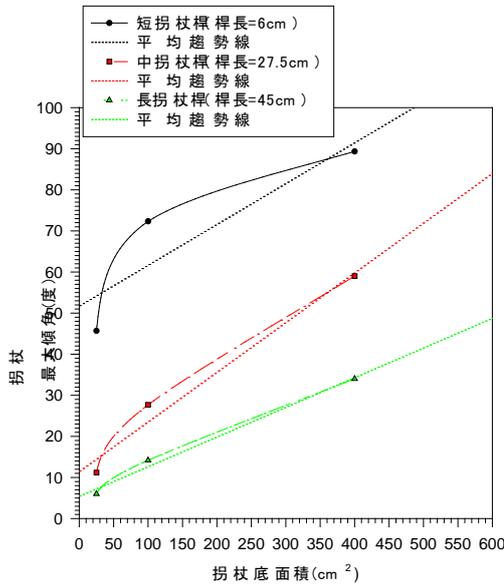


圖 7.3 柺杖最大傾角-柺杖底面積之關係圖

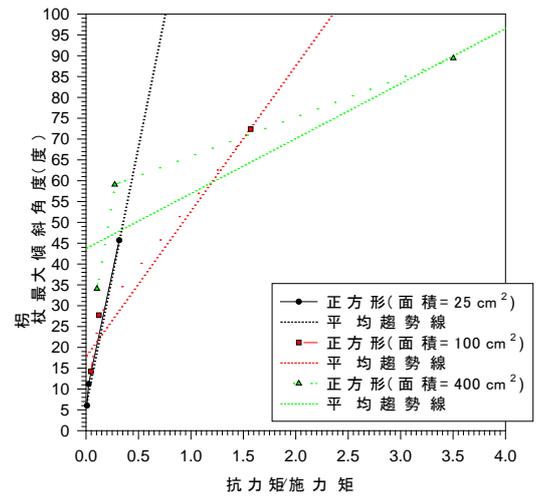


圖 7.4 柺杖最大傾角-(抗力矩/施力矩)之關係圖

<結果>

1. 柺杖底面積與最大傾角呈正相關性，柺杖桿長與最大傾角呈負相關性。
2. 每面積提供最大傾角：中桿(0.1217 度/cm²)> 短桿(0.0996 度/cm²)> 長桿(0.0717 度/cm²)。其中以中桿長表現最好。
3. 定義底盤重的靜作用力為(抗力矩)、桿重的靜作用力為(施力矩)，柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。
4. 抗力矩/施力矩<0.2 時，最大傾角：底盤大面積(400 cm²)>中面積(100 cm²)>小面積(25 cm²)。抗力矩/施力矩>0.2 時，最大傾角：底盤大面積(400 cm²)>小面積(25 cm²)>中面積(100 cm²)。
5. 抗力矩/施力矩=3.5 時，在底盤大面積(400 cm²)，有最大傾角 90 度。

<發現>

柺杖底面積與最大傾角呈正相關性，柺杖桿長與最大傾角呈負相關性。每面積提供最大傾角：中桿(0.1217 度/cm²)> 短桿(0.0996 度/cm²)> 長桿(0.0717 度/cm²)。其中以中桿長表現最好。柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。

【實驗二】研究柺杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。

<方法>



圖 7.5 模擬柺杖不同底面形狀

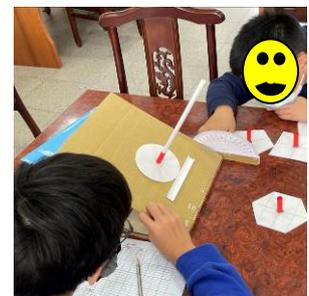


圖 7.6 不同柺杖底面形狀-傾斜角度操作情形

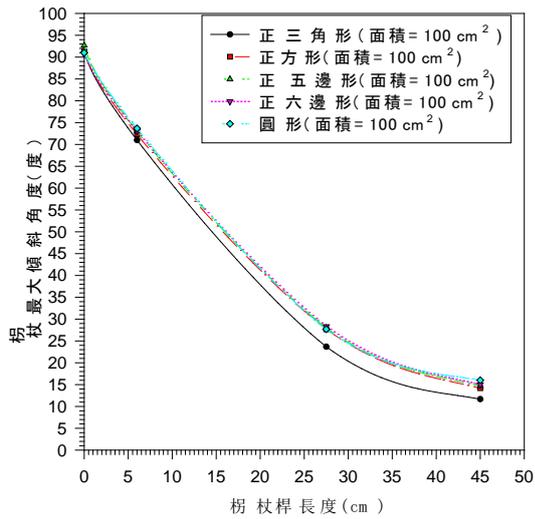


圖 7.7 柺杖最大傾角-柺杖桿長之關係圖

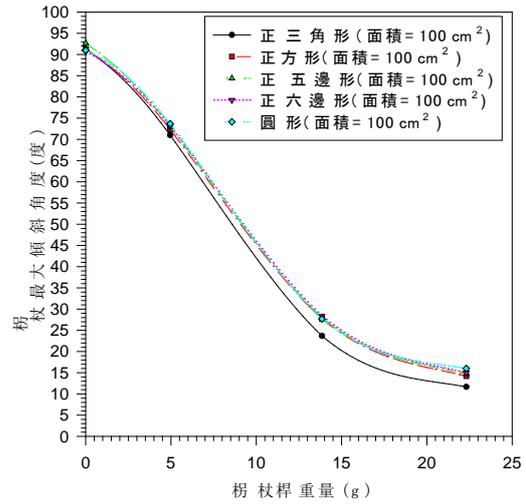


圖 7.8 柺杖最大傾角-柺杖桿重之關係圖

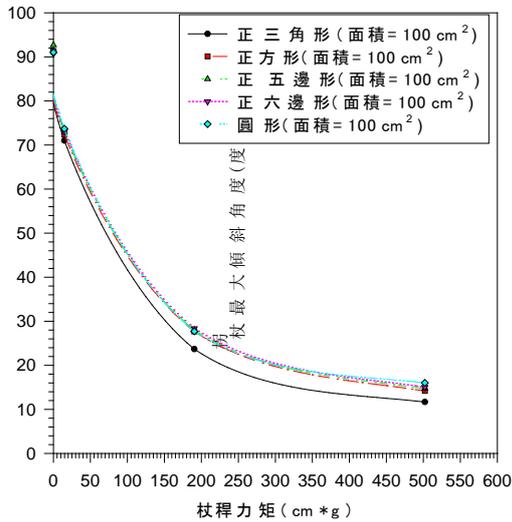


圖 7.9 柺杖最大傾角-杖施力矩之關係圖

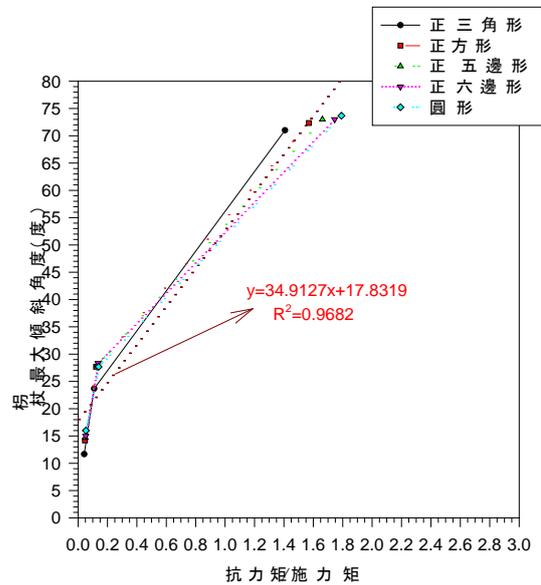


圖 7.10 柺杖最大傾角-(抗力矩/施力矩)之關係圖

<結果>

1. 不同形狀的底面，柺杖桿長與柺杖最大傾角呈負相關性。也就是柺杖桿子越短，最大傾角就越大也越穩，其中以圓形表現最好、正六邊次之。
2. 不同形狀的底面，桿長桿的重量與柺杖最大傾角呈負相關性。也就是柺杖桿子越輕，最大傾角就越大也越穩，其中以圓形表現最好、正六邊次之。
3. 不同形狀的底面，施力的靜施力矩與柺杖最大傾角呈負相關性。也就是柺杖桿子長度與柺杖桿重的乘積越小，最大傾角就越大也越穩，其中以圓形表現最好、正六邊次之。
4. 不同形狀的底面，定義底盤重的靜作用力為(抗力矩)、桿重的的靜作用力為(施力矩)，柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。

5. 平均而言，柺杖最大傾角=45 度，(抗力矩/施力矩)約為 0.7；柺杖最大傾角 <45 度，(抗力矩/施力矩)<0.7；柺杖最大傾角>45 度，(抗力矩/施力矩)>0.7。
6. 當柺杖(抗力矩/施力矩)<0.6 時，柺杖最大傾角的同面積底面形狀排列：圓形>正六邊形>正五邊形>正方形>正三角形；當柺杖(抗力矩/施力矩)>0.6 時，柺杖最大傾角的同面積底面形狀排列：正三角形>正方形> 正五邊形> 正六邊形>圓形。

<發現>

定義底盤重的靜作用力為(抗力矩)、桿重的靜作用力為(施力矩)，柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。平均而言，柺杖最大傾角=45 度，(抗力矩/施力矩)約為 0.7；柺杖最大傾角<45 度，(抗力矩/施力矩)<0.7；柺杖最大傾角>45 度，(抗力矩/施力矩)>0.7。同面積時，當柺杖(抗力矩/施力矩)<0.6 時，最大傾角形狀排列：圓形>正六邊形>正五邊形>正方形>正三角形；當柺杖(抗力矩/施力矩)>0.6 時，最大傾角形狀排列：正三角形>正方形> 正五邊形> 正六邊形>圓形。

不同形狀底面的共同趨勢：柺杖桿長與柺杖最大傾角呈負相關性、桿長桿的重量與柺杖最大傾角呈負相關性、施力的靜施力矩與柺杖最大傾角呈負相關性、柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。

【實驗三】研究柺杖超音波自動量測距離的效果。

<方法>

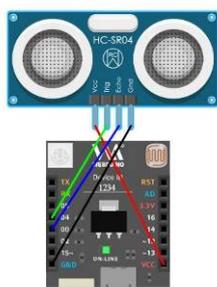


圖 7.11 Webduino 及超音波測距硬體線路圖

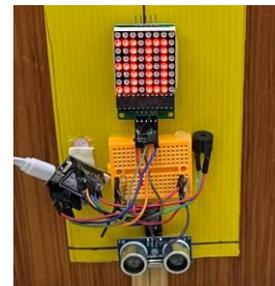
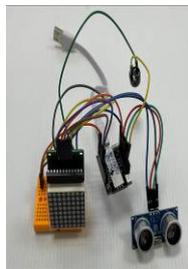


圖 7.12 Webduino 及超音波測距硬體架設情形



圖 7.13 程式積木語法(Webduino 及超音波測距)



圖 7.14 Webduino 及超音波近距量測情形

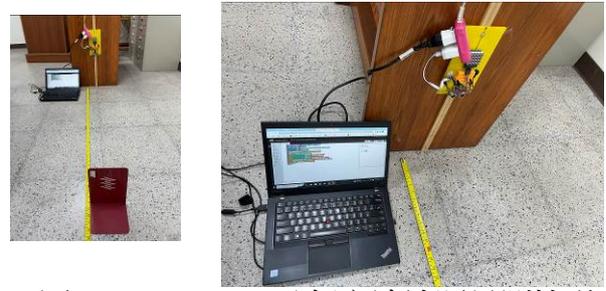


圖 7.15 Webduino 及超音波遠距量測情形

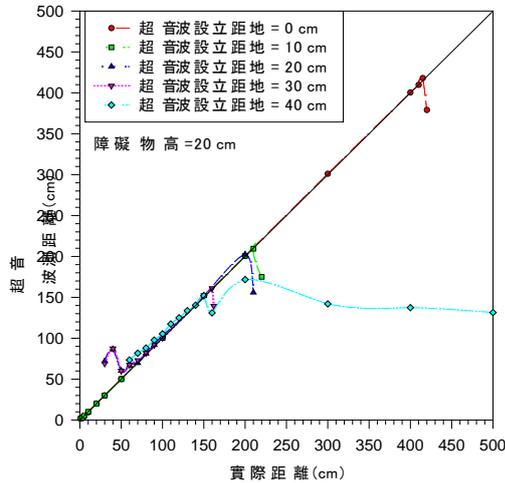


圖 7.16 超音波量測距離-實際距離之關係圖

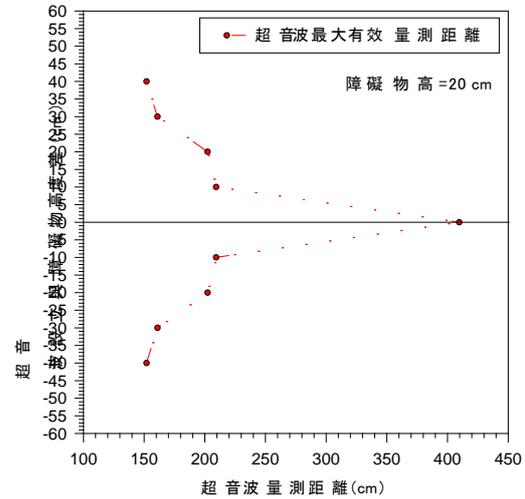


圖 7.17 超音波設立與障礙物高度差-超音波可測距離之關係圖

<結果>

1. 超音波設立距地高度與超音波精確量測區間呈負相關性。超音波設立距地高度越高，超音波精確量測區間就越小。
2. 超音波設立-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。高度差越大，超音波可測精確距離就越短。
3. 超音波可精確量測區間：超音波設立距地高度 0cm(量測區間 2-409cm)、距地高度 10cm(量測區間 2-209cm)、距地高度 20cm(量測區間 60-202cm)、距地高度 30cm(量測區間 60-161cm)、距地高度 40cm(量測區間 133-152cm)。
4. 超音波設立距地高度 0-10cm 時，超音波可精確量測距離為 2~200cm 及 400cm 間。

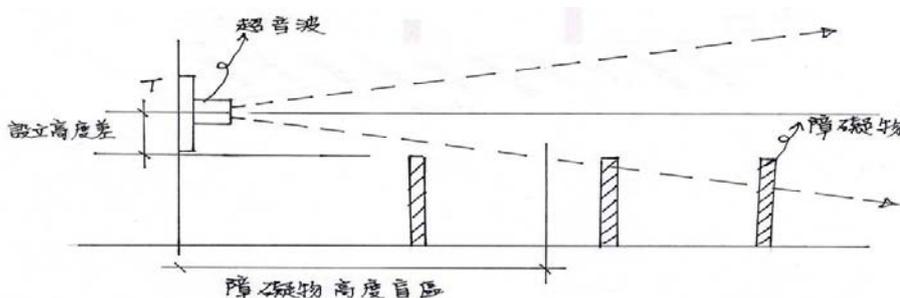
<發現>

超音波設立距地高度與超音波精確量測區間呈相關性。超音波設立-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。取超音波設立距地高度 0-10cm，超音波可精確量測距離為 2~200cm 及 400cm 間。所以拐杖超音波自動量測距離是可行的。

<探究分析>

為何超音波設立位置與障礙物之間的高度差越多，可測得的範圍會越小，且近距離障礙物會量測不到？由參考文獻得知：超音波感測器主要考量是正前方

的障礙物，藉由超音波的發射器(T)、接收器(R)和控制電路所組成，經由計算發射後到接收的時間差來換算出與障礙物的距離，如果非正前方障礙物就會有一個高度角差，讓近距離障礙物無法偵測到(如下分析圖)，所以我們建議安裝超音波，要先行考量預設前方障礙物可能高度，再安裝其正前方位置，這樣效果會最佳！



【實驗四】研究拐杖超音波自動量測偏角的效果。

<方法>



圖 7.18 Webduino 及超音波量測小偏角情形



圖 7.19 Webduino 及超音波量測大偏角情形

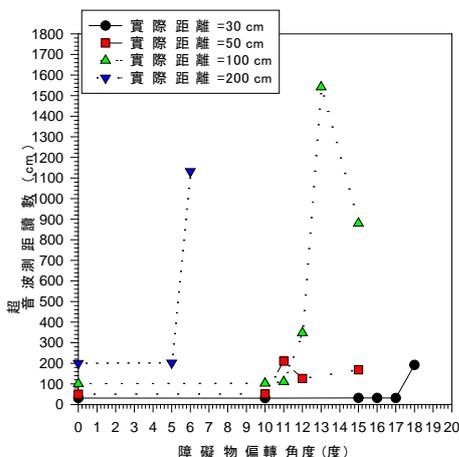


圖 7.20 超音波測距值-障礙物偏轉角度之關係圖

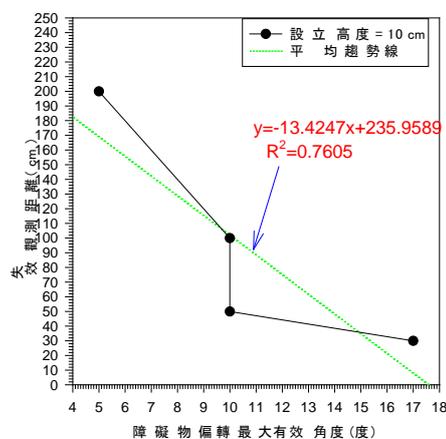


圖 7.21 失效觀測距離-障礙物偏轉最大有效角度之關係圖

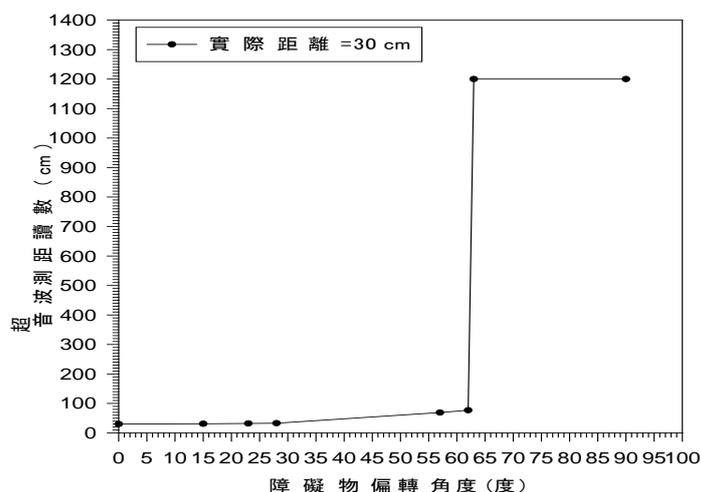


圖 7.22 超音波測距-障礙物偏轉角度之關係圖

<結果>

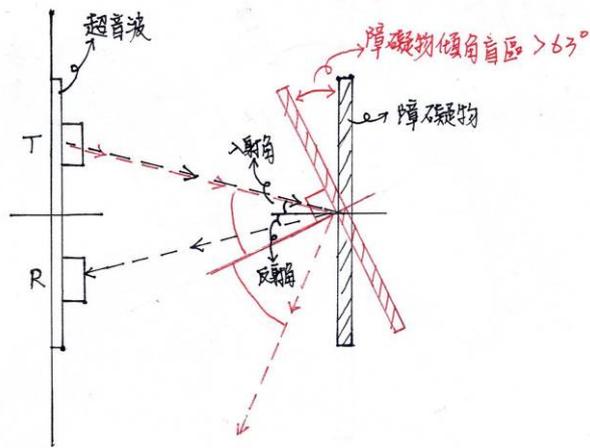
1. 障礙物偏轉角度與超音波測距呈相關性。障礙物偏轉角度超過一定數值，超音波測距值會升高，形成失效。
2. 失效偏角：實際測距 30cm(失效偏角>17 度)、實際測距 50cm(失效偏角>10 度)、實際測距 100cm(失效偏角>10 度)、實際測距 200cm(失效偏角>5 度)。
3. 失效偏角與超音波失效觀測距離呈負相關性。
4. 平均失效偏角增加 1 度，超音波失效觀測距離減少 13.38cm。
5. 障礙物偏轉角度<17 度，超音波測距與偏角無關；障礙物偏轉角度 17~63 度，超音波測距與偏角呈正相關性；障礙物偏轉角度>63 度，超音波測距近完全失效。

<發現>

失效偏角與超音波失效觀測距離呈負相關性。障礙物偏轉角度超過一定數值，超音波測距值會升高，形成失效。障礙物偏轉角度<17 度，超音波測距與偏角無關；障礙物偏轉角度 17~63 度，超音波測距與偏角呈正相關性；障礙物偏轉角度>63 度，超音波測距近完全失效(障礙物如同隱形)。所以拐杖超音波自動量測偏角是可行的，但有盲區。

<探究分析>

為何障礙物偏轉角度超過一定數值，超音波測距值會升高，偏轉角度>63度後形成失效？由參考文獻得知：如下分析圖，超音波距離量測的原理主要是利用由超音波發射器(T)發出含40kHz 載波的單一脈衝，經空氣傳播碰到障礙物反射，而由接收器(R)接到此單一脈衝時中間的時間差來計算障礙物與超音波模組之間的距離。如果入射的波因障礙物偏轉角度，讓入射角變大，反射角也加大，這樣接收器就有可能接收不到40kHz 載波的單一脈衝，進而判定無障礙物。



【實驗五】研究拐杖自動量測體溫的效果。

<方法>

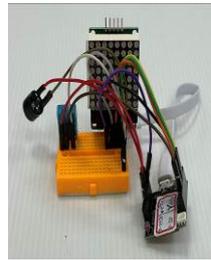
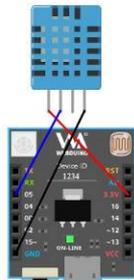


圖 7.23 Webduino 及體溫感測器硬體線路圖

圖 7.24 Webduino 及體溫感測器硬體架設情形



圖 7.25 程式積木語法(Webduino 及體溫感測器)



圖 7.26 手部體溫量測情形



圖 7.27 手部體溫量測及記錄情形



圖 7.28 體溫-身體部位之關係圖

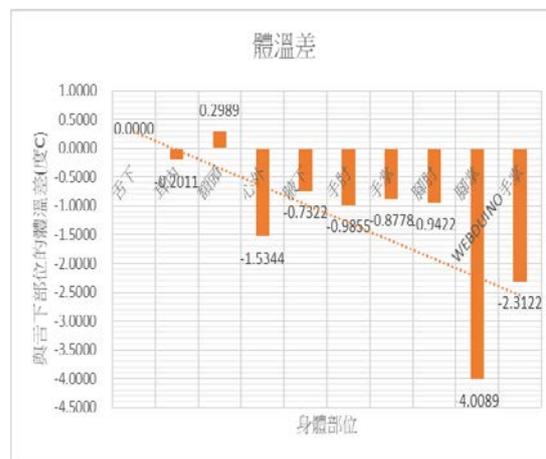


圖 7.29 與舌下體溫差-身體部位之關係圖

<結果>

1. 身體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。
2. 體溫量測高低排列：額頭 36.61 度 C>舌下 36.31 度 C>耳內 36.11 度 C>腋下 35.58 度 C>手掌 35.43 度 C>腳肘 35.37 度 C>手肘 35.33 度 C>心外 34.78 度 C>Webduino 手掌 34 度 C>腳掌 32.3 度 C。
3. 大致上身體各部位與舌下體溫差：額頭+0.29 度 C>耳內-0.2 度 C>腋下-0.73 度 C>手掌-0.88 度 C>腳肘-0.94 度 C>手肘-0.99 度 C>心外-1.53 度 C>Webduino 手掌-2.31 度 C>腳掌-4.01 度 C。
4. 手掌部位量測體溫：精密體溫計 35.43 度 C> Webduino 手掌 34 度 C，溫差 1.43 度 C。
5. 舌下體溫= Webduino 手掌體溫+2.31 度 C。

<發現>

身體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。體溫排列：額頭 36.61 度>舌下 36.31 度>耳內 36.11 度>腋下 35.58 度>手掌 35.43 度>腳肘 35.37 度>手肘 35.33 度>心外 34.78 度>Webduino 手掌 34 度>腳掌 32.3 度。所以柺杖自動量測體溫是可行的，但要進行修正：正確體溫=舌下體溫= Webduino 手掌體溫+2.31 度 C。

【實驗六】研究柺杖自動量測環境溫度的效果。

<方法>



圖 7.30 Webduino 及環境溫度感測器硬體線路圖

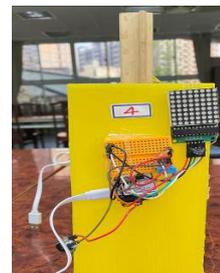
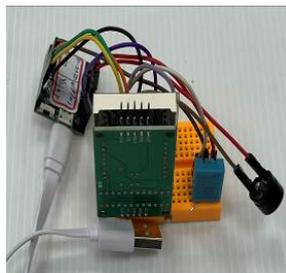


圖 7.31 Webduino 及環境溫度感測器硬體架設情形



圖 7.32 程式積木語法(Webduino 及環境溫度感測器)

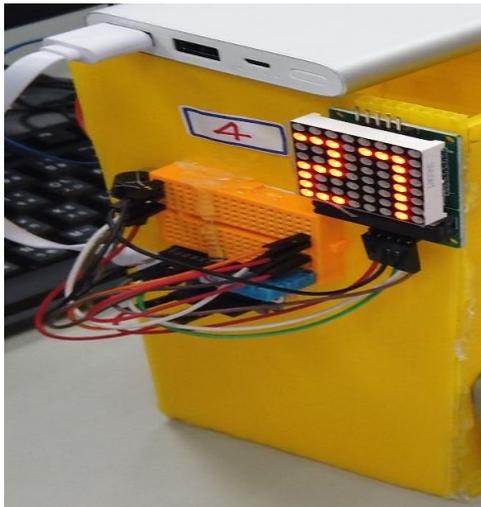


圖 7.33 環境溫度量測情形

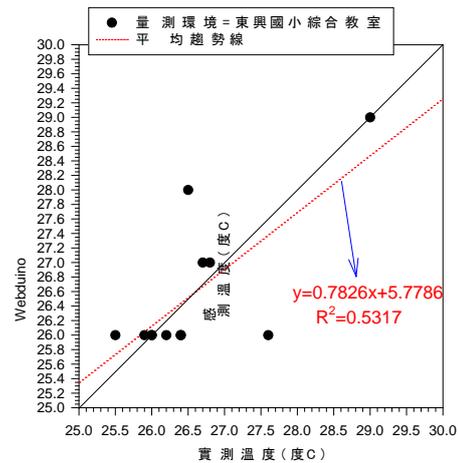


圖 7.34 Webduino 感測溫度-實測溫度之關係圖

<結果>

1. Webduino 感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。
2. 溫度為 26.63 度 C 時，Webduino 感測溫度 = 實測溫度。
3. 溫度為 > 26.63 度 C 時，Webduino 感測溫度為正確實測溫度的 0.75 倍，Webduino 感測溫度為低估，具誤差性。感測溫度需修正為 = Webduino 感測溫度 * 1.33。
4. 溫度為 < 26.63 度 C 時，Webduino 感測溫度為正確實測溫度的 1.33 倍，Webduino 感測溫度為高估，具誤差性。感測溫度需修正為 = Webduino 感測溫度 * 0.75。

<發現>

Webduino 感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。所以柺杖自動量測環境溫度是可行的。由實驗得知環境溫度 26.63 度 C 時 = Webduino 感測溫度，所以正確環境溫度可修正為：26.63 + (Webduino 感測溫度 - 26.63) * 1.33。

【實驗七】研究柺杖自動量測行走步數的效果。

<方法>

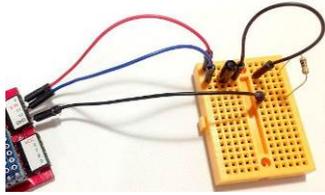


圖 7.35 Webduino 及震動開關硬體線路圖

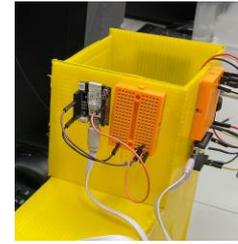
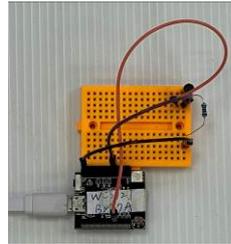


圖 7.36 Webduino 及震動開關硬體架設情形

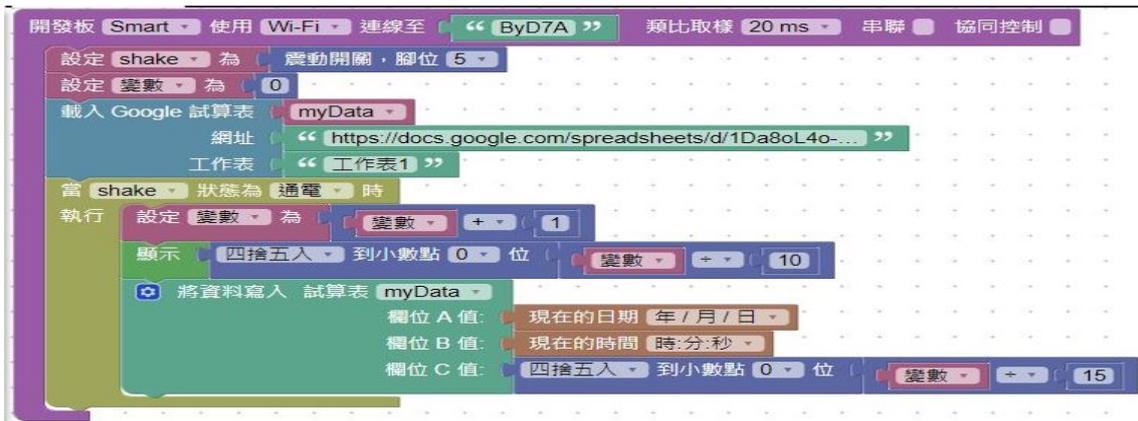


圖 7.37 程式積木語法(Webduino 及震動開關)



圖 7.38 柺杖行走量測情形

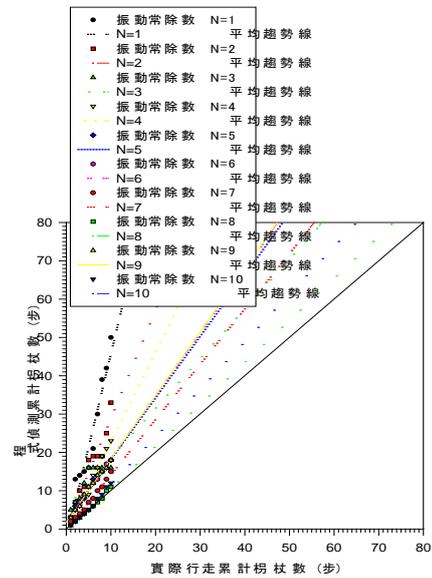


圖 7.39 Webduino 程式偵測累計柺杖步數-實際柺杖累計步數之關係圖

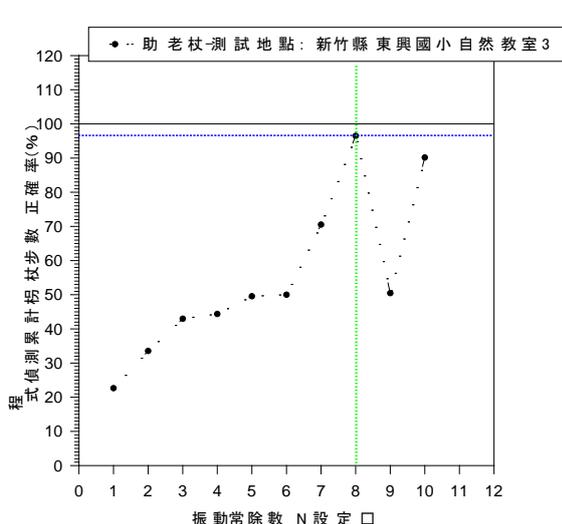


圖 7.40 Webduino 程式偵測累計柺杖步數正確率-程式振數常除數 N 值之關係圖

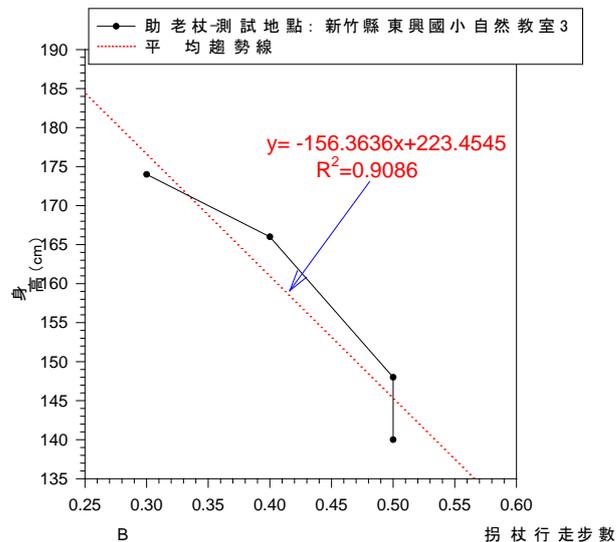


圖 7.41 身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」之關係圖

<結果>

1. Webduino 程式偵測累計柺杖步數與實際柺杖累計步數呈正相關性。
2. 振數常除數 N 值設定：1~7 誤差大，8 符合，9~10 誤差大。
3. Webduino 程式偵測累計柺杖步數正確率與程式振數常除數 N 值呈正相關性。
4. 程式振數常除數 N=8 時，程式偵測累計柺杖步數正確率為最高約為 97%。
5. 身高與「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」呈負相關性。
6. 身高與柺杖行走步數呈負相關性。身高越高柺杖步數越少，身高越矮柺杖步數越多。
7. 平均趨勢，身高 160cm，B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值=0.405。顯示人身高 160cm 時，行走 1 步，柺杖需使用 0.405 步數；也為使用柺杖 1 步，需行走 2.47 步。

<發現>

Webduino 程式偵測累計柺杖步數正確率與程式振數常除數 N 值呈正相關性。程式振數常除數 N=8 時，程式偵測累計柺杖步數正確率為最高約為 97%。身高與「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」呈負相關性。身高越高柺杖步數越少，身高越矮柺杖步數越多。利用身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」關係圖，即可由柺杖步數，反推人行走步數。所以自動量測行走步數是可行的。

<探究分析>

【實驗八】研究自製「防傾防危助老柺杖」的可行性應用。

<方法>

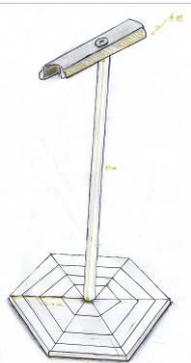
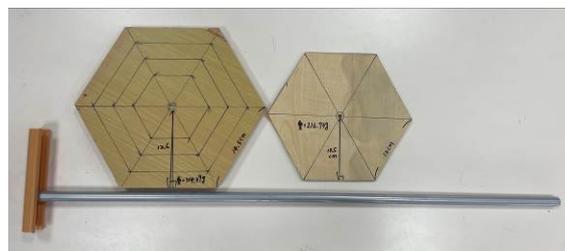


圖 7.42 自製「防傾防危助老柺杖」設計圖



桿長：83.5cm、桿重：248.74g
 底面中心至邊距離：12.6cm、底重：714.39g

圖 7.43 自製「防傾防危助老柺杖」主桿、底面材料

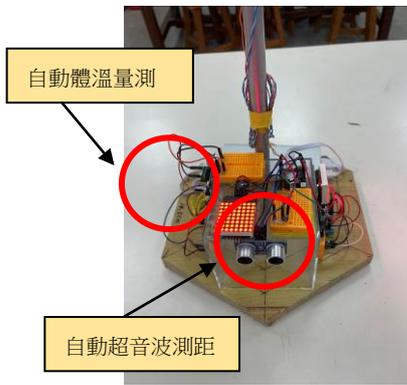


圖 7.44 「防傾防危助老柺杖」完成細圖

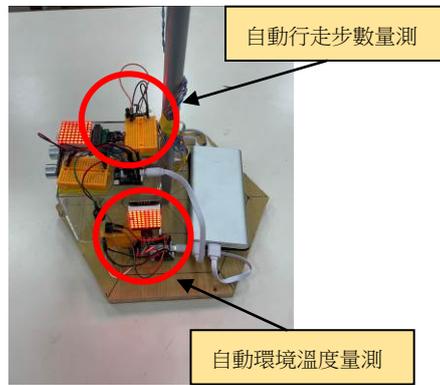


圖 7.45 「防傾防危助老柺杖」完成立面圖

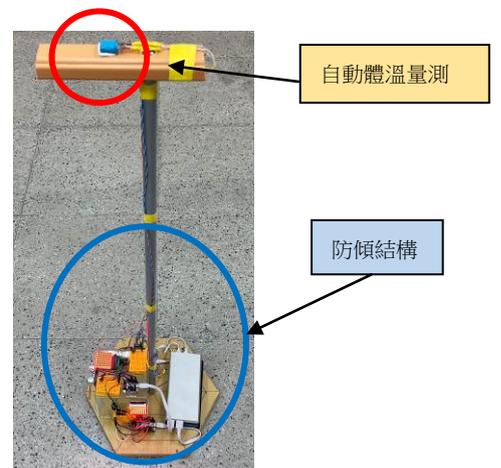


圖 7.46 「防傾防危助老柺杖」室內操作情形



圖 7.47 「防傾防危助老柺杖」室外操作情形



<結果>

1. 根據【實驗一】的結果(底面積越大越好)，防傾柺杖我們選擇底面積約我們鞋長 24cm 大小正方的面積(底面積約 548cm²)。
2. 根據【實驗二】的結果(底形狀邊形越多越好、桿長越短越好)，防傾柺杖因為考量加工的方便性所以我們選擇底形狀為正六邊形、柺杖桿長約大於我們學生身高 1 半以上(桿長>80cm)。
3. 根據以上的設計，我們的柺杖(抗力矩/施力矩)比值=(底面中心至邊距離*底重)/(桿長 1 半*桿重)=(12.6cm*714.39g)/(83.5 cm /2*248.74g)=0.87，利用【實驗二】圖表得知此柺杖最大傾角約為 48 度，已經符合我們的要求(傾斜角度>=45 度)。
4. 根據【實驗三】的結果，我們設定障礙物離地高度為 10cm(避免小石頭的誤判)，取超音波設立距地高度 10cm，設定障礙物接近 50cm 內就會自動發聲警告。



5. 根據【實驗五】的結果，我們取正確體溫=舌下體溫= Webduino 手掌體溫+2.31 度 C。並設定體溫會自動回傳遠端手機，體溫>38 度 C 就會自動發聲警告。



6. 根據【實驗六】的結果，我們取環境溫度 > 26.63 度 C 時，溫度修正為=Webduino 感測溫度*1.33。環境溫度 < 26.63 度 C 時，溫度修正為=Webduino 感測溫度*0.75。並設定環境溫度會自動回傳遠端手機，環境溫度 > 40 度 C 會自動發聲警告。



7. 根據【實驗七】的結果，我們取利用身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數) 比值」關係圖，即可由柺杖步數，反推人行走步數。並設定柺杖步數會自動回傳遠端手機，並進行反算人行走步數。



<發現>

自製「防傾防危助老柺杖」的確是可行的，基本功能有：「防傾倒結構」、「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」，並啟動偵測數值自動回傳遠端手機。

我們設計的柺杖最大傾角約為 48 度、超音波設立距地高度 10cm、體溫>38 度 C 就會自動發聲警告、環境溫度>40 度 C 會自動發聲警告、利用身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數) 比值」關係圖可反推人行走步數。

捌、結論

- 一、 **調查市售柺杖**：市售柺杖型式以手杖為居多，其中又以單點拐為主要，市占約 82%。
- 二、 **底面積大小**：柺杖底面積與最大傾角呈正相關性，柺杖桿長與最大傾角呈負相關性。柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。
- 三、 **底面積的形狀**：柺杖(抗力矩/施力矩)比值與柺杖最大傾角呈正相關性。平均而言，柺杖最大傾角=45 度，(抗力矩/施力矩)約為 0.7；柺杖最大傾角<45 度，(抗力矩/施力矩)<0.7；柺杖最大傾角>45 度，(抗力矩/施力矩)>0.7。當柺杖(抗力矩/施力矩)<0.6 時，最大傾角形狀排列：圓形>正六邊形>正五邊形>正方形>正三角形。
- 四、 **超音波自動量測距離**：超音波設立-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。取超音波設立距地高度 0-10cm，超音波可精確量測距離為 2~200cm 及 400cm 間。
- 五、 **超音波自動量測偏角**：失效偏角與超音波失效觀測距離呈負相關性。障礙物偏轉角度<17 度，超音波測距與偏角無關；障礙物偏轉角度 17~63 度，超音波測距與偏角呈正相關性；障礙物偏轉角度>63 度，超音波測距近完全失效(障礙物如同隱形)。
- 六、 **自動量測體溫**：體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。體溫排列：額頭 36.61 度 C>舌下 36.31 度 C>耳內 36.11 度 C>腋下 35.58 度 C>手掌 35.43 度 C>腳肘 35.37 度 C>手肘 35.33 度 C>心外 34.78 度 C>Webduino 手掌 34 度 C>腳掌 32.3 度 C。柺杖自動量測體溫要進行修正：正確體溫=舌下體溫= Webduino 手掌體溫+2.31 度 C。
- 七、 **自動量測環境溫度**：Webduino 感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。由實驗得知環境溫度 26.63 度 C 時=Webduino 感測溫度，所以正確環境溫度可修正為=26.63+(Webduino 感測溫度-26.63)*1.33。
- 八、 **自動量測行走步數**：Webduino 程式偵測累計柺杖步數正確率與程式振數常除數 N 值呈正相關性。程式振數常除數 N=8 時，程式偵測累計柺杖步數正確率為最高約為 97%。身高與「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」呈負相關性。身高越高柺杖步數越少，身高越矮柺杖步數越多。利用身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」關係圖，即可由柺杖步數，反推人行走步數。
- 九、 **自製防傾「防危助老柺杖」的可行性**：自製「防傾防危助老柺杖」的確是可行的，基本功能有：「防傾倒結構」、「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」，並啟動偵測數值自動回傳遠端手機。我們設計的柺杖最大傾角約為 48 度、超音波設立距地高度 10cm、體溫>38 度 C 就會自動發聲警告、環境溫度>40 度 C 會自動發聲警告、利用身高-「B(柺杖行走步數)/A(人行走步數)比值」關係圖可反推人行走步數。

玖、參考資料及其他

- 一、劉君祖等人(2002)，小牛頓科學百科 4，台北：牛頓出版股份有限公司。
- 二、林素月/譯 (1978)，大學物理，台南：台南東海出版社。
- 三、劉俊輝、舒福壽 (2009 年 6 月初版)，實用電子電路實作應用，台北：台科大圖書股份有限公司。
- 四、葉難(2014)，Arduino 輕鬆入門：範例分析與實作設計，新北市：博碩文化。
- 五、黃柏凱、隆岳峻、董祐宏 智慧拐杖。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會。
- 六、楊富吉、施佳佑、葉冠毅 彩虹人生。中華民國第 48 屆中小學科學展覽會。
- 七、維基百科 拐杖
<https://zh.wikipedia.org/wiki/拐杖> <https://www.drmbesuperior.com/post/拐杖到底該拿哪一邊？>
- 八、維基百科 力矩
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/力矩>
- 九、Webduino
<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10186134>
- 十、超音波原理
http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbdsn=201

【評語】 082812

※報告涵蓋了許多與「防傾防危助老柺杖」相關的重要議題，包括杖底面積與傾斜角度的關係，不同形狀杖底的影響，以及多種自動量測功能的效果。

※報告關注了老人健康和 safety，並試圖透過科技改善他們的生活。

※報告最後討論了自製「防傾防危助老柺杖」的可行性，顯示出研究有實際應用的可能性。

※功能性與實用性之間的平衡：報告的研究重點主要在於柺杖的功能性探討，然而，在添加各種功能之後，可能會導致柺杖的重量增加，對於老年人來說，過重的柺杖可能不便於長時間使用。這可能會削弱這些功能的實用性。

※適應性問題：在調整柺杖底面積大小的過程中，雖然可以提高柺杖的穩定性，但如果底面積過大，則可能會給老年人的使用帶來不便，例如在步行或轉彎時可能變得不太靈活。

※用戶體驗缺乏：報告似乎未針對實際使用者（即老年人）的需求和反饋進行足夠的調查。了解使用者的需求和反饋對於設計一款真正有助於改善生活質量的產品至關重要。

作品海報



$$x + b = \frac{c}{a} - \frac{a\sqrt{4ac}}{b}$$
$$x = \frac{b^2 + 4c}{4}$$
$$x = \frac{b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + \frac{a}{2}$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\log_a^N = \frac{\log \frac{N}{m}}{\log \frac{a}{m}}$$

防傾防危助老楊杖

摘要

台灣進入超高齡社會，設計拐杖以達防傾防危助老。

研究顯示：(1)市售拐杖以單點拐為主，約占82%。(2)拐杖底面積與傾角呈正相關，杖長與傾角呈負相關。(3)(抗力矩/施力矩)比值與傾角呈正相關。當比值<0.6時，形狀排列：圓形>正六邊形>正五邊形>正方形>正三角形。(4)超音波距地高度與可測距離呈負相關。若距地高0-10cm，可精確量測距離為2~200cm及400cm間。(5)障礙物偏轉17~63度，測距與偏角呈正相關性，若角度>63度，超音波測距近乎失效。(6)體溫趨勢：頭>身>四肢。量測體溫修正：正確體溫=舌下溫=手掌測溫+2.31度C。(7)正確環境溫=26.63+(感測溫-26.63)*1.33。(8)自動量測步數：拐杖步數準確率與振數常除數N值呈正相關。當N=8時，準確率約為97%，可由拐杖步數反推人行走步數。

壹、研究動機

因為近年來全球人口老化嚴重，根據我國行政院預估，在115年我國的65歲以上老年人口將會達到20.6%，此時台灣正式進入「超高齡社會」，我國的人口老化程度是非常嚴重。(註：65歲以上人口占總人口比率達到7%、14%及20%，分別稱為高齡化社會、高齡社會及超高齡社會。)

根據非營利組織(Nonprofit Organization 簡稱NPO)研究發現，銀髮族有十大困擾，其中生活及生命安全就占了一半，所以我們應該關注在銀髮族急需-日常行走的需求，思考能否設計出協助超高齡長者或行動不便者的協助器-「防傾防危助老拐杖」。

這拐杖能自我站立嗎？底面積大小要多少？什麼形狀的底面積最好？能設立自動量測距離及警告嗎？能自動量測長者的體溫及警告嗎？能自動量測環境溫度嗎？能自動量測行走步數嗎？為了解心中的疑問，於是與幾位同學在老師的指導下，作了以下有趣的研究。

- 我們的研究目的：
- 一、研究拐杖底面積大小與傾斜角度的關係。
 - 二、研究拐杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。
 - 三、研究拐杖超音波自動量測距離的效果。
 - 四、研究拐杖超音波自動量測偏角的效果。
 - 五、研究拐杖自動量測體溫的效果。
 - 六、研究拐杖自動量測環境溫度的效果。
 - 七、研究拐杖自動量測行走步數的效果。
 - 八、研究自製「防傾防危助老拐杖」的可行性應用。
- 我們的研究架構，如圖2.1所示。

貳、研究目的

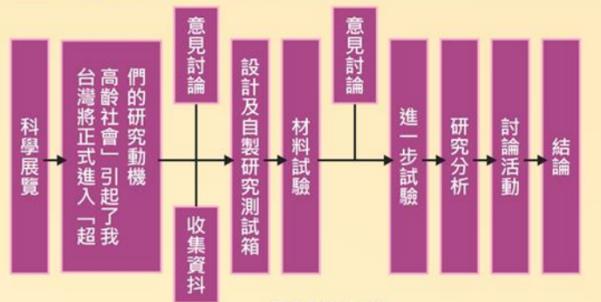


圖2.1 研究流程架構

參、文獻探討

以「拐杖」為關鍵字，蒐尋較為相關的文獻僅二篇，而單以「拐杖」「防傾」為研究主軸幾乎沒有。經討論後確立研究方向，並與我們實際研究比較，得知我們率先利用Webduino以物聯網的概念達成自製「防傾防危助老拐杖」可行性應用。

表3.1 近年拐杖相關作品

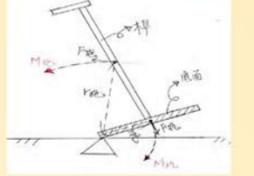
來源	中華民國第56屆中小學科學展覽會	中華民國第48屆中小學科學展覽會	本研究
主題	智慧拐杖	彩虹人生	本研究
研究目的	跌倒是老人死亡的高風險因子，適當的輔具使用(拐杖、助行器等)與居家安全與無障礙空間(如防滑地板與走廊扶手)的規劃可以減少跌倒之風險。	為了照顧身心障礙者與老人在交通上的安全，我們在拐杖上貼上LED，讓LED自動閃爍，這樣可以讓開車的人及機車騎士提早發現前方行人，讓身心障礙者及老人在行走時更加安全。	思考能否設計出協助超高齡長者或行動不便者的協助器-「防傾防危助老拐杖」
研究方法	利用微控制器來製作超音波感測，光敏照度，心跳監測以及GPS定位系統，把這些輔助的功能合併在智慧拐杖上。	起初設計要用IC「NE555」來帶動LED的震盪，外加半調式可變電阻「SVR」可以調整速度與亮度；七彩LED可以節省許多空間，所以我們得到共識，以七彩LED並聯後面的LED帶動震盪，取代了原先要以IC「NE555」帶動震盪的位置。	研究拐杖底面積大小、拐杖底面積與傾斜角度的關係。拐杖超音波自動量測距離的效果。拐杖超音波自動量測偏角的效果。拐杖自動量測體溫的效果。研究拐杖自動量測環境溫度的效果。拐杖自動量測行走步數的效果。自製「防傾防危助老拐杖」的可行性應用。

一、拐杖：
是由腿轉移體重到上身的行動輔具。人們因為短期受傷至長期殘障而未能用他們雙腿去支撐其身體，因此使用拐杖代步。拐杖是一種可以單手獨立操作的行走輔具。拐杖主要可以分為下面幾個種類：



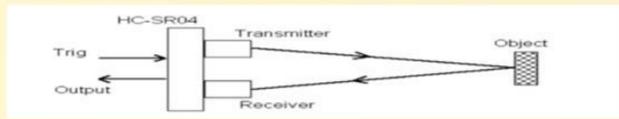
(1)手杖：單點拐、三腳拐、四腳。(2)拐前臂拐。(3)腋下拐。
(資料來源：改寫自維基百科<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8B%90%E6%9D%96>)
(資料來源：改寫自<https://www.drmbesuperior.com/post/%E6%8B%90%E6%9D%96%E5%88%B0%E5%BA%95%E8%A9%B2%E6%8B%BF%E5%93%AA%E4%B8%80%E9%82%8A%EF%BC%9F>)

二、力矩：
在物理學裏，作用力促使物體繞著轉動軸或支點轉動的趨向，稱為力矩(英語：torque 或 moment)，也就是扭轉的力。力矩與三個物理量有關：施加的作用力F、從轉軸到施力點的位移向量r、兩個向量之間的夾角θ。力矩M以向量方程式表示為M=r X F。
(資料來源：改寫自維基百科<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8A%9B%E7%9F%A9>)



三、Webduino：
Webduino 顧名思義，就是 Web + Arduino 的合稱，早在 2012 年就已經有這個名詞出現，直到 2015 年，使用 Webduino 技術的開發板，終於可以純粹使用 Web 的技術來控制，除了可以讓原本的 Arduino 上網，更可以「雲端更新韌體程式」、「用各種程式語言開發」以及「使用 Wi-Fi 控制」，不再只需要 C/C++ 才能進行開發，更因為網頁技術原本就是可以跨平台、跨裝置，所以才能讓「物聯網」這三個字發揮出真正的價值與意義。
(資料來源：改寫自<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10186134>)

四、超音波原理：
超音波感測器是由超音波的發射器(T)、接收器(R)和控制電路所組成，經由計算發射後到接收的時間差來換算出與障礙物的距離。因此超音波感測器也是一個很容易且方便使用的距離感測器，所以我們藉由超音波偵測距離而達到避障的功能。
(資料來源：改寫自http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbdsn=201)



肆、研究設備及器材

表4.1 研究設備

編號	設備名稱	數量	單位	備註
1	紅外線溫度槍(RADIANT·THD2FE, 精度0.1度C)	1	台	圖4.1
2	紅外線耳溫槍(FORA·IR18, 精度0.1度C)	1	台	圖4.1
3	電子體溫計(USbaby, 精度0.01度C)	1	台	圖4.1
4	數位溫度計(TP-101, -50~+300度C, 精度0.1度C)	1	台	圖4.1
5	精密秤(i2000, 500g, 精度0.01g)	1	台	圖4.1
6	游標尺(Mitutoyo; 精密度0.02mm)	1	支	圖4.1
7	電源供應器(DC 0-12V)	1	台	圖4.1
8	美工刀	1	支	圖4.1
9	剪刀	1	組	圖4.1
10	卷尺	1	支	圖4.1
11	直尺	1	支	圖4.1
12	熱熔槍	1	組	圖4.1
13	Webduino模組、感測晶片及線路	5	組	圖4.1
14	木板30*30cm	2	片	圖4.1
15	塑膠瓦楞板80*120cm	2	片	圖4.1
16	書架20*20cm	1	組	圖4.1
17	吸管	5	組	圖4.1
18	筆記型電腦	1	台	圖4.1
19	數位照相機	1	台	圖4.1



圖4.1 研究設備

伍、研究過程或方法

一、調查市售拐杖型式：
小組成員分別到學校附近的商店，進行拐杖型式調查，情形如下所示。



圖5.1 商店內的展示拐杖

二、設計研究專用斜板(測拐杖傾倒角度)及行動載臺：
(一)設計：
為了測量拐杖自動站立的傾倒角度，我們與老師共同設計了一個長35cm、寬35cm活動角度板的研究專用斜板，以方便試驗的進行。也為了能讓拐杖有智能感測能力，我們也設計了智能感測的測試平台，以方便試驗的進行。實際的設計圖，如圖5.2、5.3所示。

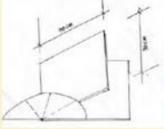


圖5.2 預定完成的專用斜板設計圖

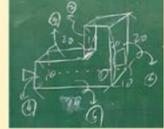


圖5.3 預定完成的DIY智能感測測試平台設計圖

(二)組裝：
材料由老師購買，裁切及組裝由我們來幫忙，老師一步步的指導我們應該注意及小心的地方，最後終於完成了研究專用斜板及智能感測測試平台的製作。組裝的情況及完成情形，如圖5.4、5.5、5.6、5.7所示。



圖5.4 測板放樣情形



圖5.5 測板裁切情形



圖5.6 DIY研究專用斜板設置完成



圖5.7 DIY智能感測測試平台設置完成

三、正式試驗：

- 【實驗一】研究拐杖底面積大小與傾斜角度的關係。
(1)取模擬可自行站立的拐杖底板(正方形邊長5、10、20cm)的塑膠瓦楞板，及模擬拐杖桿長的塑膠桿(短桿-長6cm、重4.95g；中桿-長27.5cm、重13.85g；長桿-長45cm、重22.31g)。
(2)將拐杖底板及拐杖桿長組合，並放置於研究專用斜板上測試，增加傾斜角度，當拐杖傾倒立刻記錄最大的傾斜角度。
(3)分別比較拐杖底面積大小與傾斜角度的關係。
- 【實驗二】研究拐杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。
(1)取模擬可自行站立的拐杖底板面積100cm²不同形狀(正三角形、正方形、五邊形、六邊形)的塑膠瓦楞板，及模擬拐杖桿長的塑膠桿(短桿-長6cm、重4.95g；中桿-長27.5cm、重13.85g；長桿-長45cm、重22.31g)。
(2)將拐杖底板及拐杖桿長組合，並放置於研究專用斜板上測試，增加傾斜角度，當拐杖傾倒立刻記錄最大的傾斜角度。
(3)分別比較拐杖底面積不同形狀與傾斜角度的關係。
- 【實驗三】研究拐杖超音波自動量測距離的效果。
(1)完成設定Webduino模組及超音波測距感測器的線路，在直立牆面上(距地面0、10、20、30、40cm)架設超音波測距感測器。
(2)取L型書架(模擬障礙物)面對超音波測距感測器，分別在直線由近到遠(0、5、10、20、30、40、50~500cm)來阻擋超音波路徑，讀取Webduino模組線上回傳量測距離，並記錄。
(3)分別比較超音波量測距離與實際距離的關係
- 【實驗四】研究拐杖超音波自動量測偏角的效果。
(1)完成設定Webduino模組及超音波測距感測器的線路，在直立牆面上(距地面10cm)架設超音波測距感測器。
(2)取L型書架(模擬障礙物)面對超音波測距感測器，分別在直線(30、50、100、200cm)增加面對超音波測距感測器的偏角(0~90度)，讀取Webduino模組線上回傳量測距離，並記錄。
(3)分別比較障礙物偏角與實際距離的關係。

- 【實驗五】研究拐杖自動量測體溫的效果。
(1)分別利用精密體溫計、額溫計、耳溫計量測學生不同部位(舌下、耳內、額頭、心外、手肘、手掌、腳肘、腳掌)的溫度。
(2)在DIY智能感測測試平台上，完成設定Webduino模組及傳感溫度計的設立。
(3)量測人員手握傳感溫度計，讀取Webduino模組線上回傳體溫值，並記錄。
(4)分別比較不同部位的實測溫度與實際Webduino傳感溫度計的溫度。

- 【實驗六】研究拐杖自動量測環境溫度的效果。
(1)在DIY智能感測測試平台上，完成設定Webduino模組及傳感溫度計的設立。
(2)量測人員讀取室內溫度及Webduino模組線上回傳室溫值，並記錄。
(3)分別比較環境實測溫度與Webduino傳感溫度的關係。

- 【實驗七】研究拐杖自動量測行走步數的效果。
(1)在DIY智能感測測試平台上，完成設定Webduino模組及傳感振動開關的設立。
(2)量測人員利用DIY智能感測測試平台模擬行走姿態，並設定Webduino程式中的「振動常除數N」(1、2、3、4、5、6、7、8、9、10)，重複進行模擬行走，讀取Webduino模組線上回傳的振動開關次數，並記錄。
(3)利用【實驗一】、【實驗二】的結果，設計並製作出符合傾斜角度>=30度的防傾第一代防危助老拐杖。
(4)測試不同行人，每人固定行走10步，並記錄同時所使用的拐杖步數及其身高。
(5)分別比較「振動常除數N」、身高與拐杖步數、拐杖步數與行走步數的關係。

- 【實驗八】研究自製「防傾防危助老拐杖」的可行性應用。
(1)利用【實驗一】、【實驗二】的結果，設計並製作出符合傾斜角度>=45度的防傾第二代防傾防危助老拐杖。
(2)將【實驗三】、【實驗五】、【實驗六】、【實驗七】的研究結果，裝設至第二代防傾防危助老拐杖上。
(3)測試第二代防傾防危助老拐杖的「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」的效果。

「防傾防危助老拐杖」之研究



圖5.1 研究流程



圖5.2 模擬拐杖底面積狀底板切割情形

圖5.3 模擬拐杖傾斜及感測器量測情形

圖5.4 Webduino、光敏電阻硬體架設及程式編寫

圖5.5 防傾「防危助老拐杖」擺設裁切情形

圖5.6 防傾「防危助老拐杖」感測器安裝情形

圖5.7 小組討論情形

【實驗一】研究拐杖底面積大小與傾斜角度的關係。

Table with columns for 底面積, 傾斜角度, 靜作用力, 靜力矩, 傾斜角度, etc. It shows data for various杖底面積 and傾斜角度 combinations.

【實驗二】研究拐杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。

Table with columns for 底面積, 傾斜角度, 靜作用力, 靜力矩, 傾斜角度, etc. It compares different shapes like 圓形, 正六邊形, 正五邊形, etc.

【實驗三】研究拐杖超音波自動量測距離的效果。

Table with columns for 設置高度, 實際距離, 超音波測距距離, etc. It shows the accuracy of ultrasonic distance measurement at different heights.

Table with columns for 設置高度, 實際距離, 超音波測距距離, etc. It shows the accuracy of ultrasonic distance measurement for different杖底面積.

【實驗四】研究拐杖超音波自動量測角度的效果。

Table with columns for 設置高度, 實際距離, 角度, etc. It shows the accuracy of ultrasonic angle measurement at different heights.

【實驗五】研究拐杖自動量測體溫的效果。

Table with columns for 受測者, 身體部位, 體溫, etc. It shows body temperature measurements for different body parts.

Table with columns for 受測者, 身體部位, 體溫, etc. It shows body temperature measurements for different body parts.

【實驗六】研究拐杖自動量測環境溫度的效果。

Table with columns for 實際溫度, Weiduno程式感測溫度, etc. It compares actual environmental temperature with sensor readings.

【實驗七】研究拐杖自動量測行走步數的效果。

Table with columns for 受測者, 身高, A步數, B步數, etc. It compares step counts from a sensor with manual counts.

柒、討論

【探討一】研究調查市售拐杖型式調查。

<方法> 小組成員分別到學校附近的商店，進行拐杖型式調查，並對拐杖的功能進行討論。
<市場調查> 本研究小組至竹北市的一些五金行店進行調查並進行討論，如下：

Table with columns for 編號, 拐杖, 細分, 自行站立, 實體照片, 統計數量(支), 市占比率(%). It lists different types of canes and their market share.

<結果> 1.市售拐杖型式以手杖為居多，其中又以單點拐為主要，市占約82%。
2.可自行站立的拐杖不多見，其中以手杖的三腳、四腳為主。

【實驗一】研究拐杖底面積大小與傾斜角度的關係。

<方法> Images and graphs showing the relationship between杖底面積 and傾斜角度. Includes photos of different杖底面積 and graphs of傾斜角度 vs 杖底面積.

<結果> 1.拐杖底面積與最大傾角呈正相關性，拐杖桿長與最大傾角呈負相關性。
2.每面積提供最大傾角：中桿(0.1217度/cm²) > 短桿(0.0996度/cm²) > 長桿(0.0717度/cm²)。
3.定義底盤重的靜作用力為(抗力矩)、桿重的的靜作用力為(施力矩)，拐杖(抗力矩/施力矩)比值與拐杖最大傾角呈正相關性。

<發現> 拐杖底面積與最大傾角呈正相關性，拐杖桿長與最大傾角呈負相關性。每面積提供最大傾角：中桿(0.1217度/cm²) > 短桿(0.0996度/cm²) > 長桿(0.0717度/cm²)。

【實驗二】研究拐杖底面積的形狀與傾斜角度的關係。

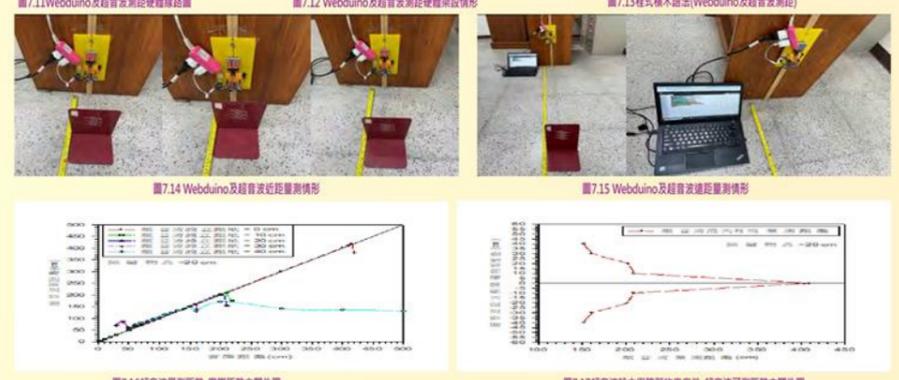
<方法> Images and graphs showing the relationship between杖底面積的形狀 and傾斜角度. Includes photos of different杖底面積形狀 and graphs of傾斜角度 vs 杖底面積形狀.

<結果> 1.不同形狀的底面，拐杖桿長與拐杖最大傾角呈負相關性。
2.不同形狀的底面，桿長桿的重量與拐杖最大傾角呈負相關性。
3.不同形狀的底面，施力的靜力矩與拐杖最大傾角呈負相關性。

<發現> 定義底盤重的靜作用力為(抗力矩)、桿重的的靜作用力為(施力矩)，拐杖(抗力矩/施力矩)比值與拐杖最大傾角呈正相關性。

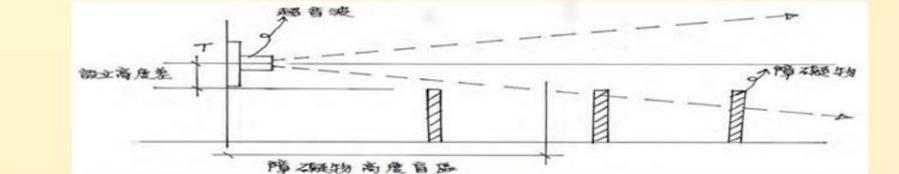
【實驗三】研究拐杖超音波自動量測距離的效果。

<方法> Images showing the experimental setup for ultrasonic distance measurement, including the sensor, Weiduno board, and target.



<結果> 1.超音波設置距地高度與超音波精確量測區間呈負相關性。
2.超音波設置-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。
3.超音波可精確量測區間：超音波設置距地高度0cm(量測區間2-409cm)。

<發現> 超音波設置距地高度與超音波精確量測區間呈正相關性。超音波設置-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。



【實驗四】研究拐杖超音波自動量測角度的效果。

<方法> Images and graphs showing the relationship between 設置高度 and 實際距離 for angle measurement.

<結果> 1.障礙物偏轉角度與超音波測距呈相關性。
2.失效偏角：實際測距30cm(失效偏角>17度)、實際測距50cm(失效偏角>10度)。

<發現> 失效偏角與超音波失效觀測距離呈負相關性。障礙物偏轉角度超過一定數值，超音波測距會升高，形成失效。

【實驗五】研究拐杖自動量測體溫的效果。

<方法>



<結果>

1. 身體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。
2. 體溫量測高低排列：額頭36.61度C>舌下36.31度C>耳內36.11度C>腋下35.58度C>手掌35.43度C>腳肘35.37度C>手肘35.33度C>心外34.78度C>Webduino手掌34度C>腳掌32.3度C。
3. 大致上身體各部位與舌下體溫差：額頭+0.29度C>耳內-0.2度C>腋下-0.73度C>手掌-0.88度C>腳肘-0.94度C>手肘-0.99度C>心外-1.53度C>Webduino手掌-2.31度C>腳掌-4.01度C。
4. 手掌部位量測體溫：精密體溫計35.43度C>Webduino手掌34度C，溫差1.43度C。
5. 舌下體溫=Webduino手掌體溫+2.31度C。

<發現>

身體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。體溫排列：額頭36.61度>舌下36.31度>耳內36.11度>腋下35.58度>手掌35.43度>腳肘35.37度>手肘35.33度>心外34.78度>Webduino手掌34度>腳掌32.3度。所以拐杖自動量測體溫是可行的，但要進行修正：正確體溫=舌下體溫=Webduino手掌體溫+2.31度C。

【實驗六】研究拐杖自動量測環境溫度的效果。

<方法>



<結果>

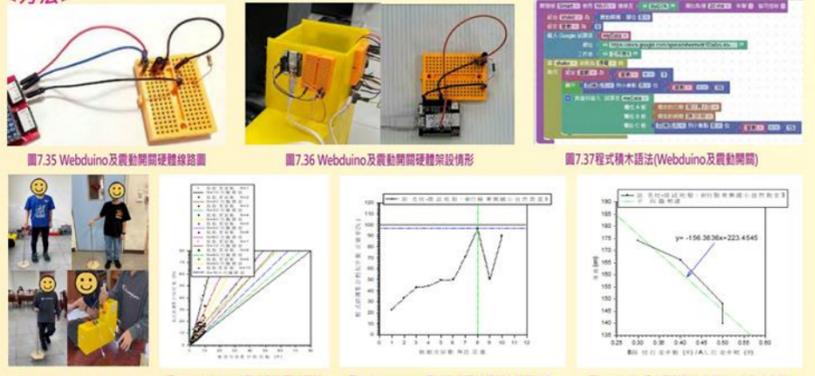
1. Webduino感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。
2. 溫度為26.63度C時，Webduino感測溫度=實測溫度。
3. 溫度為>26.63度C時，Webduino感測溫度為正確實測溫度的0.75倍，Webduino感測溫度為低估，具誤差性。感測溫度需修正為=Webduino感測溫度*1.33。
4. 溫度為<26.63度C時，Webduino感測溫度為正確實測溫度的1.33倍，Webduino感測溫度為高估，具誤差性。感測溫度需修正為=Webduino感測溫度*0.75。

<發現>

Webduino感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。所以拐杖自動量測環境溫度是可行的。由實驗得知環境溫度26.63度C時=Webduino感測溫度，所以正確環境溫度可修正為：26.63+(Webduino感測溫度-26.63)*1.33。

【實驗七】研究拐杖自動量測行走步數的效果。

<方法>



<結果>

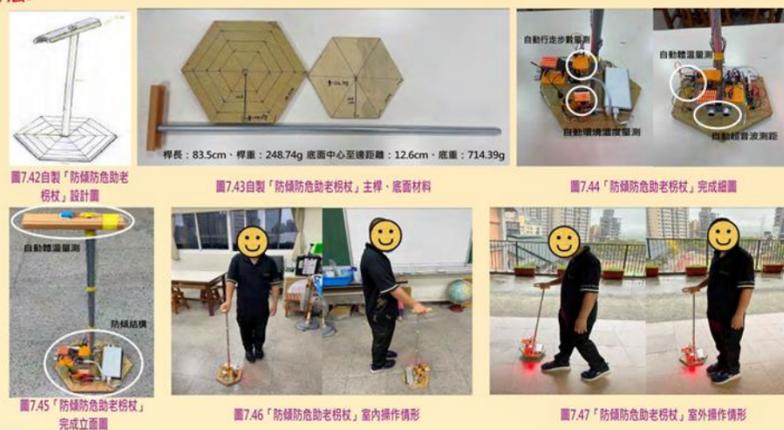
1. Webduino程式偵測累計拐杖步數與實際拐杖累計步數呈正相關性。
2. 振數常除數N值設定：1~7誤差大，8符合，9~10誤差大。
3. Webduino程式偵測累計拐杖步數正確率與程式振數常除數N值呈正相關性。
4. 程式振數常除數N=8時，程式偵測累計拐杖步數正確率為最高約為97%。
5. 身高與「B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)」呈負相關性。
6. 身高與拐杖行走步數呈負相關性。身高越高拐杖步數越少，身高越矮拐杖步數越多。
7. 平均趨勢：身高160cm，B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)比值=0.405。顯示人身高160cm時，行走1步，拐杖需使用0.405步數；也為使用拐杖1步，需行走2.47步。

<發現>

Webduino程式偵測累計拐杖步數正確率與程式振數常除數N值呈正相關性。程式振數常除數N=8時，程式偵測累計拐杖步數正確率為最高約為97%。身高與「B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)」呈負相關性。身高越高拐杖步數越少，身高越矮拐杖步數越多。利用身高-B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)關係圖，即可由拐杖步數，反推人行行走步數。所以自動量測行走步數是可行的。

【實驗八】研究自製「防傾防危助老拐杖」的可行性應用。

<方法>



<結果>

1. 根據【實驗一】的結果(底面積越大越好)，防傾拐杖我們選擇底面積約我們鞋長24cm大小正方的面積(底面積約548cm²)。
2. 根據【實驗二】的結果(底形狀邊形越多越好、桿長越短越好)，防傾拐杖因為考量加工的方便性所以我們選擇底形狀為正六邊形、拐杖桿長約大於我們學生身高1半以上(桿長>80cm)。
3. 根據以上的設計，我們的拐杖(抗力矩/施力矩)比值=(底面中心至邊距離*底重)/(桿長1半*桿重)=(12.6cm*714.39g)/(83.5cm/2*248.74g)=0.87，利用【實驗二】圖表得知此拐杖最大傾角約為48度，已經符合我們的要求(傾斜角度>=45度)。
4. 根據【實驗三】的結果，我們設定障礙物離地高度為10cm(避免小石頭的誤判)，取超音波設立距地高度10cm，設定障礙物接近50cm內就會自動發聲警告。



5. 根據【實驗五】的結果，我們取正確體溫=舌下體溫=Webduino手掌體溫+2.31度C。並設定體溫會自動回傳遠端手機，體溫>38度C就會自動發聲警告。



6. 根據【實驗六】的結果，我們取環境溫度>26.63度C時，溫度修正為=Webduino感測溫度*1.33。環境溫度<26.63度C時，溫度修正為=Webduino感測溫度*0.75。並設定環境溫度會自動回傳遠端手機，環境溫度>40度C會自動發聲警告。



7. 根據【實驗七】的結果，我們取利用身高-B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)關係圖，即可由拐杖步數，反推人行行走步數。並設定拐杖步數會自動回傳遠端手機，並進行反算人行行走步數。



<發現>

自製「防傾防危助老拐杖」的確是可行的，基本功能有：「防傾倒結構」、「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」，並啟動偵測數值自動回傳遠端手機。我們設計的拐杖最大傾角約為48度、超音波設立距地高度10cm、體溫>38度C就會自動發聲警告、環境溫度>40度C會自動發聲警告、利用身高-B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)關係圖可反推人行行走步數。

捌、結論

- 一、調查市售拐杖：市售拐杖型式以手杖為居多，其中又以單點拐為主要，市占約82%。
- 二、底面積大小：拐杖底面積與最大傾角呈正相關性，拐杖桿長與最大傾角呈負相關性。拐杖(抗力矩/施力矩)比值與拐杖最大傾角呈正相關性。
- 三、底面積的形狀：拐杖(抗力矩/施力矩)比值與拐杖最大傾角呈正相關性。平均而言，拐杖最大傾角=45度，(抗力矩/施力矩)約為0.7；拐杖最大傾角<45度，(抗力矩/施力矩)<0.7；拐杖最大傾角>45度，(抗力矩/施力矩)>0.7。當拐杖(抗力矩/施力矩)<0.6時，最大傾角形狀排列：圓形>正六邊形>正五邊形>正方形>正三角形。
- 四、超音波自動量測距離：超音波設立-障礙物高度差與超音波可測距離呈負相關性。取超音波設立距地高度0-10cm，超音波可精確量測距離為2~200cm及400cm間。
- 五、超音波自動量測偏角：失效偏角與超音波失效觀測距離呈負相關性。障礙物偏轉角度<17度，超音波測距與偏角無關；障礙物偏轉角度17~63度，超音波測距與偏角呈正相關性；障礙物偏轉角度>63度，超音波測距近完全失效(障礙物如同隱形)。
- 六、自動量測體溫：體各部位體溫量測結果不盡相同，大致體溫趨勢：頭部>身體>四肢。體溫排列：額頭36.61度C>舌下36.31度C>耳內36.11度C>腋下35.58度C>手掌35.43度C>腳肘35.37度C>手肘35.33度C>心外34.78度C>Webduino手掌34度C>腳掌32.3度C。拐杖自動量測體溫要進行修正：正確體溫=舌下體溫=Webduino手掌體溫+2.31度C。
- 七、自動量測環境溫度：Webduino感測溫度與實測溫度呈相關性及誤差性。由實驗得知環境溫度26.63度C時=Webduino感測溫度，所以正確環境溫度可修正為：26.63+(Webduino感測溫度-26.63)*1.33。
- 八、自動量測行走步數：Webduino程式偵測累計拐杖步數正確率與程式振數常除數N值呈正相關性。程式振數常除數N=8時，程式偵測累計拐杖步數正確率為最高約為97%。身高與「B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)」呈負相關性。身高越高拐杖步數越少，身高越矮拐杖步數越多。利用身高-B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)關係圖，即可由拐杖步數，反推人行行走步數。
- 九、自製防傾「防危助老拐杖」的可行性：自製「防傾防危助老拐杖」的確是可行的，基本功能有：「防傾倒結構」、「自動測距警告」、「自動測體溫警告」、「自動測環境溫度」、「自動測行走步數」，並啟動偵測數值自動回傳遠端手機。我們設計的拐杖最大傾角約為48度、超音波設立距地高度10cm、體溫>38度C就會自動發聲警告、環境溫度>40度C會自動發聲警告、利用身高-B(拐杖行走步數)/A(人行行走步數)關係圖可反推人行行走步數。

玖、參考資料及其他

- 一、劉君祖等人(2002)，小牛頓科學百科4，台北：牛頓出版股份有限公司。
- 二、林素月/譯(1978)，大學物理，台南：台南東海出版社。
- 三、劉俊輝、舒福壽(2009年6月初版)，實用電子電路實作應用，台北：台科大圖書股份有限公司。
- 四、葉難(2014)，Arduino輕鬆入門：範例分析與實作設計，新北市：博碩文化。
- 五、黃柏凱、陸岳峻、董祐宏 智慧拐杖。中華民國第56屆中小學科學展覽會。
- 六、楊富吉、施佳佑、葉冠毅 彩虹人生。中華民國第48屆中小學科學展覽會。
- 七、維基百科 拐杖 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8B%90%E6%9D%96>
<https://www.drmbesuperior.com/post/%E6%8B%90%E6%9D%96%E5%88%B0%E5%BA%95%E8%A9%B2%E6%8B%BF%E5%93%AA%E4%B8%80%E9%82%8A%EF%BC%9F>
- 八、維基百科 力矩 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8A%9B%E7%9F%A9>
- 九、Webduino <https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10186134>
- 十、超音波原理 http://maker.tn.edu.tw/modules/tad_book3/page.php?tbdsn=201