

投稿類別:工程技術類

篇名:

三軸加速度感測器實驗與探究

作者:

巫奕宏。臺北市立松山高級工農學校。電子科二年智班。  
李廣桁。臺北市立松山高級工農學校。電子科二年智班。  
葉啟恩。臺北市立松山高級工農學校。電子科二年智班。

指導老師:

林麗雲

## 壹、前言

### 一、實習目的

隨著現在醫療科學越來越發達，人們健康的更多細節會受到關注，像是飲食、消耗熱量卡路里，如果能夠將人們平常走路的步數記下並經過運算顯示消耗多少卡路里，這樣就可以協助需要控管飲食而注意消耗熱量的人，改善人們健康。

### 二、實習方法

我們利用三軸加速度感測器讀取出 XYZ 各軸的數值，開始計步時，程式會進行判斷是否走路動作成立，把動作成立的步數運算出消耗的卡路里，最後將 XYZ 各軸的數值、步數、消耗卡路里顯示在 Arduino 創列阜監控視窗。

## 貳、正文

### 一、感測器介紹

ADXL345 是一款三軸加速度計(如圖一)，電壓範圍介於 2V~3.6V 之間，傳送方式屬於串列傳輸，串列傳輸分成 I2C 與 SPI，可以測得物體運動時 XYZ 各軸的變化量及傾斜程度。此感測器常運用在醫療儀器、遊戲遙控、個人導航。



圖 一: ADXL345 三軸加速度計

### 二、研究過程

我們將三軸加速度感測器測得 XYZ 各軸的數值(如圖二)，並將 XY 軸的數值與下一次讀取的數值取一階差分和取平均值，這樣就能夠計算出人在走路動作時的 XY 變化量，我們再將變化量拿去跟誤差範圍比較，就能判斷且計算出步數。

## 三軸加速度感測器實驗與探究

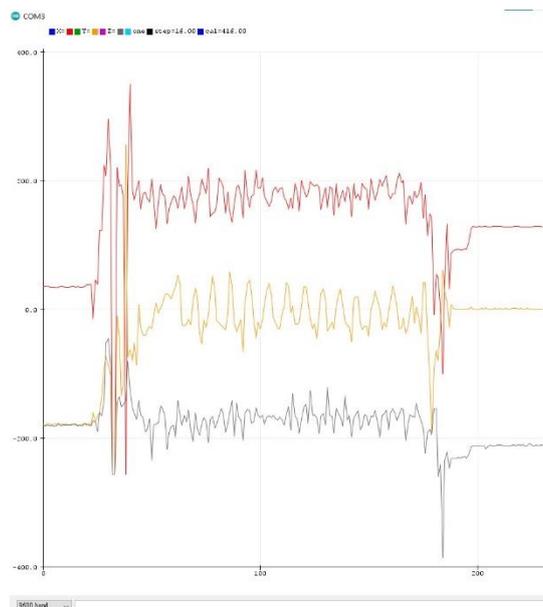


圖 二: 測得 XYZ 各軸的數值繪圖

### (一) 一階差分

差分，一般用在大數據以時間為統計維度的分析中，簡單來說當時間間距相等時，用下一個數值減去減去上一個數值，就叫做一階差分，間距必須要相等，差分作用就是減輕數據間不規律的波動，使波動曲線更平整。圖三是一階分差舉例數值圖。

序号	时间	原始数值	一阶差分	二阶差分
1	2016-01-04	192	空	空
2	2016-01-11	327	135	空
3	2016-01-18	350	23	-112
4	2016-01-25	296	-54	-77
5	2016-02-01	342	46	100
6	2016-02-08	429	87	41
7	2016-02-15	134	-295	-382
8	2016-02-22	234	100	395
9	2016-02-29	272	38	-62
10	2016-03-07	324	52	14

圖 三: 一階分差舉例數值圖

(圖片來源: 白話解釋“差分”、“一階差分”。2018年10月14號，

取自 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/46699931>)

#### 1、求差分後取平均值

當我們的一階差分求出好幾次數值後，就可以計算出差分的平均值，在加上誤差範圍，因此當人在做動作時，動作產生的各軸數值差分，而程式便會判斷是否為走路。

## 2、程式流程圖

當程式讀取出數值後會進行判斷步數是否成立，最後計算步數所消耗的卡路里，如圖四流程圖所示。

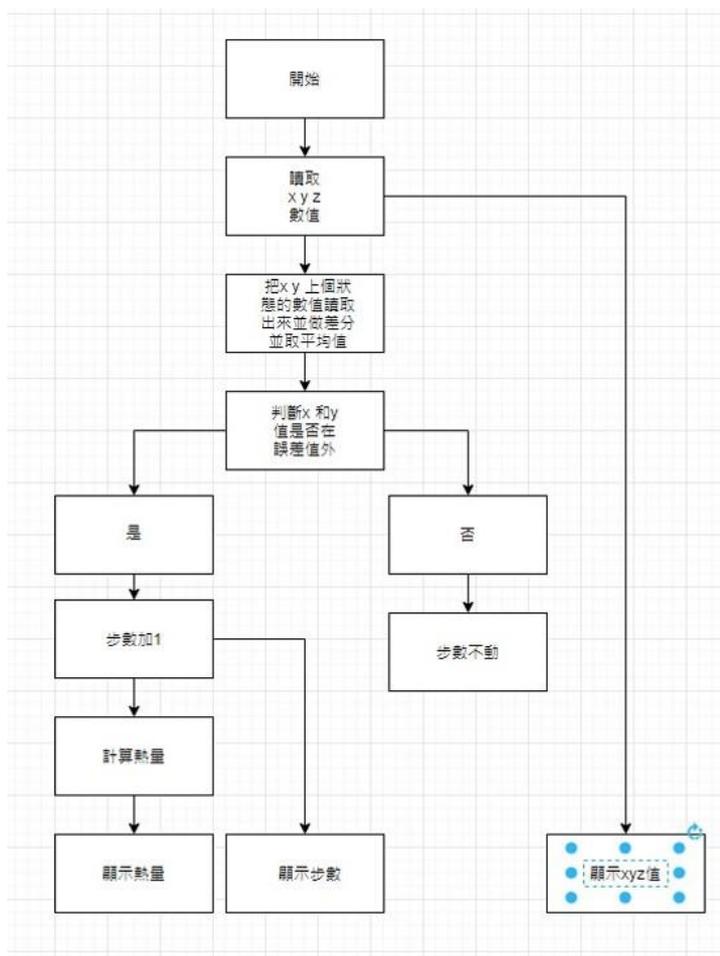


圖 四: 程式判斷步數流程圖

## 三、成品圖

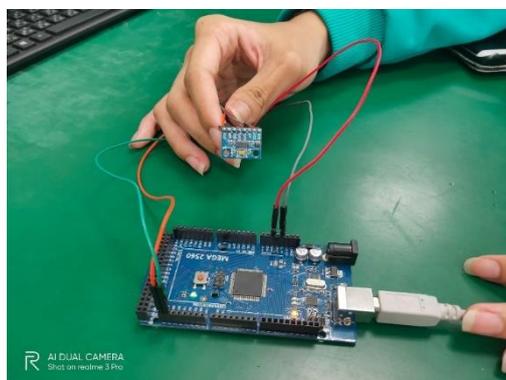


圖 五: 感測器接上燒錄後的 Arduino 板

#### 四、測量方式

由於感測器需要接上 Arduino 板才能執行測量，Arduino 板又要連接著電腦，因此測量步數會有距離的限制。測量方式如圖六，感測器與 Arduino 板連接起來後，將感測器放入口袋，使用者再進行動作。

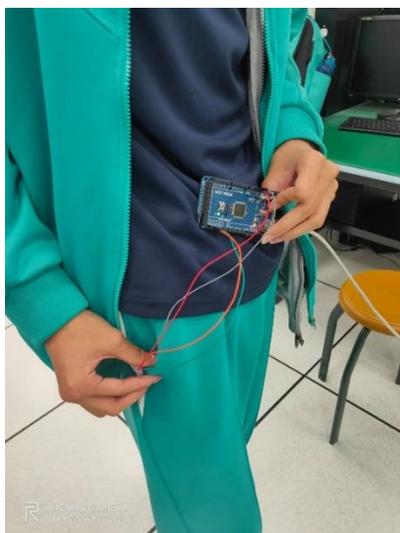


圖 六: 將感測器放入口袋，使用者再進行動作

感測器測出 XYZ 各軸的數值利用 Arduino 創列阜監控視窗顯示(如圖七)

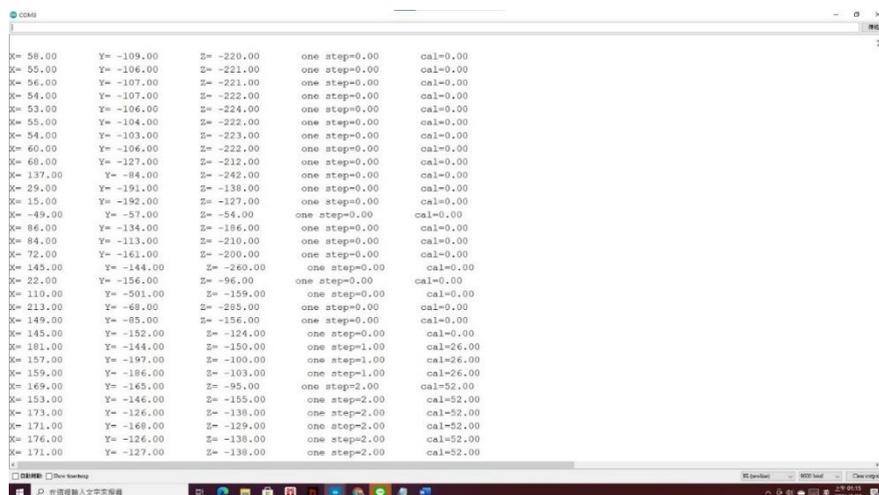


圖 七: 利用 Arduino 創列阜監控視窗顯示數值

#### 五、研究結果

因為測量步數距離有限制，所以我們每次測量的步數為四步，共十次。我們將測量時每次 XYZ 各軸的數值與判斷到的步數填入表一當中。

三軸加速度感測器實驗與探究

表一: 測量各軸、卡路里結果數值及步數

	Xg	Yg	Zg	步數	消耗熱量(cal)
第一次(初始 值)	-118	-162	-165	0	0
第一步	-104	-184	-108	1	26
第二步	-69	-183	-118	2	52
第三步	-39	-249	-141	3	78
第四步	-71	-127	-236	3	78
第二次(初始 值)	-160	100	-166	0	0
第一步	-163	91	-169	0	0
第二步	-259	64	-90	1	26
第三步	-183	-53	-155	2	52
第四步	46	8	-225	3	78
第三次(初始 值)	-126	-132	-182	0	0
第一步	-129	-182	-103	1	26
第二步	-49	-131	-198	2	52
第三步	-41	-125	-215	3	78
第四步	-54	-88	-252	4	104
第四次(初始 值)	-64	-176	-177	0	0
第一步	-88	-228	-107	1	26
第二步	-2	-154	-204	2	52
第三步	32	107	-185	3	78
第四步	23	-133	-212	4	104
第五次(初始 值)	-64	12	-243	0	0
第一步	8	-32	-243	1	26
第二步	5	-16	-321	2	52
第三步	86	-29	-230	3	78
第四步	71	-49	-232	4	104
第六次(初始 值)	99	-166	-167	0	0
第一步	41	-237	-72	1	26
第二步	68	-129	-176	2	52
第三步	180	-35	-124	3	78
第四步	94	-169	-164	4	104

三軸加速度感測器實驗與探究

第七次(初始 值)	-141	-23	-208	0	0
第一步	-74	44	-202	1	26
第二步	-91	9	-242	2	52
第三步	-87	-29	-237	3	78
第四步	-87	-29	-237	3	78
第八次(初始 值)	8	-53	-252	0	0
第一步	-8	-58	-257	1	26
第二步	-29	-159	-154	2	52
第三步	-48	-142	-157	3	78
第四步	102	142	134	4	104
第九次(初始 值)	-178	-92	-163	0	0
第一步	-147	-95	-122	1	26
第二步	-222	-78	-146	2	52
第三步	-5	24	-250	3	78
第四步	-5	38	-245	4	104
第十次(初始 值)	55	-106	-22	0	0
第一步	157	-197	-100	1	26
第二步	169	-165	-95	2	52
第三步	70	-160	-186	3	78
第四步	50	-140	-170	3	78

由表一中可以得知總共十次的測量結果，我們一開始先記錄出初始值，之後使用者走路時，將每一步的 XYZ 各軸的數值紀錄下來，知道使用者走路時的動作讓感測器各軸有所變化，數值的變化加上誤差範圍排除使用者不是做出走路的動作，最後測出步數。

## 六、問題與討論

一開始在思考如何測量出步數時，只知道能測 XYZ 各軸的數值，並不知道如何演算，後來在網路上提到可以使用一階差分，於是想辦法套用此方法在判斷測量步數。在十次結果中，有六次測得正確的步數四步，有四次只測得步數三步，在這些測出錯誤步數的結果中，我們發現使用者做動作時數值依然會變動，但程式並沒有成功判斷出步數，所以步數仍然停留在前一步，因而影響到消耗卡路里的計算。造成這些這結果的原因有時會是感測器排線接觸不良、常常會測出很離譜的步數，另外預設各軸變化範圍的變化量也可以再更加精確，盡量降低測量錯誤的機率，但這

就要一直不斷測試，讓程式判斷更加精確。

### 參、結論

這次的實驗和探究有許多可以改良的地方，除了降低測量錯誤機率之外，希望也能解決傳輸線使行動範圍受到限制的問題，可以有行動電源且將數值改透過無線網路傳輸，改善目前的不便性。而將計步器功能搭配上消耗熱量也希望能幫助人們解決健康問題。

### 肆、引註資料

楊明豐 (2019)。Arduino 最佳入門與應用：打造互動設計輕鬆學第二版。台北市：碁峰出版社。

一階差分介紹及數值圖參考 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/46699931>

ADXL345 三軸加速度計基本程式 <https://lolikitty.pixnet.net/blog/post/165475299>

計步演算方法 <http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/96952/2>