

逢甲大學學生報告 ePaper

便攜型收納耳機機構設計及即時監測裝置

Portable Storage Headphones and Real-time Monitoring
System

作者：高煒翔、周忠佐、鄭宇哲、陳志淵、劉峻瑀、宋蘭玉

系級：精密三

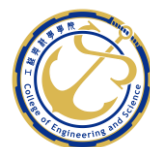
學號：D0815501、D0850525、D0887334、D0877029、D0887350、D0877033

開課老師：陳建羽 教授、劉育成 教授

課程名稱：精密系統設計專題實作

開課系所：精密系統設計學士學位學程

開課學年：110 學年度 第 2 學期



中文摘要

對現代人來說，音樂已是生活中不可缺少的部份，出門時，配戴耳機已是一種習慣。現今，因為入耳式耳機體積小且收納方便，原先主流的頭戴式耳機逐漸不受待見。本組認為頭戴式耳機的優勢不應被缺點所掩蓋，因此將著重改善頭戴式耳機的劣勢。為解決頭戴式耳機攜帶性問題，首先以提高收納性為起點，設計頭戴式耳機的機構；且長時間使用頭戴式耳機會對耳朵造成壓力和負擔，因此本組也欲改善此負面影響。本產品以積木拼裝為概念進行可拆卸設計，頭箍末端為 Type-c 插頭，與耳罩上之 Type-c 接口連接，產品在收納時，可拆掉耳罩進行收納；同時，也保留頭箍摺疊、耳罩旋轉的傳統收納方式，讓使用者可因應不同使用情況，來選擇最好的收納方式。接著使用 Solidworks simulation 對耳機進行應變分析，確定應變片的黏貼位置。依靠設置在耳機上之感測器測量頭箍應變，再透過 Arduino 板將測得之數據透過藍芽傳送至手機。基於研究成果，本團隊成功設計了拆卸式全罩耳機並列印了出來，經實測，此耳機同時具備拆卸與不拆卸的多種收納方式，確實達到了優化耳機收納方式的結果。同時實現了感測器與耳機結合，並成功回傳監測結果。本團隊也成功將「耳機結合感測器」設計流程模板化，如另有需求，只需更換感測器並修改程式即可，如果同時連接數種感測器，甚至可成為多面向監測平台。

關鍵字：耳機、即時監測、感測器、應變片、Arduino

Abstract

For modern people, music is an indispensable part of life, wearing headphones when we're out already become a habit. Nowadays, because of the small size and convenient storage of earphones, the original mainstream headphones are gradually becoming unpopular. We believe that the advantages should not be overshadowed by the disadvantages, so we will focus on improving the disadvantages of headphones. To solve the portability problem, we started by designing a high storage mechanism. At the same time, the long-term clamping force of the headband could also cause a burden on the ears, so we will also improve this negative impact. Our product is a detachable design based on the concept of building blocks, the end of the headband is a Type-c plug, which is connected to the Type-c interface on the earcup, so that the product can be removed from the earcup when storing. At the same time, we keep the traditional storage method, so that the user can choose the best storage method according to different uses. The headphone will then strain analyzed by using Solidworks simulation to determine where the strain gauges should be attached. The pressure on the ear will be measured by a strain gauge set on the headset, and the measured pressure is valued via the Arduino board and transmitted from Bluetooth to our cellphone. Based on the research results, we successfully designed the detachable headphone, which has a variety of storage methods, optimizing the storage of the headphone. At the same time, the sensor combined with the headphone could successfully return the monitoring results. We also templated a "headphone-in-sensor" design process. If there are other requirements, just need to simply replace the sensor and modify the code. If connected with several sensors at the same time, it could even develop into a multifunctional monitoring platform.

Keywords : *Arduino 、 Headphones 、 Real-time Monitoring 、 sensor 、 strain gauge*

目 次

中文摘要.....	1
Abstract.....	2
目次.....	3
圖目錄.....	4
表目錄.....	5
壹、 研究背景.....	6
貳、 研究動機與目的.....	8
參、 研究方法.....	9
肆、 研究流程.....	9
伍、 實驗設置.....	10
一、拆卸式耳機機構設計.....	10
二、應變感測器.....	10
三、Arduino 及 App inventors 2 程式開發設置.....	11
陸、 結果與討論.....	11
一、拆卸式耳機機構設變及產出.....	11
二、應變分析之討論.....	19
三、Arduino 及 App inventors 2 程式設計.....	24
柒、 結論.....	26
參考文獻.....	28



圖目錄

圖 1	產品之 SWOT 分析.....	9
圖 2	研究流程圖.....	10
圖 3	BF350-3AA.....	11
圖 4	產品設計圖.....	12
圖 5	產品爆炸圖.....	13
圖 6	耳機頭箍.....	13
圖 7	耳機伸縮帶.....	14
圖 8	耳機伸縮蓋.....	14
圖 9	耳機連桿.....	15
圖 10	Type-c 接合件.....	15
圖 11	Y 字機構.....	16
圖 12	耳機尺寸標註圖.....	16
圖 13	產品成品圖.....	17
圖 14	預想之耳機伸縮機構.....	17
圖 15	設變前後之耳機伸縮蓋.....	18
圖 16	設變前後之耳機連桿接合部.....	18
圖 17	設變前後之旋轉機構.....	18
圖 18	設變前後之 Y 字機構.....	19
圖 19	網格尺寸 2.4 (mm) 正應力分析結果.....	20
圖 20	網格尺寸 1.68 (mm) 正應力分析結果.....	20
圖 21	網格尺寸 1.176 (mm) 正應力分析結果.....	21
圖 22	網格尺寸 0.8232 (mm) 正應力分析結果.....	21
圖 23	網格尺寸 0.57624 (mm) 正應力分析結果.....	22
圖 24	網格尺寸 0.403368 (mm) 正應力分析結果.....	22
圖 25	選定之五點分析結果.....	23
圖 26(a)	Arduino 程式碼(上半部).....	24
圖 26(b)	Arduino 程式碼(下半部).....	24
圖 27	app 感測器介面.....	25
圖 28(a)	數據處理程式(上半部).....	26
圖 28(b)	數據處理程式(下半部).....	26

表目錄

表 1	耳機類型統計圖	6
表 2	使用頻率統計圖	7
表 3	價格統計圖	7
表 4	購買因素統計圖	7
表 5	設變項目一覽	12
表 6	耳機詳細設計參數	17
表 7	網格尺寸設定	19
表 8	網格分析結果	19
表 9	選定之五點分析結果	22
表 10	數值轉換結果	23
表 11	預設使用時間	25



壹、 研究背景

耳機一直是現代人每天使用的產品之一，對於部份人來說，耳機的使用率甚至高過其他 3C 產品，僅次於手機。綜觀耳機的發展史，已經超過一百年，最初只是設計給電話操作員配戴，並不是為了個人用途，但隨著家用音樂聆聽系統的出現，以聽音樂取向為主的耳機才漸漸發展起來。

近年來，藍芽耳機的出現，讓人們出門在外，擺脫了耳機線的束縛，然而早期的藍芽耳機，主要的功能只有用來通話，不包含聽音樂等功能。後來，隨著技術的革新，立體聲的藍芽耳機問世，但因內部線路集成，以及藍芽芯片、電池大小等技術問題，藍芽耳機還是一直以頭戴式耳機為主。直至後來，透過短線連接的耳塞型耳機問世，改善了延遲、電池續航力等問題，加上新型編碼技術改善了音質問題，藍芽耳機才正式被大部份消費者所接受。2015 年，真無線藍芽耳機問世，隔年，蘋果發布的 AirPods 帶起了全新的風潮，各式真無線藍芽耳機相繼問世，藍芽耳機正式成為市場上的主流，成為出門在外人們攜帶的耳機首選。

根據台灣藍芽耳機市場調查與市場概況等調查，數據顯示在 2018 年時，僅有 31.48% 的人有使用藍芽耳機的習慣，其中有 59% 使用的是入耳式藍芽耳機，並且在沒有使用藍芽耳機的人裡，有近 95% 的人表示願意購買或使用藍芽耳機。在四年後的今天，使用藍芽耳機的人不減反增，科技的進步使藍芽耳機能夠比肩甚至超越有線耳機，各個大廠也早已投入這片商機巨大的藍海之中。

一. 市場調查

本市場調查提出問題如下：

- Q1：使用的耳機類型？
 - 入耳式 59 %
 - 耳塞式 18 %
 - 耳罩式 19 %
 - 其他 4 %

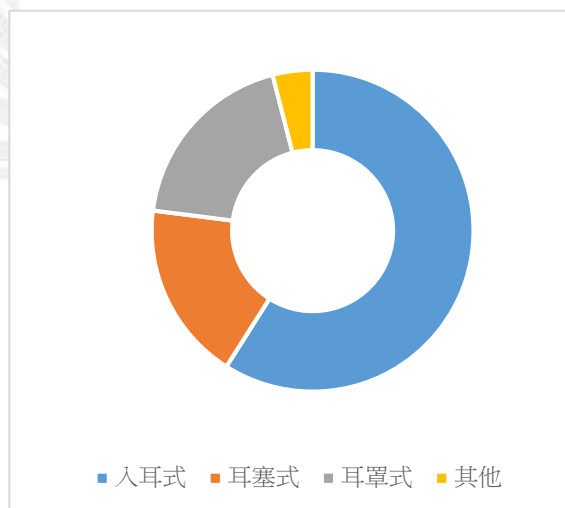


表 1 耳機類型統計圖

• Q2：耳機使用頻率？

每天都使用 63 %
一周 3-5 天 19 %
一周 1-2 天 16 %
其他 2 %

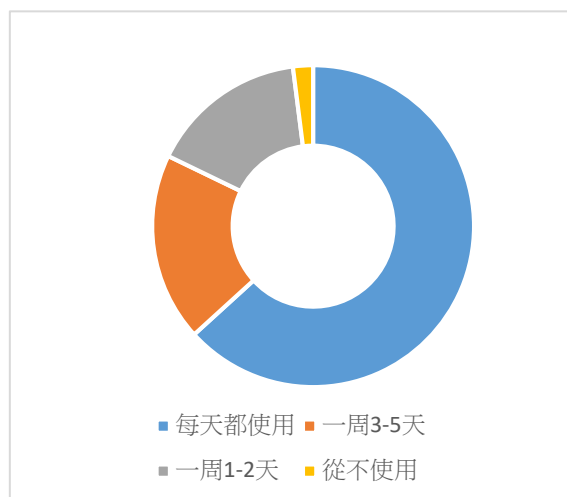


表 2 使用頻率統計圖

• Q3：耳機價格？

1000 元以下 12 %
1000-2000 元 32 %
2000-3000 元 30 %
3000-5000 元 13 %
5000-10000 元 10 %
10000 元以上 3 %

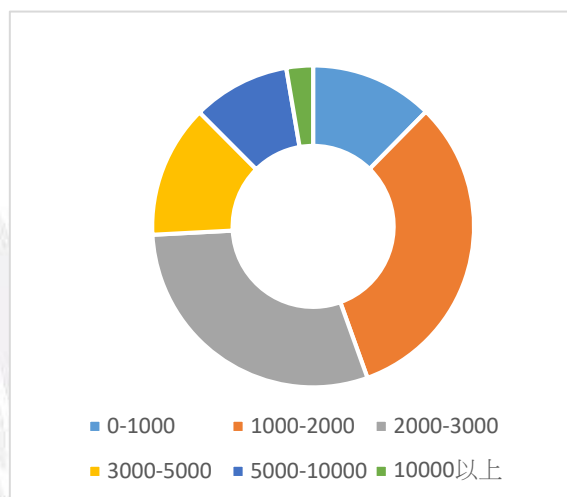


表 3 價格統計圖

• Q4：購買因素(複選)？

音質 86 %
價格 84 %
外觀 68 %
收納性 53 %
舒適度 40 %
品牌 38 %
續航力 27 %
其他 12 %

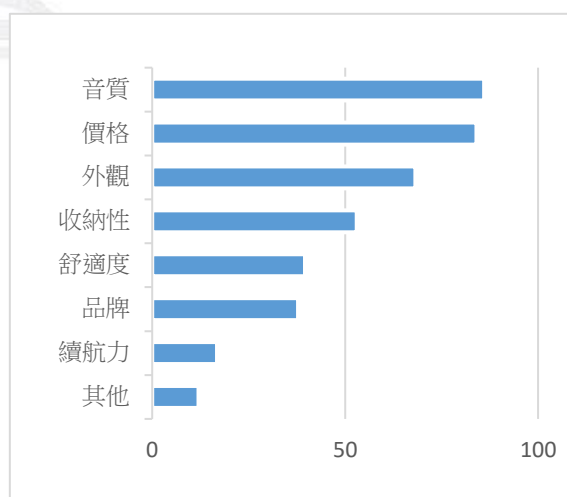


表 4 購買因素統計圖

貳、 研究動機與目的

藍牙耳機近年開始漸漸越來越普及，在這個講求輕便的時代背景，以及健身與運動市場蓬勃的發展趨勢下，越來越多人開始擁有藍牙耳機。雖然使用入耳式藍牙耳機仍是現今的趨勢，但不盡然所有消費者都會買入耳式耳機這樣的產品。

儘管入耳式藍牙耳機取得了空前的成功，但還是有著不少缺點。比如說，因為入耳式耳機的體積較小，相比於體積較大的頭戴式耳機，電池續航力自然會比較差；且體積小也代表著只能容納較小的驅動單體，因此聲音的表現上也會和有著較大驅動單體的頭戴式耳機有所落差，而入耳式的設計會讓人耳有強烈的異物感，且久戴會對耳道造成傷害。因此，大部分人養成在外使用輕巧的入耳式藍牙耳機，在家使用頭戴式耳機的習慣。

而近年來，也有另外一項裝置正在逐漸普及起來，那就是智慧型的穿戴式裝置。隨著智慧型裝置的普及化，穿戴式裝置已與智慧型裝置結合並融入人們的日常生活中，隨著醫療科技的進步，透過大數據與 AI 的發展，穿戴式裝置能夠隨時監控個人的健康。根據資料顯示，以全球穿戴式裝置市場規模來看，預估醫療性穿戴裝置及消費性穿戴式裝置於 2018~2025 年的年複合成長率(CAGR)可達 11%。隨著科技的演進和人們對於個人醫療領域的愈發重視，穿戴式裝置的定義已悄然改變，以往傳統式的穿戴式裝置，比如耳機、手錶，在沒有「附加價值」的情況下，只會被新型的穿戴式裝置所取代。

因此，本組的目標是以改善頭戴式耳機的收納性、攜帶性和久戴造成的耳朵不適為出發點，讓人們在出門在外時，能有多一種選擇。本組預期設計出一款收納性高，帶出門也不占空間的耳機。而本組也打算針對「頭戴式耳機對耳朵造成的負擔」這點來進行監控，結合手機 app，使單純的穿戴式裝置有了新的「附加價值」，在改善頭戴式耳機缺點的同時，也能讓本組的產品與市場上現有的產品做出區隔。

<p>可行方案</p> <p>外部因素</p> <p>內部因素</p>	<p>機會</p> <p>耳機可替換損壞的部件 可提供耳機配件給消費者做組合 未來可設置頭戴應變以外的感測器</p>	<p>威脅</p> <p>耳罩耳機之摺疊方式有限 增加測量應變功能使成本偏高</p>
<p>優勢</p> <p>收納方式多樣 可拆卸耳機部件做更換 結合感測器，實現多功能與智慧化</p>	<p>1.強調拆卸式耳機的特色與定位，透過實際的使用與測試來吸引有興趣的消費者 2.結合多種感測功能，達到即時監測耳機使用狀況</p>	<p>1.耳罩耳機收納後依舊佔用空間，所以為最大化運用空間，並設計多樣收樣方式 2.微型化感測器元件，降低成本</p>
<p>弱勢</p> <p>耳罩配戴久使耳朵不舒適 耳罩須配合耳朵大小，較不易縮小 內含感測器，相較一般耳機脆弱</p>	<p>因含感測器之部件(頭箍或耳罩)相較一般耳機脆弱，在替換上，可做單一損毀部件的更換。</p>	<p>讓耳機具備多樣感測功能，提高耳罩耳機之品質</p>

圖 1 產品之 SWOT 分析

參、 研究方法

本產品依據產品功能分為兩個部分進行研究，一為耳機的拆卸式設計，本組會依照真實的頭戴式耳機尺寸進行設計，並利用 Solidworks 繪製本組拆卸式耳機的各個部件，最後再利用 3D 列印將其列印出來。二為感應器與耳機的結合，本組使用市面上現有的耳機 E-book S62 作為實驗機，並針對感應器的裝設位置進行電腦的應變分析，亦同時實際黏貼應變片於耳機上分析其可行的裝設位置。

肆、 研究流程

在耳機設計的部分，本組將使用 Solidworks 繪製耳機外觀和機構設計，並對尺寸的設計進行可行性分析，以確保實際產出後在配戴上不會有問題。感應器的部分，本組會對選定的耳機進行丈量，將其繪製成 3D 模型，並使用 Solidworks simulation 進行應變分析，以選定頭箍上最適合放置應變片的點，同時本組亦會將應變片感測器黏貼至頭箍上進行實際測量，比較 Solidworks simulation 的分析結果，並決定最合適的點位。接著撰寫 Arduino 程式以求將測量結果數值化，並利用 app inverter2 設計一個以藍芽連接的手機 app，使數值、波形圖等能夠顯示出來。

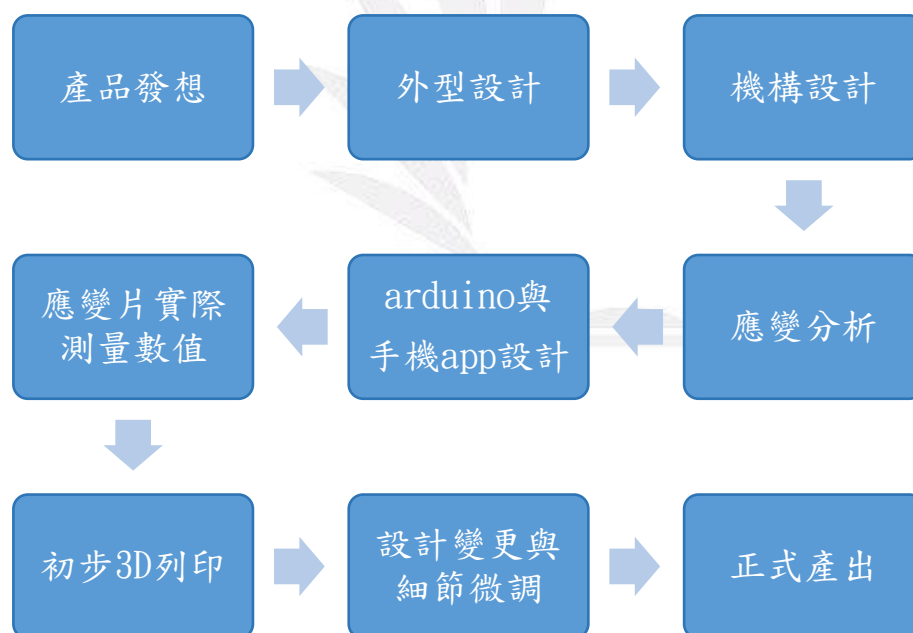


圖 2 研究流程圖

伍、 實驗設置

一、 拆卸式耳機機構設計

本組耳機的外型是參考市面上現有的頭戴式耳機來進行繪製，參考的方向為

市面上較熱門，較大眾的款式，不過為了不干擾到收納功能，耳罩基本上固定採圓形或橢圓的設計。考慮到市面上的耳機在外型方面已有多種風格，在經過衡量之後，本組選擇了較簡單也較不需花費時間的簡潔風耳機。而頭箍及其他參數由於手邊或網路上並沒有相關資料，且耳機價格偏高，因此本組在徵得耳機店店員的同意下，以游標卡尺在店內進行測量，記錄下所有規格後，再將草圖產出。

在設計內部機構時，本組發現市面上的耳機內部機構之間的差異基本上都不大，無非是幾個機構間的排列組合。考慮到線材與 Type-c 相連時需要的空間，本組將伸縮機構置於摺疊機構之前，並以 Type-c 接頭取代傳統旋轉機構。在耳罩的部分，本組設計了 Y 字機構，該機構能以小角度微調讓耳罩與耳朵更加貼合，並在其頂部安裝了 Type-c 接頭用以與頭箍連接。

二、應變感測器

應變片規格簡介：

- 型號：BF350-3AA
- 輸出為電壓
- 變化量為 2%、10 位元
- 電壓在 0~3.5 伏變化
- 原理：電阻應變效應
- 應變片感受到壓力作用輸出電壓(隨受力大小改變)

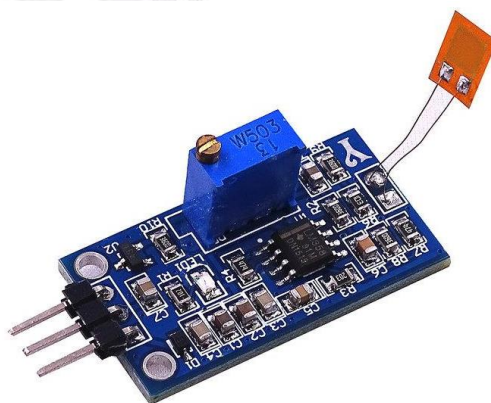


圖 3 BF350-3AA

當耳機受力向兩側撐開時，頭箍上的應變片會受到壓應力，造成形變，而為了應變片測量的精準度，則需要找到最適合黏貼的點位，本組會利用 Simulation 對設計好的 E-book S62 的頭箍進行應變分析。藉此，就能求得頭箍上哪些點位的應變較大，並在那些點位分別貼上應變片，進行實際的數值測量。

在對五個點進行完交叉比對之後，即可選出最適當的點位來安裝應變片，並使用公式對數值進行定義，定義完成後會根據定義結果進行使用時間的長短估算，就能依照耳機的使用狀況，提醒使用者將耳機拿下休息。

三、Arduino 及 APP inventors 2 程式開發設置

本組的程式主要是以 Arduino 來進行開發，應變片將測得之電壓經由放大器傳輸至 Arduino 板，並在 Arduino 板內進行電壓數值的轉化，轉化完成後，使用 HC-06 藍芽模組將數據傳送至手機。

接著使用 MIT App Inventor 2 設計一款能即時接收感測器數據的手機軟體。並利用藍芽來進行手機與 UNO 板之間的傳輸，當手機啟動藍芽連線後，會將訊號傳送至 UNO 板，UNO 板則開始回傳數據到手機上。

陸、 結果與討論

一、 拆卸式耳機機構設變及產出

由於本組最初是以商品化射出成形為製成的前提下設計此耳機的機構，在最終以 3D 列印產出時，有些細部會遇到些許困難，如除料不易，或零件過於脆弱。因此在不影響功能的情況下，本組針對某些零件進行設計變更，不過在功能上，實際產出的結果與預設的結果幾乎無異。

表 5 設變項目一覽

項目	原因	設變方法
耳機頭戴	除料不易	拆分為 A、B 二零件
耳機伸縮帶	末端無法與連桿相接	拆分為 A、B 二零件
耳機伸縮蓋	無適配零件	重新設計
耳機連桿	接合處脆弱易斷	接合處加厚
Type-c 接合件	零件脆弱易斷	零件加厚
Y 字機構	除料不易	內凹部分改為外凸

卸式耳機在經過 3D 列印之後的結果如圖 13，本組的產品能夠自由伸縮，頭箍與耳罩也能進行拆卸，以 Type-c 接頭取代的旋轉機構也能如期轉動，且左右耳罩之旋轉範圍均能到達 90°，而 Y 字機構的擺動範圍也均能到達理想的 15°。拆卸後的產品也如預期一般，需要的收納空間比一般耳機更少。



圖 4 產品設計圖

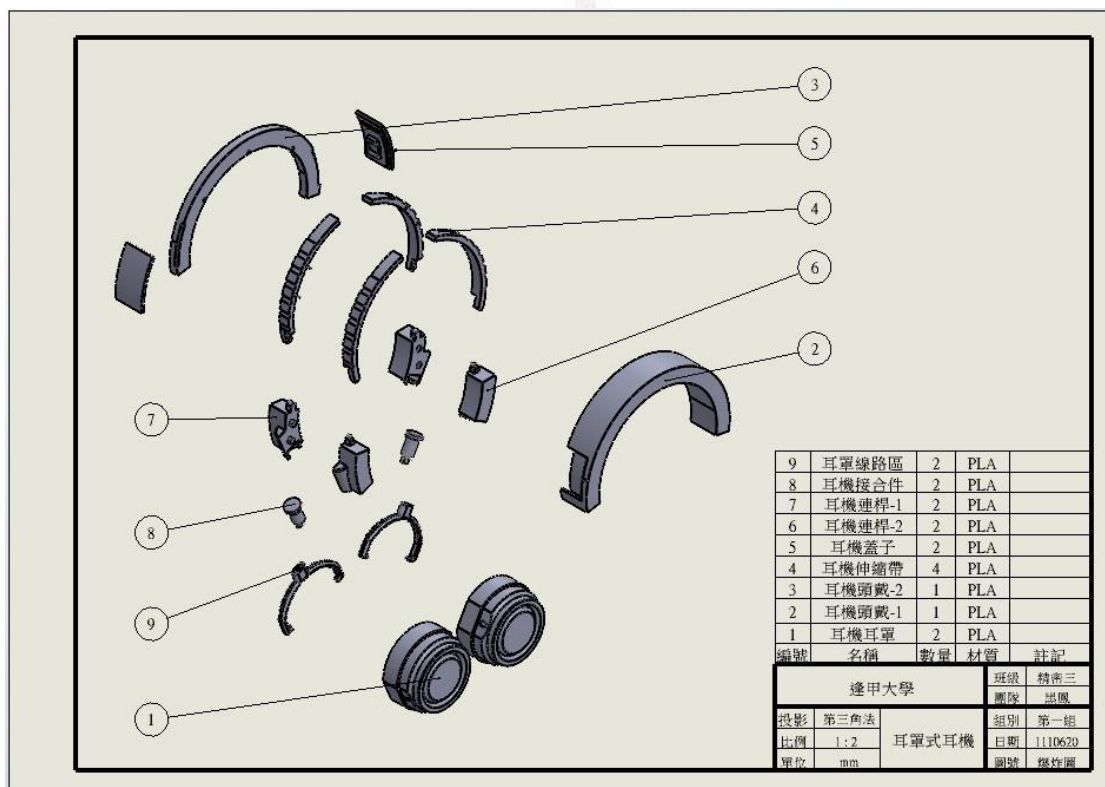


圖 5 產品爆炸圖

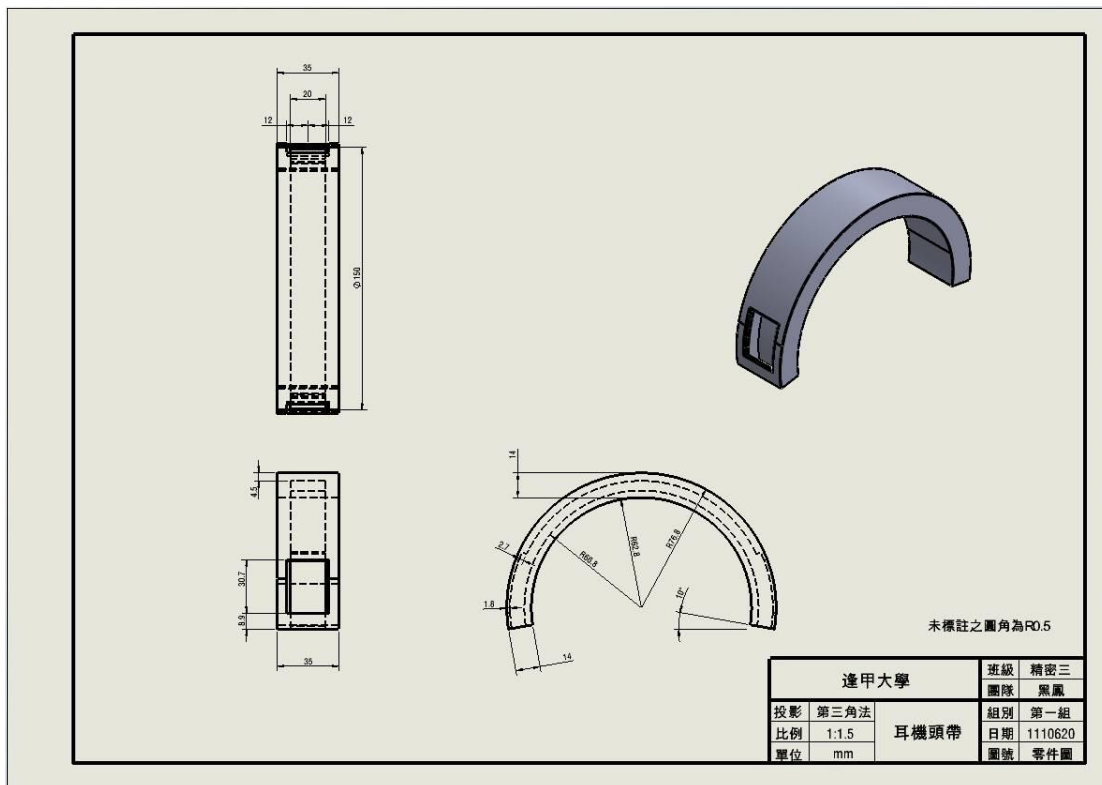


圖 6 耳機頭箍

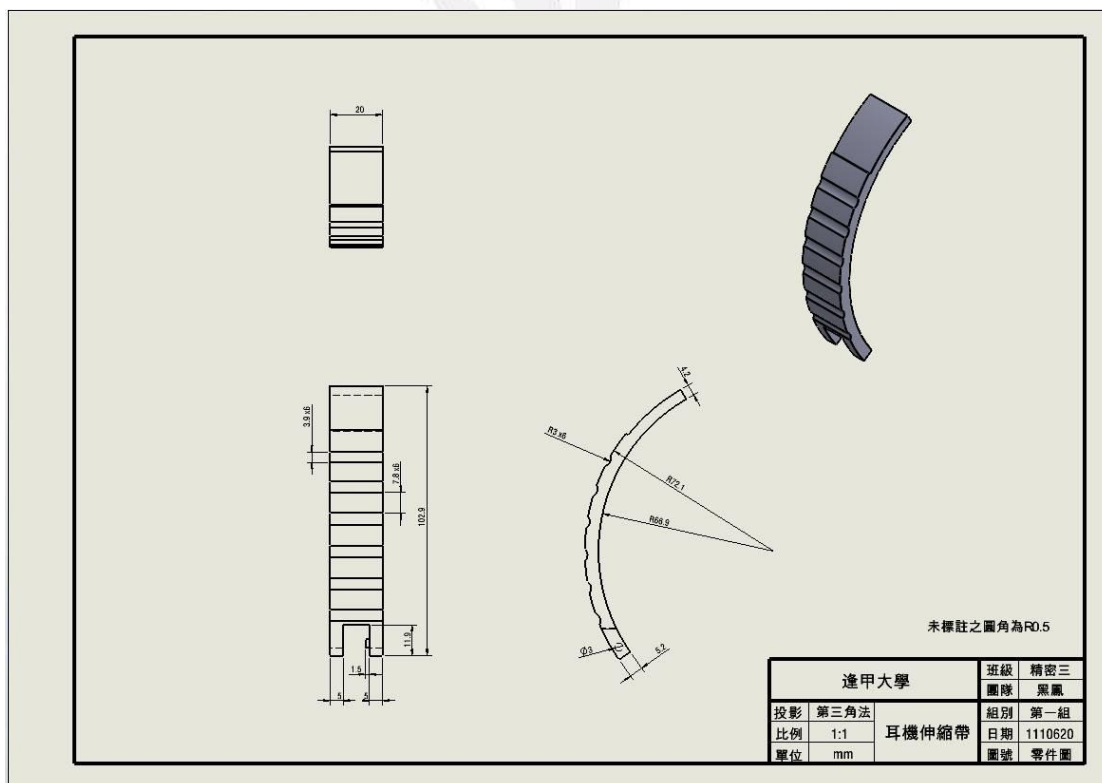


圖 7 耳機伸縮帶

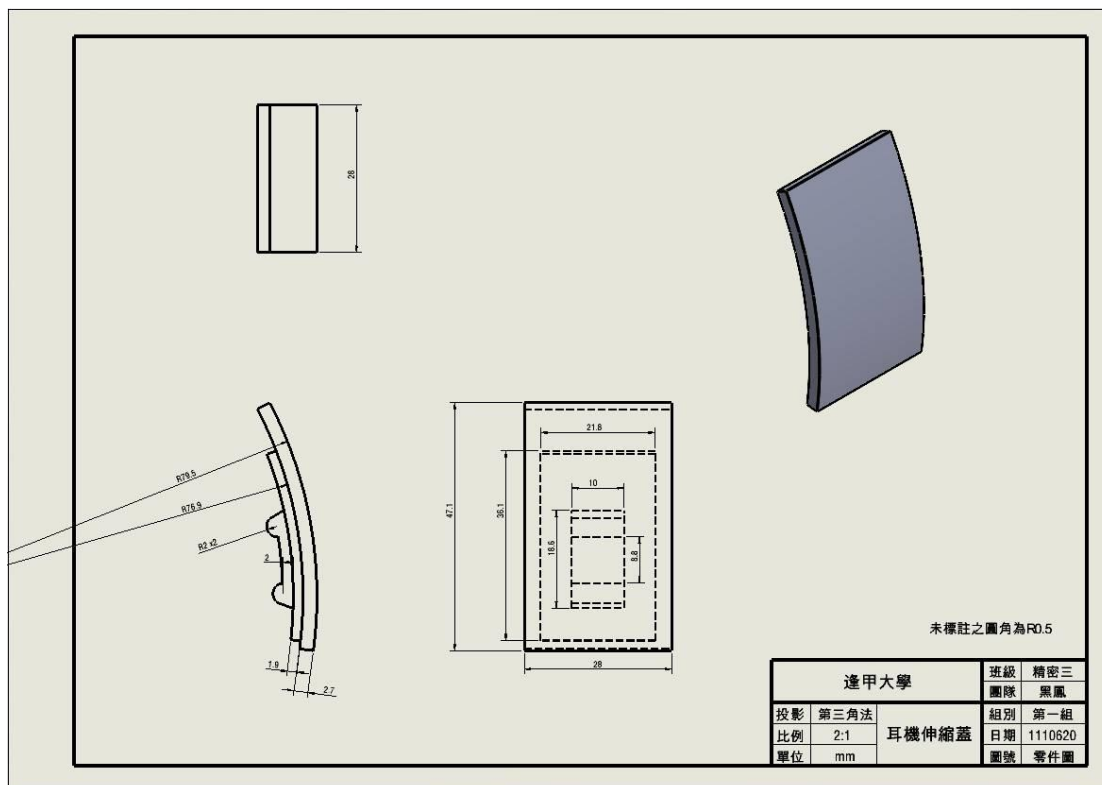


圖 8 耳機伸縮蓋

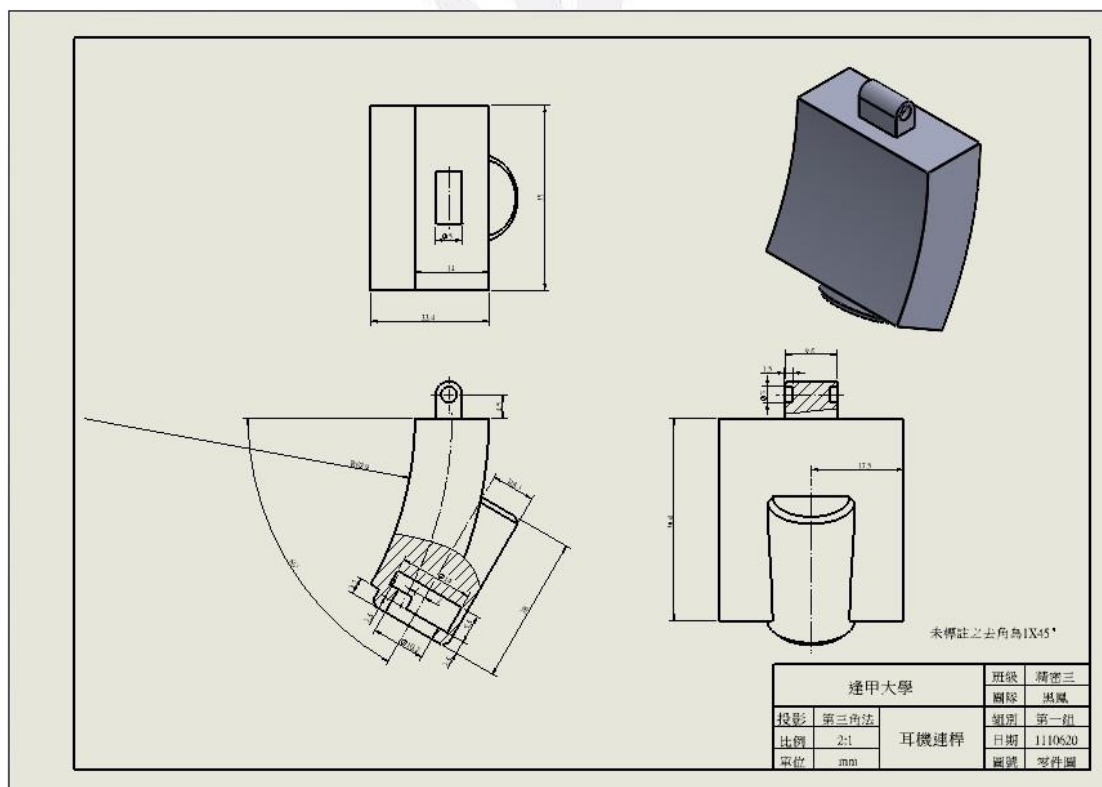


圖 9 耳機連桿

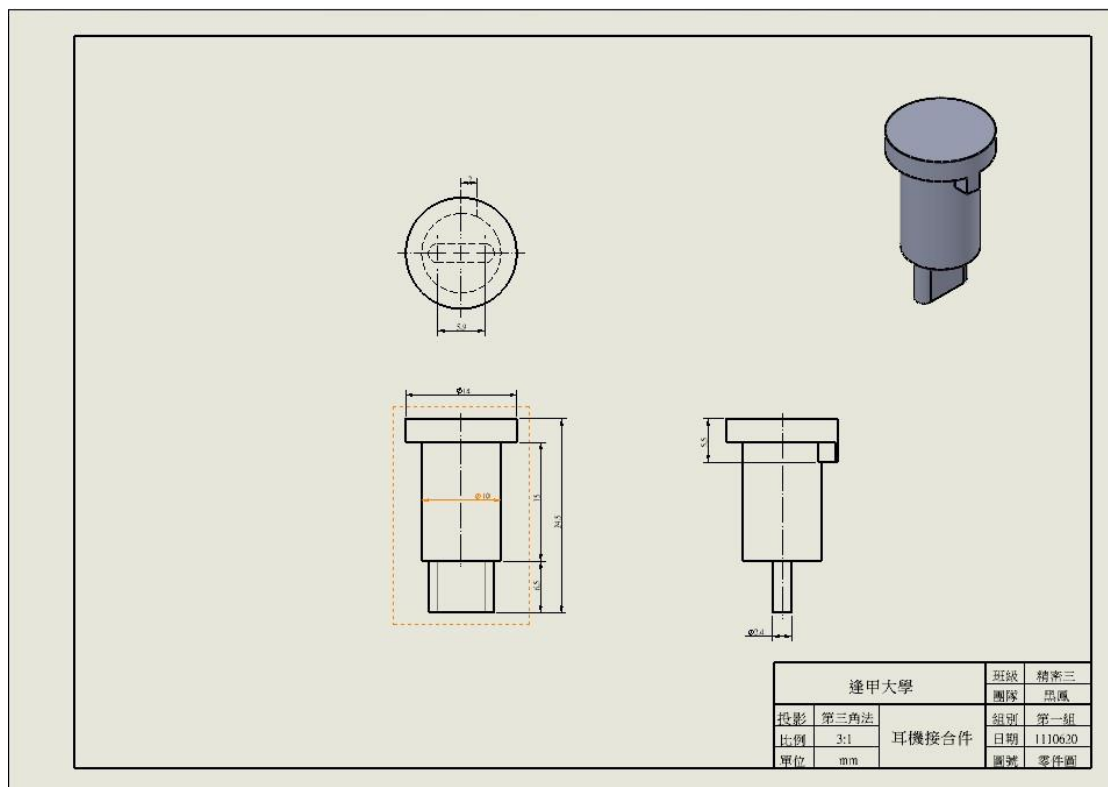


圖 10 Type-c 接合件

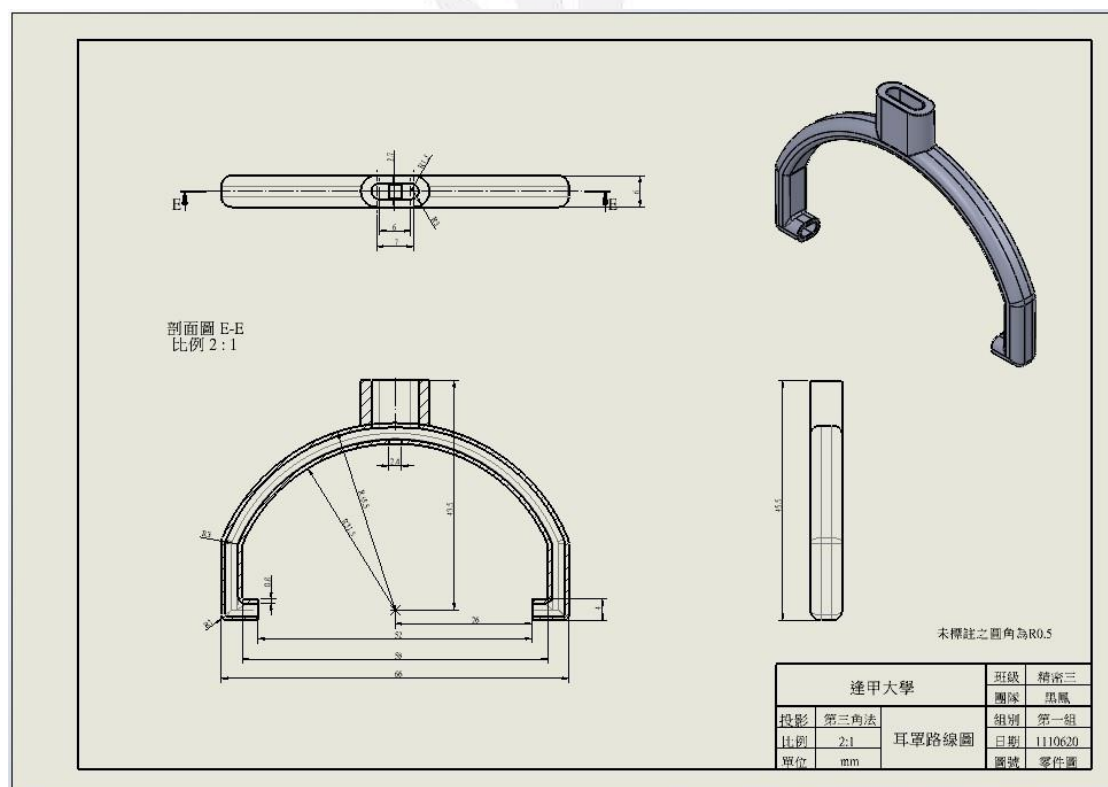


圖 11 Y 字機構



圖 12 耳機尺寸標註圖

表 6 耳機詳細設計參數

	項目	數值
兩耳罩中心點間距	HA1	76 mm
頭頂至耳罩中心間距	HC	125 mm
兩耳罩底部間距	HD	36 mm
耳罩自然傾角	H01	27°
耳罩可微調範圍	HR1	15°
耳罩可微調範圍	HR2	15°
右耳旋轉角度	HR5	90°
左耳旋轉角度	HR5	90°

註:項目與圖 2 相對應



圖 13 產品成品圖

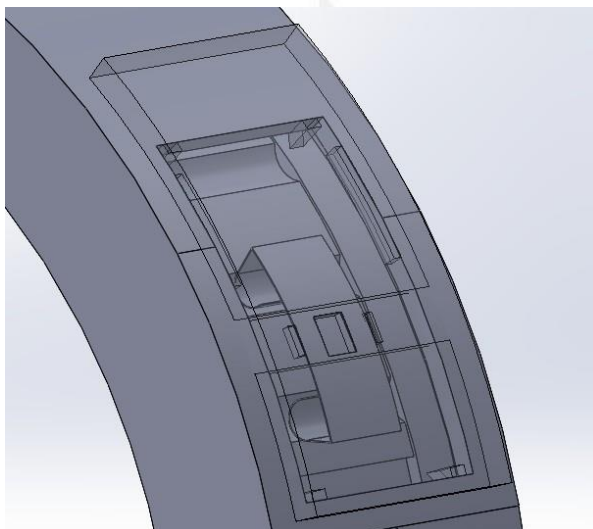


圖 14 預想之耳機伸縮機構

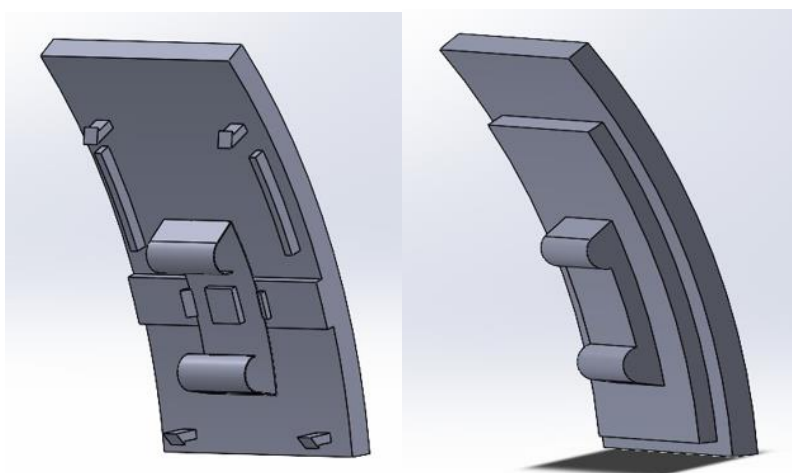


圖 15 設變前後之耳機伸縮蓋

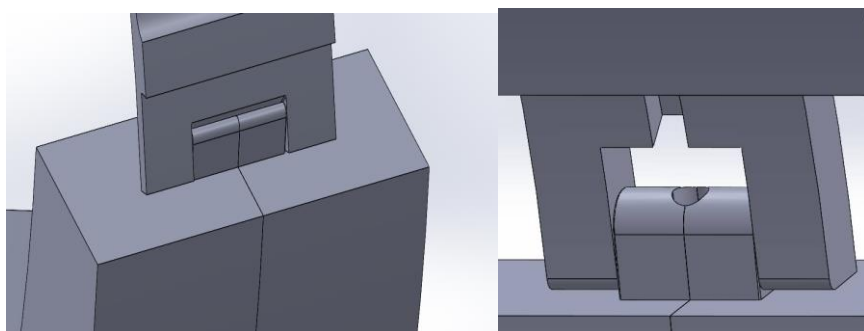


圖 16 設變前後之耳機連桿接合部

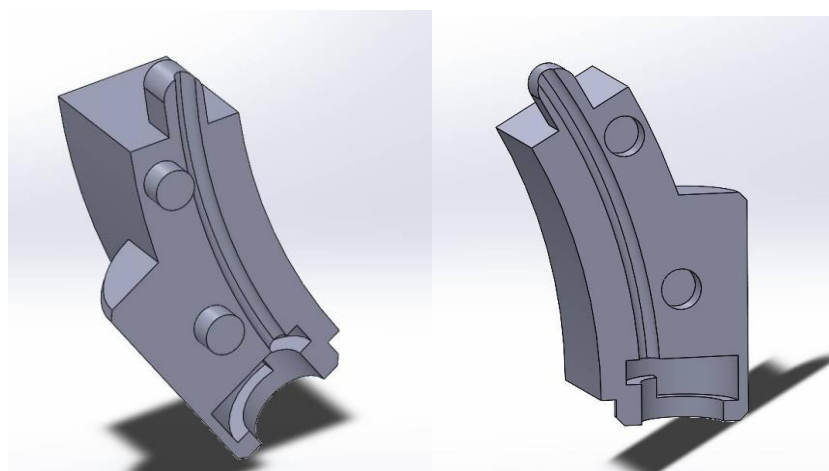


圖 17 設變前後之旋轉機構

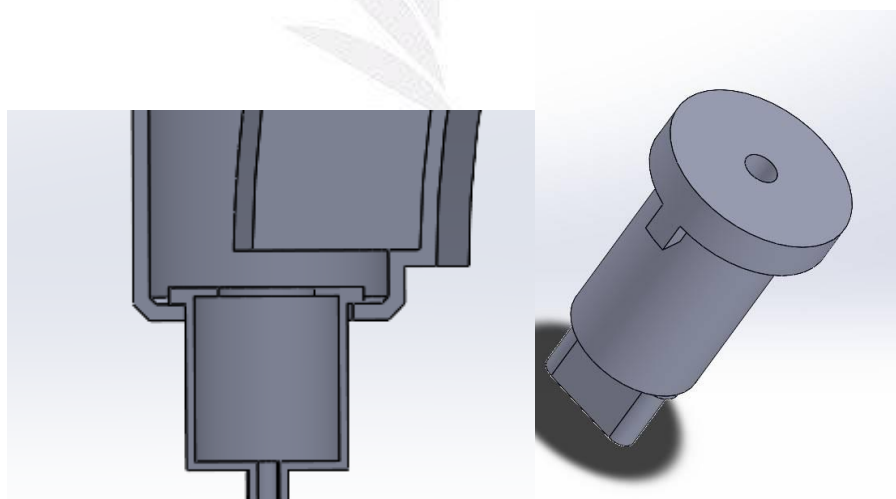


圖 18 設變前後之 Y 字機構

二、應變分析之討論

本組將頭箍的受力設為由兩個耳罩內側向外均施以 2.5N 的力，並將參數設定中的網格尺寸逐步縮小，直到測出來的正應變趨近於收斂為止，以避免應變量

隨網格變動而大幅改變，如表 7。經過初步分析之後，本組以每 15 度為一個級距，共五個點進行二次分析，並同時與實際分析的結果做交叉比對。

表 7 網格尺寸設定

網格尺寸 (mm)	公差 (mm)
2.4	0.12
1.68	0.084
1.176	0.0588
0.8232	0.04116
0.57624	0.028812
0.403368	0.020168

藉由 Solidworks simulation，在對頭箍進行應變分析時，本組透過將網格尺寸逐漸縮小，直至測定的正應變量收斂為止，如表 8。藉此，本組求得了頭箍上形變量最大的五個點，如表 9，再從中選取範圍適合，數值轉換後不會有問題的點。

表 8 網格分析結果

網格尺寸 (mm)	正應變
2.4	$1.299e^{-4}$
1.68	$1.302e^{-4}$
1.176	$1.309e^{-4}$
0.8232	$1.300e^{-4}$
0.57624	$1.291e^{-4}$
0.403368	$1.293e^{-4}$

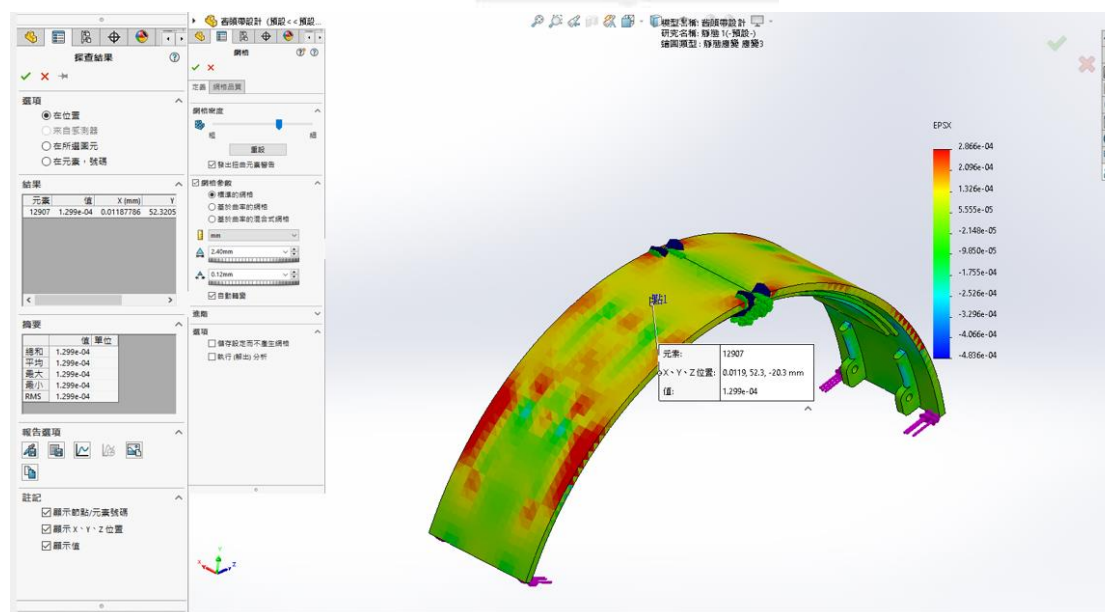


圖 19 網格尺寸 2.4 (mm)正應力分析結果

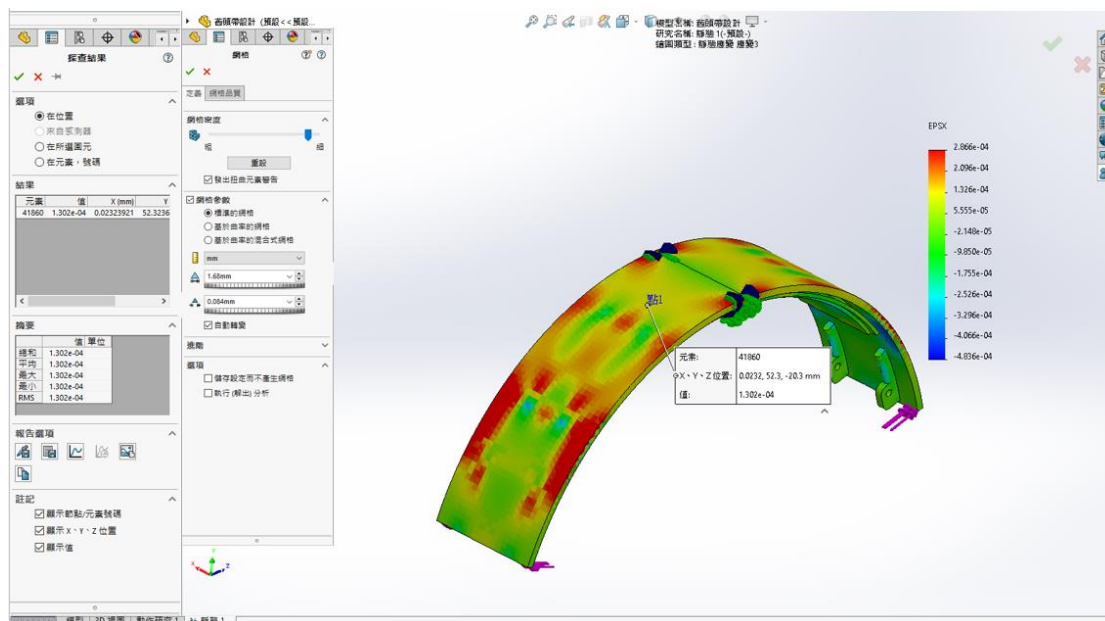


圖 20 網格尺寸 1.68 (mm)正應力分析結果

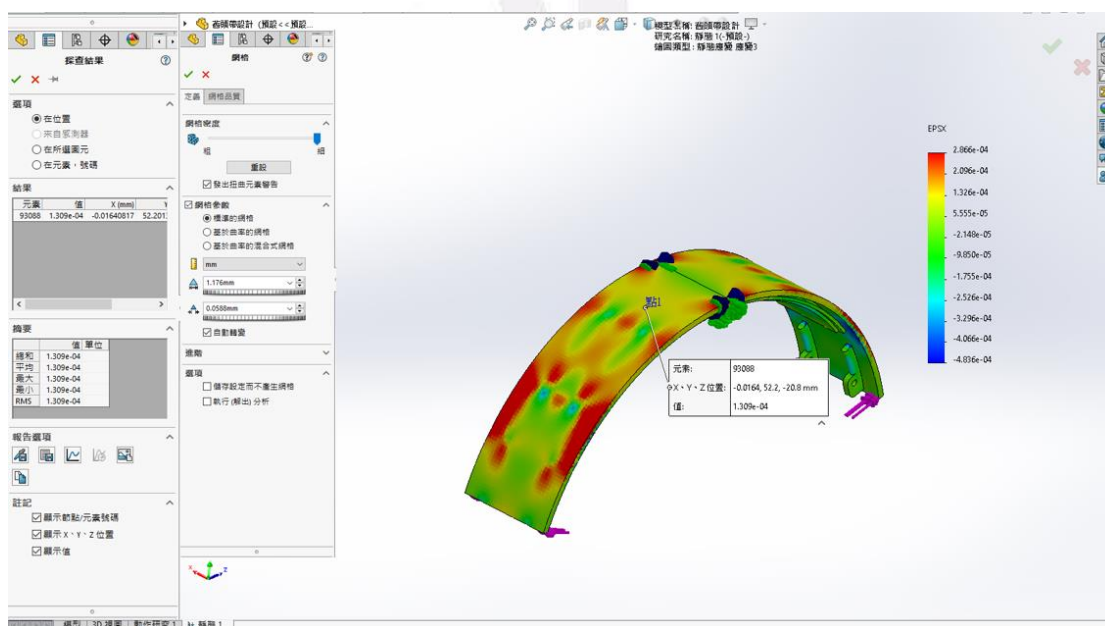


圖 21 網格尺寸 1.176 (mm)正應力分析結果

便攜型收納耳機與即時監測裝置

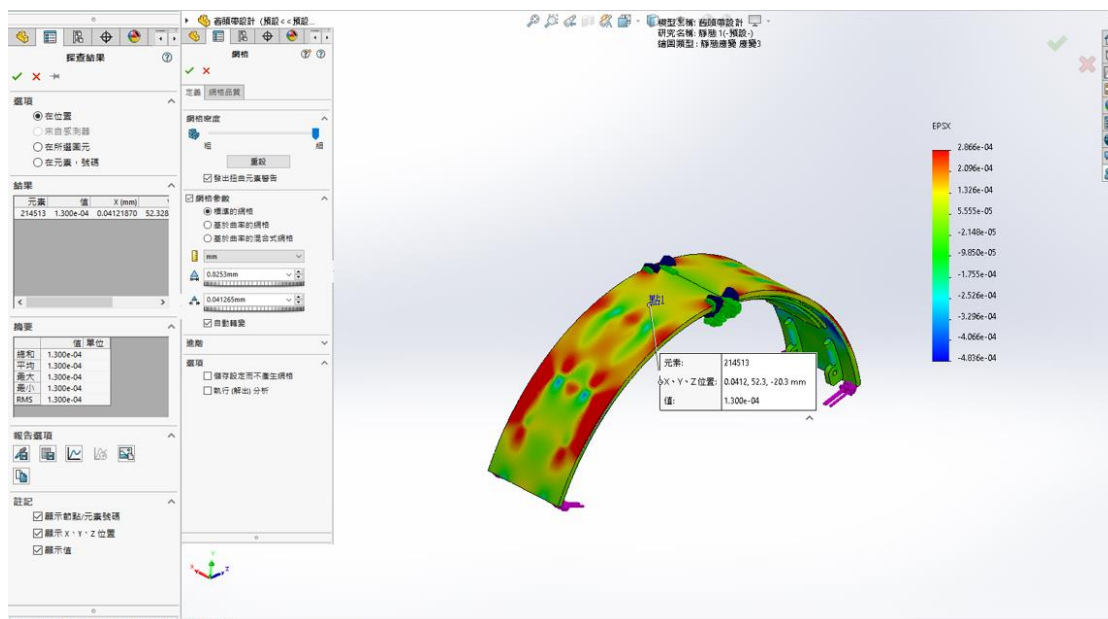


圖 22 網格尺寸 0.8232 (mm) 正應力分析結果

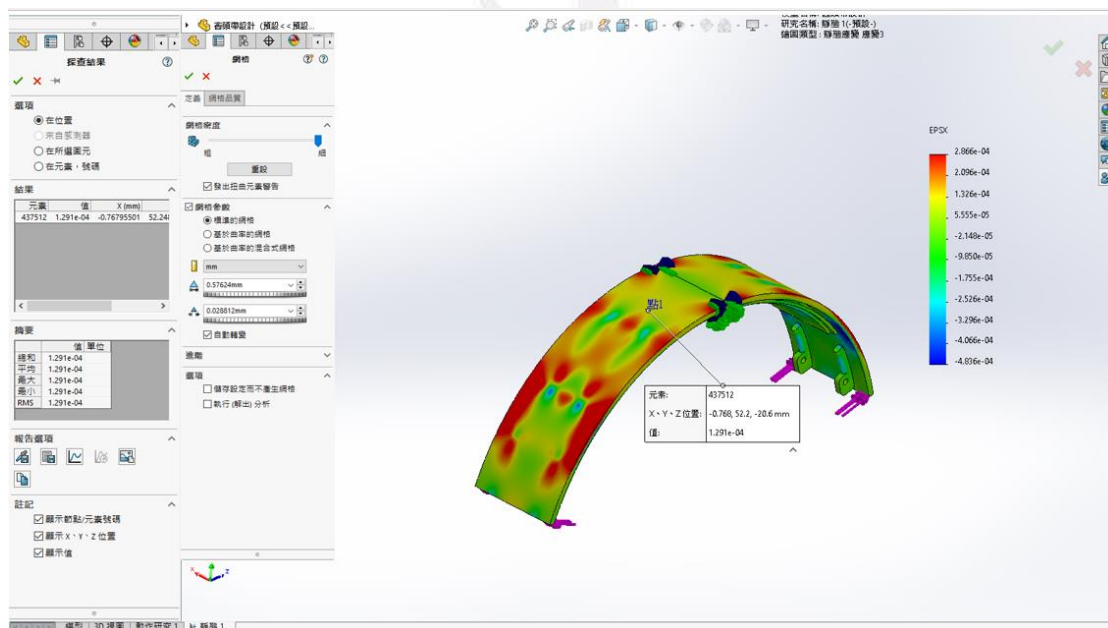


圖 23 網格尺寸 0.57624 (mm) 正應力分析結果

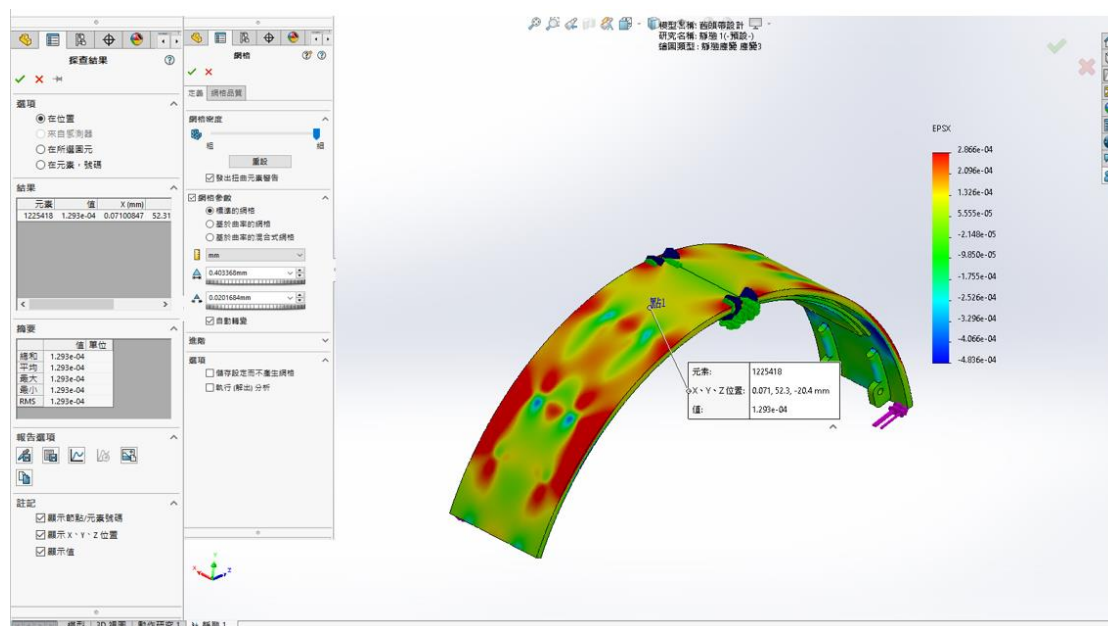


圖 24 網格尺寸 0.403368 (mm)正應力分析結果

表 9 選定之五點分析結果

元素	X 座標 (mm)	Y 座標 (mm)	Z 座標 (mm)	正應變
1245665	0.0108	53.7	-14.4	1.239e-04
1174026	0.00289	49.6	-28.6	2.773e-04
1211394	0.00169	42.5	-42.5	0.240e-04
1240155	-0.052	32.1	-55.5	0.692e-04
1242959	-0.0293	17.9	-66.7	8.307e-05

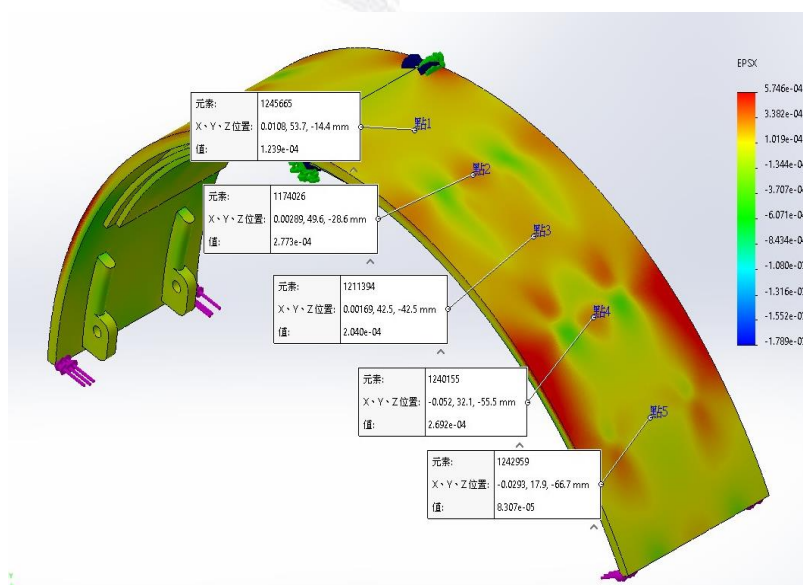


圖 25 選定之五點分析結果

在進行實際測量時，於本組的放大器會將測得的電壓轉換成 10 位元，根據放大器的轉換結果，從 Arduino 上看到的數值最大會是 1024，最小則為 0。由於應變片所測出的數值並無單位，因此本組將會自訂一個公式來轉換數值，以代表頭箍相對原始狀態的變化量。

表 10 數值轉換結果

	耳罩間距 0 (cm)	無外力干擾之正常狀態	耳罩間距 14 (cm)
點 1	0	29	1019
點 2	0	0	1023
點 3	9	236	1007
點 4	11	443	1023
點 5	0	0	363

由表 10 可發現，選定之五個點在模擬中都能使用，但實際上能使用的點只有點 3 而已。這是由於點 1、點 2、點 5 在間距為 0cm 時和平常狀態下所測得之值太過接近 0，點 2、點 4 在耳罩間距 14cm 時過於接近極限值 1024，因此皆無法使用；點 5 則是因為對形變得敏感程度過低，也無法使用。接下來即對點 3 進行數值的定義，套用點 3 在無外力干擾下數值，帶入公式：

$$(\text{所測值} / \text{該點最大值} - \text{該點最小值}) \times 100\%$$

就能算出：

$$(236 / 1007 - 9) \times 100\% = 23.65\%$$

這樣本組就得到了點 3 在無外力狀態，也就是平常狀態的數值了。

三、Arduino 及 APP inventors 2 程式設計

本組首先設定接腳連接的位置，以及宣告參數(如圖 26(a)黃框部分)；同時編寫接收和回傳訊息的程式，當 UNO 板接收到手機傳送的特定訊號時(如圖 26(b)的紅框部分)，會判斷接收到的訊號是否為「1」，假若是的話，則開始將數據傳回手機上顯示(如圖 26(b)的藍框部分)，由於手機程式設定能接收的字元數是固定的，所以再傳輸數據時，本組將其全部改成 5 個字元，字元未達標時，用「(“ “) 空格」填補(如圖 26(b)的綠框部分)。


```

#include <SoftwareSerial.h>

char Incoming_value=0;
int analogPin=A0;
int num=0;
SoftwareSerial BT(8,9);

void setup()
{
  BT.begin(9600);
  pinMode(analogPin, INPUT);
}

void loop()
{
  if(BT.available())
  {
    Incoming_value=BT.read();
    num=analogRead(analogPin);
    if(num>=1000)
    {
      BT.print(" ");
    }
    else if(num<=999 and num>=100)
    {
      BT.print(" ");
    }
    else if(num<=99 and num>=10)
    {
      BT.print(" ");
    }
    else
    {
      BT.print(" ");
    }
    if(Incoming_value=='1')
    {
      BT.print(num);
      delay(50);
    }
  }
}

```

圖 26(a) Arduino 程式碼(上半部) 圖 26(b) Arduino 程式碼(下半部)

本組設計了一款能即時接收感測器所測得數據的軟體，此 app 會根據測得的應變量來調整提醒使用者的時間，並包含查看數據、波形圖、設定參數等功能。接著本組再根據%數進行使用時間的長短估算，就能得出當數值在什麼%數時，使用多久應該將耳機拿下休息，%數越大，代表耳機頭戴的形變量越大，對耳朵負擔也越大。因此本組設定在%數越大時，需要越早將耳機拿下休息，預設使用時間如下表 11。

表 11 預設使用時間

數值 (%)	建議使用時間 (hr)
70~80	2
80~90	1.5
90~100	1

但若覺得預設值不符合自己的需求，也可藉由內建介面來自行設定想要的提醒時間；在到達提醒時間時，將有提示音與提示框來提醒使用者，並且設計在中斷連

線時，數據自動歸零。

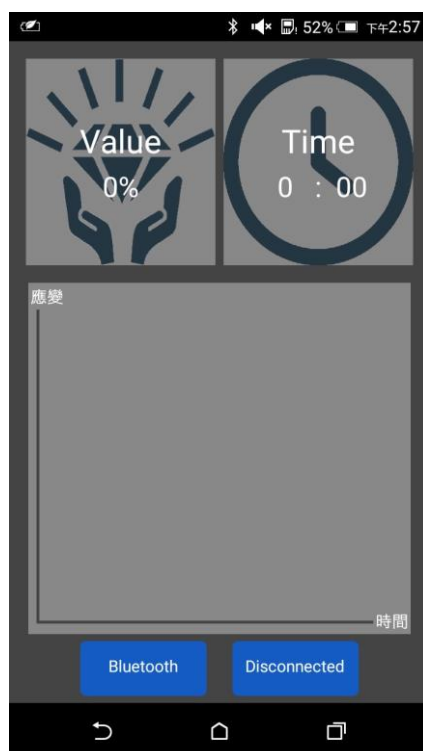


圖 27 app 感測器介面

圖 27 左上方是顯示數值(Value)以用%來當作單位是因為應變片所測得的值是無單位的，由於使用者無法藉由這些數據來了解應變量具體的變化程度，因此本組將應變片所測得的電壓值透過公式轉變為能讓使用者更直觀感受到應變量變化的單位，也就是%。而右上方的時間則是使用時間，其可以讓使用者知道目前使用了多長的時間。至於正中央的折線圖是根據測得的數據，再結合時間的變化，所產生的圖表，此圖表可以讓使用者簡易的觀察應變量在單位時間的變化幅度，並做短時間的紀錄。



圖 28(a) 數據處理程式(上半部)

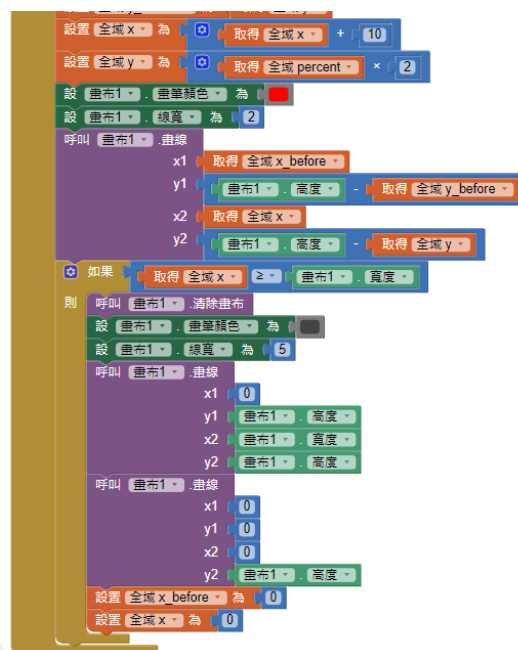


圖 28(b) 數據處理程式(下半部)

圖 28(a)及圖 28(b)為手機 app 之核心程式架構，是本組程式開發中最重要的一段程式，其工作囊括整理從 UNO 板傳過來的數據，將數據換算成所需要的單位，以及把測得的數據以折線圖方式呈現。

在圖 28(a)程式的最上端，當手機完成藍芽連接後，手機會傳遞訊號「1」給 UNO 板，接著 UNO 板會把感測器測得的數據回傳至手機，手機內 app 軟體會將數據進行處理，由於 Arduino 所測的數值是以「空格」來做間隔，以方便手機接收，所以在手機上處理數據時，需要先把空格刪掉，這樣在轉換和顯示數據時才不會出現錯誤(如圖 28(a)紅框部分)，最後在程式的末端就是將數據用畫折線圖的方式來呈現在介面上折線圖的 x 軸是代表時間，y 軸是代表應變量，然後當折線圖的點跑到 x 軸的最右邊時，會將折線圖清空，並將點橫移至最左側繼續記錄數據(如圖 28(b))。

柒、 結論

本組設計了一個由 Type-c 為接口的拆卸式機構耳機，在機構設計方面本組引用市面上現有設計，並加以改進，例如本產品的耳機拆卸處，我們保留了原先旋轉的功能，並在此功能上再添加 type C 的拆卸機構；而在部分零組件處，本組考慮其 3D 列印的可行性，使用了拆分件的方式進行列印，再將其進行組裝以完成該部件。

以 3D 列印的方式產出成品，並利用 Solidworks simulation 對耳機進行應力分析，分析耳機受力時，頭箍所受到的應變，並以應變片黏貼於耳機上方各處測量，比對 Solidworks simulation 在各點的分析結果，決定最終所要監測的點位。

同時透過 Arduino 將應變片訊號傳輸至手機 app，進行對耳機的即時監測，旨在改善頭箍式耳機的兩大缺點：攜帶性與舒適性。

藉由這次的設計，本組成功實現了：

1. 耳機的拆卸式結構設計，確立了一種屬於耳罩式耳機的全新的收納方式。
2. 應變片與耳機的結合，以軟體應力分析結合應變片實際測量，做出保持原有耳機功能，又可即時監測耳機形變的監測裝置。
3. 將流程模板化，確定了在耳機上安裝感測器的一個可行的流程。



參考文獻

1. Alex Lee (2018)。台灣藍芽耳機市場調查與市場概況(上)。
https://techteller.com/trend/bluetooth_earphone_survey/
2. Alex Lee (2018)。台灣藍芽耳機市場調查與市場概況(下)。
https://techteller.com/trend/bluetooth_earphone_survey2/
3. Liz Lee (2022)。Counterpoint 全球真無線耳機市場報告。
<https://www.counterpointresearch.com/global-tws-shipments-2021/>
4. 楊啟鑫 (2021)。全球穿戴裝置暨系統級封裝市場發展趨勢分析。
https://www.moea.gov.tw/mns/doit/bulletin/Bulletin.aspx?kind=4&html=1&menu_id=13553&bull_id=9197
5. Anthea Chuang & Judith Cheng (2021)。此疫綿綿無絕期 穿戴式醫療裝置正夯〔電子版〕。EE Times Taiwan 電子工程專輯。

