

# 智慧導盲輔具

劉彥均

高苑科技大學 資訊科技應用系研究所

通訊作者：劉彥均

聯絡地址：高雄市鼓山區民利街 98 巷 5 號 4 樓之 1

電子郵件：tonyliou0422@gmail.com

投稿日期：2016 年 11 月

接受日期：2016 年 12 月

## 摘 要

基於目前傳統導盲磚鋪設成本鋪設成本非常高，且維護不易，又因導盲磚無任何語音聲控導盲功能，視障者無論知曉通行路況，易造成視障人士受傷，因功能不彰與成本昂貴導致導盲磚存廢一直備受爭議。為了解決傳統導盲磚的問題，本智慧導盲輔具配合演算法及目前相當普及的智慧型行動裝置，成功設計低成本、準確性極高的智慧導盲輔具，具備顏色、語音聲控導盲及避障感測功能，徹底解決盲人行走導盲的問題。視障者使用本智慧導盲輔具，行走在正確導盲路面，行動裝置會發出清澈簡短的「BB 聲」；若走偏離導盲路面，行動裝置會發出警告聲；導盲路面有障礙物時，會提供語音播報提醒，避免視障者受傷。

**關鍵詞：**視障者、導盲、避障

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

基於導盲磚鋪設成本昂貴，一片導盲磚鋪設成本約為 700~1,100 元（新台幣、含工資），若加有輪椅圖形導盲磚一片約為 3,600~4,000 元（新台幣、含工資）且鋪設、維護不易，一來最主要因無任何提醒視障者與殘障人士通行路況功能，若導盲磚之引導路線是有障礙物容易造成危險，且會導致視障者在一些引導環境不友善之場所處處碰壁，越導越不清楚自己身在何方，進而完全迷失方向；二來導盲磚在無障礙場所中妨礙了殘障人士輪椅的行走，使殘障人士在這些導盲磚的干擾行動下不知如何是好，容易增加殘障人士摔傷的風險；再來因導盲磚易碎、翹起問題導致一般大眾或殘障人士經過時絆倒受傷，可能衍生一些不必要的糾紛與法律賠償問

題。

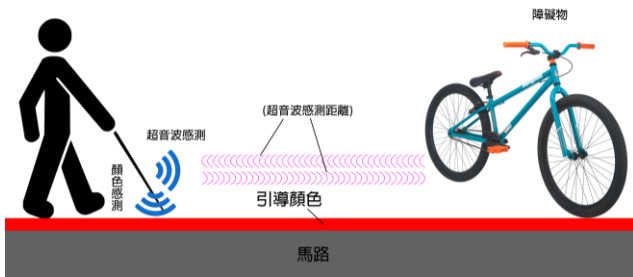
根據衛生福利部統計處於民國 92 年的統計資料顯示，我國視障者人數為 45,672 人，而到 105 年 3 月，臺灣視覺障礙者統計數為 57,251 人，可見我國的視障者人數正在持續成長，須強化導盲設施在各地的運用。因以上導盲磚之種種缺點使導盲磚存廢問題一直備受爭議，所以本研究將探討將以什麼方式，完美取代導盲磚，改善傳統導盲磚所帶來的缺點，使視障者、殘障朋友、一般民眾皆可感受改變後的無障礙環境安全性與舒適性，並以更低廉的成本價錢施作，減少全民納稅金的支出。

### 二、研究目的

台灣現今之導盲設施，仍以導盲磚為主，而導盲磚存在至今已造成許多問題，具體如鋪設成本昂貴、維護不易、無路況引導、影響輪椅行走、破磚傷人等，直到西元 2016 年的

今天依然無法解決。

隨著一一解析著導盲磚所帶來之問題，本研究提出一個創新的概念「顏色導盲」，將原本需要鋪設導盲磚的場所，改鋪設一「單一色料」代替之，使用顏色感測器感測此「單一顏色」，若視障者在此「單一顏色」內，表示視障者正在接受引導，反之視障者偏離了路面；與使用超音波模組感測路面障礙物，判斷視障者之前方是否有障礙物；並搭配行動裝置 App 將其整合成一導盲輔具，主要以行動裝置端的語音功能通知視障者是否正在接受「單一顏色」引導、前方是否有障礙物，為視障者進行語音導盲。圖一為本研究之顏色導盲概念。

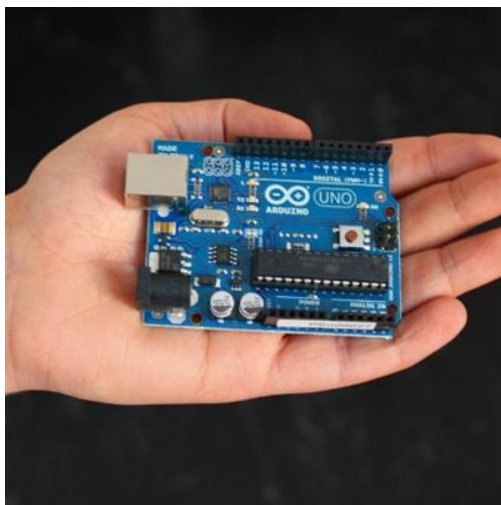


圖一 顏色導盲概念

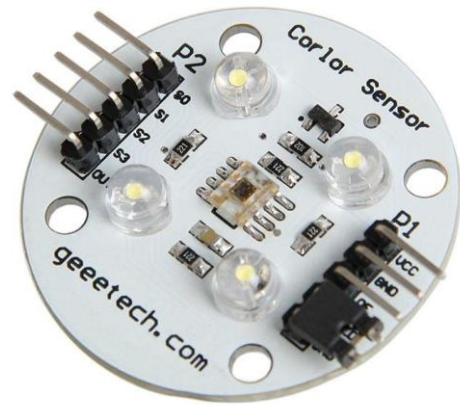
## 貳、研究方法

### 一、開發工具

本創作主要利用 Arduino 微控制器、顏色感測器、超音波模組、藍芽通訊模組，開發出一款可取代傳統導盲磚之「智慧導盲輔具」。圖二為 Arduino 微控制器，圖三為 TCS3200 顏色感測器，圖四為 HC-SR04 超音波模組，圖五為 HC-05 藍芽通訊模組。



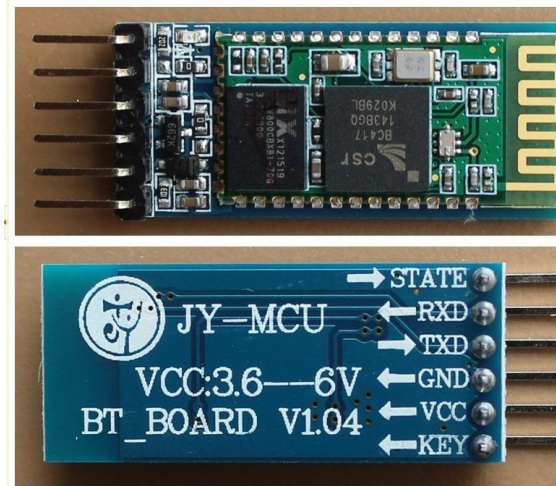
圖二 Arduino 微控制器



圖三 TCS3200 顏色感測器



圖四 HC-SR04 超音波模組



圖五 HC-05 藍芽通訊模組

### 二、TCS3200 顏色感測器簡介

TCS3200 顏色感測器，主要用以偵測路面之單一顏色的 RGB 色彩數值，透過 RGB 色彩數值的偵測與判斷，方可得知顏色感測器(視障者)是否在引導顏色上。

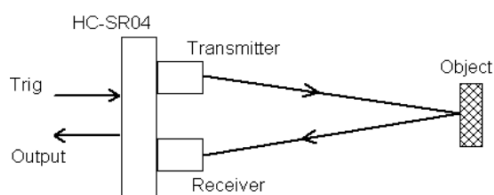
由基礎 RGB 三原色之原理可得知，人們所看到的物體之顏色，事實上是物體表面吸收照射到它上面的白光(日光)中一部分有色成分，而反射出的另一部分有色光在人眼中的反

應。白色是由各種頻率的可見光混合在一起構成的。而對 TCS3200 顏色感測器來說，當選定一個顏色濾波器時，它只允許某種特定的原色通過，阻止其它原色的通過。例如：當選擇紅色濾波器時，入射光中只有紅色可以通過，藍色和綠色都被阻止，這樣就可以得到紅色光的光強；同理，選擇其它的濾波器，就可以得到藍色光和綠色光的光強。通過這三個值，就可以分析投射到 TCS3200 顏色感測器上的光的顏色。

### 三、HC-SR04 超音波模組簡介

HC-SR04 超音波模組，主要用以偵測視障者之前方障礙物距離，量測範圍經實測大約是 2cm 到 200cm 之間，它主要由超音波發射器、接收器和控制電路所組成，當它被觸發時，會發射一連串人耳聽不到 40kHz 的超音波，並且從離它最近的物體接收回音；圖六為 HC-SR04 超音波模組距離測量示意圖，超音波測量距離的方法，是測量聲音在感測器與物體之間往返經過的時間，透過簡單數學公式的計算，方可計算出距離。

我們知道聲音在常溫空氣當中的傳播速度大約是 340 公尺/秒，傳播速度會受到溫度影響，溫度越高速度越快；反之越慢。假設單純以 340 公尺/秒計算， $1000000 / 340 * 100 = 29.4$  microseconds，可知聲音在傳播 1 公分時，所需的時間約為 29 microseconds (百萬分之一秒)。本研究之超音波模組應用於導盲裝置系統的強化及障礙物的感測，設置主要目的為了避免視障者遭到障礙物絆倒而受傷。在正式應用於導盲裝置前，本研究將先對 HC-SR04 超音波模組進行精準度測試，觀察超音波模組對前方物體遠近變化所感測到之數值並分析。



圖六 HC-SR04 超音波模組距離測量示意圖

## 參、研究結果

### 一、TCS3200 顏色感測器實測

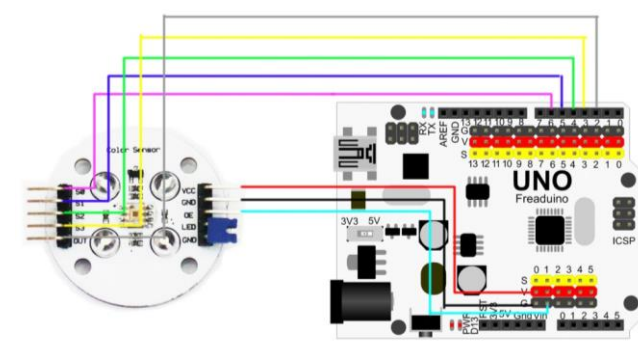
表一為 TCS3200 顏色感測器腳位接法、圖七為 TCS3200 顏色感測器之詳細線路圖、圖八為 TCS3200 顏色感測器感測紅色色紙。

圖九為 TCS3200 顏色感測器範例程式中，當該感測器感

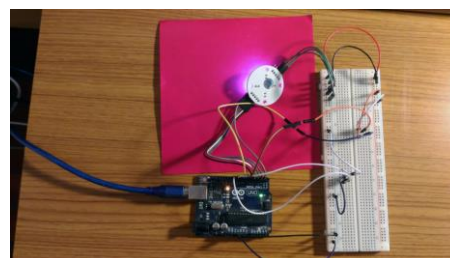
測紅色的色紙時，在 Arduino 端 Serial Port Monitor 的數值顯示，詳細感測數值如表二所示，本研究觀察了前 20 筆的資料。

表一 TCS3200 顏色感測器腳位接法

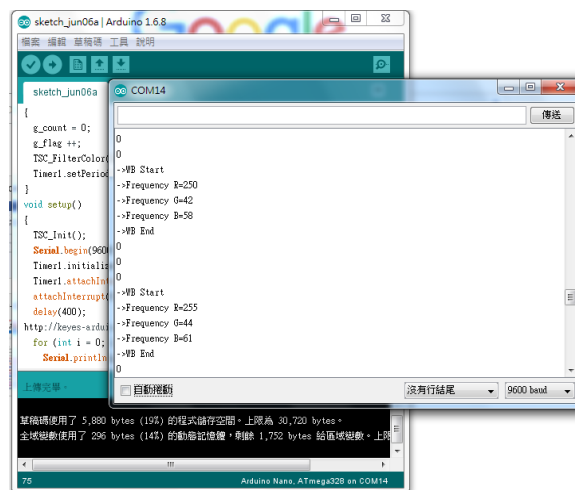
TCS3200 顏色感測器	Arduino Uno
S0	6
S1	5
S2	4
S3	3
OUT	2
VCC	5V
GND	GND
LED	GND
GND	GND



圖七 TCS3200 顏色感測器線路圖



圖八 TCS3200 顏色感測器感測紅色色紙



圖九 TCS3200 顏色感測器 Serial Port Monitor 顯示

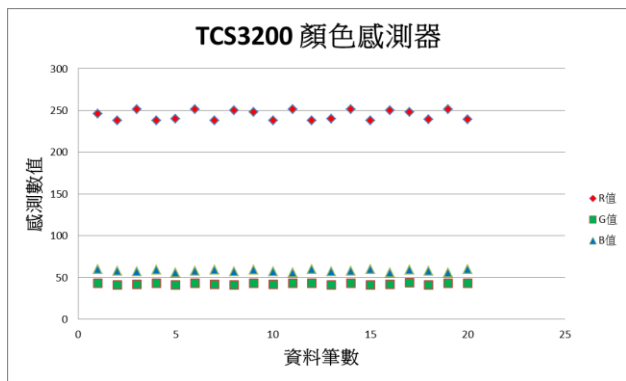
參閱表三，為 TCS3200 顏色感測器感測紅色色紙時之敘述統計分析，感測之 RGB 三色標準差為 5.85、0.96、1.45，圖十可清楚觀察 R 值、G 值、B 值之離散程度。

表二 TCS3200 顏色感測器-感測紅色色紙數值

資料比數	R 值	G 值	B 值
1	246	43	60
2	238	41	58
3	251	42	57
4	238	43	59
5	240	41	56
6	251	43	58
7	238	42	59
8	250	41	57
9	248	43	59
10	238	42	57
11	251	43	56
12	238	43	60
13	240	41	57
14	251	43	58
15	238	41	60
16	250	42	56
17	248	44	59
18	239	41	58
19	251	43	56
20	239	43	60

表三 TCS3200 顏色感測器-感測紅色色紙之敘述統計分析

描述性統計資料					
	N	最小值	最大值	平均數	標準偏差
紅色值	20	238.00	251.00	244.1500	5.85145
綠色值	20	41.00	44.00	42.2500	.96655
藍色值	20	56.00	60.00	58.0000	1.45095
有效的 N (listwise)	20				



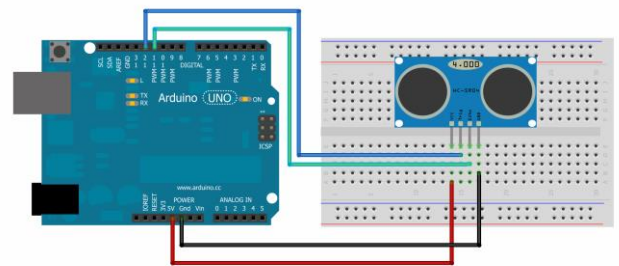
圖十 TCS3200 顏色感測器-感測紅色色紙-RGB 散佈圖

## 二、HC-SR04 超音波模組實測

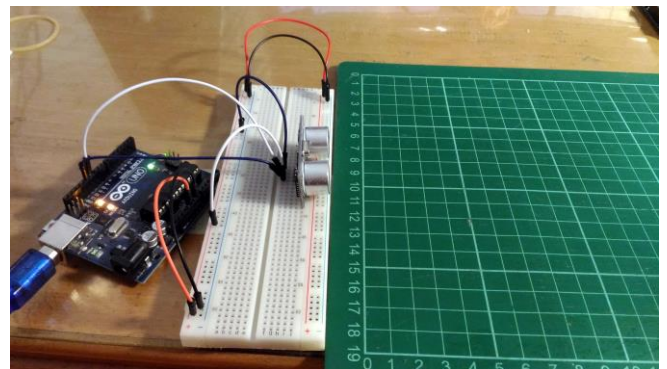
表四為 HC-SR04 超音波模組之腳位接法，圖十一為 HC-SR04 超音波模組線路圖，圖十二為 HC-SR04 超音波模組實測。

表四 HC-SR04 超音波模組腳位接法

HC-SR04	Arduino Uno
VCC	5V
Trig	12
Echo	11
GND	GND



圖十一 HC-SR04 超音波模組線路圖



圖十二 HC-SR04 超音波模組實測

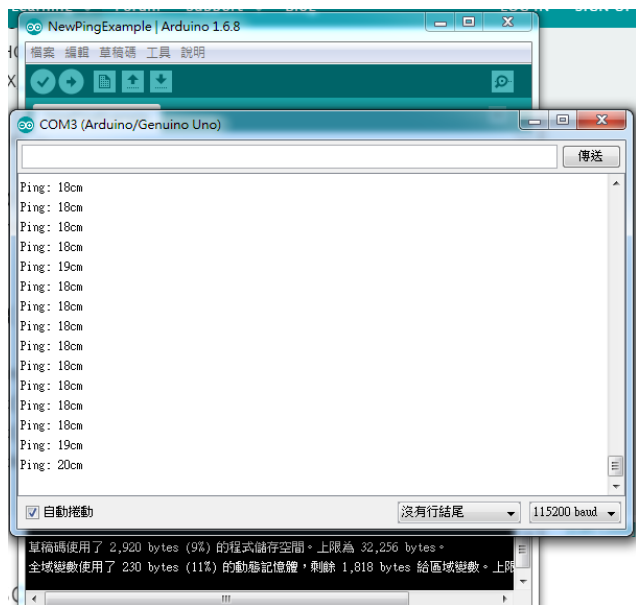
本 HC-SR04 超音波模組研究使用了 NewPing.h 函式庫，而這個函式庫的特點是它已經先在底層將聲音每秒傳播距離公式、演算法包含在內，我們只需要先載入 NewPing.h 函式庫，並直接使用作者製作好可呼叫之函式，再透過 Serial Port Monitor 即可觀看超音波感測的距離。

圖十三為 HC-SR04 超音波模組在 Serial Port Monitor 的顯示數值狀態，我們可以此觀看 HC-SR04 超音波模組的感測數值，利用距離感測數值做出障礙物判斷。

此單一測試最後再針對精準度做分析，測試 HC-SR04 超音波模組在經程式演算法計算距離後，是否與實際距離相符；距離測試如表五，大略得知在實際超過 200cm 後，程式

量測距離會是 0cm。

距離數據實測完畢後，接著進行迴歸分析，判斷 HC-SR04 超音波模組在 0 ~ 200cm 距離內是否可以使用；參閱表六、表七與圖十四，根據分析結果顯示，可得知程式判斷之距離與實際距離  $R^2$  為 0.99，非常具有相關性；顯著性 P 值 0.00 小於 0.05，非常具有顯著性。經本研究分析可以得知，HC-SR04 超音波模組在 0 ~ 190cm 距離內，經程式演算法後有相當程度的精準度，其誤差程度在可接受之範圍，數據可供本研究直接使用、不需再經演算校正。



圖十三 HC-SR04 超音波模組 Serial Port Monitor 顯示

表五 HC-SR04 超音波模組-精準度測試

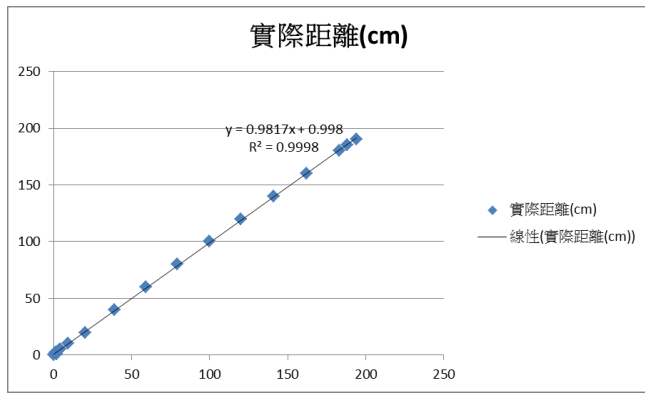
實際距離(cm)	經程式演算法換算後之距離(cm)
0	0
1	2
2	1
3	2
4	3
5	4
10	9
20	20
40	39
60	59
80	79
100	100
120	120
140	141
160	162
180	183
185	188
190	194
>200	0

表六 HC-SR04 超音波模組-迴歸統計摘要

迴歸統計	
R 的倍數	0.999921
R 平方	0.999842
調整的 R 平方	0.999832
標準誤	0.947192
觀察值個數	18

表七 HC-SR04 超音波模組-變異數分析

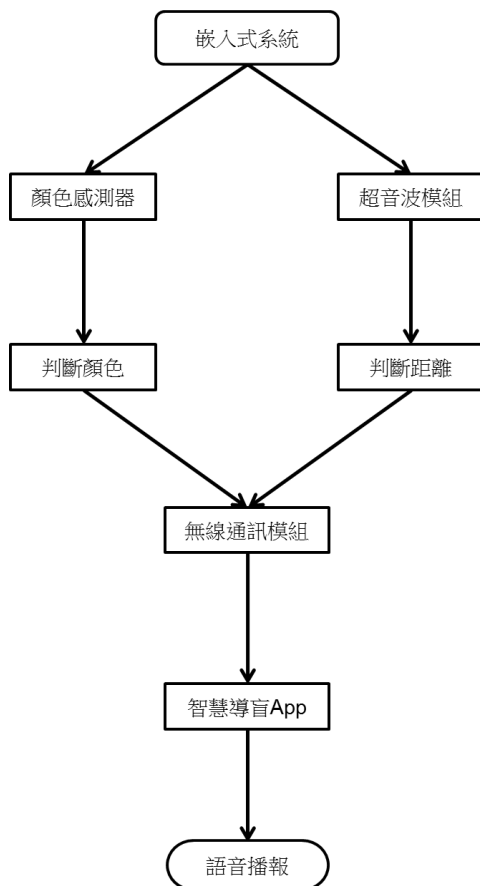
ANOVA	自由度	SS	MS	F	顯著值			
迴歸	1	90576.76	90576.76	100957.9	7.81E-32			
殘差	16	14.35478	0.897174					
總和	17	90591.11						
	係數	標準誤	t 統計	P-值	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
截距	0.99796	0.316371	3.154397	0.006138	0.327283	1.668636	0.327283	1.668636
X 變數 1	0.981651	0.003089	317.7387	7.81E-32	0.975102	0.988201	0.975102	0.988201



圖十四 HC-SR04 超音波測試散佈圖

### 三、系統整合

本研究之智慧導盲輔具，視障者之硬體設備端包含：Arduino Uno、TCS3200 顏色感測器、HC-SR04 超音波模組、HC-05 藍牙通訊模組，整體系統流程如圖十五所示。



圖十五 智慧導盲輔具-系統流程

### 四、實際操作

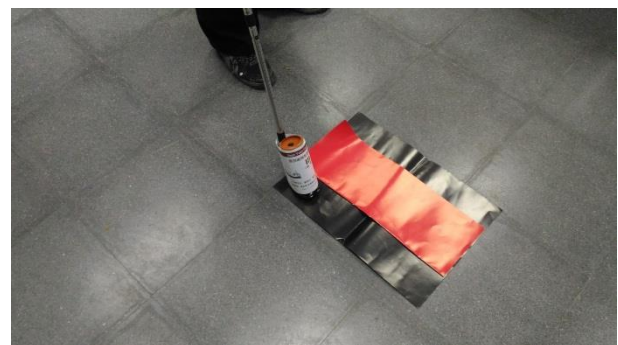
白手杖對視障者的重要性如同健全人的雙眼，藉由白手

杖敲擊周遭路面、導盲磚或物體，並配合聽覺感官，以利視障者行走；但若視障者出門沒帶白手杖，如同健全人戴上雙眼出門，相當危險，因此白手杖為視障者不可或缺的導盲輔具。而本研究之智慧導盲輔具，將 Arduino、顏色感測器、超音波模組等設備端嵌入在白手杖中。

參閱圖十六、圖十七與圖十八，本研究將黑色與紅色色紙、塑膠盒放置於地板上，黑色色紙模擬一般道路、紅色色紙模擬「引導顏色」、塑膠盒模擬障礙物，使該特製白手杖感測路面顏色與前方障礙物。



圖十六 導盲測試-1



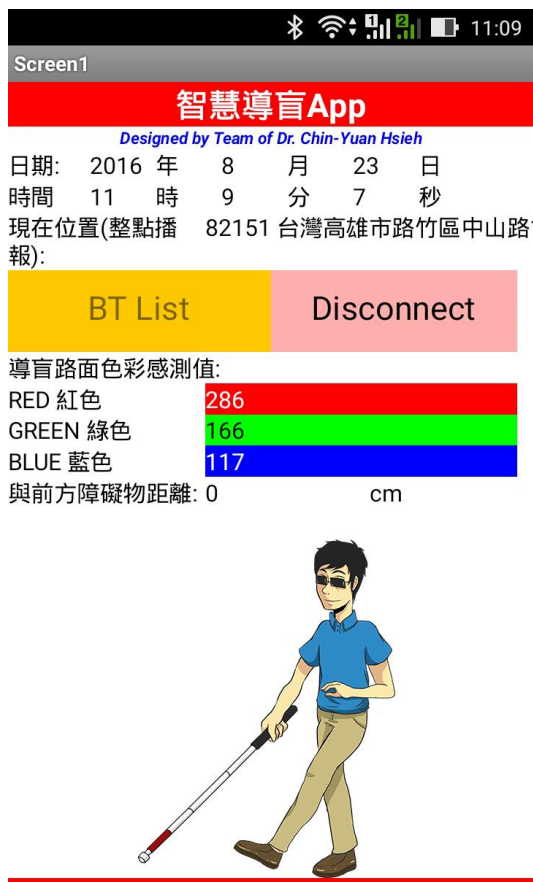
圖十七 導盲測試-2



圖十八 導盲測試-3

智慧導盲 App 如圖十九，若視障者行走在紅色的引導顏色上，行動 App 之紅色感測值將明顯高於綠色與藍色感測值，此時行動 App 將發出清澈簡短的「BB 聲」，告知視障者正在接受引導；反之視障者行走在紅色之引導顏色外，紅色感測值將明顯低於綠色與藍色感測值，此時行動 App 將發出

「您已偏離路面」之語音播報，告知視障者已經偏離路面，需即時修正行走路徑。



圖十九 智慧導盲 App

### 肆、結論

因應智慧生活的到來，導盲也可以朝向智慧化發展，顏色導盲加上超音波輔助導盲相信是個很好的概念，如果將來商品化，各個場所如居家、醫院、百貨公司等使用本系統，相信是視障者的一大福音。本「智慧導盲輔具」經實測結果，成功達成設計理念與目標，期待能夠盡速改善傳統導盲磚衍

生的種種問題。本智慧導盲輔具設計以實用為導向，透過演算法設計，提供路面感測、正確聲音提示、錯誤路面聲音警示、前方障礙物的聲音警示、定時播報路況等功能，希望未來本研究之創作可取代傳統昂貴之導盲磚。

### 參考文獻

阿里的部落格(2012，10月5日)。看看日本，想想臺灣。資料引自2016年9月18日，<http://www.sunable.net/blog/201>。

林文華(2001，3月27日)。(海洋台灣) 再談「導盲磚」／更生復健服務中心。資料引自2016年9月19日，[http://www.oceantaiwan.com/wwwboard/board4/1998\\_2002a/75.html](http://www.oceantaiwan.com/wwwboard/board4/1998_2002a/75.html)

衛生福利部統計處(2016，08月31日)。身心障礙者人數-視障人口統計。資料引自2016年9月25日，[http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f\\_list\\_no=312&fod\\_list\\_no=4198](http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312&fod_list_no=4198)

Arduino uno + Color sensor (顏色傳感器)。資料引自2016年10月1日，<http://www.yd-tech.com.tw/pdf/ARDUINO/Arduino%20MTARDTCS3200.pdf>

Arduino.cc 官網(2016，7月30日)。NewPing Library for Arduino。資料引自2016年10月2日，<http://playground.arduino.cc/Code/NewPing>

Alselectro(2014，08月18日)。BlueTooth Module HC-05 – AT Commands。資料引自2016年10月5日，<https://alselectro.wordpress.com/tag/pairing-hc-05-modules/>

Cooper Maa 部落格(2012，9月17日)。HC-SR04 超音波感測器介紹。資料引自2016年10月18日，<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2012/09/hc-sr04.html>

elecfreaks(2013，08月16日)。Color sensor module video tutorial。資料引自2016年10月20日，<http://www.elecfreaks.com/5521.html>

# Smart Blind Guiding Device

Yan-Jun Liu

Department of Information Technology, Kao Yuan University

## Abstract

The traditional blind guiding system with guide brick and Cane will be abolished due to the cost expensive and poor function. The traditional guide brick lack the voice reminding function in the road obstacle in front. The blind needs to walk to go forward and avoid the obstacle by their experience and will be injured easily. For solving the problems of blind walking easily and traditional expensive guide brick, The “Smart Blind Guiding Device” is designed by using the technologies of sensing, wireless communications and satellite positioning technology. The mobile application design with the algorithms programming are also applied with the popular mobile device. The Smart Blind Guiding Device is tested and completed with low-cost and high accuracy in blind walk guiding successfully. The Smart Blind Guiding Device can sense the road situation, guide walking by voice and remind the road obstacle in front. On the blind walking on the correct road way, the blind will receive a clear and short sound. On the contrast the blind will receive a quick sound to remind the blind walking in the wrong way. The Cane will vibrate simultaneously. On meeting the obstacle in the road the blind will receive a voice broadcast to remind the blind.

**Keywords:** blind, guide for blind, obstacle avoidance