

## 超音波測距裝置應用於即時監控閱讀者之閱讀距離

楊寶廣\* 余至軒 王惟德

明新科技大學光電工程系 地址：新竹縣新豐鄉新興路 1 號

## 摘要

台灣學童罹患近視比例偏高，近視成因之一可能是長時間近距離閱讀造成，所以培養小孩正確閱讀姿勢非常重要。如果可以在學童閱讀過程中監控其閱讀距離，可以早先矯正其不良閱讀姿勢，應該對預防學童近視會很有幫助。我們研究在一般閱讀書桌上設立一個簡單距離監測裝置，紀錄閱讀者頭部與桌面定點的距離隨時間變化的情形。這樣能夠觀測家中閱讀者在閱讀時，頭與書桌距離隨時間變化情形。我們使用 Arduino 撰寫程式控制一個超音波測距模組，搭配一個旋轉底座可以同時進行不同方位掃瞄工作。這樣掃瞄功能可以確保閱讀者左右移動時，仍可掌握其頭與書桌的距離。我們進一步利用藍牙模組進行無線傳送資料，未來也可利用物聯網進行遠端監視，這樣我們可以將監控電腦設置在較遠的地方，比較不會干擾閱讀者。

**關鍵字：**距離量測、即時監控、近視

## In-situ monitoring the reading distance of readers by the ultra-sonic distance detector

Pao-Keng Yang\* Chih-Hsuan Yu Wei-Te Wang

Department of Electro-Optical Engineering, Minghsin University of Science and Technology, Hsinchu, Taiwan

## Abstract

For the causes for myopia are mostly attributed to the long-time staring at the book at a short distance. We built a novel device mounted on a desk for in-situ monitoring the distance between the book and the reader's eyes. Our device can record and transmit data through internet to a person who is far away from the device so parents can know if their children are kept at a proper posture while they are reading. This device is believed to help improve the sight of the testee by finding his improper reading habits and correct them through long-term recorded data.

**Keywords:** measuring distance, in-situ monitoring, myopia

---

\* 通訊作者：楊寶廣（教授） 地址：新竹縣新豐鄉新興路 1 號 Tel：(03)5593142 轉 3389  
E-mail：pkyang@must.edu.tw

## 一、研究動機與目的

台灣學童罹患近視比例相對於世界上其他國家偏高，成了近視王國。台灣孩童近視率不斷升高，衛生福利部國民健康署委託台大醫院團隊以散瞳驗光方式，進行「兒童青少年視力監測調查」，結果發現 2017 年小學學童近視 50 度以上的人數，幾乎每升上一個年級都是以 10% 的驚人數字增加；而近視人口比率的增加，更直接反映在國中生，國一學童，近視人口比率已超過 81%、國二 85%，國三更逼近至 90%。研究發現，學童越早得近視，則長大後罹患深度近視的可能性越高。而深度近視將有較大機會導致視網膜剝離，不可不慎。由此可知，必須加強改善孩童近視日益嚴重的問題，以維護孩童眼睛健康。

近視成因之一可能是長時間近距離閱讀造成，所以從小培養小孩正確閱讀姿勢非常重要。但小孩唸書時，家長可能沒空在一旁監督，如果可以設計一個裝置在學童閱讀過程中監控與記錄其閱讀距離，應該對預防學童近視會很有幫助。如果以錄影方式做監控會有隱私被窺看的問題，被監控者比較不易接受，且閱讀距離還得從影像中進行判讀。本研究嘗試建構簡單距離監測裝置，紀錄閱讀者頭部與桌面定點的距離隨時間變化的情形。

## 二、研究方法

我們的實驗是利用 Arduino 搭配一個超音波模組偵測距離。圖 1 是我們所製作超音波雷達掃描的示意圖。訊號採用藍牙模組進行無線傳輸，只要使用一般筆電就可以在裝置附近（例如小孩閱讀的隔壁房間）接收資料。也可將資料上傳網路，學童父母可隨時查看。相對於錄影，我們的裝置只有紀錄桌面附近障礙物距離與方位（閱讀者頭與偵測器距離），所以沒有隱私侵犯問題，被監控的閱讀者較能接受。透過長時間監控數據，學童父母可輕易掌握學童長時間閱讀時的閱讀距離變化情形，可作為未來改善閱讀姿勢的參考。

雷達（RADAR）、光達（LIDAR）、聲納（SONAR）常被用於探測環境中障礙物分布情形。在常生活中，基於光學雷達所做成雷射測距儀（或稱光學尺）在最近開始普及，常用於裝潢、建築測量距離用、未來也會有機會用於智慧車偵測前方障礙物分布。然而光學雷達所使用的雷射光對人眼可能會造成危害，所以本研究採用超音波測距裝置，並搭配 Arduino 微電腦控制其發射與接收，用來探測書桌周圍環境障礙物分布情形，進而閱讀者頭部位置，紀錄閱讀時閱讀姿勢改變情形。

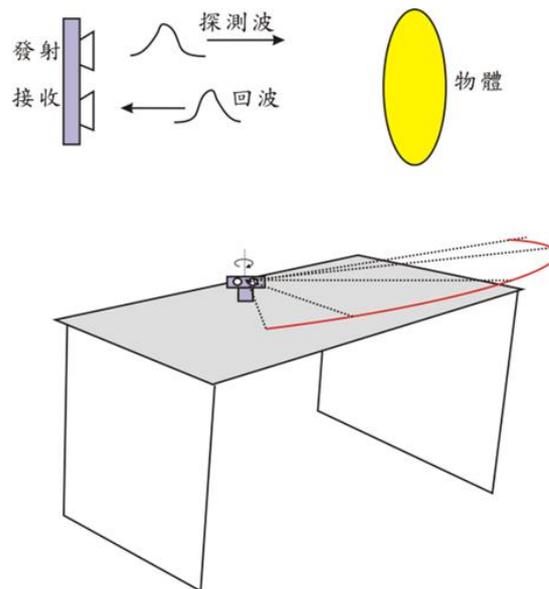


圖 1 桌面上超音波測距儀計算發出探測波與接收回波時間差，可推出障礙物的距離。

本實驗使用 Arduino 作為控制板[1,2]。在 Arduino 出現之前，若是想做個自動控制的設備，像是要控制一些感測器或是透過繼電器控制家電，大家想到的就是使用 8051 單晶片。然而，8051 除了程式撰寫難度較高，這讓非專業出身的人在使用上常感到挫折。Arduino 把控制晶片和燒錄功能整合在一塊小小的板子上，並且讓 Pin 腳更容易接線、配合麵包板，可以輕鬆的接上各類感測器模組或週邊設備，初學者只要會插杜邦線，就能開始進行開發工作，就算沒有任何相關背景的人也可以快速學習。

Arduino 有許多不同大小的板子，為了減少裝置佔據空間，本裝置採用 Arduino nano 這個尺寸較小的板子。本研究所使用超音波模組 HC-SR04，算是常見的模組，特別是用在智慧車等專案中，用來測量前方障礙物的距離。超音波測距裝置的運作原理很簡單，與黑暗山洞裡蝙蝠測飛行時測距原理一樣，裝置先發出探測波，經過時間  $\Delta t$  後收到回波 (echo)，則前方障礙物與超音波模組的距離是

$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2} \quad (1)$$

HC-SR04 模組會送出 8 個 40kHz (人耳可以聽見的頻率是：20~20k Hz) 的方波，如果前方有障礙物，信號打到障礙物就會返回，模組收到回波信號後，再由所測得的往返時間，去計算該障礙的距離。我們先使用此模組試試看，未來我們也會嘗試尋找其它體積較小的測距模組。使用超音波探測人體頭部位置的一種方法是利用超音波陣列偵測，但這種方法需要用到大量的超音波探測器且接線會很繁雜[3]。

我們所提出雷達掃描概念是比較簡易的方法。將 HC-SR04 搭配旋轉步進馬達 (MG90S)，可以執行一維掃瞄功能。若再放入另一軸馬達，我們將執行二維掃瞄功能 (橫向與縱向掃描)，也就是使用兩軸步進馬達，除左右掃瞄障礙物外，還會改變

仰角，這樣可以精準判定前方障礙物所在距離與方位訊息。因為包含掃描，除了機構建立外，程式撰寫部分也要花點功夫。

為了使裝置所佔體積最小，且不干擾受測者，我們使用藍牙無線通訊模組（HC-05）傳送資料到隔壁房間電腦上。HC-05 這個藍芽模組可以做到主從（Master or Slave）控制，主從控制的意思就是說，他可以當 Master 或是 Slave，端看你怎麼設定的意思。只要微電腦端裝設藍牙收發模組，那在十公尺內，即可用手機或電腦以串列式通訊接收資料訊息。因此實驗中會用到兩個 HC-05，一個與超音波測距裝置連接，另一個與筆電連接。裝置量到的數據以無線藍芽通信即時傳給筆電。實驗前，先以 AT command mode 設定兩片 HC-05，主要是設定 baud rate（我們用 9600）與 Slave or Master mode（一般出廠時，預設是 Slave）。

### 三、結果與討論

經過實際測試，超音波碰到衣物幾乎量不到反射訊號，所以我們裝置是測量閱讀者頭部或頸部與測距儀間的距離。我們原本是將超音波模組固定朝向某個方位（閱讀者頭部），後來發現量到數據有跳動問題。經過分析發現是讀者頭部會左右晃動造成的問題。我們後來將超音波模組固定在一個旋轉平台上進行掃描（圖 2）。



圖 2 自製超音波測距裝置（包含超音波模組、旋轉馬達、底部盒中有 Arduino 與藍芽通訊晶片）。超音波模組仰角可以調整。

為了瞭解掃描功能的作用，我們先將掃描角度設定為 70 度~130 度（以 10 度為每次移動角度間隔，每次掃描共量 7 筆資料），所測量出來的距離數據如表 1 所示。原本我們粗估 90 度方位為正前方，圖 3 顯示 100 度方位對應的距離為最小，才是頭出現的方位。這代表頭的位置有點偏，所以才不是對應到 90 度的方位。引入掃描功能可以更正這個問題。

表 1 六次掃描所得數據（以 10 度為每次移動角度間隔，量測七個不同方位，正前方為 90°），數據單位為 cm。

方位角	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
第 1 次	67	65	66	35	57	91	92
第 2 次	67	66	72	35	57	93	26
第 3 次	65	65	66	27	57	92	92
第 4 次	65	65	71	27	57	93	29
第 5 次	63	65	66	38	75	62	93
第 6 次	63	65	71	38	75	93	65

實際量測距離時，裝置先進行一維左右掃描動作，我們將超音波測距模組設定分別掃描 80、90、100 度三個方位測距後（經過實際測試，量三個方位即足以辨別頭的位置），擷取最短距離記錄（也就是對應打到障礙物的方位）。



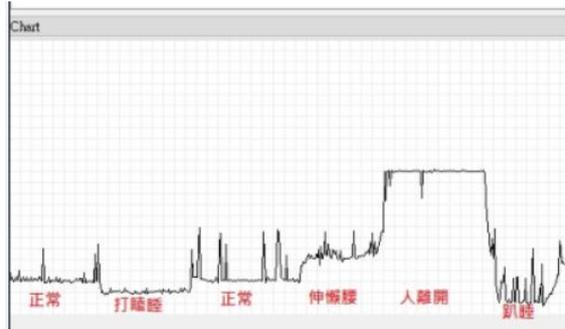


圖 3 SerialChart 與超音波測距實際對照圖變化，SerialChart 輸出值是 0~255，人離開時對應的值為 255，單位是公分。由數值變化顯示，受測者閱讀姿勢的變化確實可以反映在所偵測距離的數據中。

適當調整超音波偵測器仰角，我們以每次左右角度掃描所得最近距離作為頭部與偵測器間的距離(也就是超音波打到頭)，並記錄距離隨時間變化的情形。為了能夠即時繪圖，我們在網路上找到一個叫 SerialChart 免費軟體[4]來協助我們將即時量到的數據轉換成圖。因為 SerialChart 能做即時繪圖的事情，Arduino 和藍牙連接後，可以將回傳距離數值直接顯示在圖上的一個點，由距離隨時間變化圖，會比較容易看出一段時間中距離的變化情形。

接著測距測量隨時間變化的情形，我們用約 30 分鐘的時間所觀測不同時間 SerialChart 所呈現的取現變化圖如圖 3 所示。由圖 3 可以看出桌前閱讀者姿勢的變化確實可以反應在距離隨時間的的變化圖中。

#### 四、展望

我們成功建立一個可以即時量測閱讀距離的裝置。原先是構想將測距裝置裝在閱讀者頭上或眼鏡框上，但因為裝置不易縮小，又怕裝置會干擾閱讀者讀書情緒，故改採桌面固定式的測距裝置。起初採超音波偵測器朝固定方位量測法，後來量測數據有跳動問題。經由引入一維方位角掃描功能與程式篩選合理數據後改善許多。搭配免費軟體 SerialChart，可將距離距數據即時繪圖輸出。

我們計畫未來再放入一個馬達，執行二維掃描，這樣可以精確描述前方障礙物的分布情形。若能用三組二維掃描偵測，分別由前方、由上而下、由側面同時做掃描，應可更精準建構環境障礙物形狀與分布情況。這樣就能進一步識別出書本與閱讀者頭部位置，將可更精確推估閱讀距離。

未來可利用此裝置研究學童閱讀距離與其它因素的關聯，例如：閱讀時間、椅子高度、書本字體大小、室內燈光強弱等。我們未來將進一步改良，並將裝置美化成一桌面擺飾。希望這個裝置能對改善台灣學童近視有所幫助。

#### 致謝

感謝明新科技大學校內專題經費補助 (計畫編號 MUST-110 光電-03)

## 參考文獻：

- [1] 黃建庭, **輕鬆玩 Arduino 程式設計與感測器入門**, 碁峰 (2018)
- [2] 蔣大偉 , 歐萊禮 , **互動裝置專題製作：運用感測器、網路及 Arduino 建置互動電子裝置**(2 版), Tom Igoe (2014)
- [3] Haitham K.Ali, Jihan S. Abdaljabar, Sura M.Abdullah, *Design of Ultrasonic Radar,*” *International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE)* 3 (7) (2015)
- [4] SerialChart 官方網址：<https://github.com/starlino/serialchart>