

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 電腦與資訊學科

佳作

052511

盲人眼鏡

學校名稱：臺北市立建國高級中學

作者： 高二 洪承岳 高二 葉又銘 高二 黃建碩	指導老師： 許雅淳
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：電腦視覺(Computer Vision)、物聯網
(IoT)、輔助科技(Assistive Technology)

摘要

對視障者而言，一般人習以為常的行走也變得十分困難，本研究希望透過電腦視覺充當他們的靈魂之窗，提供視障者更友善且能夠提升交通安全的輔助裝置。本研究使用樹莓派搭配網路攝影機與光達感測器接收影像與距離資料，將資料傳至伺服器後利用物件辨識演算法辨識障礙物種類，並辨識結果與距離回傳至樹莓派，當前方出現障礙物時，裝置能透過耳機即時發出警示音告知使用者。本研究也透過雲端減輕裝置運算負擔以達成減少耗能及縮小裝置體積的目標，讓裝置能夠像眼鏡一樣讓使用者得以辨識前方物體的種類與距離，輔助視障者避開行走路徑中的危險，進一步保障使用者的安全。

壹、前言

一、研究動機

全臺灣視障者人數約有五萬六千人（中華民國資料統計網，2020），即平均每五百人中就有一人為視障者，因此，解決視障者的不便是一個很重要的問題。國內外已開發出許多輔具來協助視障者的生活，其中白手杖最被廣泛運用。白手杖能有效地幫助視障者在行走時探測前方的障礙物，但也因其手持的特性，對於部分視障者而言，長久使用會造成手臂痠痛，並且行走時僅剩一手可自由行動，仍有許多問題可進行改進。

因此，研究者想研發更加方便使用的輔助裝置，並期望此裝置能有以下特點：為穿戴式裝置以空出雙手，且體積小便於攜帶；可探測前方物體的種類與距離，若前方有障礙物時，裝置能及時發出指示音保護使用者。未來更期望能結合定位系統，製作出導航功能，並且讓家屬隨時追蹤使用者位置，進一步保障使用者的安全。

二、研究目的

- （一）改善現有導盲工具的缺點
- （二）於保持功能完善的前提下盡量縮小裝置體積
- （三）降低耗能以長時間使用
- （四）辨識前方物體距離與種類

三、文獻回顧

(一) 常見視障輔助類型與問題

目前常見的視障輔助有白手杖、有聲號誌、導盲犬、導盲磚等。

1. 白手杖

如圖1之白手杖又稱導盲杖，是最常見的導盲輔具。從1921年發明以來，白手杖外型並沒有太大的改變，主要的功能為探測、保護、辨識路況，視障者經過訓練後搭配白手杖可擁有自主行動的能力。對於外觀上難以辨識出其障礙之視障者而言，持有白手杖可使旁人了解他的需求，必要時可提供協助，並減少誤會發生。現今，臺灣許多機構如愛盲基金會，提供視障者申請白手杖，增進視障者的福祉。

然而，白手杖也有其不足之處。像是體積過大的問題，近年來發展出的折疊式手杖減小了體積，但折疊式的白手杖因結構較不密合，導致回傳手感不佳。使用白手杖僅能探測接近地面的物體，懸掛物則無法探測，容易造成頭部撞傷。另外，現今許多行人因邊走邊滑手機而未注意身邊情況，導致視障者使用白手杖探測時誤觸行人的事件層出不窮。除此之外，持有白手杖即顯示出其視障者的身分，雖然能使旁人了解使用者的需求，但也會造成標籤效應，甚至產生歧視，使視障者無法完全正常地生活。



圖1 標準的白手杖（來源：財團法人愛盲基金會）

2. 導盲犬

拉不拉多(Labrador)由於性格安定，為導盲犬的首選，如圖2。導盲犬的訓練分為三個階段：寄養家庭、引導訓練以及共同訓練三個階段。寄養家庭階段主要是建立導盲犬自身的基本生活能力，引導訓練階段由指導員進行協助視障者的訓練如引導行走、辨別危險等，共同訓練階段則是讓導盲犬實際與受助的視障者共同生活，建立彼此的關係。這些經過完整訓練導盲犬能夠做出辨識斑馬線、斜坡，以及引導視障者避開凹凸不平道路等高難度的協助，以彌補主人的視力缺陷。

臺灣目前現役的導盲犬不到50隻，視障者與導盲犬比例約為1比1500（臺灣導盲犬協會統計，2021），主要原因是訓練成本約八十至一百萬，十分高昂，目前的訓練經費多依賴善心人士捐款，也因此導盲犬難以普及。



圖2 拉不拉多導盲犬

（圖片來源：TVBS新聞台）

3. 有聲號誌

有聲號誌是裝設在路口處的裝置，綠燈時會發出提示音告知視障者過馬路的時候。以臺北市的設計為例：東西方向綠燈時發出鳥鳴聲，南北方向綠燈時發出布穀聲、行人專用時則發出蟋蟀聲。臺北市政府提供視障者感應器如圖3，開啟後只要走到裝設有聲號誌的路口五公尺內，即可觸發有聲號誌，於綠燈時發出提示音。未攜帶感應器時，也可藉由路口旁的開關按鈕如圖4，來開啟有聲號誌，按鈕都設計在等高的位置，且會發出短頻短節的聲響來協助視障者找到按鈕位置。綠燈的導引提示音會以三秒作為間隔播放，綠燈快結束時則會增快到0.5秒，方便視障者得知綠燈的持續時間。

然而以臺北市為例，根據臺北市交通管制工程處資料顯示，截至111年1月為止臺北市僅於187處路口設置有聲號誌^[11]，覆蓋率相當低，且部分已損壞或遭到人為破壞。被破壞的原因在於沒有考量當地居民的安寧，在深夜時發出的提示音十分擾民，增加了人為蓄意破壞有聲號誌的動機。此外，各縣市並沒有統一有聲號誌的相關規定與設計，視障者需熟記各地不同的有聲號誌規則，十分不方便。



圖3 有聲號誌感應器



圖4 有聲號誌開關按鈕

(圖片來源：臺北市交通管制工程處)

4. 導盲磚

鋪設於路面的導盲磚，讓視障者藉由白手杖觸碰到四至五毫米高的突起時的觸覺反饋以沿著導盲磚行走。導盲磚分為兩種：引導形式與警示形式。引導型的導盲磚突起為長條狀如圖5，即引導視障者沿著突起的方向前進；警示型的導盲磚則是點狀如圖6，常見於人行道末端斜坡或轉彎處。

導盲磚源自於日本，由於日本的道路規劃良好，且設計較完善，導盲磚能發揮應有的作用。到了臺灣，導盲磚常出現鋪設不完全的問題，有時導盲磚至路中央就中斷，甚至部分導盲磚鋪設至牆壁、樹木前，造成視障者的危險。另外，常有垃圾桶、腳踏車等障礙物置於導盲磚之上，造成視障者的行動不便，也有部分輪椅使用者表示導盲磚阻礙輪椅移動，都是亟需解決的問題。



圖5 引導形式導盲磚

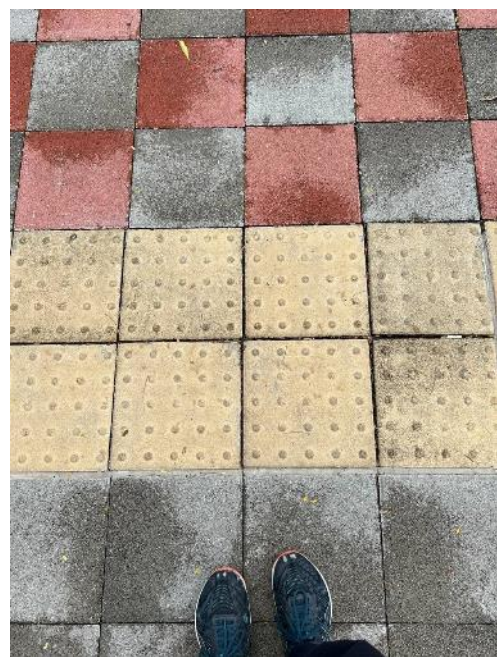


圖6 警示形式導盲磚

(二) 相關技術探討

1. You Only Look Once

You Only Look Once (Redmon et al., 2015^[2]) 簡稱YOLO，此為利用神經網路提供即時影像辨識的演算法，並以其先進的準確度與速度著名。其名稱由來於它是只要掃描一次 (1-stage) 的演算法，不像傳統的 2-stage 演算法，如 R-CNN (Region Based Convolutional Network) 等，需要先找出候選區域 (Region Proposal)，找出物件再進行分類，而是可以同時偵測物件位置和辨識物件，同樣屬於1-stage的演算法也有SSD (Single Shot Detection) 等。

YOLO的運作會先將輸入的圖片平均分割成 S^2 個網格，如圖7左，每個網格都要負責預測3個邊界框 (bounding box)，每個邊界框負責預測其所在位置、大小以及屬。信心程度的計算方式是該網格存在物體的機率 (0或1) 乘上邊界框和基準真相 (ground truth) 的IoU (Intersection over Union) (如圖7中，每個矩形代表一個邊界框，邊框越粗，信心程度越高；不同顏色代表不同類別)。

計算完信心程度完後，透過閾值(threshold)和NMS (Non-maximal suppression) 把屬於相同類別的網格中，信心程度不是最大的移除，剩下的就是選出來的物件。最後結合留下的邊界框和其屬於的網格屬於類別的機率相乘，就是最後該物件屬於某類別的機率 (如圖7右)。

我們使用的是YOLOv4，其相較前幾代有著不少的速度和準確度提升。

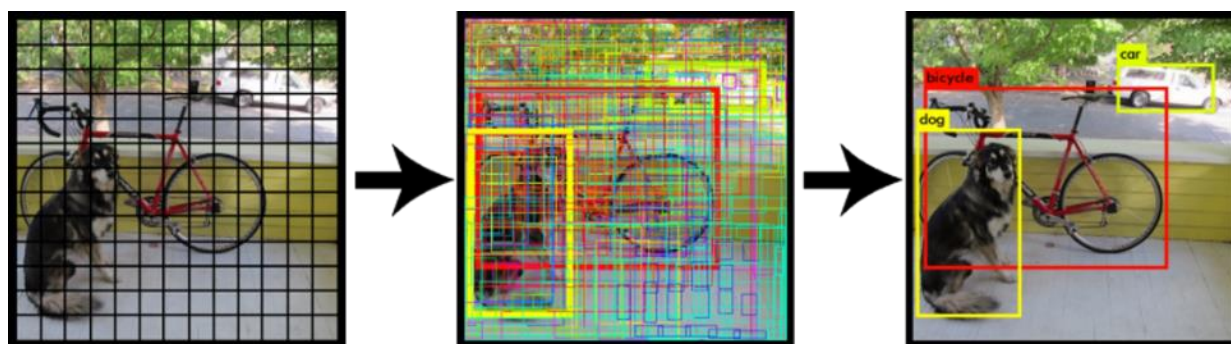


圖7 YOLO之辨識原理^[2]

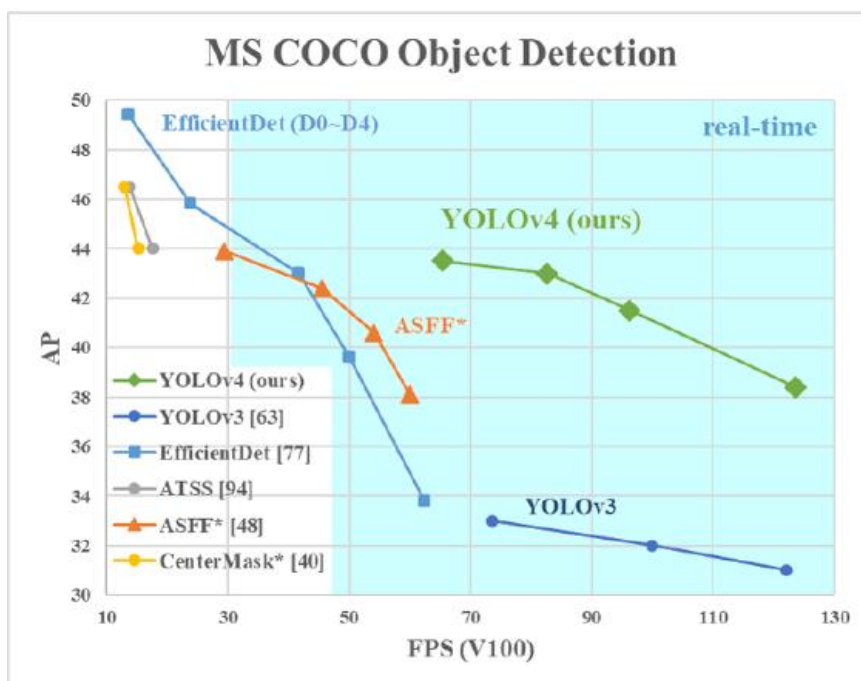


圖8 使用YOLOv4與其他物件辨識演算法，使用MS COCO資料集進行測試之速度與平均準確度的比較^[1]

2. PWM 與伺服馬達

PWM (Pulse Width Modulation, 脈衝寬度調變) 是以改變脈衝寬度來達到傳遞訊息的效果。具體而言, PWM是調整工作週期 (Duty Cycle, 又稱佔空比); 工作週期即一個週期內脈衝持續時間之佔比, 如圖9, 圖中第一個方波的工作週期為, 依此類推, 第二個方波之工作週期為50%, 第三個方波之工作週期則為75%。PWM目前常用於功率控制、通訊、測量等方面, 用途十分廣泛。

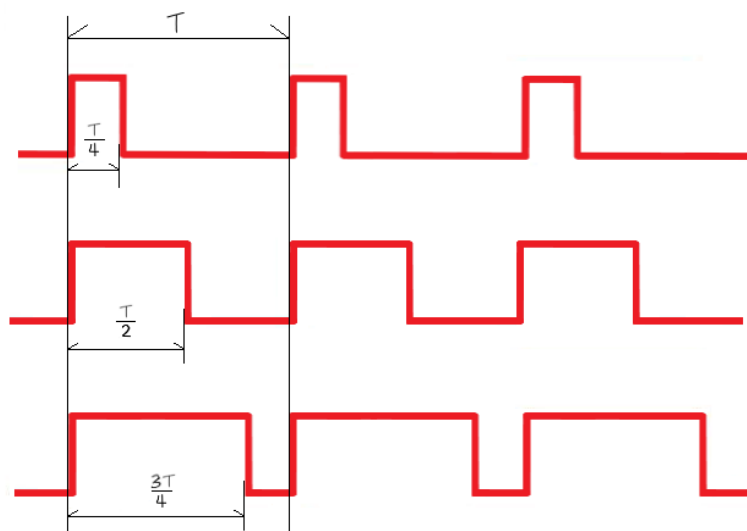


圖9 工作週期

伺服馬達（servomotor）由直流馬達、減速齒輪組、可變電阻和控制電路晶片所組成。直流馬達一般轉速大扭力小，減速齒輪組的功用是降低馬達的轉速，提升扭力，跟據減速齒輪組的結構不同，而有不同的轉速和扭力。而控制電路晶片負責接收PWM訊號，由PWM訊號之脈衝寬度控制馬達指向之角度，不同的馬達控制轉向之訊號數值也不一定相同。以圖10為例：週期為18毫秒的PWM訊號中若脈衝寬度為1毫秒（此情況下即設定工作週期為），伺服馬達指向0°位置，若為1.5毫秒指向90°位置，2毫秒則指向180°。實作上透過調整PWM之工作週期與頻率可操控脈衝寬度，達到控制馬達旋轉角度的效果。

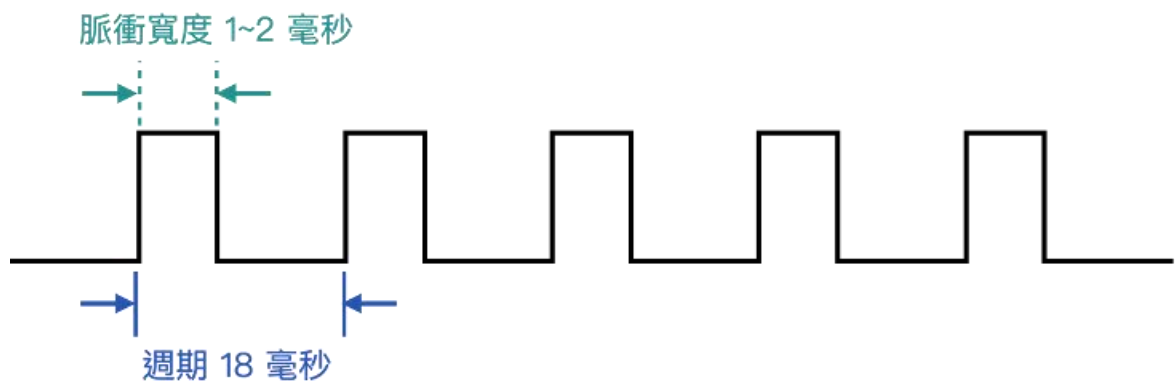


圖10 PWM控制伺服馬達之原理說明

貳、研究設備及器材

一、硬體工具

(一) TF-Luna 紅外線測距儀 (如圖11)

主要功用為測量前方物體距離。



圖11 TF-Luna 紅外線測距儀

運作原理：飛時測距 (ToF：Time of Flight)

TF-Luna是藉由紅外線的反射來進行距離測量。其正面有兩個鏡頭，一個會定時發射紅外線，另一個則會嘗試接收反射回的紅外線，若偵測到反射的紅外光，計算其發射至接收的時間差 t ，且因兩鏡頭之間距甚小可忽略不計，可得公式：

$$d = \frac{c \times t}{2}$$

其中 d 為所求距離， c 為光速。如下圖12。

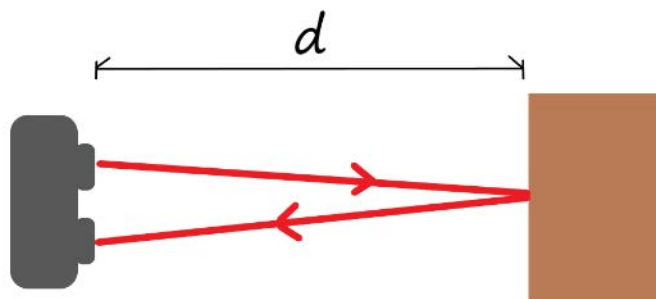


圖12 TF-Luna 測距原理示意圖

(二) Raspberry Pi 4 Model B

主要功用為運算、傳輸資料、連接各零組件。

作業系統：Raspberry Pi OS

CPU：Broadcom BCM2711

記憶體：4GB



圖13 Raspberry Pi 4 Model B

(三) Surface Laptop 4 筆記型電腦

主要功用為接受資料運算後回傳。

作業系統：Windows 10

CPU：Intel Core i7-1185G7

記憶體：16GB



圖14 Surface Laptop 4 筆記型電腦

(四) Logitech C310 HD 視訊攝影機

主要功用為拍攝影像。



圖15 Logitech C310 HD 視訊攝影機

(五) Limited IQ4516HV 伺服馬達

主要功用為控制TF-Luna之轉向。



圖16 Limited IQ4516HV 伺服馬達

(六) 耳機 主要功用為播放提示音。

(七) 行動電源 主要功用為供給電力。

二、軟體工具

(一) Raspberry Pi OS GNU/Linux 10 (buster)

(二) Python 3.7.3

(三) OpenCV、RPi.GPIO、numpy、gTTS、playsound、serial

參、研究過程或方法

一、簡述

研究者觀察到市售白手杖最大的缺點是無法辨識物體，因此本研究使用深度學習的物件偵測技術，希望能從鏡頭拍攝之照片辨認出前方的物體。但是樹莓派無法承擔在短時間內進行如此大量的運算，不符合本研究追求的即時性，於是改為將資料傳至伺服器運算後再傳回樹莓派，節省時間的同時又能降低耗能。

在測距方面使用了TF-Luna光達測距儀，為了解決單測距儀只能測得單一方向距離的問題與壓低成本，研究者將測距儀裝在能控制旋轉角度的伺服馬達上，使馬達來回旋轉，以距離為縱軸，時間為橫軸作圖，即可得到一條週期性曲線。若有障礙物時，偵測到的距離較平面時短，造成曲折的波形。透過計算，即可求得障礙物大小與距離。最後再透過耳機輸出提示音來告知使用者。圖17為本作品（盲人眼鏡）之運作流程。

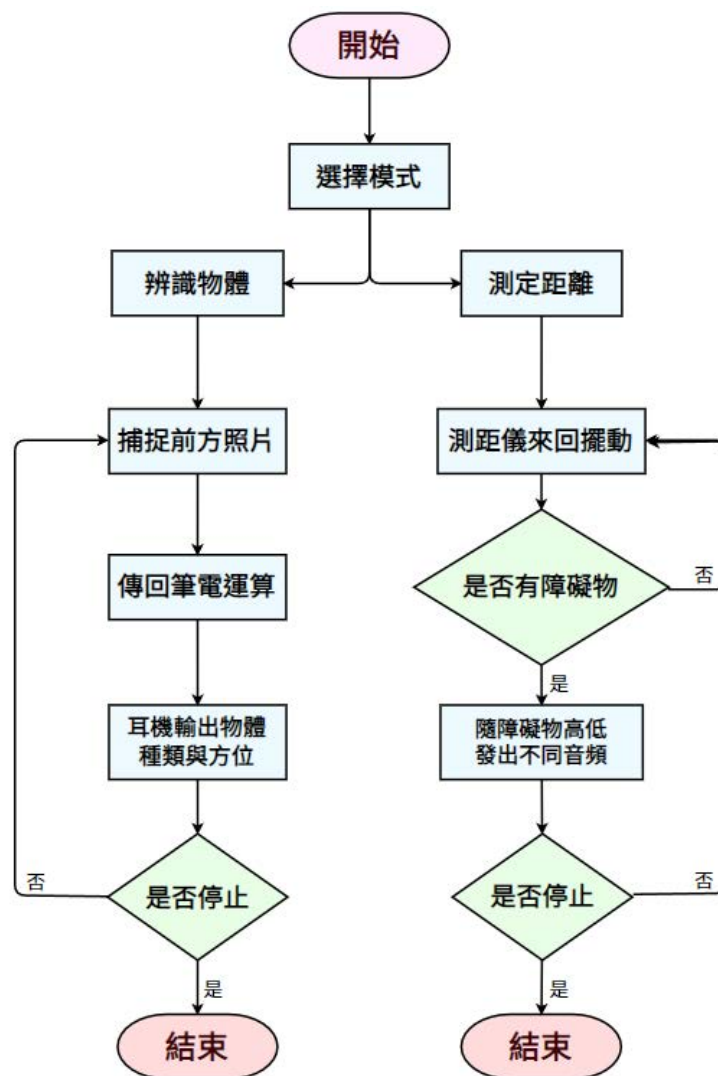


圖17 盲人眼鏡之運作流程圖

二、物體辨識

研究者利用 Python的 OpenCV機器視覺擴充套件來獲得攝影機的影像，再利用YOLO辨識獲得之影像中的物體。

一開始研究者使用樹莓派直接運行YOLO，雖然辨識結果十分準確，但運行一張720P的照片所需時間超過一分鐘，顯然不足以達成此作品的目標。經過討論後研究者決定犧牲一點準確度，改善即時性的問題，於是運用YOLO-tiny，此為YOLO之簡化版，但運行速度較快。經過測試，YOLO-tiny辨識一張圖片所需耗費的時間約為7秒，雖然減少了接近90%的時間，但考量到視障者之行動速度與鏡頭之有效距離，且樹莓派進行大量的運算時有過熱的問題，這個方法仍然不足。於是研究者運用物聯網的技術，將資料以Secure Copy的方式的傳至伺服器（Surface Laptop）進行運算，而樹莓派只需負責資訊的傳輸與接收。這樣做能把時間壓縮至1秒，省時的同時也降低了耗能，保有原有的機體小之特性。圖18為三種方法之運行速度實驗之統計圖。

物件辨識之運行速度比較圖

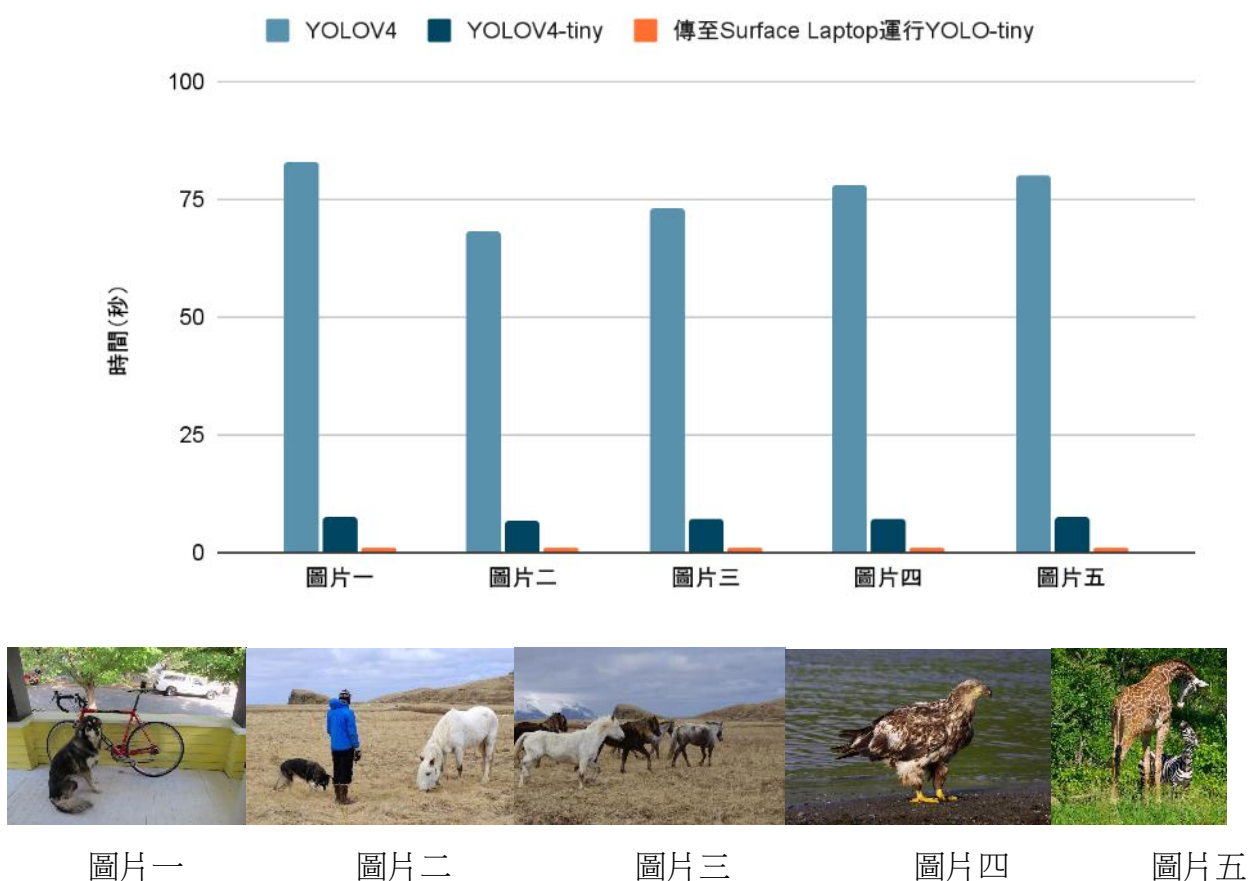


圖18 物件辨識之運行速度比較圖

為了進一步提升辨識效率，研究者將圖片進行預處理，優先辨識圖片中的特定區域。視障者在路上行走時，由於靜止不動的障礙物多半已記清位置，所以應優先偵測移動中的物體。先將拍攝到的圖片轉為灰階（grayscale），接著縮小圖片以及以高斯模糊（Gaussian Blur）處理，然後與前一次的照片逐像素相減，然後進行大津二值化（Otsu Thresholding），將差異較大的區域標示為感興趣區域（Region of Interest, ROI），優先針對這些區域進行辨識。

YOLO會輸出辨識到物件的位置以及種類，本研究運用物品在圖片中的相對位置判斷物體相對使用者處在何種方位，並分成左、右、前等幾種。另一方面，本研究透過大小、方向與信心程度篩選出較重要的數個物體作為輸出。

為了傳達給使用者，研究者使用文字轉換為語音的方式輸出。運用Python的gTTS Google（Text-to-Speech）套件來和Google翻譯的text-to-speech API互動，再透過pydub模組播放產生的音訊。

三、距離測定

起初，研究者的想法是將TF-Luna向下傾斜一定角度，藉由偵測到的距離之變化得知是否有障礙物。但這樣做僅能測定單一方向上的距離，障礙物必須在該方向上才能測距，物體過近、過遠或是移動中皆有可能無法順利偵測如圖19。

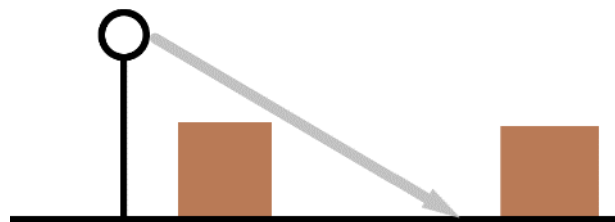


圖19 無法偵測過近或過遠之物

於是研究者決定將測距儀裝在馬達上，讓馬達來回旋轉90°的同時持續偵測距離，再分析所得到的數據，將偵測範圍擴大至圖20之藍色部分。

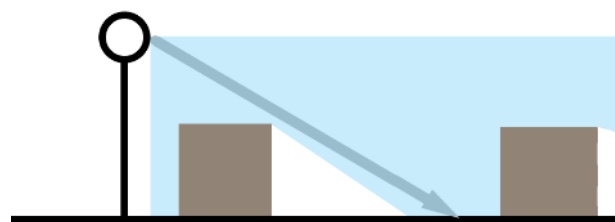


圖20 加裝馬達後可偵測之範圍

發現障礙物時，藉由偵測時的角度 θ 以及偵測到的距離 R 即可求物體與人的水平距離 $d = R \sin \theta$ ，如圖21。

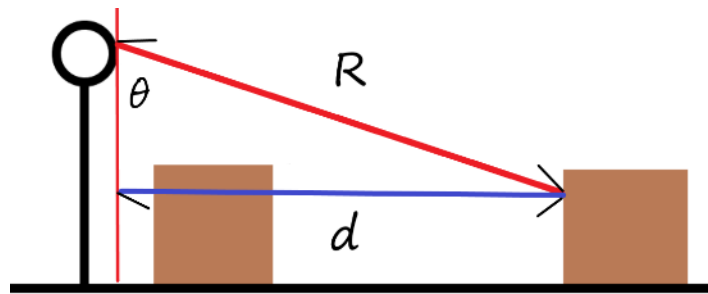


圖21 計算障礙物距離之原理

於是研究者將TF-Luna裝至伺服馬達上，如圖21。



圖22 TF-Luna與伺服馬達之連接

為了控制馬達在 90° 範圍內來回旋轉，研究者使用了PWM來控制伺服馬達。由於各種馬達之訊號接收與旋轉角度的關係有所差異。經過測試得知，伺服馬達在PWM訊號頻率為50Hz時，旋轉至 0° 的工作頻率為2.9%，轉至 180° 時則為8.7%，因此得知此伺服馬達在脈衝寬度為0.58毫秒時轉至 0° ，1.74毫秒時轉至 180° 。故得下列之角度換算工作頻率的公式：

$$f(x) = F \times \left(0.058 + \frac{0.116+x}{180}\right) \quad (\text{單位：}\%)$$

其中 F 為頻率（單位：赫茲）， x 為欲指向之角度（單位：度）。

馬達與TF-Luna旋轉的同時進行偵測距離，並將偵測到的距離與時間作圖，形成一個週期性的波形圖。若前方無障礙物時，波形為平滑曲線如圖22；前方有障礙物時則會因為在該範圍測量到之距離較無障礙物時短，造成曲折的波形如圖23。藉由分析距離增減之狀況，即可得知前方路面之凹凸情形。



圖23 無障礙物時之距離-時間圖

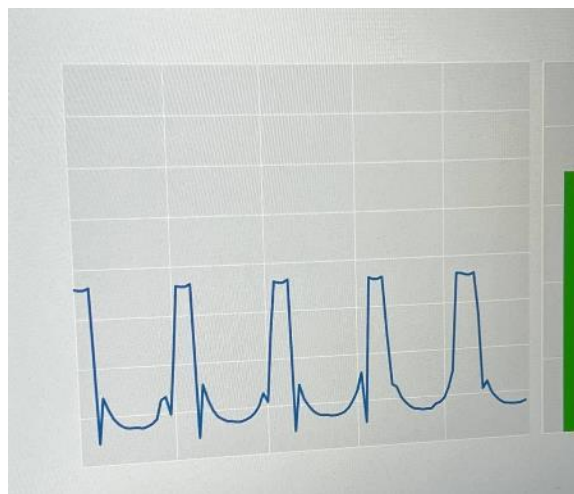


圖24 有障礙物時之距離-時間圖

音訊輸出的部分，研究者原本想使用與物體辨識相同的方法，辨認出前方狀況後再以gTTS的方式輸出文字敘述，但發現文字對於路況的表達能力有限，難以清楚描述。

因此改以音高表示：首先測量距離，接著計算出路面突起或凹陷之高度，根據水平距離每十公分取一個值，再推算應發出之音頻，突出越高音頻越高，反之凹陷。實際的轉換公式如下：

$$f(x) = 400 + \frac{400 \times h}{H}$$

其中 h 為地面突出或凹陷的高度（向上為正）， H 為測距儀與地面之距離（單位皆為公分），函數所得之值即為應輸出之音頻（單位為赫茲）。因此，當高度為0時輸出之音頻為400Hz，高度與測距儀相等時輸出為800Hz，其餘高度則平均分配。若地面凹陷則 h 為負數，將輸出低於400Hz的音頻，而遇到高於測距儀的障礙物時，因為測距儀並不會轉向上方，因此視為等高，輸出為800Hz。藉由此方式研究者將路面狀況轉換為許多音頻，接著再透過pydub依序輸出這些音，形成一段音樂，每段音樂隨著不同的地形有著不同的音高讓使用者依據所聽到的音高清楚得知前方的凹凸情形。

此外，由於視障者主要依靠觸覺和聽覺接收外界資訊，如果偵測前方為平坦的地面時，則不會輸出任何音，減少不必要的干擾。

四、實驗測試

實驗1：物件辨識之街景實測

由於此裝置之目的為輔助視障者行走的安全，因此研究者實測此裝置對於路上物體的辨識。實際運作盲人眼鏡，使其對街景進行物件辨識，觀察其對於常見障礙物辨識之準確度以及辨識所需時間。圖25為實驗時所辨識的部分圖片。



圖25 實驗部分圖片

實驗2：模擬實際路面情形之測距實驗

研究者針對連接馬達之測距儀的辨識功能進行了實驗，以書本模擬路面的起伏，測試裝置測距功能的準確性及音訊輸出之狀況以及探討裝置的高度是否會影響結果。圖26為實驗場景，圖27為根據實驗場景所繪製之示意圖。



圖26 實驗場景

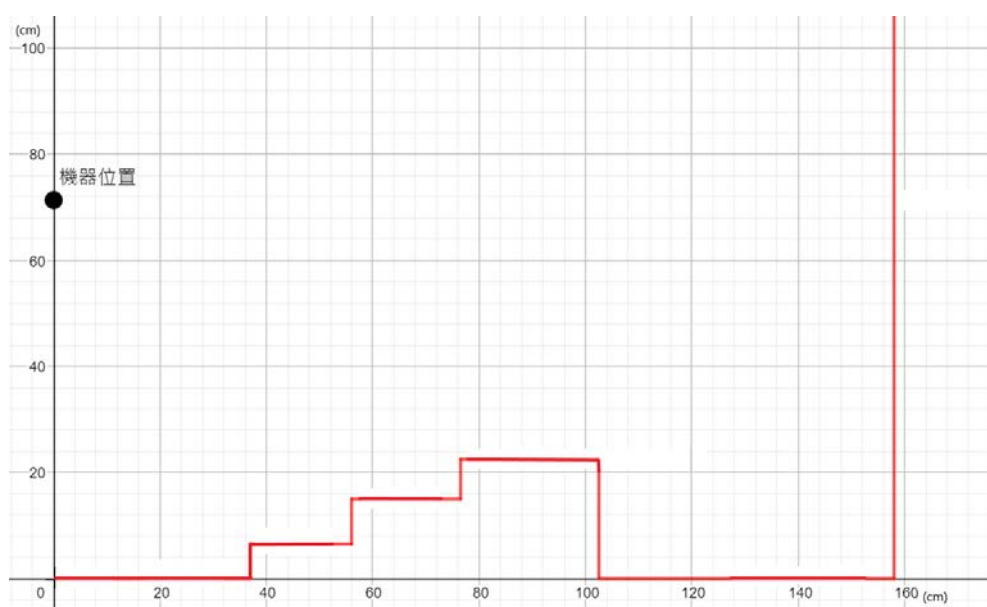


圖27 實驗場景之示意圖（紅線為場景之起伏狀況）

肆、研究結果

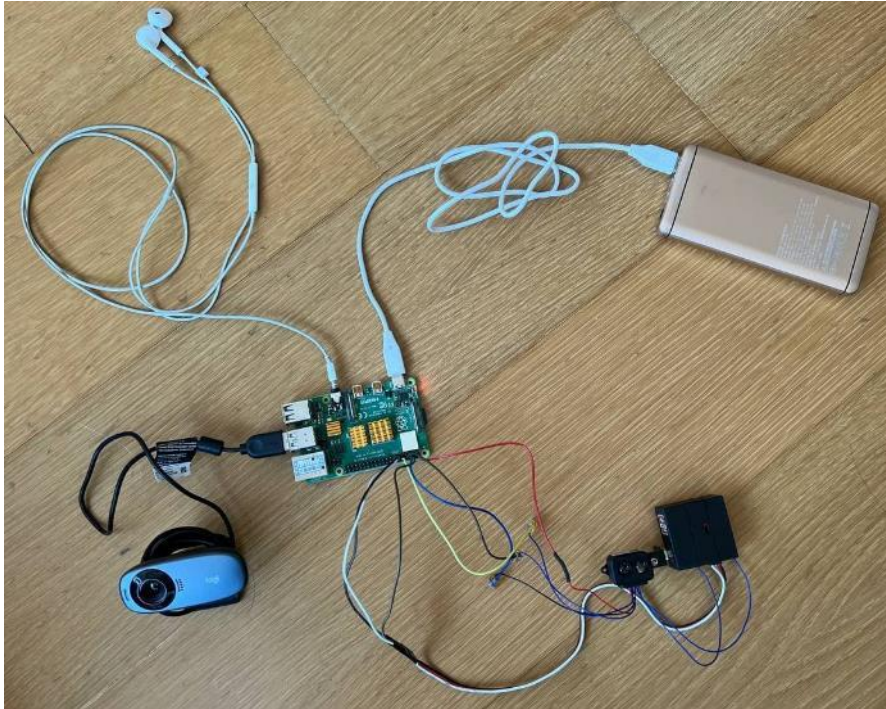


圖28 盲人眼鏡之完整裝置

實驗1：物件辨識之街景實測

經過統計，研究者一共處理了730張影像，依據辨識結果的正確與否整理出如表1。

表1 物件辨識之街景實測結果

	正確辨識	未辨識出障礙物	辨識物件種類錯誤	障礙物方位判斷錯誤	總和
張數	540	143	42	5	730
比例	73.9%	19.6%	5.8%	0.7%	100.0%

實驗2：模擬實際路面情形之測距實驗

根據實驗結果，整理如表2。

表2 模擬實際路面情形之測距實驗結果

與原點水平距離 (cm)	水平高度實際值 (cm)	水平高度實驗值 (cm)	發出音頻頻率 (Hz)	高度誤差 (cm)
0	0.0	0.0	400.0	0.0
10	0.0	0.7	403.9	0.7
20	0.0	0.9	405.1	0.9
30	0.0	1.2	406.8	1.2
40	6.5	6.9	438.9	0.4
50	6.5	7.7	443.4	1.2
60	15.0	15.6	487.9	0.6
70	15.0	14.7	482.8	-0.3
80	22.5	22.5	526.8	0.0
90	22.5	22.6	527.3	0.1
100	22.5	22.6	527.3	0.1
110	0.0	22.7	527.9	22.7*
120	0.0	22.7	527.9	22.7*
130	0.0	0.9	405.1	0.9
140	0.0	1.1	406.2	1.1
150	0.0	1.1	406.2	1.1
160	(牆壁)	71.0	800.0	-
170	(牆壁)	71.0	800.0	-
180	(牆壁)	71.0	800.0	-
190	(牆壁)	71.0	800.0	-
200	(牆壁)	71.0	800.0	-

*距離110、120公分的偵測發生較大誤差

伍、討論

實驗1：物件辨識之街景實測

(一) 圖29為此實驗結果之圓餅圖。

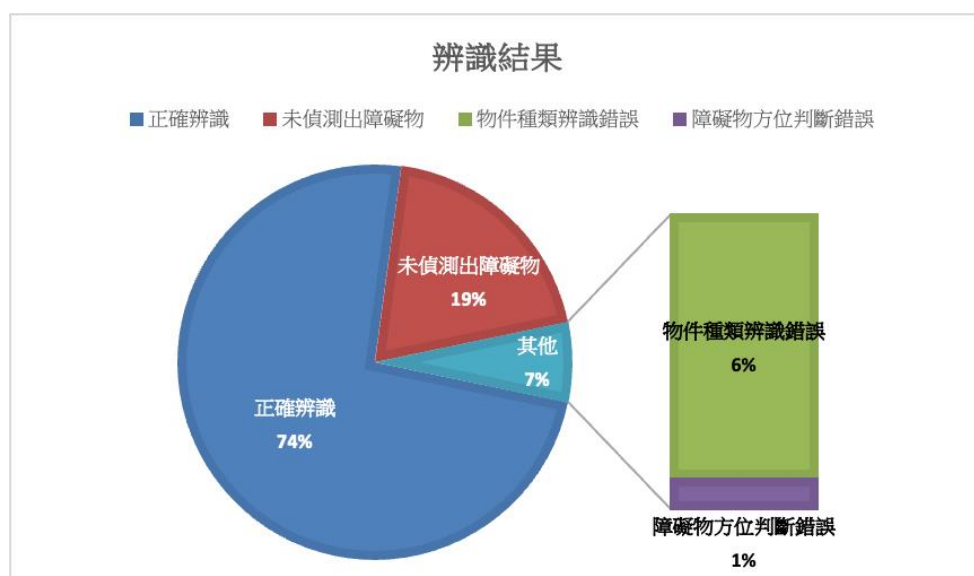


圖29 辨識結果圓餅圖

(二) 正確辨識達73.9%。(如圖30)

(三) 未辨識出障礙物之情形佔19.6%，主要原因為變電箱、路燈、三角錐等障礙物YOLO並沒有資料庫。透過加強訓練YOLO可解決此問題。(如圖31)

(四) 辨識物件種類錯誤5.8%。欲將低此錯誤可提高辨識信心程度的篩選門檻，但也可能會提高未辨識出障礙物情形的發生次數。(如圖32)

(五) 障礙物方位判斷錯誤僅0.7%，通常發生於目標物體過於接近，於畫面中佔大面積，導致辨識區塊從中間誤判為兩側。(如圖33)



圖 30

正確辨識



圖 31

未辨識出障礙物
(應辨識出石雕障礙物)



圖 32

辨識物件種類錯誤
(石頭誤判為鳥)



圖 33

障礙物方位判斷錯誤
(前方誤判為左方)

實驗2：模擬實際路面情形之測距實驗

(一) 由圖34、圖35可見偵測結果與實際情形大致相符，輸出之音頻也符合期望，由此可知裝置高度並不會影響結果。

(二) 距離110、120公分的偵測發生較大誤差，原因是障礙物阻擋其後方地面，導致測距儀無法順利偵測。這項誤差會隨著使用者逐漸接近障礙物而大幅減少。

(三) 偵測到牆壁時所得之值為測距儀的高度，輸出音頻為800Hz。使用者聽到此音後即得知該障礙物高度大於或等於裝置高度。

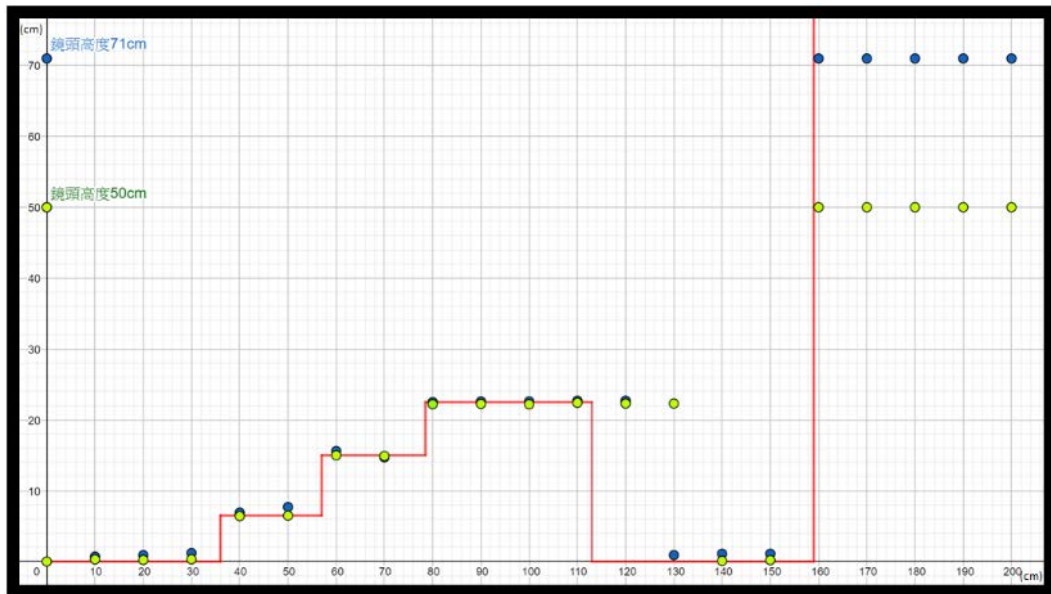


圖34 偵測結果與實際情形之比較（藍點與綠點為偵測值，紅線為實際值）

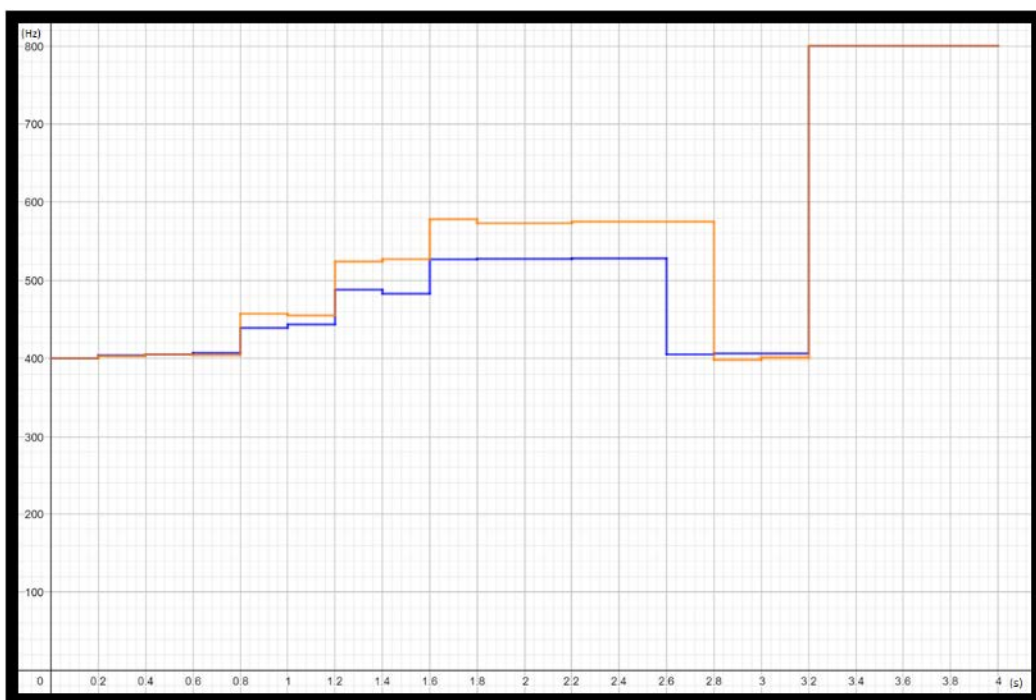


圖35 偵測後所發出的音頻-時間圖

三、盲人眼鏡與其他輔助工具之比較

盲人眼鏡結合了各項輔助方式的優點，並改善不足之處。表3為盲人眼鏡與其他視障輔助工具之比較。

表3 視障輔具之比較

輔具類型	移動性	辨識物體種類、距離	安全性	易普及程度
盲人眼鏡	O	O	O	O
導盲杖	O	Δ (無法辨識物體種類)	Δ (使用時可能打到旁人)	O
導盲犬	O	O	O	X (成本高昂)
有聲號誌	X	-	O	X (成本高、易損壞)
導盲磚	X	-	X	O

陸、結論

根據上述的研究動機與目的，研究者研究了各項視障輔助方式之優劣，經討論後決定製作此穿戴式裝置。並利用TF-Luna上下擺動，搭配公式測量並計算前方障礙物的大小與距離。而攝影鏡頭所拍攝的照片回傳至電腦，利用YOLO辨識前方物體，辨識後樹莓派再通過耳機引導使用者。

本研究之成品可作為視障輔具，以偵測距離與判別物體種類的方式，協助視障者了解周圍環境之情況，並能透過提示音告知使用者前方的障礙物訊息，提升視障者之行走安全性。考量到對於視障者而言，聽覺是十分重要的接收訊息來源，因此研究者選擇使用非降噪且可單邊輸出的耳機，讓使用者在使用盲人眼鏡的同時也能保持原有聽覺感官的功能。在未來，研究者也期望能以更多類型的方式（如觸覺反饋等）來傳遞訊息，提升使用上的方便性。

盲人眼鏡能以聽覺模擬視覺感受，希望能作為視障者的眼鏡，幫助視障者在行動上更加安全、自在。目前研究者的裝置尚有物體辨識不夠準確、測距裝置不夠完善等問題。目前僅

能偵測直線上的障礙物，於側面、轉彎處的部分仍有待加強。在未來研究者希望能結合更多樣的技術，讓視障者的生活更加便利。基於上述原因，研究者提出了以下展望：

一、短期目標

- (一) 訓練YOLO辨識更多行走時常見的物體以提高辨識準確度。
- (二) 將測距與辨識兩種模式結合，進一步提升辨識的完整性。

二、中期目標

- (一) 加入定位系統，讓使用者之家屬能掌控其行蹤，必要時予以協助。
- (二) 結合導航功能，以語音輸入與輸出的方式提升視障者使用導航系統之便利性。
- (三) 使用聽覺以外的方式（如觸覺等）輸出，降低對視障者接收外界聲音的影響。

三、長期目標

降低生產成本以達到普及化。

柒、參考文獻資料

- [1] Alexey Bochovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. arXiv preprint arXiv:2004.10934[cs.CV]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf>
- [2] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. (2015). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*. arXiv preprint arXiv:1506.02640[cs.CV]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>
- [3] *YOLO: Real-Time Object Detection*. Retrieved January 26, 2022 from <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>
- [4] *Distance Detection with the TF-Luna LiDAR and Raspberry Pi*. (2021). Maker Portal. Retrieved January 26, 2022 from <https://makersportal.com/blog/distance-detection-with-the-tf-luna-lidar-and-raspberry-pi>
- [5] 黃國晏（2011年8月26日）。視障者的白手杖。2022年1月26日，取自：<https://www.mdnkids.com/specialeducation/detail.asp?sn=950>
- [6] 定向猴 (2015年5月7日)。詳細寫--視障朋友的白手杖。2022年1月26日，取自：<https://maobuding.pixnet.net/blog/post/283294108-%E8%A9%B3%E7%B4%B0%E5%AF%AB--%E8%A>

6%96%E9%9A%9C%E6%9C%8B%E5%8F%8B%E7%9A%84%E7%99%BD%E6%89%8B%E6%9D%96

- [7] 詹鈞皓、柯宏淵、趙祖恩(2017)。視障朋友行動輔具-Walking Traffic Light。2022年1月26日，取自：<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/03/2017031722401562.pdf>
- [8] (2012)市區人行道視障引導設施之成效研究--臺北市現有人行道為例。2022年1月26日，取自：https://tpl.ncl.edu.tw/NclService/pdfdownload?filePath=lv8OirTfsslWcCxIpLbUfmhaNcSH2c_7SXqeTdgPrceyTxkMnFXKzjHJmiChvTan&imgType=Bn5sH4BGpJw=&key=o0OtMfgFyJrNoRxTJ2T5d_hsQkR1kyF4qojKLWAJ7DgeVVU9OyINO4qBZJhLTxWd&xmlId=0006718071
- [9] 臺灣導盲犬協會。2022年1月26日，取自<https://www.guidedog.org.tw/>
- [10] 中華民國資訊統計網：身心障礙人數。2022年1月26日，取自：<https://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/viewplus.asp?ma=SW0109A1A&ti=%A8%AD%A4%DF%BB%D9%C3%AA%A4H%BC%C6-%A6~&path=../PXfile/SocialWelfare/&lang=9&strList=L>
- [11] 臺北市交通管制工程局：有聲號誌設置地點及使用簡介。2022年1月26日，取自：<https://www.bote.gov.taipei/News.aspx?n=C1B453B865B6904A&sms=A6A8DDB75EB25D55>
- [12] 財團法人愛盲基金會。2022年1月26日，取自：<https://www.tfb.org.tw/>
- [13] 王信傑（2017）。RASPBerry PI 3 MOBEL B 利用 PWM 控制伺服馬達。2022年1月26日，取自：<https://blog.everlearn.tw/%E7%95%B6-python-%E9%81%87%E4%B8%8A-raspberry-pi/raspberry-pi-3-mobel-3-%E5%88%A9%E7%94%A8-pwm-%E6%8E%A7%E5%88%B6%E4%BC%BA%E6%9C%8D%E9%A6%AC%E9%81%94>
- [14] (2013)。GIO's Android Lab：伺服馬達介紹。2022年1月26日，取自：http://gio781215.blogspot.com/2012/07/blog-post_18.html
- [15] 衛生福利部社會及家庭署身心障礙服務路身心障礙服務入口網。2022年1月26日，取自：<https://dpws.sfaa.gov.tw/guide-dog-management.jsp>

【評語】 052511

本作品以樹莓派及 IoT sensors 於行走時進行周遭環境偵測，以提供盲人行走時安全路徑的引導。研究議題有其實用性及重要性。作品涵蓋系統設計與實作，並有實驗結果和實驗結果分析，作品完整度佳。但目前實驗結果顯示，物件辨識的正確率尚不理想，在未來可針對辨識方法或 sensor 精準度進行優化。目前實驗成果有討論一些辨識錯誤的狀況，若能有更詳盡的辨識率探討（例如：更換模型、標註資料再進行訓練等），可以讓此系統的效能再提升，如此可進一步增加此系統的實用性。

作品簡報



盲人眼鏡

作品組別：高級中等學校組
科 別：電腦與資訊學科

研究動機

表1 市面上導盲工具比較

	優點	缺點
導盲杖	價格便宜 普遍性高	探測範圍受限 且不易攜帶
導盲犬	能辨識路況	訓練價格昂貴
有聲號誌	指引十字路口	產生噪音
導盲磚	以觸覺回饋 指引道路	易被雜物擋住

研究目的

- 改善現有輔具之缺點
- 於保持功能完善的前提下盡量縮小裝置體積
- 降低耗能以長時間使用
- 即時辨識前方物體距離與種類

裝置運作流程圖& 裝置構造圖

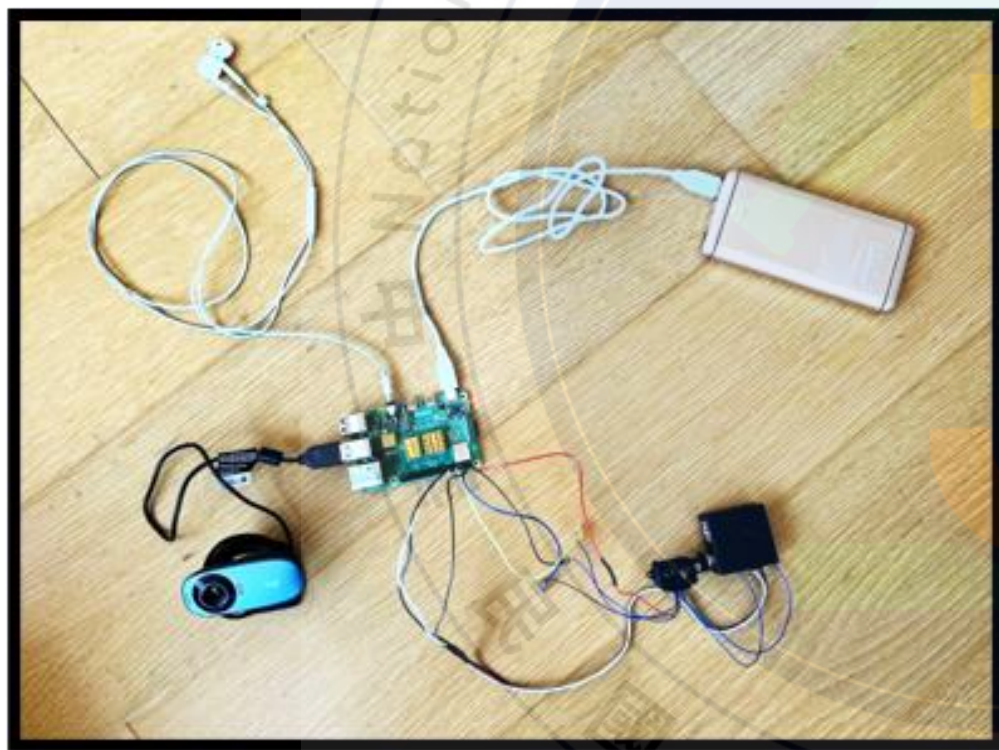


圖1 裝置構造圖

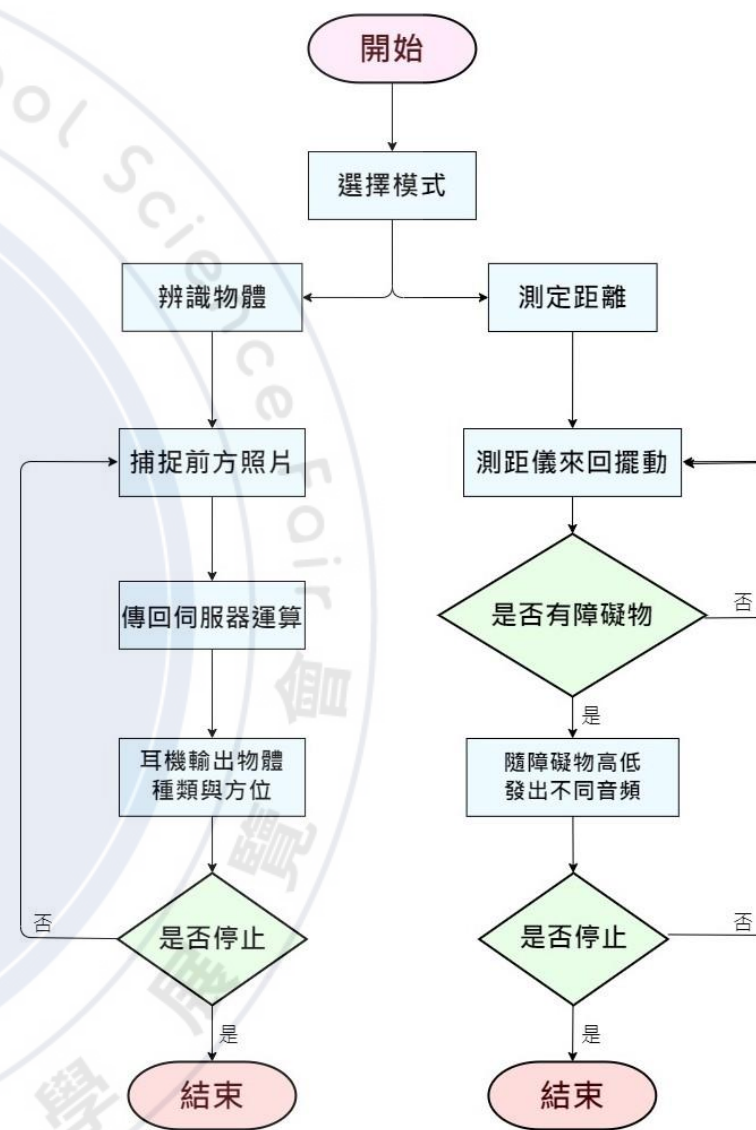


圖2 運作流程圖

物體辨識

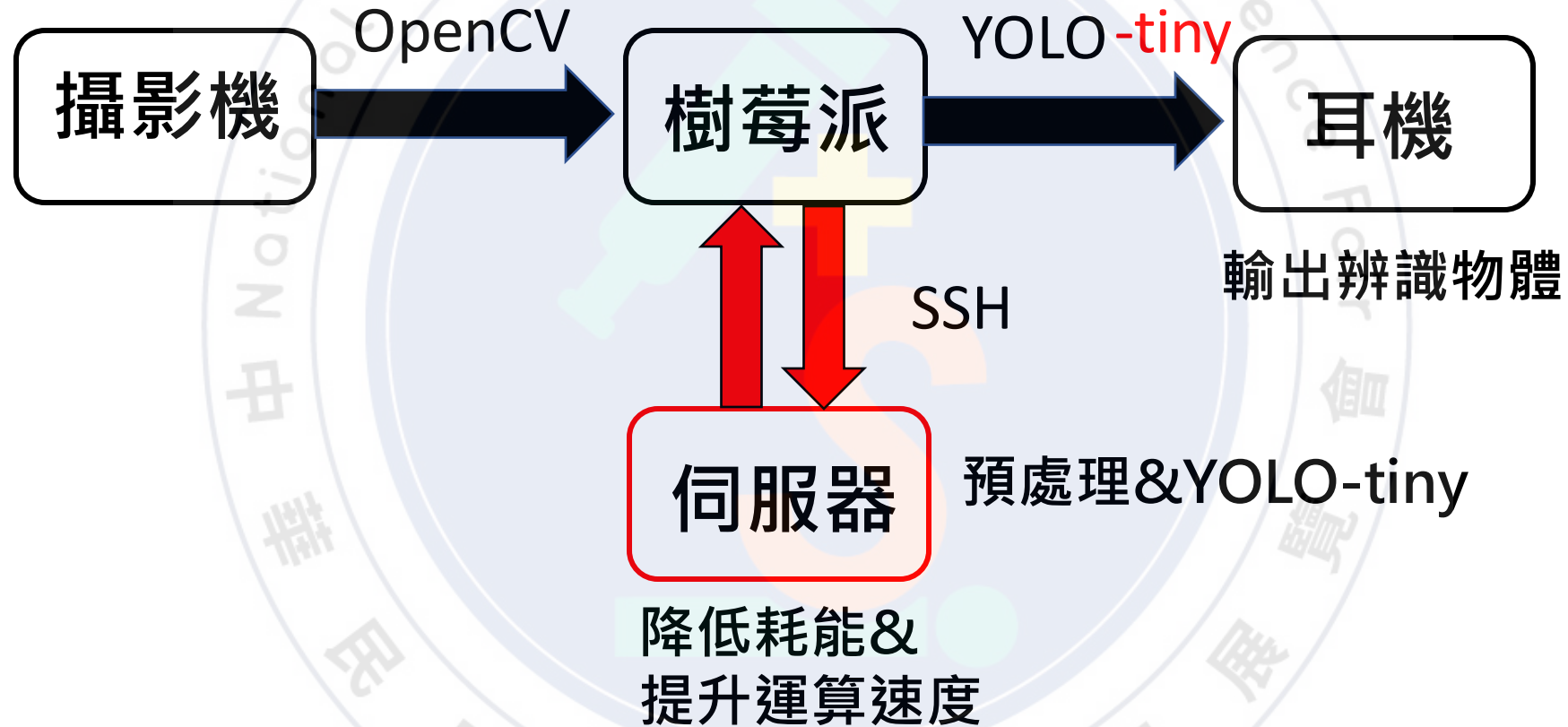
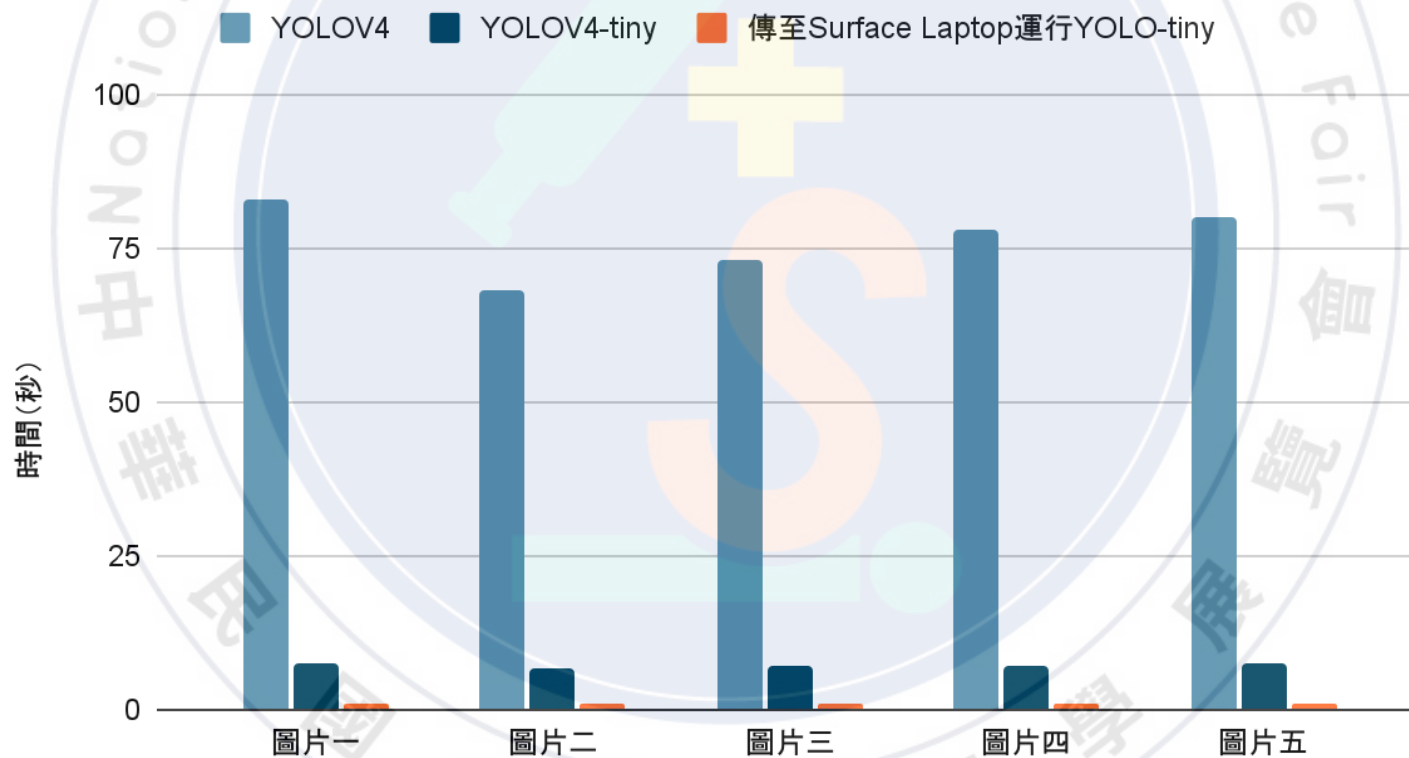


圖3 物體辨識運作流程圖

辨識速度比較

表2 物件辨識之運行速度比較



預處理（感興趣區域）

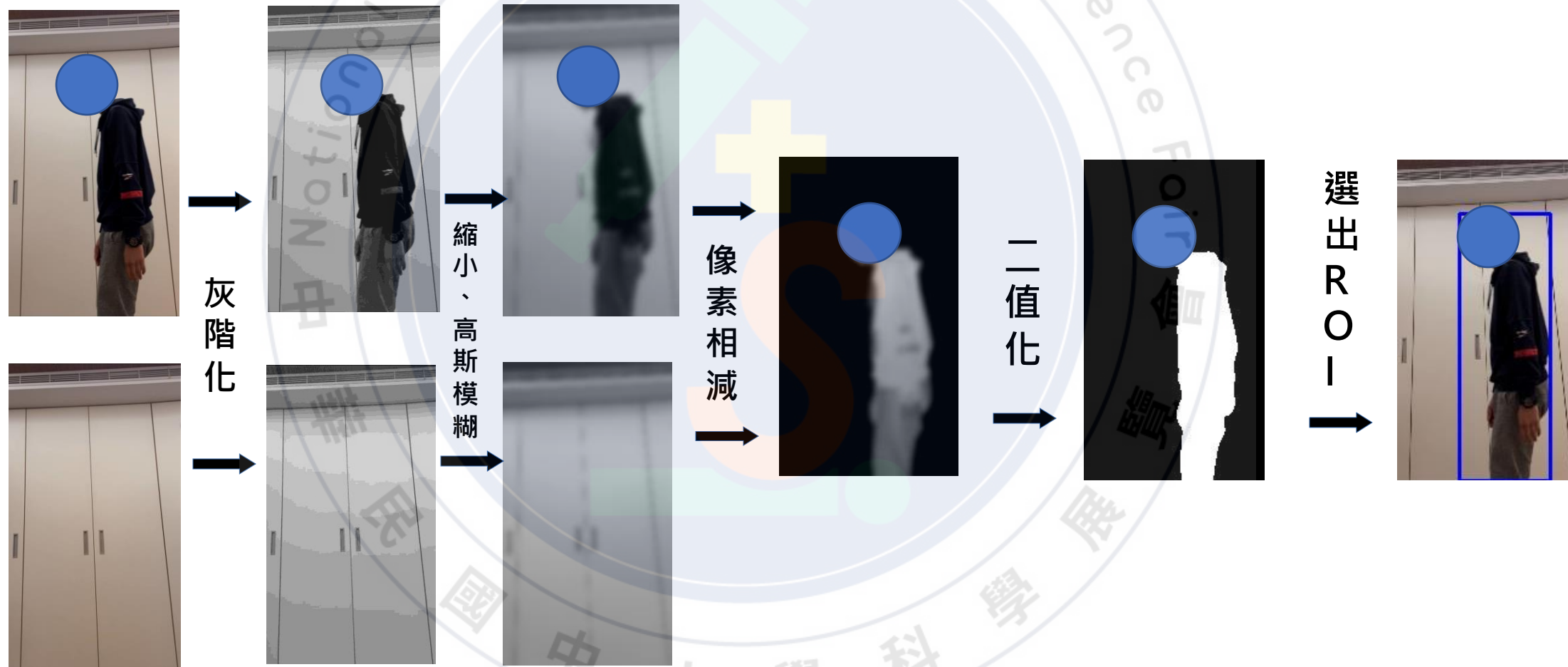


圖3 預處理感興趣區域運作流程圖

測定距離

- 加上馬達以提升測距範圍
- 透過分析不同波型即可得知障礙物
- 將障礙物高度轉成音高

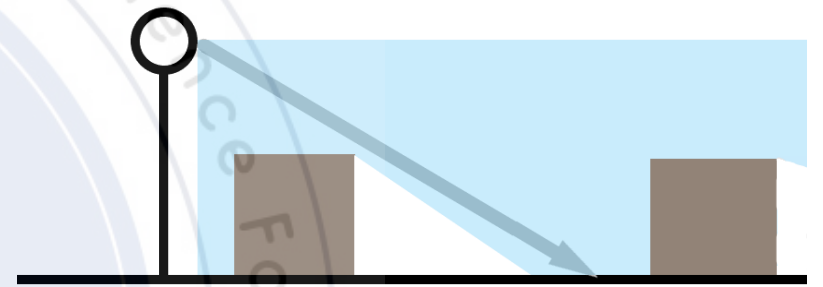


圖4 加裝馬達後可測距範圍

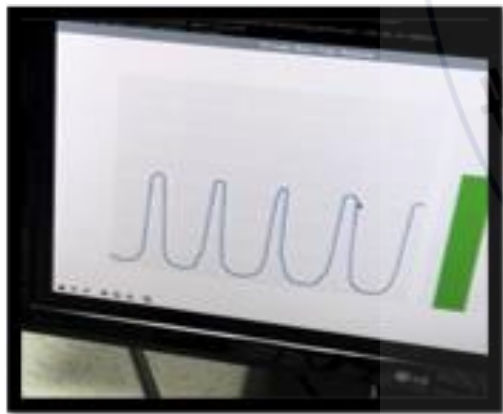


圖6 無障礙物

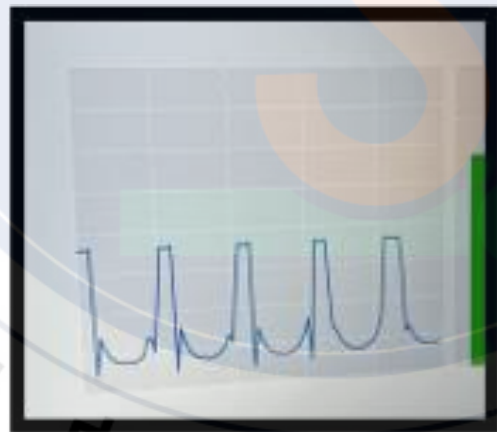


圖7 有障礙物

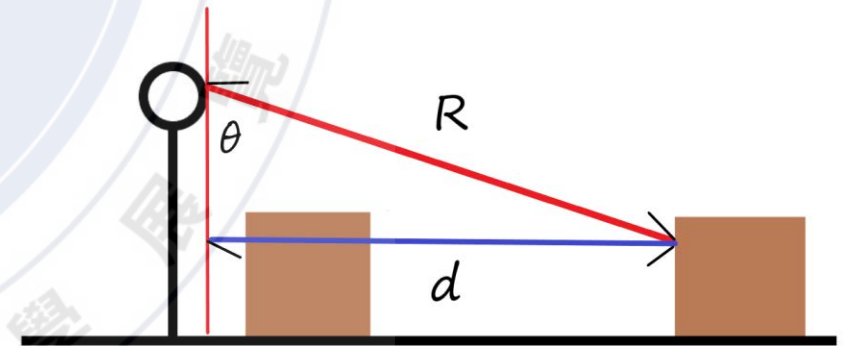


圖5 分析回傳數值

物件辨識之街景實測

- 未辨識出障礙物多為靜態障礙物，對視障者威脅較小
- 加強訓練YOLO
- 調整信心程度篩選門檻

表3 物件辨識之街景實測結果

	正確辨識	未辨識出障礙物	辨識物件種類錯誤	障礙物方位判斷錯誤
張數	540	143	42	5
比例	73.9%	19.6%	5.8%	0.7%



圖8 街景實測示意圖

測距功能實驗

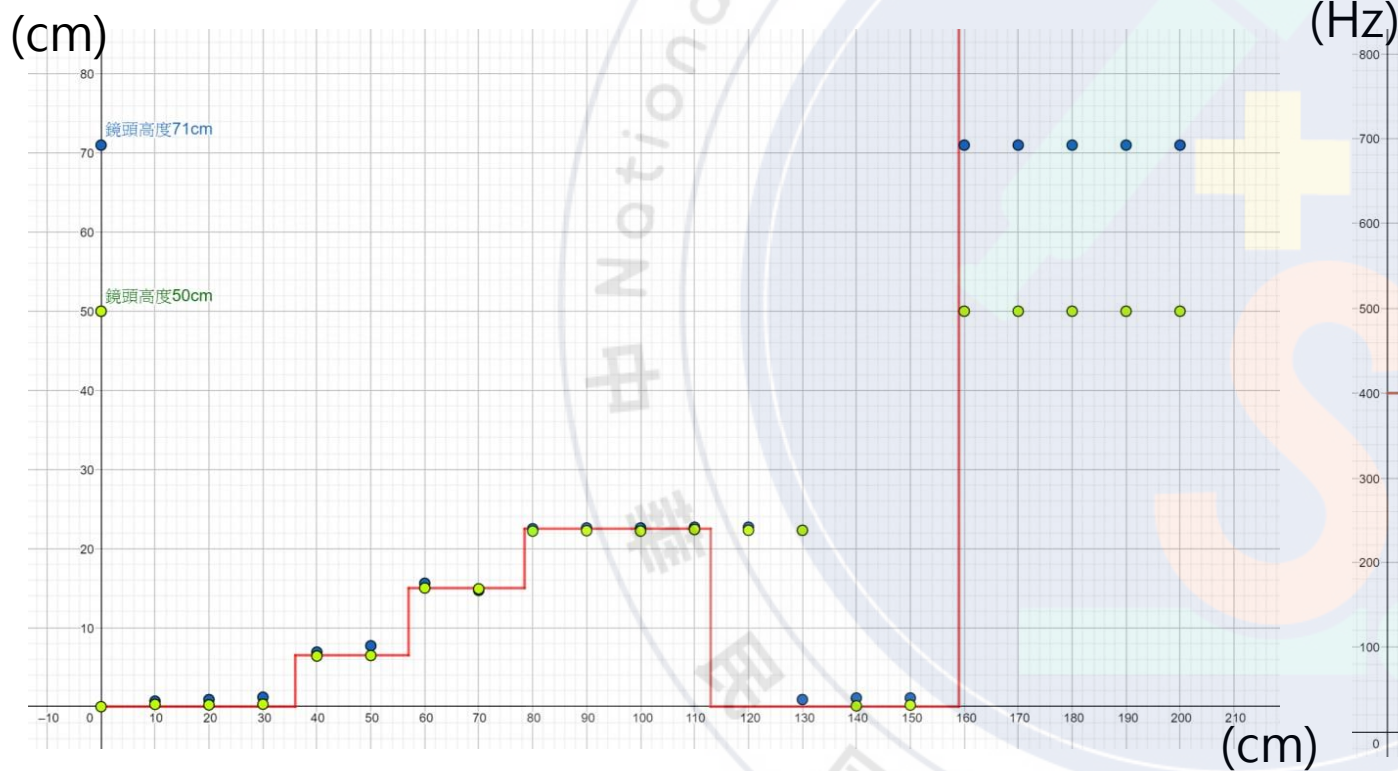


圖9 偵測結果與實際情形之比較

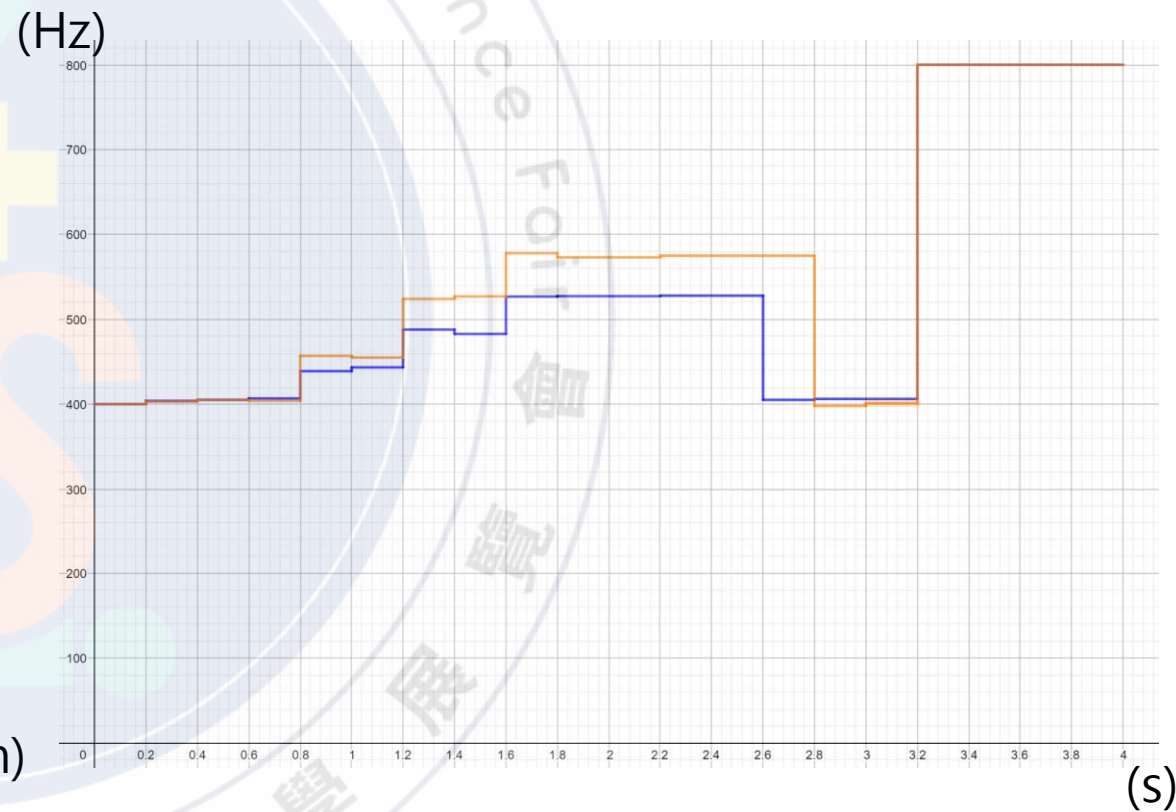


圖10 音訊輸出情形

結論

- 裝置露出的體積小（回傳至伺服器運算）
- 將測距儀擺放於胸前以減少誤差
- 以機器模擬視覺感受

未來展望

- 加強訓練YOLO
- 加入定位系統
- 結合導航功能
- 使用聽覺以外的方式（如觸覺等）輸出

參考資料

- Alexey Bochovski, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. arXiv preprint arXiv:2004.10934[cs.CV]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf>
- Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi. (2015). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*. arXiv preprint arXiv:1506.02640[cs.CV]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1506.02640.pdf>
- *Distance Detection with the TF-Luna LiDAR and Raspberry Pi*. (2021). Maker Portal. Retrieved January 26, 2022 from <https://makersportal.com/blog/distance-detection-with-the-tf-luna-lidar-and-raspberry-pi>