

360°盲人安全導航帽系統

壹、摘要

本研究將以影像辨識結合 YOLO 語意分析的技術，試圖解決盲人在用路安全上的困擾與危險。設計上整合 GPS 導航引導使用者前往特定目的地，使盲人在通勤時更加安全與方便。

我們將透過 360°環景攝影機拍攝使用者周遭環境，辨識周遭障礙物距離，提早給予提示。在到達目的地的過程中，不斷地進行環境檢測，查看是否偏離行進路線，在即將到達目的地時，開始搜尋目的地特徵，以正確的帶領使用者到達目的地。透過整合後的系統，使用者能夠方便且簡單的狀況下，能更安全的前往目的地。

貳、研究動機與研究問題

一、研究動機

根據世界衛生組織 2019 年出版的《世界視力報告》統計，全球視力損傷或失明人口高達 22 億以上，並且預計在未來的幾十年內，受人口增長與老齡化等綜合因素影響，患有眼部疾患和視力受損之總人數將顯著上升。

對於視覺障礙者來說自立生活 (independent living)不是簡單的，其中定向 (Orientation)及行動 (Mobility)是自立生活中不可或缺的能力。本研究之主要目的旨在提供視障者在戶外環境中所需的感知能力，消除視障者在行走或過馬路時的安全疑慮。雖然台灣在對於視障者的用路安全上設有許多的無障礙設施，例如：導盲磚、過馬路的南北向啼咕聲等，但無障礙環境尚未能全面落實，其中過馬路的南北向啼咕聲設置成本高，且盲人在使用前必須先尋找到按鈕所在之電線杆及按鈕位置。我們這次研究的主題主要會圍繞在透過影像處理的方式對路上障礙物、斑馬線位置、紅綠燈判別等等之分析。

二、研究問題

（一）障礙物偵測

使用者平常走在人行道上時，我們希望可以讓他們在遇到障礙物前提早做好心理準備，例如：暫停的腳踏車或是經過的行人等。在判別障礙物之後，估計物件離使用者的真實距離，並且通知使用者。

（二）道路直行規劃

道路直行是通過分析 360°環景相機之視頻圖像進行，檢測出現實場景中平行的車道線以及與車道線平行的其他直線所形成的消失點的具體位置，並藉由消失點位置判斷使用者是否有偏移道路。如何在各種複雜道路場景下快速、準確的檢測道路消失點是解決問題的關鍵。

（三）斑馬線位置尋找

斑馬線，設計讓穿越路口的行人集中由固定的地點通過，也限制汽機車駕駛人在有行人正在橫過或等候橫過馬路的狀況下必須優先禮讓行人。斑馬線的設計，保障了行人穿越路的安全性，但對於視障者來說，確認斑馬線位置與確保自己走在斑馬線上卻是一大挑戰，本系統將透過影像分析引導盲人安全地利用斑馬線穿越路口。

（四）紅綠燈號誌辨別

「紅燈停、綠燈行、黃燈要小心。」簡單的口號，但對視覺障礙者來說卻不簡單。本系統將透過影像分析判別路口紅綠燈號誌，並以語音告知，協助視覺障礙者們和正常的行人一樣平安地通過馬路。

（五）目的地路線規劃

對於視覺障礙者們來說，每到一個新地方都像是前往一個陌生的國家，在一個人生地不熟的地方，一般人可以選擇 GPS 導航來協助自己，但這個選項對於視覺障礙者們說也不全然這麼方便。本系統將結合 GPS 導航與語音控制系統，大大提升視覺障礙者在使用上的直覺性與方便性。

（六）特定地標尋找

在利用 GPS 導航系統引導視覺障礙者至目的地附近後，可能因為 GPS 誤差、地圖標註不精準或目標物臨時遷移等原因，造成視覺障礙者無法順利抵達最終目的地。為了解決此問題，我們將會利用環景攝影機，尋找目的地特徵，例如：711 或麥當勞的招牌、公車站牌以及等廁所標誌等。

參、文獻回顧與探討

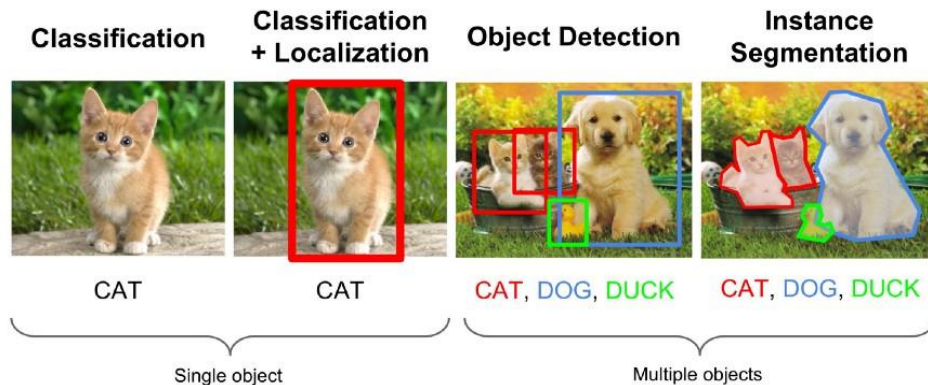
一、視障者在城市空間中的移動經驗

蘇怡帆、黃國晏、畢恆達（2012）[1]指出：視障者在城市中的移動經驗，受到個人身體特質、科技輔具、社會關係、空間規劃與設計等因素之相互作用而得以實踐。

公共空間環境中的限制主要在於空間訊息以視覺為主，造成視障者取得空間訊息的困境。舉例來說，在城市的公共生活中，明眼人依賴招牌或櫥窗來展示商品、以紅綠燈決定行走的秩序、使用站牌標示公車號碼、以平面地圖確認方位、用觸控式螢幕提款、鈔票上印的墨水數字決定每一張紙鈔的面額大小、建築物的用途名稱也以文字顯示。視障者身處視覺文化霸權的環境中，往往必須與有限的環境資源奮戰。

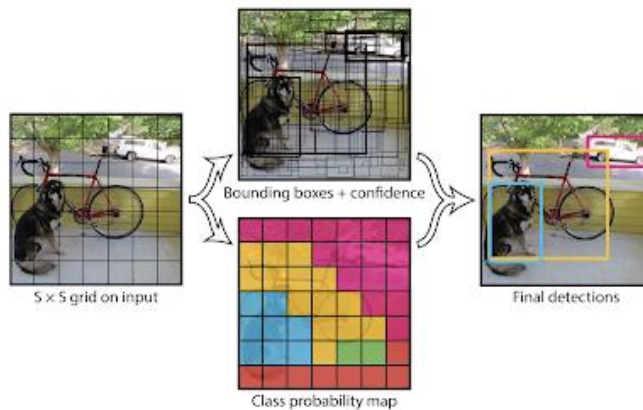
二、YOLO: Real-Time Object Detection [2]

YOLO 系列 (You only look once, Yolo) 是物件偵測 (object detection) 的類神經網路演算法，最大的特色是直接 end-to-end 做物件偵測，利用整張圖片作為神經網路的輸入，直接預測 bounding box 坐標位置、bounding box 含物體的 confidence 和物體所屬的類別。



圖(一) 不同電腦視覺 (Computer Vision) 類別

其輕量、依賴少、演算法高效率的特性，能夠達到即時(real-time)偵測的速度需求，在工業應用領域很有價值，例如：行人偵測、工業影像偵測等等。缺點是對位置的預測不夠精確，且對小物體偵測的效果較差。



圖(二) 將物件偵測視為單一線性回歸問題 (single regression problem)

三、OpenCV [3]

OpenCV 的全稱是 Open Source Computer Vision Library，是一個跨平台的電腦視覺庫。OpenCV 是由英特爾公司發起並參與開發，以 BSD 授權條款授權發行，可以在商業和研究領域中免費使用。OpenCV 可用於開發實時的圖像處理、電腦視覺以及模式識別程式。該程式庫也可以使用英特爾公司的 IPP 進行加速處理。而 OpenCV 被廣泛使用於解決如人機互動、物體識別、圖像分割、人臉識別、動作識別、運動跟蹤、機器人操作…。

肆、研究方法及步驟

一、使用設備介紹

(一) 樹莓派(Raspberry Pi) 攝影機模組 [4]

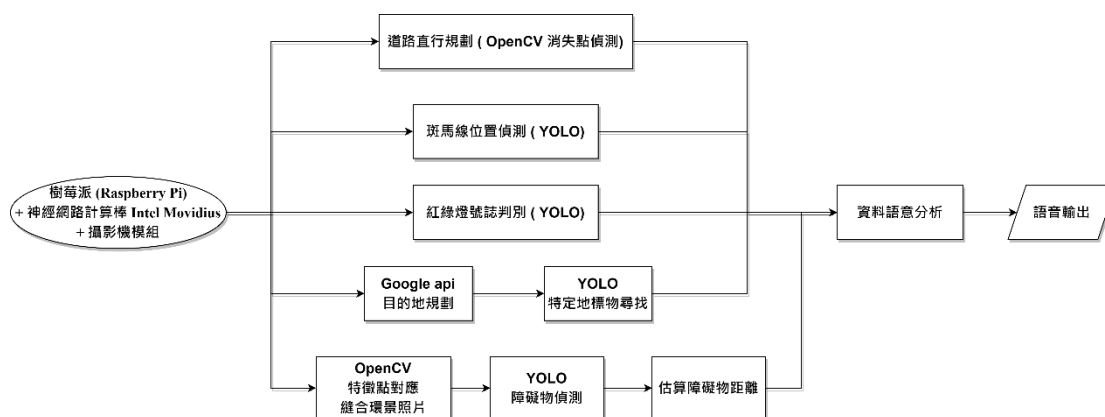
樹莓派是一張平價且易取得的開發版，只要搭配簡單的配件即可組合出不同的應用，像是搭配 USB 網路攝影機，做出即時影像，就是其中一個經常被應用的地方。

因此 Raspberry Pi 常被應用在家用控制的部份，而且近期也已經開放支援 Microsoft Windows 10，對於不熟悉 Linux 的 Windows 用戶更是一件好事，也由於有較多的 GPIO 控制接腳且 CPU 處理速度夠快，除了家用控制之外也常被應用在電子商品，例如：可編程機器人、無線遙控車、空拍機…。

(二) 神經網路計算棒 Intel Movidius

人工智慧神經網路運算往往是會進行大量浮點數計算，在一般的個人電腦若需要取得較高的計算效率，往往都會透過 GPU 進行運算，但若是要將神經網路運算放到如樹莓派的單板電腦進行運算，卻往往受限於單板電腦的 GPU 運算效能，使得神經網路運算的效能不佳，但是透過神經網路計算棒 Intel Movidius，使樹莓派要在神經網路運算上獲得較佳的運算效能。

二、系統流程圖



圖(三) 系統流程圖

使用者行走在路上的過程中，我們會利用樹莓派結合攝影機模組擷取周遭的環境影像。獲得的影像運用 OpenCV 尋找道路消失點，確保使用者不會偏離安全行走範圍，並透過 YOLO 來做斑馬線位置偵測與紅綠燈號誌判別，以協助使用者順利通過馬路。同時間，使用 OpenCV 以特徵點對應之方式將環境影像縫合成環景照片，再利用 YOLO 檢查是否有障礙物，並在確認障礙物種類與位置後，藉由推估法估算出障礙物距離。如使用者有使用導航的需求，將運用 Google API 完成路線規劃，在接近目的地時，配合 YOLO 達到精準引導的效果。最後，將上述資料做整合及語意分析，輸出為語音指引使用者。

三、影像擷取

本研究使用樹莓派攝影機模組配合 USB 功能連接樹莓派，作為接受照片的接收端。影像擷取的功能主要是為了獲得影像中的資訊，在這次的研究中我們將利用這些擷取的影像完成即時的環境狀況偵測，而在影像處理的階段中會對這些影像作進一步的分析。此外，我們所選用的攝影機也會在日後作為對環景照片縫合的工具。

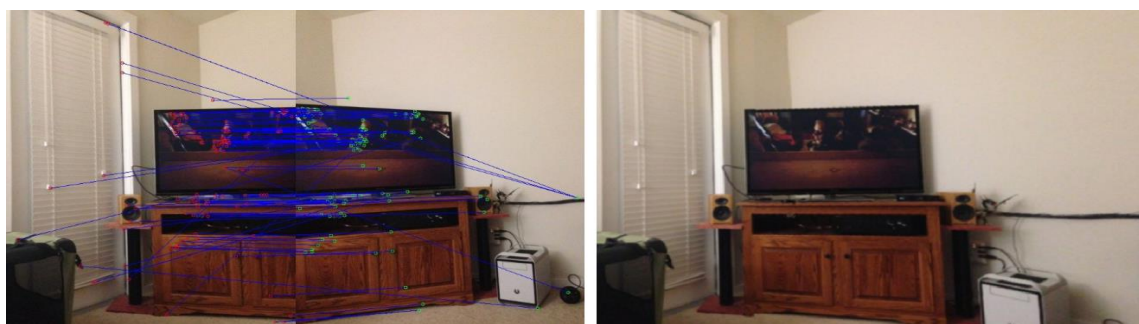
四、影像處理

本研究希望透過 OpenCV 強大的影像分析功能來針對我們要處理的即時影像。在影像擷取階段，我們將獲得即時的影像輸入，而在影像處理這個階段，我們將使用 OpenCV 的各種技術完成所需的功能。

(一)縫合環景照片[5]

影像縫合大概分成幾個步驟：

1. 特徵點偵測 & 特徵點描述 (Feature detection & Feature description)
2. 特徵點對應 (Feature matching)
3. 使用 RANSAC 演算法找出最好的 Homography Matrix
4. 使用 Homography matrix 來拼接影像



圖(四) 特徵點的對應與縫合結果

(二) 估算障礙物距離

利用縫合完成的環景俯視圖，在找到障礙物之後，先算出影像中障礙物和中心點的距離，再換算成實際距離。



圖(五) 先算出紅色箭頭距離，再換算實際距離

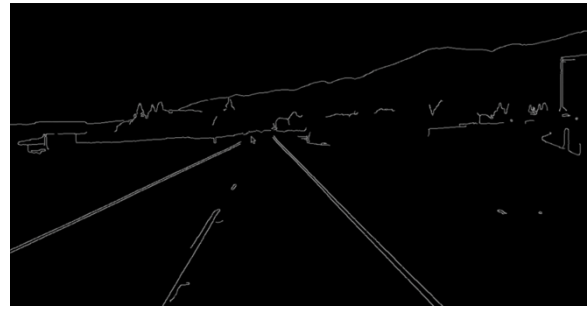
(三) 消失點偵測[6]

本研究希望利用消失點的測量尋找，來確認使用者是否行走在直線上。
尋找消失點的幾個步驟：

1. 先將圖片轉灰階，消除圖片中雜訊，並進行邊緣偵測。



圖(六) 灰階化原始圖片



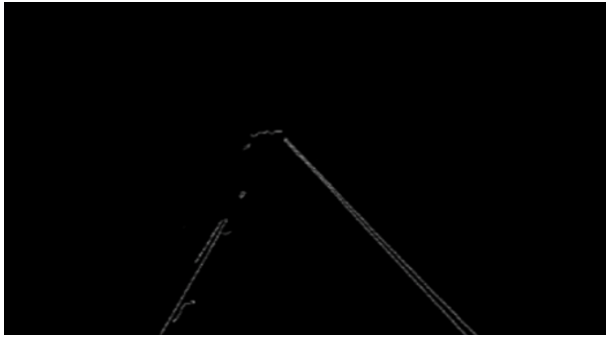
圖(七) 邊緣偵測結果

2. 製作一個包住路線的遮罩與邊緣偵測完的圖片做 and 運算。



圖(八) 路線遮罩

3. 上述運算完之後，畫出來兩條道路的線。



圖(九) 利用遮罩取得感興趣之區域

4. 兩線延伸交會點即為消失點。



圖(十) 找到消失點

五、語音輸出

本研究利用深度學習框架 YOLO，來做影像中的語意判斷，訓練神經網路找出特定障礙物，例如：行人、腳踏車、消防栓…。YOLO 的即時運算能力，以及背景誤檢率低、通用性強之特性完美吻合本研究的需求。

YOLO 主要是在行走與導航的過程中尋找影像中我們所需的重要物件，像是障礙物、特定招牌、或公車站等等，並結合 OpenCv 運算結果例如：道路消失點、障礙物距離等等，最後透過耳機來輸出提醒或訊息給使用者。

伍、預期結果



圖(十一) 系統功能圖

一、 第一階段：安心出門

使用環景攝影機去拍攝環境，傳到後端樹莓派做即時的狀況分析，並且回傳結果給使用者。

1. 判斷障礙物種類
2. 回傳障礙物距離
3. 利用消失點提醒是否行走在安全道路範圍內

二、 第二階段：通過馬路

根據交通號誌，幫助他們安全通過馬路。

1. 透過紅綠燈分析現在是否可以通過馬路
2. 將偵測斑馬線位置，使過馬路更安全

三、 第三階段：抵達目的地

加入導航功能，安全的協助使用者前往目的地。

1. 使用 GPS 導航
2. 利用縫合後的環景照片，準確地尋找目的地

四、 未來預期：結合公共設施創造更美好無障礙環境

結合公共運輸，在需要搭乘大眾運輸時，通知公車司機或站務人員預先準備予以協助，相同的在快要下車時也會提醒公車司機或站務人員幫忙協助，以此提升視障者使用公共運輸的體驗感受。

陸、參考文獻

- [1] 蘇怡帆、黃國晏、畢恆達 (2012)。視障者在臺北市空間中的移動經驗。
http://special.moe.gov.tw/_download.php?flag=3&fn=old_spc_upload_file/upload_file/all/75a32b9d149d9ff5858dabe6b945c7d0.pdf
- [2] YOLO 相關資料
 - 1. <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>
 - 2. <https://mropengate.blogspot.com/2018/06/yolo-yolov3.html>
- [3] OpenCV 相關資料
<https://opencv.org/about.html>
- [4] 樹莓派攝影機模組 相關資料
<https://blog.wuct.me/raspberry-pi-100abbe7a1fd>
- [5] 360 環景縫合相關技術
<https://yungyung7654321.medium.com/python-實作自動全景圖拼接-automatic-panoramic-image-stitching-28629c912b5a>
- [6] 消失點相關資料
<https://www.youtube.com/watch?v=eLTLtUVuuy4>

柒、需要指導教授指導內容

一、影像處理

影像縫合與消失點尋找是我們將面臨的考驗，如何有效地透過 OpenCV，做出良好且合適的分析結果，將需要指導教授指導。

二、OpenCV 語言學習

影像分析演算法方面，我們需要了解如何將原始架構為 C++ 的 OpenCV 整合到深度學習上。

三、Python 語法學習

在深度學習這個部分，如何把 Python 語法正確的應用以及如何去做機器學習的方法。

四、硬體及軟體整合

研究過程中，硬體的選用、架設，以及實驗方法、資料的整理與整合等，都還有待教授指導。

五、影像深度學習演算法

在使用與優化神經網路結果時，對其所使用的演算法有一定的認識，是至關重要的。