具有特定環境分析之視障輔助系統之設計

[1] 張厥煒, [2] 郭奕成

國立臺北科技大學 資訊工程系
[1]E-mail: cwchang@ntut.edu.tw
[2]E-mail: t101598010@ntut.edu.tw

摘要

本論文之貢獻在於提出一套創新的科技輔具概念，透過穿戴式裝置的軟硬體結合，設計一套可以讓視障者穿戴在身上的輔具系統，透過影像辨識技術，來辨識周遭的環境。本論文著重在視障者行走時，對於周遭環境的商家看板之辨識系統，與偵測路口斑馬線，避免誤闖車道造成危險等系統。在商家看板系統，透過顏色特徵的彩色直方圖進行畫面上的過濾，再搭配 SURF 特徵做物件辨識；在斑馬線偵測系統，透過霍夫曼直線的尋找、線段的修補與過濾，並分析斑馬線的紋路來判斷。本系統可透過模組化之方式，擴充視障者對此輔具之需求及功能，開發出對視障者友善與可行之科技輔具。

關鍵字: 穿戴式裝置,物件辨識,SURF,霍夫直線。

1. 前言

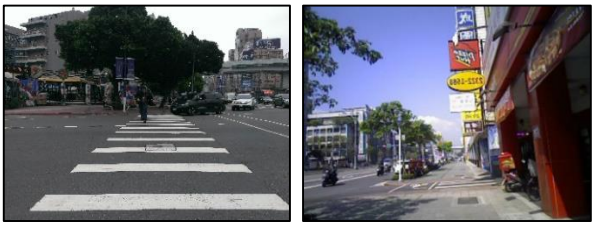
視覺在生活中是不可或缺的感官，對一般人而言，生活中約七成的比例[1]，須透過視覺來處理許多事物，透過顏色、物體的形狀、位置來得知狀態，交由大腦做對應的處理，並且透過視覺的方式學習；然而，這些生活的模式與學習，對於視覺障礙者來說，是遙不可及的。根據 World Blind Union (WBU) 世界盲人聯盟統計，目前全球 60 億人口中約有 2.85 億的視障者[2]。並且 WHO 世界衛生組織於,2002[3],2004[4],2010[5]年的統計數據顯示與預測，視覺障礙會伴隨年齡的老化所衍生出的疾病如白內障、屈光不正而增加視覺障礙者。

視障者無法看到生活中許多透過文字與圖示來傳遞的資訊，因而影響生活，如外出購物行走、尋找工作等都有其困難；為了可以不依賴他人重建生活，擁有獨立的行動生活能力，視障者必需要透過定向行動訓練[6]與輔具的搭配使用來代替視覺，輔助生活。

而常見的基本輔具如白手杖－搭配定向行動訓練，學習如何使用白手杖行動，而因為白手杖的成本便宜，因此多數的視障者都會持有，然而白手杖無法得知其 1 公尺以外的障礙，包含腰部以上的障礙如樹枝或突出的廣告看板也無法感知到，如圖 1；而另一種方式是攜帶導盲犬作為人類的眼睛，去引導視障者避開周圍的障礙，然而導盲犬的培育及訓練不易且費用昂貴，加上與視障者媒合率低，想要擁有導盲犬相對困難，並且導盲犬與前述的白手杖皆無法知道行走時，周圍的路況是否有視障朋友感興趣的訊息。

圖 1: 突出樹枝 與 突出看板

因此，本論文提出一套穿戴式裝置的科技輔具，定義軟硬體架構與初步視覺的環境分析辨識系統，透過軟硬體的結合，搭配 Kinect 體感器，以此系統協助並提升定向訓練師教導視障者做定向學習時的時間與效率。



(a) 斑馬線示意圖　　(b) 人行道的商家看板資訊

圖 2: 系統設計之示意圖

本系統初步的設計分為兩部份：商家看板辨識與斑馬線偵測兩系統，在商家看板辨識系統中，透過系統的環境錄製，並從中擷取出畫面環境裡有意義的事物作為學習，如圖 2 (b)商家看板，並於視障者行走時，透過系統的即時辨識模式，透過語音的方式告知視障者前方環境的資訊，協助了解路況周圍的訊息；為了協助視障者的安全，避免誤闖車道，斑馬線偵測系統用於協助偵測路面是否有斑馬線，來告知視障者。

2. 市售相關輔具件研究與介紹

輔具為「輔助器具」或「輔助產品」的簡稱，內政部多功能輔具資源整合推廣中心協助經濟部標準檢驗局，分類標準，依據輔具的「主要任務功能」進行歸類，共分為 11 大類。

在視障輔具方面，其 11 大類[8]各有涵蓋，常見的包含了全盲生點字學習輔具、視障生數學教材教具、弱視用光學儀器、弱視用擴視機、視障休閒輔具、定向行動訓練輔具等類型為視障者生活上可能會需要用到的輔具。行動輔具，目前除了一般的白手杖以外，亦有使用超音波或紅外線方式感測前方環境之方式，如聲波導盲助行器利用聲納(回聲定位)原理，搭配手杖使用可增強使用者對周遭環境的辨識能力，彌補手杖在定向行動時，對使用者身體上半部保護不足的缺失[7]。另外亦有使用紅外線感測前方障礙的雷射手杖，利用發射向上、向前、向下三束雷射光探測障礙物，獲得高、中、低聲調的回應警示[7]。

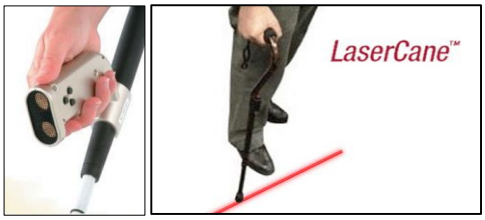


圖 3: 定向行動導盲儀(K-Sonar) 與雷射手杖產品

除此之外也有人工電子眼，藉由攝影機、影像處理、光電訊號轉換技術將外界的光訊息，變成電訊號。經過無線電傳入眼睛內的植入器。植入器解碼後，放出適當形式及大小的電流刺激殘留的視網膜神經細胞引發視覺[7]。

雖然上述使用超音波或紅外線的方式確可以增加其行走時安全性，但仍然只是以得知周遭是否有障礙並閃避為主，無法獲得更多環境細節的資訊，而人工電子眼(仿生眼或稱人工視網膜)技術仍在發展階段，並且其價格昂貴，視障者難以負擔。

3. 系統架構

3.1. 系統概述

綜合以上的相關研究，我們得知目前在市面上販售的視障輔具的在改善視障者生活方面仍然不齊全，如傳統的視障輔具如白手杖或點字指南針，其功能單一且提供的資訊不足，而某些電子輔具如人工電子眼等雖然其功能與效果較佳，但是其研發費時且價格昂貴，並非是一般視障者可以負擔的起。

因此，透過穿戴式裝置的特色，本論文設計一套穿戴式的視障輔具軟硬體架構，透過運算裝置與輔具的結合，結合彩色攝影機與 Kinect 體感器做為視障者的眼睛，做影像的分析，提供更多樣化的功能，使視障者的生活可以更便利，且不用購買多樣不同的輔具。

因此本論文設計一套專為視障者所使用的穿戴式軟硬體架構，穿戴在視障者身上的輔具，透過彩色攝影機與 Kinect 深度影像[13]來分析視障者行走時，路面上的環境，協助視障者外出活動，最後藉由音訊的方式告知其結果。

本系統初步設計了兩套子系統：

(1.) 商家看板辨識系統

(2.) 斑馬線偵測系統

商家看板辨識系統，定向訓練師透過此系統協助視障者做定向學習的訓練，除了使視障者可以快速了解周遭路況之外，亦可協助定向訓練師減少時間與人力上的成本花費。一開始，由定向訓練師與操作系統的環境錄製功能，藉由顏色與 SURF 特徵從錄製的畫面上圈選有興趣的物件做特徵擷取來做為街道上對視障者有意義的訊息，來做為偵測與辨識的依據。

斑馬線偵測系統，定義斑馬線是否有許多連續角度相似的直線與黑白相交的紋路來決定。透過霍夫直線的偵測方式，來做為定義斑馬線的主要步驟之一。因此視障者行走時，系統會對取得的畫面做斑馬線的偵測，以告知視障者前方路況是否為人行道，協助視障者誤闖造成交通事故與傷害。

現階段，本論文之系統已完成障礙物的偵測與物品辨識區塊。障礙物的偵測在於協助視障者避免在行走因為白手杖的偵測區塊有限，而受到來自腰部以上的懸空物或斜長樹枝等障礙的危險；物品辨識系統在協助視障者對於常用但是因形狀相同而無法區分的物體，如 CD 片或是一些包裝盒等提供訊息或協助辨認

圖 4: 早期的硬體雛型

圖 5: 輔具設計樣式

圖 4 與 5 前方的鏡頭為體感器，具備深度感測器與彩色影像，並透過肩膀的語音回饋給視障者前方的訊息，系統硬體架構如下圖 6：

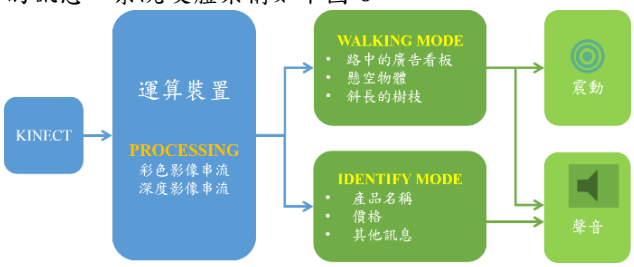


圖 6: 輔具軟硬體架構圖

3.2. 系統流程

本論文整合先前設計的穿戴式輔具，設計新的系統並整合，啟動穿戴式裝置後，會取得 Kinect 體感器的深度與彩色影像，並分別做為環境分析辨識系統中的商家看板辨識系統與斑馬線偵測系統的影像來源，如果其辨識與偵測有結果，如圖 7，則會透過語音告知；目前初步設計了商家看板辨識子系統與斑馬線偵測子系統，並可再往後擴充其他需求功能與系統。

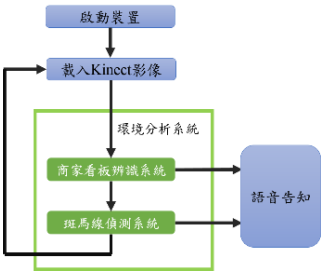
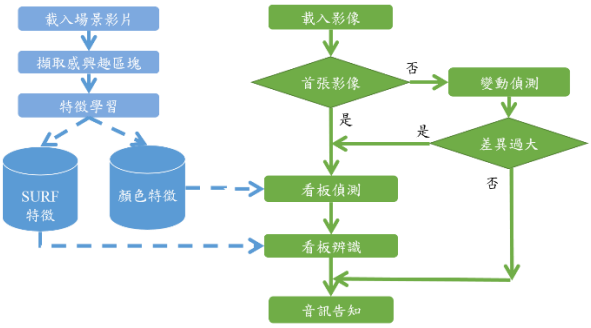


圖 7: 系統流程圖

本論文的環境分析辨識系統如前所述，主要包含商家看板辨識系統與斑馬線偵測系統；圖 8 為商家看板辨識架構圖，主要分成三個部分：(1)看板特徵學習、(2)看板偵測與(3)看板辨識。辨識完成後利用畫面差異(Frame Difference)來判斷是否繼續進行偵測與辨識，減少多餘的計算量以增進速度。



(a.)特徵學習建立模組 (b.)比對與辨識流程模組

圖 8: 商家看板辨識系統流程圖

斑馬線偵測系統部分，本論文定義斑馬線須要有多條相似角度的線段，並且斑馬線的紋路是黑白交錯而成，因此尋找斑馬線的部分主要分為四部分：(1)偵測直線線段(2)修復線段(3)過濾非主流線段(4)尋找黑白交錯紋路，以下圖 9 為斑馬線偵測系統之架構圖。

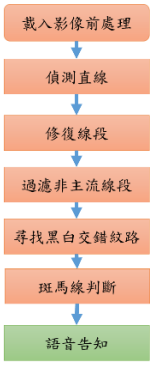


圖 9: 斑馬線偵測系統流程圖

4. 看板辨識系統

4.1. 特徵學習

本論文含顏色及 SURF[9]特徵作為學習，若單純使用一種特徵辨識，會造成效能或準確率的負擔。只使用顏色特徵進行搜尋，雖然容易找出顏色相似之物體，卻無法確定是否為商家看板。若只使用 SURF 特徵對整個影像做特徵比對，雖然能找出可能的看板資訊，但整體上會花費過多的運算時間。而張宇宏[10]提出的透過顏色前處理，可以降低 SURF 比對運算時間，因此本論文對商家看板圖片做顏色及 SURF 特徵擷取，並建立資料。透過顏色特徵去過濾出畫面中可能感興趣的物體，在把過濾後的物件去用 SURF 特徵做進一步的辨識，下圖為本論文之特徵學習流程圖。

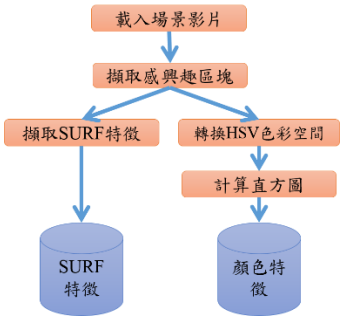
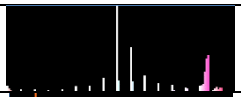
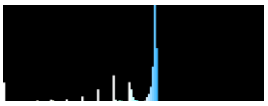
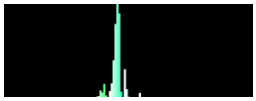


圖 10: 特徵學習流程圖

本論文使用顏色來過濾出畫面上感興趣物件的候選區塊，加快後續的辨識速度，然由於一般的 RGB 色彩空間顏色表示很容易受到光影變化的影響，所以不適合做為本論文的顏色表示方法，因此本論文會先把原先的 RGB 色彩空間轉換到 HSV 色彩空間。

接著論文採用一定的量化方法將顏色特徵表達為向量的形式；最後，定義一種相似標準來衡量圖像之間顏色上的相似性。透過色彩分布直方圖，計算色彩分布直方圖需要將顏色空間劃分成若干個的顏色區間，每個小區間成為長條圖的一個 Bin 此過程稱為顏色量化(Color Quantization)。然後，通過計算顏色若在每個小區間內的像素數量便可得到顏色直方圖。

表 1　商家看板顏色直方圖

原始圖片	顏色直方圖
	
	
	

另外同時透過 SURF 擷取特徵之流程擷取 SURF 特徵點，如下表 2。

表 2 看板特徵點示意圖

原始圖片	SURF 特徵點圖片

4.2. 商家看板偵測

視障者行走的環境影像中容易有許多物件都能擷取顏色特徵及 SURF 特徵，如果直接在影像中做辨識，會耗費許多的計算量。也非常容易造成誤判。因此系統先學習感興趣的看板的顏色特徵，並在畫面中掃描與商家看板相似顏色之區塊。以便縮減待辨識區塊，減少計算量。

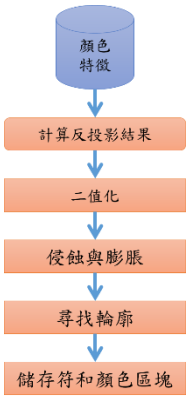
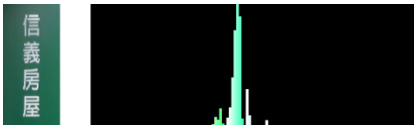


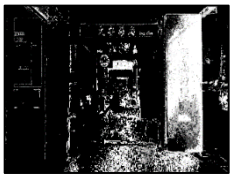
圖 12: 商家看板偵測流程圖

先將輸入的看板圖片轉換為 HSV 色彩空間，取出其色相(Hue)，並建立色彩直方圖。接下來在要偵測的環境中，對整張輸入的環境影像，以剛建立的直方圖為標準，將要辨識的環境轉換成色彩概率值；此動作稱為反向投影(Back Projection)，如下圖 13 為反投影結果



(a)　商家圖片及其色彩直方圖

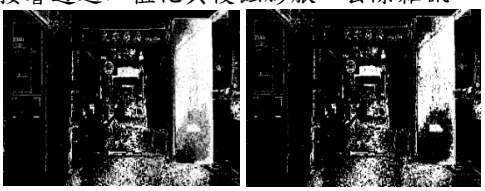
(b)　原始影像



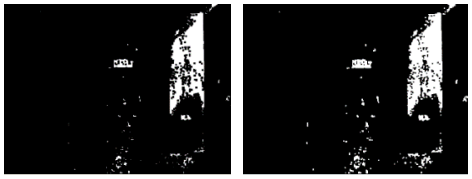
(c)　反向投影結果

圖 13: 反向投影流程圖

接著透過二值化與侵蝕膨脹，去除雜訊。



(a)　反投影影像　　(b)　二值化影像



(a)　侵蝕後結果　　(b)　膨脹後結果

圖 14: 二值化與侵蝕膨脹後的結果

經過一連串的形態學處理過後，大致能將我們所想要的區塊留下，也就是我們所要的白色區塊位置，接著透過輪廓去排序，並找出前三個候選的區塊面積，並用長寬比過濾出最相似的區塊，在影像中所在的座標儲存下來。

(a) 型態學處理後之影像

(b) 原始影像所框選的區塊

(c) 長寬比後所取得在原始影像中所框選的區塊

圖 15: 框選出符合之商家看板區塊

4.3. 商家看板辨識

利用顏色偵測出可能為商家看板的區塊之後，雖然得知在畫面中有商家看板，但並不能根據顏色認定是同一個商家看板。因此本章節根據偵測到的區塊部分做進一步的判斷。主要方法是先做影像正規化，擷取 SURF 特徵之後再與先前所學習的特徵進行比對，計算關鍵點的匹配程度，最後輸出商家看板在影片中所出現的時間區間，提供給使用者參考。

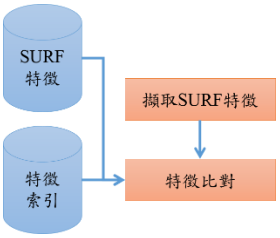


圖 16: 商家看板辨識流程圖

在 SURF 特徵匹配中，可以採用各種距離函數作為相似性度量，來計算兩兩特徵向量的距離，進而判斷兩個 SURF 關鍵點是否匹配。由於某些關鍵點彼此具有很大的相似性，但匹配的位置並不正確，一個好的關鍵點通常在空間中產生些微位移後，所得到的資訊就會很不一樣，因此在實際的運算中，我們計算在影像中擷取到的關鍵點之特徵向量，與在先前學習到的關鍵點之特徵向量之間的歐氏距離(Euclidean distance)。

接著使用 Mikolajczyk 與 Schmi 所提出的最鄰距離比對方法(Nearest Neighbor Distance Ratio, NNDR)進行比對，定義最小歐氏距離 d_{1st} 相對於第二小歐氏距離 d_{2st} 的比值，假如比對比例 α 小於 0.5 倍時，則兩關鍵點為比對成功；若比對比例 α 大於 0.5，則表示該關鍵點不適合當比對的依據。

配對計算的方法是：首先將 v_i 與 w_j 關鍵點之間的 k(=64)維向量，計算其歐氏距離:

$$dist(v_i, w_j) = \sqrt{\sum_k (v_{ik} - w_{jk})^2} \qquad (1)$$

相對於圖片 v 中特定的關鍵點 i，找出距離最小的關鍵點 j，定義為 $p_{1st,i}$：

$$p_{1st,i} = arg_j min\left(dist(v_i, w_j)\right) \qquad (2)$$

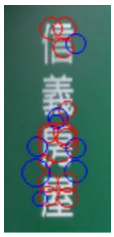
同樣的，相對於特定的關鍵點 i，找出距離第二小的關鍵點 j，定義為 $p_{2nd,i}$：

$$p_{2nd,i} = arg_{j,j\neq p_{1st,i}} min\left(dist(v_i, w_j)\right) \qquad (3)$$

將 p_{1st} 除以 p_{2st}，得到一個比值 α，作為距離比對的門檻值：

$$\frac{p_{1st}}{p_{2nd}} \leq \alpha \qquad (4)$$

為了讓 SURF 關鍵點更精確的達到匹配，本論文將 SURF 關鍵點合成向量的值經過運算後得到各個關鍵點的主要方向，如圖 17 所示，將此當作特徵比對的依據。



(a)原始關鍵點

(b)加上主要方向的關鍵點

圖 17: 關鍵點的方向

假設兩關鍵點的主方向角度分別為 與 ，則定義角度差值 β 為方向比對的門檻值：

$$\theta_1 - \theta_2 \leq \beta \qquad (5)$$

發現透過拉氏信號與歐氏距離的比對所留下的匹配點，已有一定的相似度，因此將剩下的匹配點再利用主方向的角度，得到更強健的匹配點。我們接著利用式(4)及式(5)所計算的歐氏距離的 α 值、主要方向的角度差值 β，計算期間的差值；差值越小則給予的評分越高。

最後經過多次的實驗結果，將比對方法賦予權重，得到最後的辨識率，如式(4.8)。

$$\text{辨識結果}=\begin{cases}\text{接受，如果}\ \frac{p_{1st}}{p_{2nd}} \leq \alpha\ \text{且}\ (\theta_1 - \theta_2) \leq \beta \\ \text{拒絕}\end{cases} \qquad (6)$$

5. 斑馬線偵測系統

斑馬線偵測系統協助視障者在戶外行走時，可以偵測前方的道路是否有斑馬線，除了避免誤闖車道，且可得知前方車道有斑馬線道路可以行走。透過斑馬線特性，是否有許多連續角度相似的直線與黑白相交的紋路來決定。

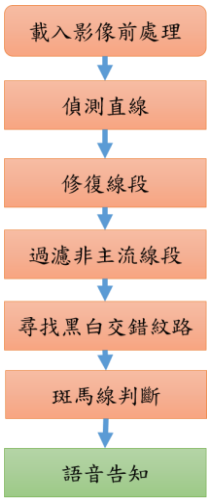
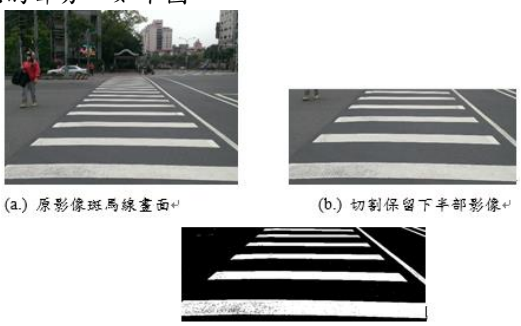


圖 18: 斑馬線偵測流程圖

圖 18 本論文定義斑馬線為多條角度相似的線段以及畫面中是否有黑白相間的紋路作為主要的斑馬線特徵。

5.1 影像前處理

由於此系統判斷斑馬線的主要特徵包含了檢測是否有多條相似角度的線段與是否為黑白相間的紋路，而在流程中，需要先檢測畫面中的直線，為了加速直線的檢測與過濾畫面中不需要的直線，因此從系統取得輸入畫面後，便需要做一些事前處理，而本系統的是前處理包含了(1.) 切割影像，保留下半部影像，由於斑馬線是在陸地上，因此主要佔畫面中的下半部， (2.)對白色像素做遮罩，保留像素值接近白色的部分，如下圖



(a.) 原影像斑馬線畫面

(b.) 切割保留下半部影像

(c.) 白色遮罩後，保留白色像素的區塊

圖 19: 影像前處理

取得了處理過的影像後，為了可以判斷斑馬線的線段是否角度皆為相似，首先需要處理的辨識從畫面中偵測，使用霍夫變換直線偵測法[11]檢測畫面中的直線線段。

以極座標來表示二維空間中的直線，簡化後方程如下：

$$r = x\cos\theta + y\sin\theta \tag{7}$$

而霍夫變換採取的方式對畫面上的每個點，以不同的極徑與極角所產生的直線來判斷是否有相交。

因此，霍夫直線偵測後，原先做完白色遮罩的處理影像，便可以取得如下圖 20 的直線偵測結果，並以不同顏色表示偵測出來的線段。其中會發現，同一條直線在偵測過程中，會因為攝影機的硬體關係，所取得的畫面中斑馬線會有些微的變形，因此需要對直線做修復的動作。

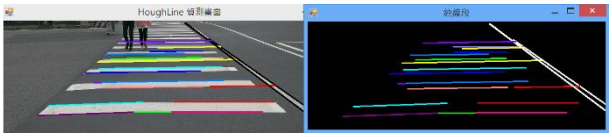


圖 20: 霍夫直線偵測結果

為了修復本應是同一條的直線線段，需要對直線去檢查，檢查每一條線段的線段方程式是否有相交，或是共線的情況存在，如下圖 21 (x1,y1)與(x3,y3)是一條直線，而(x2,y2)是另一條直線的端點，計算其面積，如果面積趨近於 0 代表此線段為共線。

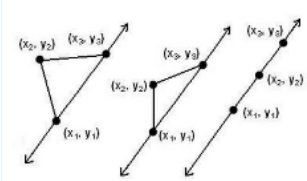


圖 21: 線段共線示意圖

$$Collinear\ ,if\ \frac{1}{2}\begin{vmatrix} x1 & y1 & 1 \\ x2 & y2 & 1 \\ x3 & y3 & 1 \end{vmatrix} = 0 \tag{8}$$

若兩條線段沒有共線，則需要在考慮另一個可能，是否在畫面中，兩條線段若延伸出去，有相交的可能性；其原因在於，因為攝影機鏡片的關係使的所取得的畫面有些許變形，所以在直線偵測時，可能兩條線段會有些微的偏掉，因此需要做線段的相交檢查，如下(9)，求出線段的直線方程式，並判斷兩方程式係數不相等：

$$\begin{aligned} a1x + b1y &= c1 \\ a2x + b2y &= c2 \end{aligned} \qquad \frac{a1}{a2} \neq \frac{b1}{b2} \tag{9}$$

透過行列式來計算則如下：

$$Inersection\ ,if\ \begin{vmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{vmatrix} \neq 0 \tag{10}$$

判斷出是否相交後，為了確保相交的座標在畫面中，因此透過克拉瑪公式(11)計算相交的座標，在去判斷座標是否在畫面中：

$$\frac{\begin{vmatrix} c1 & b1 \\ c2 & b2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{vmatrix}} = x\ ,\ \frac{\begin{vmatrix} b1 & a1 \\ b2 & a2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a1 & b1 \\ a2 & b2 \end{vmatrix}} = y \tag{11}$$

透過上述的檢測方式來做線段的修復，如圖 22 為修復的結果。

圖 22: 線段修復結果

在一些特定的路口或是行走過程中，可能會偵測出與斑馬線不相關的線段，如下圖 23 的綠色與粉色線段，而這些線段不該屬於斑馬線的特徵，因此我們需要做一個過濾的動作。透過統計畫面中所有的直線角度，由於斑馬線的每條線段紋路彼此是不相交平行的，因此偵測出的角度會相近，所以便可以透過統計的方式來過濾掉其他非相關線段。

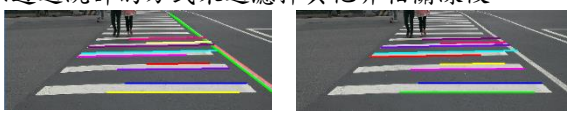


圖 23: 修復完成的線段

取得斑馬線的相似直線角度後，再來判斷斑馬線的紋路是否為黑白相間。判斷紋路的方式透過斑馬線的線段特徵為依據，取其中點連線出的線段，去尋訪線段上的黑白變化，如下圖 24 黑色線段則為尋訪像素的線段

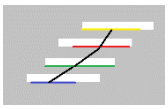


圖 24: 尋訪示意圖

圖 25: 尋找紋路畫面

藉由此方式，便可以針對不同角度斑馬線去做一個像素的尋訪，並且如果斑馬線正有行人在行走時，剩餘沒有被遮蔽的斑馬線所偵測出的線段仍然可以使用來尋找紋路。一個黑白相間的斑馬線紋路，就其尋訪的像素上亦是黑白交錯的結果，且會因為越接近畫面底部，斑馬線的黑白像素也會越來越多，因此會呈現如下圖 26 的結果：

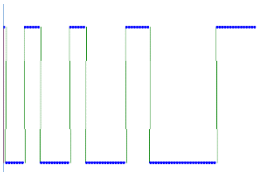


圖 26: 掃描線尋訪的像素變化圖

6. 實驗結果與探討

本論文實驗結果分為兩部分，分別是商品看板辨識系統與斑馬線偵測系統。在商品看板辨識系統部分，探討同一樣待辨識物件，在騎樓與人行道行走時，光影對顏色特徵的所造成的偵測結果到辨識上影響；在斑馬線的偵測上，分別對完好的斑馬線，斑馬線陰影與夜晚所造成的光線變化、行人行走時所造成的部分遮蔽與斑馬線紋路脫落的畫面去做偵測的判斷與探討。本實驗，擷取影片的部分片段當作，並於上述的例子分別去實驗，如下表 3 分別是影片中擷取的部分畫面。

表 3 商家看板辨識實驗測試影片

編號	1	2	3
項目	騎樓(甘泉魚麵)	騎樓(僑茂不動產)	騎樓(信義房屋)
圖示			
編號	4	5	6
項目	人行道(甘泉魚麵)	人行道(僑茂不動產)	人行道(信義房屋)
圖示			
編號	7	8	
項目	騎樓(永慶房屋)	人行道(永慶房屋)	
圖示			

辨識結果根據以下定義，以人工方式進行統計，如表 4 所示，針對影片逐格辨識，其中 TP (True Positive)代表商家看板有在影片之中出現，並且能夠辨識商家看板之輪廓及其特徵，而且系統判斷正確回傳；FP (False Positive)代表商家看板沒有出現或是商家看板已因遮蔽或模糊導致無法有效辨識，但是系統判辨識成功卻被回傳；FN (False Negative)代表商家看板有出現且能辨識成功，但是系統判斷錯誤沒有回傳。依照以上的定義，我們可以由式(12)、(13)算出 Precision Rate 與與 Recall Rate：

$$Precision\ Rate = \frac{TP}{TP+FP} \tag{12}$$

$$Recall\ Rate = \frac{TP}{TP+FN} \tag{13}$$

表 4　本研究方法之辨識結果

編號	項目	Total frames	TP	FP	FN	Precision Rate	Recall Rate
1	騎樓(甘泉魚麵)	1200	731	0	101	100%	87.86%
2	騎樓(僑茂不動產)	1120	800	71	0	91.88%	100%
3	騎樓(信義房屋)	1099	788	0	0	100%	100%
4	人行道(甘泉魚麵)	1134	304	208	101	59.3%	75.69%
5	人行道(僑茂不動產)	1356	401	266	230	60.03%	63.5%
6	人行道(信義房屋)	735	301	299	287	50.1%	51.2%
7	騎樓(永慶房屋)	1152	206	200	217	50.7%	48.7%
8	人行道(永慶房屋)	877	0	158	78	0%	0%

實驗的結果，人行道編號 4 到 6 皆會因為光影的影響，造成顏色特徵偵測失敗，而編號 7 的則會因為抽取的永慶房屋其顏色以黃色為主，而導致在偵測時，把場景外圍的光亮部分也作為其偵測到區塊而誤判。

表 5 斑馬線偵測實驗測試影片

編號	1	2	3
項目	正面斑馬線	側面斑馬線	側面斑馬線且行人遮蔽
圖示			
編號	4	5	6
項目	行人遮蔽	斑馬線路口（有過多的白色線條）	斑馬線有陰影
圖示			
編號	7	8	9
項目	斑馬線部分脫落	斑馬線嚴重脫落	夜晚(有路燈)
圖示			

表 6 斑馬線研究方法之偵測結果

編號	項目	Total frames	偵測到的次數	平均偵測時間
1	正面斑馬線	1001	26	18ms
2	側面斑馬線	1574	21	14 ms
3	側面斑馬線且行人遮蔽	1200	27	15 ms
4	行人遮蔽	778	13	16 ms
5	斑馬線路口（有過多的白色線條）	1645	9	20 ms
6	斑馬線有陰影	1248	9	21 ms
7	斑馬線部分脫落	343	10	40 ms
8	斑馬線嚴重脫落	355	0	40 ms
9	夜晚(有路燈)	889	15	15ms

本斑馬線偵測系統，會在偵測到斑馬線後，延後即時偵測的時間(每五張 Frame)偵測，以增加效能，在編號 8 因為嚴重的斑馬線紋路脫落關係，導致在做白色遮罩時即嚴重碎落，如下圖 27，因此在做完直線偵測後，已經無法達到滿則相同角度的斑馬線數量這個條件。

原圖斑馬線嚴重脫落　　白色遮罩後的破碎結果

圖 27 脫落的斑馬線結果

7. 結論與未來展望

本論文提出一套穿戴式裝置的科技輔具，定義並設計軟硬體架構與整合初步視覺的環境分析辨識系統，整合顏色與尺度不變特徵置系統中，嘗試應用並開發可供定向訓練師協助視障者學習定向訓練的系統，同時整合了協助視障者在戶外行走時，避免誤闖車道，且可得知前方車道有斑馬線道路可以行走的斑馬線偵測系統；然而在商家看板辨識系統上，由於現實世界的光線對顏色特徵影響，導致在偵測上容易誤判，無法達到顏色特徵預期加速尺度不變特徵 SURF 的效果，因此有需待改進。在商家看板辨識系統上，由於天候的光線影響，對顏色特徵有莫大的干擾，因此這部分需要改進，目前的初步構想是，可以先錄製分析不同氣候的天色變化，並從這些光線影響中，找出一天的光線變化，並透過此變化曲線去修正在使用此系統時，系統所取得的畫面。而在斑馬線偵測上，可結合深度感測器，去加強其偵測效果，過濾如階梯或是窗戶等同樣去有相同角度的線段，強化斑馬線的定義。

同時整合目前現有的障礙物偵測系統與商品辨識系統，提升其效能與辨識度，並從視障者身上取得使用的回饋，並繼續改進。

參考文獻

[1] Wodsworth, R. H.（1983）. Basics of audio and visual system design. Washington, D. C.: National Audio-visual Association.

[2] World Blind Union at: http://www.worldblindunion.org/English/about-wbu/Pages/default.aspx

[3] Global data on visual impairment in the year 2002 at: http://whqlibdoc.who.int/bulletin/2004/Vol82-No11/bulletin_2004_82(11)_844-851.pdf?ua=1.

[4] Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004 at: http://www.who.int/bulletin/volumes/86/1/07-041210.pdf?ua=1

[5] GLOBAL DATA ON VISUAL IMPAIRMENTS 2010 at: http://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf?ua=1

[6] 特殊教育課程發展共同原則及課程大綱總綱及配套措施,定向行動訓練課程 at: http://www.ntnu.edu.tw/spc/drlusp_1/data/s01208.pdf

[7] 定向行動導盲儀(K-Sonar) at: http://repat.sfaa.gov.tw/07product/pro_a_main.asp?t=2&id=2104

[8] 視障輔具介紹與分類 at: 140.128.219.11/school/data/files/201109271713053.ppt

[9] 張宇宏,台北科技大學,「基於顏色與 SURF 特徵之球場廣告看板內容辨識與計次系統」

[10] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, “SURF: Speeded Up Robust Features,” Proceedings of European Conference on Computer Vision, 2006, pp. 404-417.

[11] Nicolas Guil, JulioVillalba, and Emilio L. Zapata, “A fast Hough transform for segment detection”

[12] Stephen Se, “Zebra-crossing Detection for the Partially Sighted”

[13] Jungong Han, Ling Shao, Dong Xu and Jamie Shotton, “Enhanced Computer Vision with Microsoft Kinect Sensor: A Review”