

Oh~跌倒了一—基於影像處理的居家緊急事件識別

專題組員:許博鏞、蘇敬渝、王鼎慈

專題編號: PRJ-NTPUCSIE-107-003

執行期間:107 年 9 月 至 108 年 5 月

1. 摘要

我們的系統以影像處理技術為基礎對家中監視器的畫面做事件的識別。在畫面中所發生的不同事件都會有其相應的特徵資訊，我們會在事前先將這些資訊從樣本影像中擷取出來並利用 SVM 做分類，建立一套判斷模型，之後在識別事件時就會將影片中的即時資訊套用在此判斷模型上以識別出目前畫面中所發生的事件種類，再依照危險層級作相對應的通知。

2. 簡介

2.1 專題製作背景

台灣在 2018 年正式邁入高齡社會，國家發展委員會推估台灣將在 2026 年邁入超高齡社會[1]，對高齡者的照護一直都是個重要的議題。根據衛福部 106 年的死因統計[2]，造成 65 歲以上人口事故傷亡的原因第二位就是跌倒意外，顯示了老人跌倒意外已經成為不可忽視的一項議題，104 年國民健康署的調查指出 65 歲以上人口在過去一年中發生跌倒的比率為 20.7%，其中更是有超過六成的情形是發生在家中[3]，顯示了對高齡者而言家裡不再是個最安全的地方。

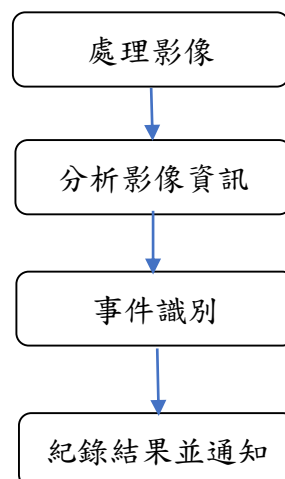
為了因應跌倒的情形，除了請看護對高齡者做居家照護外，我們希望開發出一套安裝於家中的系統能替子女們守護家中高齡者的安全，一旦家中高齡者發生意外跌倒的情形能夠做到第一時間的通知。

2.2 專題開發目標

目標是開發出一套居家緊急事件識別系統，這套系統以影像辨識為基礎，對安裝於家中監視器影像做即時的事件識別，能識別的事件包括跌倒意外事件，以及火災濃煙事件等，並且在發生高度危險時能做到第一時間的通知。

3. 專題進行方式

本系統的執行流程圖如下



3.1.1 高斯模糊 Guassian Blur

由於原始影像包含過多的雜訊，會造成影像品質的參差不齊，影響之後分析資訊的準確性，因此要使用高斯模糊濾除雜訊。公式如下：

$$G(x,y) = \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2}, \sigma = 1, \text{濾波大小 } 5*5$$

3.1.2 幀差法 Frame Difference

先將原始影像做 RGB 三原色的分離得到三張灰階圖，再分別對三張灰階圖做幀差法，提取時間前後的變化部分，之後用平方相加的方式合成 RGB 三張影像，得到合成後的幀差圖，最後再對影像用做二值化，濾除大部分濃度不高的雜訊，得到濾除雜訊後的幀差影像。

$$\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2 = D$$

$$\text{threshold} = 150$$

3.1.3 型態演算 Morphology

由於此階段的影像內可能因光線變化而還存在濃度較高的雜訊，因此要做型態演算中的開啟運算 (Morphology:open) 這能清除剩下的零星雜訊，但會造成移動物體外型上的斷裂，因此要再做閉合運算 (Morphology:cloes) 彌補因開啟運算而產生的斷裂，使移動物體在外型上更加的完整[6]。

開啟運算: 結構元素為一原點為中心的 5*5 方形

先侵蝕(Erosion)後膨脹(Dilation)



圖(1) 開啟運算結果

閉合運算: 結構元素為一原點為中心的 5*5 方形

先膨脹(Dilation)後侵蝕(Erosion)

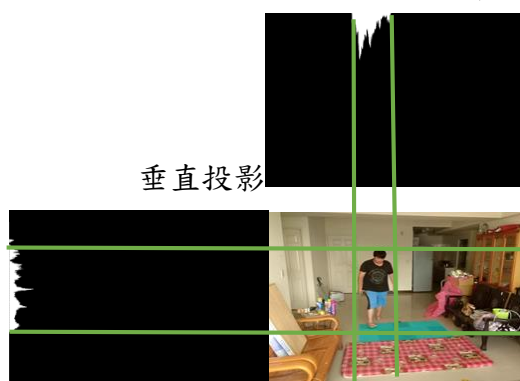


圖(2) 閉合運算結果

3.2.1 水平與垂直投影 Projection

此階段的目的是切割出 ROI (Region Of Interest)，來找出目前移動物體的位置與高寬比資訊，並且對 ROI 進行分析，判斷目前的 ROI 是人、寵物、或是火災所引發的濃煙，透過這些資訊可以做時間前後的 ROI 對應以及判斷跌倒資訊的重要依據。

投影方法: 對移動物體做 X 軸與 Y 軸的投影，並且針對投影結果做相鄰兩項的簡單平均，消除因遮蔽物而突發的斷裂，為了找出其移動的範圍，再設定呈現連續且高過 6 pixels 的位置為移動物體其上下左右的邊界，切割出 ROI 後可以直接對 ROI 進行分析。



水平投影

圖(3) 投影並切割 ROI

3.2.2 光流法分析 Optical Flow

找到移動中物體的 ROI 後我們使用稠密光流法來對 ROI 進行分析，目

的是找出在時間前後移動物體的瞬間移動方向與大小。

使用方法如下:先在 ROI 內部大量設置參考點，並套用光流方程式找出目前參考點與前一幀畫面參考點的對應關係，據此計算出這些參考點時間前後的變化量與其移動方向，並將這些位移量全部相加做平均再乘上 fps 得到移動物體的瞬間水平移動方向、垂直移動方向與移動量大小。

影像金字塔參數如下:

上下兩層的尺度關係:0.5 層數:3

均質窗口大小:15 迭代次數:3

像素鄰域範圍大小:5 高斯標準差:1.2

計算方法:稠密光流法

光流方程式如下:

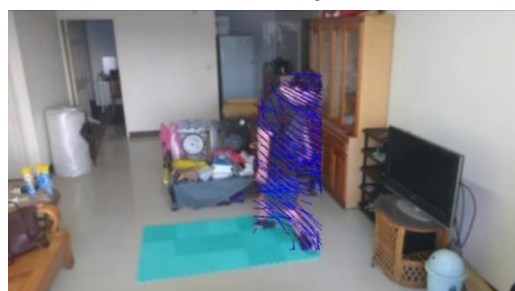
I:亮度 x:水平位置 y:垂直位置

經過時間:t

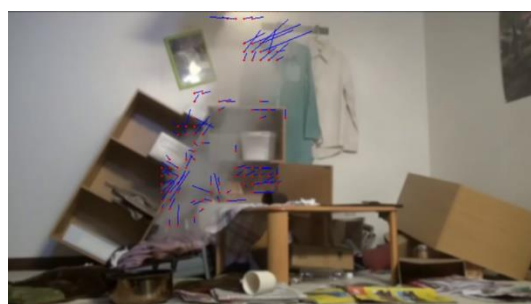
由 $I(x, y, t) = I(x + \Delta x, y + \Delta y, t + \Delta t)$

$$\text{得出 } \frac{\partial I \Delta x}{\partial x \Delta t} + \frac{\partial I \Delta y}{\partial y \Delta t} + \frac{\partial I \Delta t}{\partial t \Delta t} = 0$$

$$\text{得到結論: } \frac{\partial I}{\partial x} V_x + \frac{\partial I}{\partial y} V_y + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$$



圖(4) 人的光流



圖(5) 煙的光流



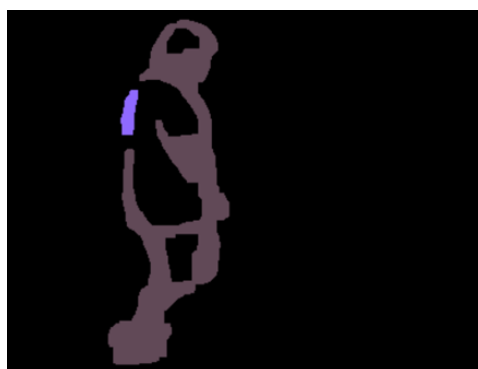
圖(6) 寵物的光流

3.2.3 連通區域分析

Connected-component

此階段的目的是為了確認目前的 ROI 內移動物體的破碎程度，經過實驗我們觀察到，整體移動狀態明顯且一致時的幀差結果較完整，而移動狀態呈現離散分布且不穩定時的幀差結果則相對破碎許多，因此我們使用連通區域分析找出目前存在於 ROI 內的連通區域物件數。

做法如下:將像素點與其相連通的鄰居像素點給上一相同的記號以此來區別出其他非連通的區域，由此可以找出所有連通區域的個數，透過確認 ROI 內的物件數量多寡可以判斷出這個 ROI 內的移動物件其形狀是完整亦或是破碎。



圖(7) 人行走的連通區域



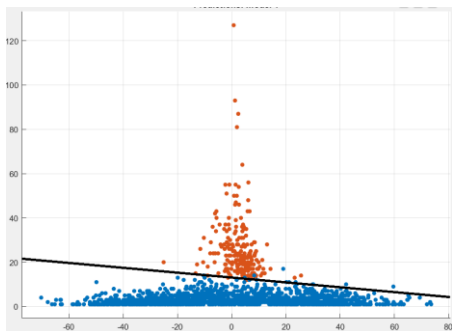
圖(8) 煙的連通區域

3.2.4. 追蹤移動物體 tracking

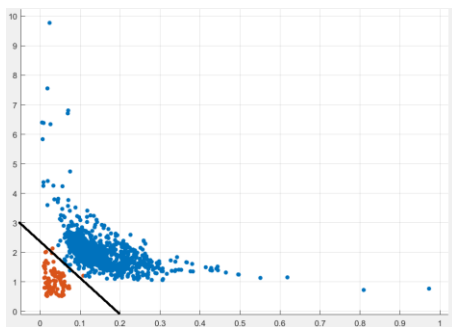
為了將移動物體做前後幀的相對應，我們加入了追蹤 ROI 的技術。首先將 ROI 的左上點與右下點且前後幀位移量落在一定值內的 ROI 做同一移動物體的認定，而當物體靜止不動時則保留 ROI 直到物體再度移動。

3.3.1 SVM Support Vector Machine

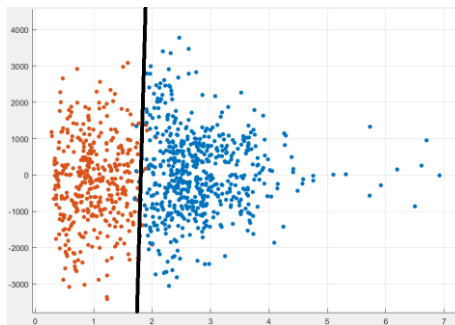
透過先前所擷取到的資訊(物體高寬比、移動量、連通區域數)依照其特徵利用 SVM 找出決策邊界，由此來識別目前畫面中移動物體的可能類型與事件，結果如下。



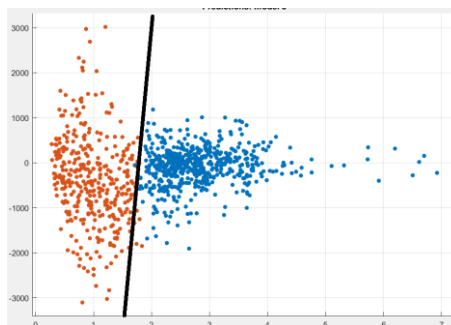
圖(9)煙與非煙(連通物件數/Y 軸位移)



圖(10)人與寵物(高寬比/面積)



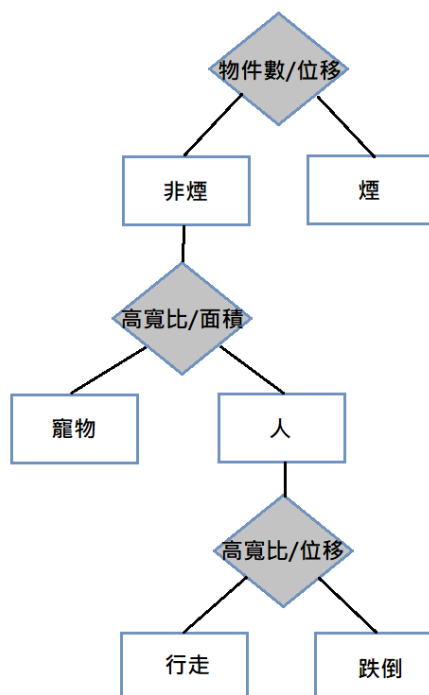
圖(11)行走與跌倒(X 軸位移/高寬比)



圖(12)行走與跌倒(Y 軸位移/高寬比)

3.3.2 決策樹 Decision tree

以決策樹的架構進行分類，並利用 SVM 所找出的決策邊界做為決策點的閾值進行分類，對移動物體做識別後可以確定此幀內移動物體的類型與事件，分類方式如下圖所示。



3.4 紀錄結果並通知

識別出畫面事件後還需要排除偶發的異常狀態，由於分類的識別結果並非絕對準確，因此我們會將狀態進行長時間分析，將時間前後的事件做比對，若發現偶發且不連續的異常事件則視為錯誤並進行排除。

長時間分析方法：

人：累積 9 個狀態且眾數為人。

寵物：累積 9 個狀態且眾數為寵物。

跌倒：狀態為人且累積 5 個跌倒狀態。

煙：有移動物件且累積 10 個狀態。

當確定發生危險事件時我們會依照危險層級做區分並作相對應的處理，危險層級高(突然倒地不起、煙霧警報)，危險層級低(跌倒後可常行走)。

4. 主要成果與評估

影片樣本數

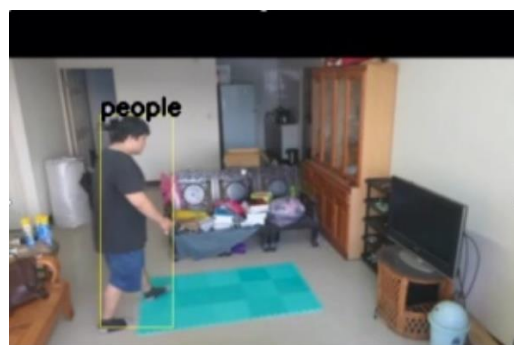
	影片數(部)	樣本數(幀)
人行走	6	1626
人跌倒	10	946
寵物	8	678
煙	4	432

人：100%(事件總數 13，成功識別 13)

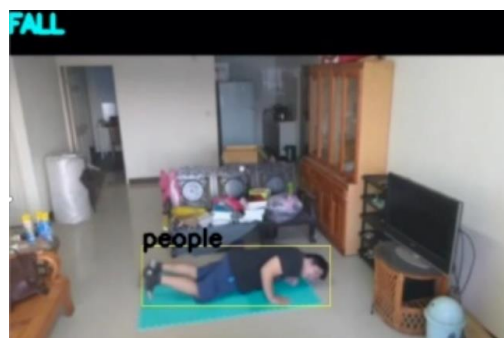
寵物：100%(事件總數 8，成功識別 8)

煙：75%(事件總數 4，成功識別 3)

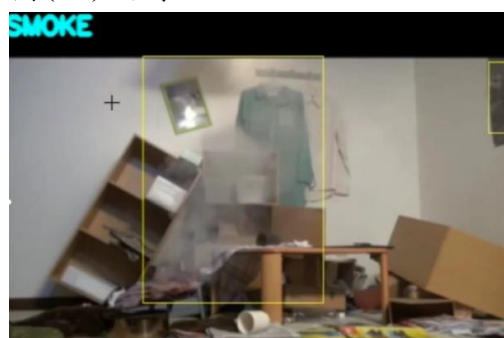
跌倒：80.95%(事件總數 21，成功識別 17)。



圖(14)人正常行走



圖(15)跌倒



圖(16)煙



圖(17)寵物

對於人行走與寵物的識別可以做到非常準確，不太會發生將寵物誤判為人的情況，而在實測時因為監視器的白平衡與自動對焦而引發的問題則可以視為偶發的異常狀態並利用長時間分析做排除。

問題討論：

(1)跌倒角度：跌倒事件的識別主要是利用框的高寬比以及垂直位移向量作為判斷依據，因此在畫面中發生側身跌倒時的識別可以很準確，但是在畫面中發生面向鏡頭跌倒時會發生垂直向量失真的問題，影響到程式擷取高寬比與光流分析的資訊，導致系統產生誤判的情形。

(2)煙分析:對於煙的識別我們使用光流法,但光流法不適合用於移動物體與背景區隔不明顯的影像,火災時的灰煙與牆壁的區隔不明顯會使的光流法無法準確找出煙的移動向量。

5. 結語

本系統成功利用影像處理識別出可能發生在家中的危險事件與非危險事件,針對跌倒事件的成功識別也有助於守望獨自待在家中的高齡者,我們期望那些因為意外跌倒而釀成的悲劇能減少。

6. 展望

(1)即時性:我們的系統處理每一幀的平均時間是 0.32(sec),而每跑完原影片的一秒需花費 4.8(sec),長時間累積下來會造成延遲,這方面未來可以靠搭載更好的處理器加快系統的處理速度。

(2)相機矯正:將來可以將相機矯正加入系統,使畫面中的移動物體可以隨著距離鏡頭的遠近做投影修正,即使在遠離鏡頭的位置發生跌倒也能做出準確的識別。

7. 銘謝

感謝指導教授一路下來對我們的悉心提點以及教導,帶領我們突破許多瓶頸,也感謝專題夥伴們一年來的付出與努力。

8. 參考文獻

- [1] 國家法展委員會: 中華民國人口推估報告
- [2] 衛生福利部國民健康署 2015 年: 中老年身心社會生活狀況長期追蹤調

查

[3]衛生福利部 2017 年:死因統計

[4] 陳衣柔: Design of A Fall Detection System Based on Image Processing Technologies

<https://hdl.handle.net/11296/374h36>

[5] Vision-based Fire and Smoke Detection with Spatial-Temporal Features

<http://csie.npu.edu.tw/Seminar/13/paper/C2-6.pdf>