

火焰偵測監控系統

Flame detection monitoring systems

張正弘
德明財經科技大學資訊
科技系
博士

汪明翰
德明財經科技大學資
訊科技系
學生

游凱勝
德明財經科技大學資
訊科技系
學生

陳冠明
德明財經科技大學資
訊科技系
學生

潘允中
德明財經科技大學資
訊科技系
學生

江俊葆
德明財經科技大學資
訊科技系
學生

摘 要

近年來，基於影像式的火焰偵測技術在智慧型監控系統中逐漸受到重視，而對於火災的防範，大多數還是依靠較傳統的方式來偵測，例如煙霧、溫度感測器，但是相較於影像式偵測，通常為時已晚，為了降低人員以及財物的損失，本文所探討的系統能夠在火勢蔓延之前，透過影像式火災偵測，把握時機。

本系統使用開放式電腦視覺庫(OPENCV)在 visual studio 環境下編寫，藉由連續性影像處理，以背景相減來縮減火焰偵測之範圍及運算資料量，並且獲得感興趣區域，再對區域內疑似火焰的物體，透過顏色分析、形態學分析來濾除及降低的誤判率，以達到火焰偵測理想的準確率。

實驗結果顯示本系統在室內環境下，擁有高偵測率及低誤判率，而本系統可以應用在更多的硬體設備上，提高此系統被智慧居家安全監控系統廣泛使用的可能性。

關鍵詞：火焰偵測、視訊監控、居家安全監控。

研究動機與目的

現代的科技雖然日新月異，卻也無法降低火災發生的機率，例如 2011 年台中的阿拉夜店大火，造成 9 死 12 傷，即使有人在卻沒有發現火勢蔓延，和 2014 年蘆洲鐵皮工廠大火，在半夜無人時，未能即時發現火災，使火勢蔓延了 300 坪的廠房，讓整個工廠付之一炬，讓火災成為社會上的一大隱憂。

而如今的火災防範還是依賴較傳統的偵測方式，例如煙霧感測器、溫度感測器，這類型的設備大部分都受限於環境、距離與時間，這便會延遲警報時間，無法在第一時間內即時通知救護，即時救援。

本系統基於影像式的火焰偵測技術，研究火焰在攝影機裡的型態，藉由影像處理分析，縮減偵測火災發生的時間，能夠在火災尚未擴大時就進行通報或自行滅火。

一般以偵測火焰的方法，都只有使用煙霧感測器及溫度感測器來偵測火焰，是不夠即時的，因為當火災事件發生時，火焰燃燒的情況已經不可收拾；而我們利用監視器鏡頭擷取影像，抓取我們偵測的場所，來做火焰的偵測辨識，在火剛燃起時，就能夠馬上辨識出是否發生火災，做第一時間的通知、提醒以及警告，攝影機也提供了紅外線功能，能在夜間的情況下進行偵測；我們以 OpenCV 的影像處理技術來做火焰的辨識，在辨識出火焰時，能立即通報防災人員，以及從手機上提醒使用者，讓火災造成的危害降到最小。

由於我們會選取攝影機來做火焰偵測，而不用其他感測器來做偵測，以我們所蒐集的資料做出以下的比較表：

	溫度感測器	煙霧感測器	電光感測器	影像偵測器
適用範圍	室內空間	開放或室內	易於著火之處	室內空間
偵測距離	小於 1 公尺	小於 3 公尺	小於 3 公尺	7 公尺以上
誤判率	低	中	高	低

表 1 感測器材比較表

相關研究問題

研究的範圍以室內空間為主，能夠讓監視器佈線的地方，能提供電源的地方，不管有無人員存在，只要是會有火災發生的室內空間，都能夠以此系統來做到偵測火災發生的功能。

研究的限制，必須要在有電源的地方使用，

當火災發生後，若電源因為火災的關係被切斷，本系統會無法使用。

研究方法

我們的系統是以 OpenCV 為基礎，配合 VS 的 C++ 語言來讀取攝影機影像，顯示於電腦螢幕上來做影監控系統。以下為系統主要功能：

以監視器藉由 OpenCV 抓取影像到以每秒 30frame 擷取圖片來做火焰偵測處理，當發生火災的條件達成時，以每秒擷取火焰圖片，藉由 RGB 分辨火焰的顏色，再轉為二值化，擷取火焰顏色的範圍，以下為火焰在 RGB 範圍的公式：

RGB 為紅綠藍值，S 為飽和度，RT 為紅色限制值，ST 為何度限制值

1. $R > R_t$
2. $R \geq G > B$
3. $S \geq (255 - R) * \frac{S_t}{R_t}$

研究貢獻

以往偵測工具都是用煙霧偵測器或是溫度偵測器來偵測火災的發生，但是這些工具的範圍侷限於室內，或是偵測度較不靈敏，在火焰初期時未能夠即時偵測到火災的發生；使用煙霧偵測器，當遇到較小的懸浮微粒時可能會因為無法偵測到而導致火勢擴大而無法即時的救援。

此專題使用監控方式能夠在火災發生的初期即時發現，不只能夠讓火勢的蔓延及擴大，同時加入了有關火的顏色及煙霧的偵測以降低在系統使用上的誤判機率，即使在無人的狀態下也能透過後端主機來監看攝影機影像。

文獻探討

火焰性質

火焰是大量集中於一小區塊的放熱反應，藉由火的明亮度，即可偵測火焰。而火焰的顏色、溫度也會因為燃燒的材質有所不同，因此可以藉由目測火焰的顏色估算出火焰的溫度。

- 紅色(200°C-350°C)
- 橙色(350°C-460°C)
- 黃色(460°C-570°C)
- 黃白色(570°C-740°C)
- 白色(740°C-1150°C)



- 藍白色(1150°C-2500°C)
- 藍色(2500°C 以上)

圖 1 火焰性質圖

火焰的溫度越高，明亮度也會越亮，更能增加偵測的準確率。本系統使用開放式電腦視覺庫

(OPENCV)在 DEV-C++環境下編寫,藉由連續性影像處理,從網路攝影機擷取顯示出來的影像進行分析及火焰的偵測,而為了達到快速偵測疑似火災的區域,由於公式建立的色彩模型,其值往往是固定的,因此產生誤判的情況就會提高,使得偵測效果有限。

RGB

RGB 是一種加色模型,將紅(Red)、綠(Green)、藍(Blue)三原色的色光以不同的比例相加,以產生多種多樣的色光。以電腦顯示模式的24bit模式,是以每像素24位元(bits per pixel, bpp)編碼的RGB值;使用三個8位元無符號整數(0到255)表示紅色、綠色、和藍色的強度。這是標準表示方法,用於真彩色和 JPEG 或者 TIFF 等圖檔格式裡的顏色交換。它可以產生一千六百萬種顏色組合,對人眼來說其中很多已經分辨不開。

下圖展示了24bpp的RGB立方體的三個「完全飽和」面,它們被展開到平面上:則16色是在這種模式中有16種基本顏色,以下圖表示它分別是:

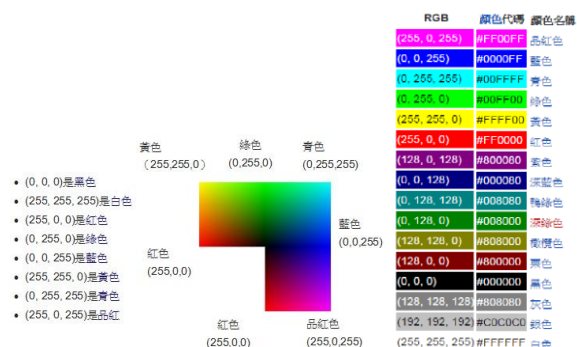


圖 2 RGB 24bit

圖 3 RGB16 色

Web cam

Web cam, 網路攝影機, 可以透過網路的傳輸來觀看所拍攝影像, 也可透過 USB 傳輸與電腦直接做連接, 連結到後即可觀看到攝影機拍攝影像。

OpenCV

OpenCV 是由英特爾公司所開發系統, 此系統是一個跨平台的電腦視覺庫, 是以 BSD 授權條款發行, 可在研究或商業領域中免費使用, OpenCV 可以用於影像的擷取, 電腦視覺以及模式辨識程式, 是使用 C++語法所進行編譯。

Visual studio

由微軟公司所發行的開發工具軟體, 是用來建置 ASP.NET Web 應用程式、XML Web Services、桌面應用程式及行動應用程式的一套完整開發工具。Visual Basic、Visual C++、Visual C# 和 Visual J# 全都使用相同的整合式開發環境, 讓它們能共用工具和協助混合語言方案的建立。

ROI

全名為感興趣區域(Region Of Interesting), 對於圖形來講, 有些物體或是圖像是我們必須要做分析的, 而我們可以利用 ROI 資料結構對感興趣區域做特殊的演算法, 或是對物體的紋理或特徵做分

析的動作。

Canny 邊緣偵測

Canny 邊緣偵測是 John F. Canny 於 1986 年開發出來的一個多級邊緣偵測算法, 邊緣偵測原理, 是檢測出圖像中所有灰值變化較大的點, 而且這些點連接起來就構成了若干線條, 這些線條就可以稱為圖像的邊緣。

背景相減法

所謂的背景相減, 是指把攝像頭捕捉的圖像第一幀作為背景, 以後的每一幀都減去背景幀, 這樣減去之後剩下的就是多出來的特征物體(要偵測的物體)的部分。但是相減的部分也會對特征物體的灰階值產生影響, 一般是設定相關閾值要進行判斷。

系統架構及說明

系統架構



圖 4 系統架構

監控說明

利用攝影機監控, 將攝影機所拍攝到的影像透過網路的方式傳送到電腦主機裡, 使用者即可透過電腦觀看攝影機所拍攝的影像, 也可使用照相及錄影功能來保存所監視的畫面。

偵測說明

將火焰的參數程式寫入開發軟體中, 再藉由程式抓取攝影機所透過網路傳送回來的影像, 讀取到影像後開始執行程式裡所給的參數以及有關火的條件交叉比對下判斷是否有火焰, 如有火的產生, 畫面將會產生火的範圍方格以及火源位置。

介面說明

我們使用介面分為: 圖片、影片、攝影機, 圖片及影片功能就可以選擇電腦裡所預存的圖片以及影片來觀看, 只點選攝影機按鈕, 即可直接開啟所設定好的攝影機, 下圖為使用介面圖片:

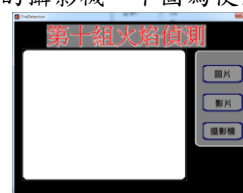


圖 5 使用介面圖

系統實作

實作素材

此研究上網搜尋了圖片以及自己在實驗時所自行拍攝的影片，分別再白天及夜晚來做偵測，來做為火焰偵測的誤判率，系統實驗分別偵測有火焰的素材以及沒有火但與火相近的素材來做比較：

	網路圖片	拍攝影片
有火焰素材	50	50
與火相近素材	50	50

表 2 研究素材統計表

實作結果

以下為本系統在實驗偵測時以火焰素材，與火相近素材，實際拍攝圖片來做比較，有火地方將會用方框來表示出來。

圖片偵測比較：



圖 6 火焰素材偵測圖



圖 7 相似火焰素材偵測圖

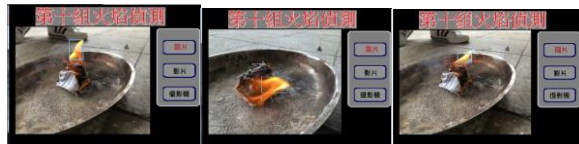


圖 8 實際拍攝偵測圖

由上圖偵測結果顯示，本系統可以在火焰剛燃燒初期時即可偵測到火焰，即使畫面中有近似火焰的物品也不會被偵測到，不會造成系統上的誤判。影片偵測比較：

拍攝影片中，有白天以及夜晚，也會因為距離及外在光線去影響系統的偵測以及判斷，下圖為影片實際拍攝時所偵測的圖片：



圖 9 拍攝影片夜晚偵測圖



圖 10 拍攝影片白天偵測圖

由上圖拍攝影片比較，此系統不管在夜晚或

是白天都可準確抓取到火焰的位置，即使在白天陽光充足之下或是距離較遠處，都可判斷出是否為火焰，影片中所出現紅色物品也不會被偵測到。

下表為實際測試圖片以及影片的成功比例：

	網路圖片	拍攝圖片	白天影片	夜晚影片
偵測數量	50	50	50	50
成功數量	46	47	48	47
偵測率	92%	94%	96%	94%

表 3 圖片，影片偵測表

由上表得知本系統在白天，夜晚，都可即時偵測到火，偵測率高達 94%，即使有許多外在因素的影響，本系統也能夠即時的判斷出火的位置，使使用者能夠在第一時間得知做出準確判斷。

驗證結果

本系統在白天和夜晚的偵測率都十分精準，因此應用範圍相當廣泛，如住家、工廠、辦公室、學校等室內空間或開放場所，即使空間很大，也能透過攝影機的位置來確認火焰發生的地點，將火勢及早撲滅防止火勢蔓延。

結論與未來展望

結論

火焰偵測監控系統主要功能是監看攝影機的畫面，使用者能從畫面上辨識出火焰，系統會利用火的顏色，飽和度以及明亮度偵測是否有火焰產生，當有火焰產生會顯示火焰所燃燒的位置讓使用者能夠準確掌握到火的位置以利即時救援，即使火災發生在白天燈光充足時候，本系統也可準確判斷出火災發生，不會因為外在光線及其他因素造成誤判，使用者也可透過本系統的使用介面來觀看所預存的圖片以及影片，方便使用者可以透過影片尋找火災發生的原因。

以攝影機來偵測火焰時，能夠在火焰剛燃起時，煙霧尚未瀰漫以前立刻捕捉到火苗，將災害抑制到最低。本研究偵測目的在於能夠在煙霧形成之前，火勢尚未擴大，以最快的時間偵測到火焰，用即時畫面讓使用者能馬上反應如何去處理火勢，以降低災害。

未來展望

本系統目前做出準確的火災偵測，能夠即時判斷出火苗所產生的位置及大小，即使白天夜晚或是有其他外在因素也能夠準確判斷出火焰達到杜絕火災發生的機率。

在火焰判斷部分，希望未來能夠將判斷率提高能夠更有效率的降低火災的發生。

在發現火災後續部分，希望未來可以即時通

報消防隊或是增加逃生路線，即使在自己不熟悉的公共場所也能夠知道自己位置以及火所在的地點，能夠有效逃生避免不必要的意外發生。

參考文獻

蕭鈞煒，以立體視覺為基礎之火災偵測與滅火系統，碩士論文，國立雲林科技大學

<https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fethesys.yuntech.edu.tw%2FETD-db%2FETDsearch%2Fgetfile%3FURN%3Detd-0825111-142048%26filename%3Detd-0825111-142048.pdf&ei=V8WzVOKMA8AWm44LgBw&usg=AFQjCNFKx2s4b5PM5yipKSEHuS67YygRGQ>

陳明辰，聲學與視覺訊號的夜間火災偵測系統，碩士論文，國立雲林科技大學

<http://ethesys.yuntech.edu.tw/ETD-db/ETD-search/getfile?URN=etd-0210112-130559&filename=etd-0210112-130559.pdf>

謝東哲，應用視訊序列之視覺式火焰偵測，碩士論文，中原大學

<https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CFIQFjAI&url=http%3A%2F%2Fthesis.lib.cycu.edu.tw%2FETDdb%2FETD-search-c%2Fgetfile%3Furn%3Detd-0722114-154934%26filename%3D10179004.pdf&ei=TzWzVLKqA8qE8gWN3IGACA&usg=AFQjCNG5rsAAqsS8kKfFAP4L-q0c4eB7Jg>

維基百科，三原色光模式

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2%E5%85%89%E6%A8%A1%E5%BC%8F>

維基百科，OpenCV

<http://zh.wikipedia.org/wiki/OpenCV>

維基百科，YCbCr

<http://zh.wikipedia.org/wiki/YCbCr>

維基百科，火焰

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%84%B0>

維基百科，Visual Studio

https://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio

維基百科，DEV-C++

<http://zh.wikipedia.org/wiki/Dev-C%2B%2B>

OpenCV 入門指南-Canny 邊緣檢測

http://fanli7.net/a/bianchengyuyan/C_/20121205/266365.html

昨日小站，OpenCV 建置

<http://yester-place.blogspot.tw/2008/06/dev-cOpenCV.html>

昨日小站，OpenCV 簡介

<http://yester-place.blogspot.tw/2008/06/OpenCV.html>

葉正聖老師，OpenCV 程式教學

<http://www.cmlab.csie.ntu.edu.tw/~jsyeh/wiki/doku.php?id=%E8%91%89%E6%AD%A3%E8%81%96%E8%80%81%E5%B8%AB:%E6%95%99%E7%A0%94%E7%A9%B6%E7%94%9F%E5%AD%B8OpenCV>

逍遙工作室，OpenCV 使用

<https://cg2010studio.wordpress.com/2011/03/31/OpenCV-dev-c-4-9-9-2-%E5%AE%89%E8%A3%9D-OpenCV-2-0/>

逍遙工作室，坎尼邊界偵測器

<https://cg2010studio.wordpress.com/2012/10/16/open-cv-%E5%9D%8E%E5%B0%BC%E9%82%8A%E7%95%8C%E5%81%B5%E6%B8%AC%E5%99%A8-canny-edge-detector/>

逍遙工作室，感興趣區域

<https://cg2010studio.wordpress.com/2012/06/02/open-cv-%E6%84%9F%E8%88%88%E8%B6%A3%E5%8D%80%E5%9F%9F-region-ofinterest-2/>

OpenCV 火焰偵測

<http://yu2xiangyang.blog.163.com/blog/static/37315638201091312812871/>

百度資料庫，opencv 學習程式大集合

<http://wenku.baidu.com/view/e2dda22f4b35eefdc8d33313.html?re=view>