

國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所
碩士論文

植基於編碼簿模型之
即時視訊鏡頭破壞偵測法
Camera Tamper Detection Model
using Codebook Model

指導教授：董俊良 博士
研究生：郭哲瑋

中華民國 一〇一年六月

植基於編碼簿模型之
即時視訊鏡頭破壞偵測法

Camera Tamper Detection Model using Codebook Model

研究生：郭哲瑋

指導教授：董俊良 博士

國立勤益科技大學

研發科技與資訊管理研究所

碩士論文

A Thesis Submitted to

Department of Innovation Technology & Information Management

National Chin-Yi University of Technology

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Information Management

中華民國 一〇一年六月

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 研發科技與資訊管理研究所碩士班 郭哲璋 君
所提論文 植基於編碼簿模型之即時視訊鏡頭破壞偵測法
合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人：洪國禎

委員：張莉芸
董俊良

指導教授：董俊良

所長：黃嘉芳

中華民國一〇一年六月

植基於編碼簿模型之即時視訊鏡頭破壞偵測法

摘要

現今的日常生活中，隨時隨地都有監控系統的存在以確保自身及財物的安全，而目前智慧型的視覺監控系統最主要的功能除了即時轉播與記錄監控地點畫面之外，還可針對所拍攝的內容加以分析及運算，隨時的將拍攝的影像儲存在資料庫中，做長期性的追蹤統計，運算、分析及判斷，綜合後得出結果，回報給監控中心的監控者來做出最後判斷及適當的處理。

目前在安全監控上，最常採用的是透過固定式攝影機來建構視覺監控系統及環境安全監控，但固定式攝影機卻常因外力行為的蓄意破壞而導致監控的影像畫面改變或遺失訊號，因而產生各種危安的問題，而無法即時的提出警訊通知相關人員。其中最常出現的蓄意破壞行為包含噴漆霧化(Atomization)、鏡頭轉向(Redirect)、鏡頭遮蔽(Cover)。本篇論文針對鏡頭轉向及鏡頭遮蔽二項危安議題進行研究，以確保視訊監控系統的安全性。

本篇論文提出即時視訊破壞偵測模型(Camera Tamper Detection Model for Video Surveillance, CTDM) 作為攝影鏡頭破壞偵測的檢測法。主要分為初始化、訓練及即時偵測三階段。首先在初始化階段，採用以像素為基礎的背景編碼簿模型(Background Codebook Model) 作為視訊影像的背景及前景偵測模型，依據色彩模型將像素的彩度、亮度屬性作為特徵值，並可處理光影變動的問題。在訓練階段時期，CTDM 模型利用電腦記憶體建立短期記憶體區，儲存即時視訊影像樣本序列進行前背景分離，進而建構出良好的適應性背景模型，並將此模型運用在固定式監控攝影機的破壞偵測。最後，在即時偵測階段透過前景像素亮度的改變特徵變化提出攝影機破壞警訊，並更進一步進行分群分類，判定是否為鏡頭轉向或是鏡頭遮蔽，以確保視訊監控系統的安全性暨提供良好的攝影品質。

本研究的實驗結果顯示，不論是在室內或室外的實驗場景，攝影鏡頭破壞偵測正確率均可達 100%；破壞類型的分類上，不論是鏡頭遮蔽或是鏡頭轉向，其正確分類率可達 90% 以上。因而證明本篇論文所提出之方法可有效率應用在即時攝影鏡頭破壞偵測上。

關鍵字：即時攝影鏡頭破壞偵測模型、背景編碼簿模型、轉向偵測、遮蔽偵測

Abstract

During daily life, people can ensure own safety and property by monitoring system for anytime and anywhere. At present, the most important function of Intelligent Video Surveillance not only can be record scene but also can be analyzed and computed for real-time dynamic image of surveillance. During image captured process, images can be stored in a database by surveillance system at anytime. The fixed cameras are often applied to conduct safety surveillance, but they are occasionally accidentally or maliciously destroyed by external forces, e.g. defocus, fog, spray paint, displacement, obstruction. This paper focus on two security issues to ensure the security of video surveillance systems for the camera tamper detection.

The proposed model, Camera Tamper Detection Model (CTDM), is used as a testing method for the camera tamper detection. This model includes three stages, initialization, training and real-time detection. In the initialization stage, CTDM uses Background Codebook Model based on pixels as the background and foreground detection model for video images. According to the color model, both chroma and brightness of pixels are adopted as feature values and they are able to tackle the problem of light and shadow movement. In the training stage, CTDM uses computer memory to establish a short-term memory area storing the sequence of real-time video image samples to segregate the foreground, and then build a good adaptive background model. The model can be applied to the tamper detection of the fixed surveillance cameras. Finally, in the real-time detection stage, the research proposes the warning mechanism of camera tamper through the changes of feature data of foreground pixel brightness, and then classifies the changes to tell whether they fall into Displacement or Obstruction types, in order to ensure the security of video surveillance system.

The experimental results show that the accuracy rate of camera tamper detection can reach 100%, either in the indoor or outdoor experimental scenes and the accuracy rate of a tamper type classification can also reach 90%, either in the Displacement or Obstruction types. Thus, this dissertation proves that our proposed methods can be efficiently applied to the real-time detection of the camera tamper.

Keywords:

Camera Tamper Detection Model; Background Codebook Model; Displacement Detection; Obstruction Detection

誌謝

兩年的時光匆匆飛逝，在這段期間很感謝許多幫忙我的人。最首要感謝的事我的指導教授—董俊良 博士，無論是在論文撰寫或平常的課業都給予耐心的指導，且不只是在學業上，老師亦常常鼓勵我要有自信、有信心，不要害怕困難的事情。再來，要感謝國防管理學院運籌管理系的洪國禎教授以及資工系的張蕪英教授，願意擔任我的論文口試委員，在口試時給予學生相當多的寶貴建議，使我的論文能做得更加完善。並感謝在這兩年中所有修過課的老師們，不僅教給我們專業知識，更是細心的照顧、關心進度，並時時瞭解我們的學習狀況，由衷感謝。

在論文的撰寫過程中，要感謝的人很多，除了感謝我的指導教授之外，首先要感謝黃文星學弟協助我，讓我在程式撰寫上能給予我相當大的幫助，也謝謝其他學弟妹們也付出很多心力一起幫助我在系統實驗時所需要的幫助。而接著要感謝的是資管系辦的巫秀文助教和陳怡蓁技佐以及電算多媒體組的珮伶姐和彥任老師，感謝你們給予我了很多的鼓勵與幫助，並給予我工讀的機會讓我能夠在研究所二年中順利完成論文寫作。另外，與同學和學弟妹們，在一起相處的這兩年時間，不論是討論課業或是玩樂的活動，在這兩年間大家都彼此幫忙與關心，使我這兩年過得很充實也很開心，謝謝大家的陪伴，沒有你們這兩年該有多空虛呢。

最後，要感謝我父母的支持與鼓勵，在研究所這二年中能當我的經濟後盾，使我能擁有足夠的精力專心在課業上，不為其他的外在因素而操心，衷心感謝他們無所求的付出。因為擁有大家的幫助，讓我在進行研究的這條路上並不感到孤獨與寂寞，再次感謝所有幫助過我的人。

郭哲瑋 謹誌於
國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所碩士班
中華民國一〇一年六月

目錄

摘要	i
Abstract.....	ii
誌謝	iii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景及動機	1
1.2 研究目的	5
1.3 研究架構	5
第二章 相關研究.....	7
2.1 動態偵測	7
2.2 背景模型.....	10
第三章 研究方法.....	17
3.1 CTDM 初始化階段	20
3.1.1 色彩空間	20
3.1.2 編碼簿模型	22
3.2 CTDM 訓練階段	24
3.2.1 色彩歸類	25
3.2.2 更新編碼值	28
3.2.3 新增編碼值	28
3.2.4 刪除編碼值	29
3.3 CTDM 偵測階段	29
3.3.1 鏡頭破壞偵測	29
3.3.2 破壞類型分類	30
第四章 實驗結果與討論	32
4.1 環境設置	32
4.2 實驗結果	33
4.2.1 室內實驗	34
4.2.2 室外實驗	49
4.3 實驗討論	63

第五章 結論及未來展望 65
參考文獻 67



圖目錄

圖 1、安全監控系統演變圖	2
圖 2、論文架構	6
圖 3、VSAM 架構圖	7
圖 4、CTDM 架構圖	17
圖 5、CTDM 流程圖	18
圖 6、CTDM 虛擬碼	19
圖 7、受光照變化之影像色彩空間圖	21
圖 8、RGB 色彩空間模型	22
圖 9、連續影像序列的編碼簿	24
圖 10、單一影格的編碼簿	24
圖 11、結合編碼簿之色彩空間圖	26
圖 12、實驗設備	32
圖 13、實驗流程圖	33
圖 14、室內場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽).....	36
圖 15、室內場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽).....	36
圖 16、室內場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭轉向).....	37
圖 17、室內場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭轉向).....	37
圖 18、室內場景(一)實驗樣本_時間序列圖	38
圖 19、室內場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽).....	42
圖 20、室內場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽).....	43
圖 21、室內場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭轉向).....	43
圖 22、室內場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭轉向).....	44
圖 23、室內場景(二)實驗樣本_時間序列圖	44
圖 24、室外場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽).....	50
圖 25、室外場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽).....	51
圖 26、室外場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭轉向).....	51
圖 27、室外場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭轉向).....	52
圖 28、室外場景(一)實驗樣本_時間序列圖	52
圖 29、室外場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽).....	57
圖 30、室外場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽).....	58
圖 31、室外場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭轉向).....	58

圖 32、室外場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭轉向).....	59
圖 33、室外場景(二)實驗樣本_時間序列圖	59

表目錄

表 1、符號縮寫表	viii
表 2、視覺監控系統應用場所/功能一覽表	1
表 3、動態場景視覺監控系統的應用	4
表 4、室內場景(一)實驗樣本 01_時間序列表	38
表 5、室內場景(一)實驗樣本 02_時間序列表	39
表 6、室內場景(二)實驗樣本 01_時間序列表	45
表 7、室內場景(二)實驗樣本 02_時間序列表	46
表 8、室外場景(一)實驗樣本 01_時間序列表	53
表 9、室外場景(一)實驗樣本 02_時間序列表	54
表 10、室外場景(二)實驗樣本 01_時間序列表	60
表 11、室外場景(二)實驗樣本 02_時間序列表	61
表 12、CTDM 模型_室內實驗統計表	64
表 13、CTDM 模型_室外實驗統計表	64



符號縮寫及說明

以下為本篇論文 CTDM 模型所有的相關數學符號縮寫及說明，詳細情形如下表所示：

表 1、符號縮寫表

符號	說明
D	編碼簿總數量
I	亮度值
M	編碼簿模型
N	編碼值總數量
T	總影格數(總時間)
Z	前景編碼簿的編碼值數量
d	編碼簿數量
m	前景點數量
n	編碼值數量
t	時間點(影格數)
v	新進像素值
α	影格中像素發生前背景值變化的比例
β	前景編碼簿中編碼值數量的門檻值
ε	彩度門檻值
φ	向量上的垂直距離
ϱ	編碼值參數
σ	標準差
τ	編碼簿中前景點增加的總數量
ω	破壞類型函數的門檻值
ξ	編碼簿結構
I_n^{\max}	第 n 個編碼值的最大亮度值
I_n^{\min}	第 n 個編碼值的最小亮度值
b_d^t	第 t 個時間 (影格) 的第 d 本編碼簿
$c_n^{d,t}$	第 t 個時間 (影格) 中第 d 本編碼簿的第 n 個編碼值之彩度資訊
$f_n^{d,t}$	第 t 個時間 (影格) 中第 d 本編碼簿的第 n 個編碼值
v_d^t	第 t 個時間 (影格) 的第 d 本編碼簿中的新進像素

P_m^t	第 t 個時間 (影格) 的第 m 個前景點資訊
$\overline{P^t}$	第 t 個時間 (影格) 的平均前景點
p_n	第 n 個編碼值第一次出現的時間點(影格數)
q_n	第 n 個編碼值最後一次出現的時間點(影格數)
γ_n	第 n 個編碼值於訓練期間內重覆出現的頻率
λ_n	第 n 個編碼值的時間過濾法
(R,G,B)	色彩空間座標



第一章 緒論

1.1 研究背景及動機

現今的安全監控系統歷經了二十多年的發展已非往昔所能比擬了，在現今的日常生活當中，安全監控系統已廣泛地應用在各行各業上，如表 2 所示。由第一代的卡帶式影像錄放影機 (Video Cassette Recorder, VCR)，到第二代的數位影像錄放影機 (Digital Video Recorder, DVR)，進而到第三代的網路監控錄放影機 (Network Video Recorder, NVR)，前後經歷了三個階段的發展及演變，網路與視覺監控的技術、方案與應用都已相當地完善，隨著技術的提升人們對自身安全的要求也隨之提升了，進而產生了第四代的智慧型監控系統 (Intelligent Surveillance)，如圖 1 所示。

表 2、視覺監控系統應用場所/功能一覽表

應用場所	功能性
購物中心 / 賣場 百貨公司 連鎖商店	* 監控顧客，以防止扒手冒充顧客在商店內偷竊。 * 研究觀察消費者購物行為 * 監控員工，以防止盜竊和詐騙。
公共大樓 政府單位 市中心 教育單位	* 大樓出入口和檢驗站出入口的監控。 * 防止公物遭人蓄意破壞。 * 監控並防止兒童走失。
機場 / 港口 公車站 / 地鐵站 / 火車站 高速公路	* 檢查站監控 (例如:海關查驗、機場或港口檢查站) * 交通和路況安全監控 * 交通流量管制
工廠 工業區 倉儲 / 物流中心	* 存貨監控 * 生產線監控

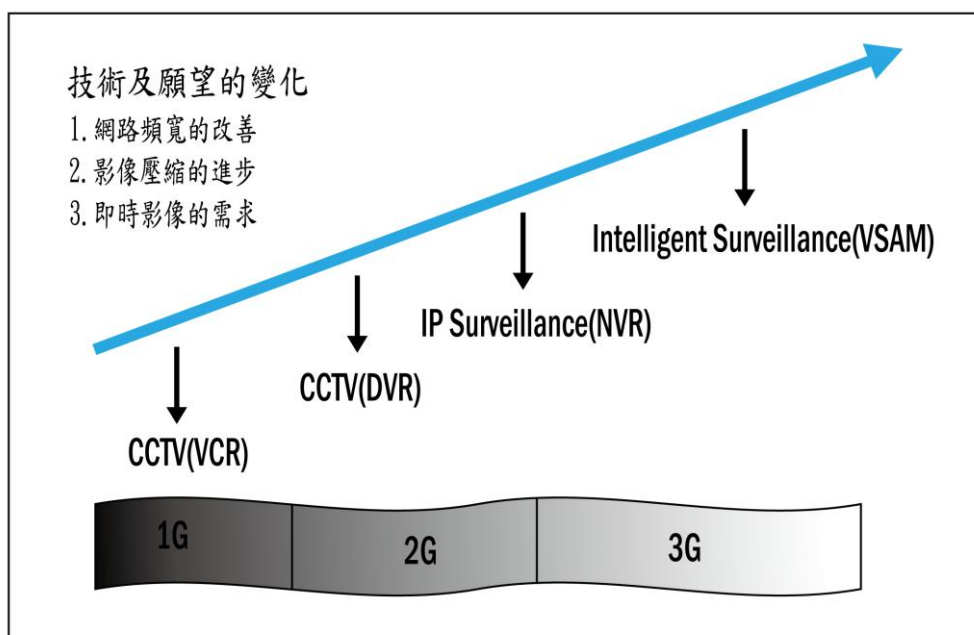


圖 1、安全監控系統演變圖

傳統的類比式監控系統，對於居家環境與公共空間的視訊安全監控，主要是採用被動式的錄影方式且錄影的結果大多只能在事件發生後提供警方辦案之用。其儲存媒介是以錄影帶為主，而當時的錄影機非現今一般錄影機可勝任，多路的攝影鏡頭須使用同一台錄影機。因此，無法同步錄影必需分時錄影且錄製或回播其監控畫面都需使用專用的安全監控錄影機。所以，需要耗費大量的人力資源及儲存成本，長期地在螢幕前觀察以及大量的將歷史影像資料持續性地備份儲存。然而，數位儲存時代的來臨，傳統的類比式監控系統轉變為數位化的視覺監控系統 (Visual-based Surveillance System)，電腦處理能力及儲存容量的提高並配合影像壓縮技術，可拋開必須分時錄影的限制，即時地將各路畫面進行錄影並儲存，同時並降低了人力資源及儲存成本。透過影像壓縮技術處理而成的數位化監控影像極適合於網路傳輸之用，伴隨著網路環境的普及化，安全監控產品進而與其他

產業做結合，賦予視訊安全監控系統更多功能。例如：遠端監控系統，透過網路及電信業者的合作，將監控畫面直接傳到 3G 手機上以供即時遠端監控。

現今，伴隨著各種影像技術不斷的精進，安全監控系統發展已日新月異，數位化的視覺監控系統已逐漸轉變為數位化的智慧型視覺監控系統(Intelligent Video Surveillance and Monitoring, VSAM)。而智慧型視覺監控系統的優點是它能針對所拍攝的內容加以分析及運算，並對於所分析的結果做出適當的判斷，在監視的過程中，拍攝的影像即時儲存在資料庫中，影像資料可做長期性的追蹤統計，運算、分析及判斷，綜合後得出結果，回報給監控中心的監控者，經由監控者做出最後判斷及適當的處理。現今對動態場景的視覺監控以人及車輛應用的最具廣泛[1]，例如：重要大樓的保安系統、市區與高速公路的交通監控、軍事目標的偵測…等。以下將列舉出有關人與車輛的視覺監控應用，如表 3 所示。本論文將針對異常檢測通報系統的應用進行研究及探討。

如何讓智慧型視覺監控系統達到有效率及更精準的監控安全。首要第一步是如何將監控影像中的前景從背景中完整的分離出來，所謂的前景是在各式各樣的環境中移動的物件，例如：停車場的進出車輛、進出大樓的人員、辦公室的進出人員…等。在移動物體偵測的相關研究中，目前最常用的方法稱為背景相減 (Background Subtraction) 的演算法，如果相減的好可有效率的提高移動物件定位的準確性，可以降低追蹤移動物件時搜尋的區域。背景相減演算法包含了兩個重要的部份，第一是如何根據當時的環境(不論是靜態或是動態)去建立適應性良好的背景模型，簡稱背景建立(Background Construction)。也就是說，隨著時間及環境的改變，如何去維持及更新出適應性良好的背景模型。第二個部份是光影變化的影響。當時間及環境改變的同時，物體也會受到光照強弱而產生陰影的變化及對周

遭物件亮度的改變，這些變化對視覺監控系統來說，很容易造成相當大的誤判，進而影響背景模型建立時的好壞。因此，如何建立一個良好的背景模型，能夠有效率地過濾及排除光影的變化，並能隨著時間及環境的變化，適應性地更新及維持背景模型，亦為本論文主要研究的方向之一。

表 3、動態場景視覺監控系統的應用

1. 特殊領域中的門禁系統
<p>在一些安全敏感的地方，如：軍事基地和重要部門，都是需要具有特殊身份的人才可以進入的。因此，事先利用生物識別技術，建立出一個生物特徵的數據庫。當有訪客進入時，系統可透過拍攝的圖像來自動獲取訪客的特徵，如：身高、臉部外觀、行走的姿態方式。在決定該訪客是否有權限可以進入。</p>
2. 特定場景中的人物辨識系統
<p>利用智慧型監控系統監控在一定距離內的特殊人物。此系統可幫助警方追捕嫌疑犯，首先建立一個犯罪嫌疑人的生物特徵數據庫，在將攝影機放置在嫌疑犯經常會出現的地方，如：地鐵站、賭場…等。透過攝影機所擷取到的畫面自動與數據庫做分析及比對，判斷是否為嫌疑犯，如果是的話，此系統將立即通知警方。這種人臉識別系統已經被用於在公共場所上了，但目前對警方來說此系統可靠性太低了。</p>
3. 人群流量統計及擁塞分析系統
<p>利用人體偵測的技術，視覺監控系統可自動的計算重要公共場所的行人流量，例如：商店及旅遊網站。然後提供擁塞分析以協助管理人員。視覺監控系統也可應用於交通管理上，以此監控高速公路及道路路口的交叉地帶，並進一步的分析車流量及道路擁堵的狀況。</p>
4. 異常檢測通報系統
<p>在某些情況下，分析人和車輛的行為是必要的，並確定這些行為是否為正常或異常。例如：在停車場及超市設置的視覺監控系統，可以分析盜竊的異常行為。在此情況下通常會有二種方式，一是每當偵測到任何的異常行為會自動做出公告的記錄。二是自動聯繫警方。</p>
5. 交互式監控系統
<p>對於社會安全，利用大量的攝影機交互式監控系統可以用來確保整個社會的安全，例如：在社會安全上，此系統可幫助警方追蹤嫌疑犯所經過的場所。在交通管理上，此系統可幫助交警發現違規的車輛並加以跟蹤及追捕。</p>

1.2 研究目的

現今的視覺監控系統在安全監控上，最常採用的是固定式的攝影機來做環境的安全監控，但固定式攝影機卻常因外力行為的蓄意破壞而導致監控的影像畫面改變或失去訊號，因而產生各種危安的問題，而無法即時的提出警訊通知相關人員。其中最常出現的蓄意破壞行為包含噴漆霧化(Spray)、鏡頭轉向(Displacement)、鏡頭遮蔽(Obstruction)等異常狀況。因此本論文針對此等異常狀況進行了研究及探討，其主要研究目的如下：

1. 本研究提出 CTDM 模型針對固定式攝影機鏡頭因外力而發生危安問題進行自動即時偵測，並進一步的讓系統自行判斷鏡頭轉向及鏡頭遮蔽的危安情形，以確保視訊監控系統的安全性。
2. 本篇論文採用以像素為基礎的編碼簿背景模型作為視訊影像的背景及前景偵測模型。在建立模型的初期，需將視訊影像的前背景分離，並透過即時學習的程序，建構出良好的適應性背景模型，以提高在進行攝影機鏡頭轉向偵測與鏡頭遮蔽偵測的準確度。
3. 在視訊辨識的議題中，常因視訊影像的前背景分離品質的差異而造成不同程度的誤判結果，其中因視訊影像的雜訊或物件陰影都是可能造成的原因。因此，如何能較正確的即時分離出前背景及避免相關影響因素，皆為本篇論文的研究範疇。

1.3 研究架構

本論文的組織架構簡述如下：第一章序論，說明視覺監控系統的演進及固定式攝影機鏡頭安全之重要性。第二章文獻探討，介紹目前視訊影像背景及前景偵測模型的研究中最常採用的方法，高斯混合模型(Mixture of Gaussian, MOG)、核心

密度函數(Kernel density, Kernel)、編碼簿(Codebook, CB)。第三章研究方法，說明編碼簿之概念與整合色彩和亮度的色彩背景模型，並詳述利用編碼簿模型為基礎之即時視訊轉向偵測模型。第四節實驗結果，以本篇論文所提出之模型分別在室內及室外的實驗場景做即時視訊鏡頭轉向偵測實驗。第五節結論，對於本論文提出之方法做出一個總結，並提出未來可繼續研究的方向，圖 2 為本論文架構。

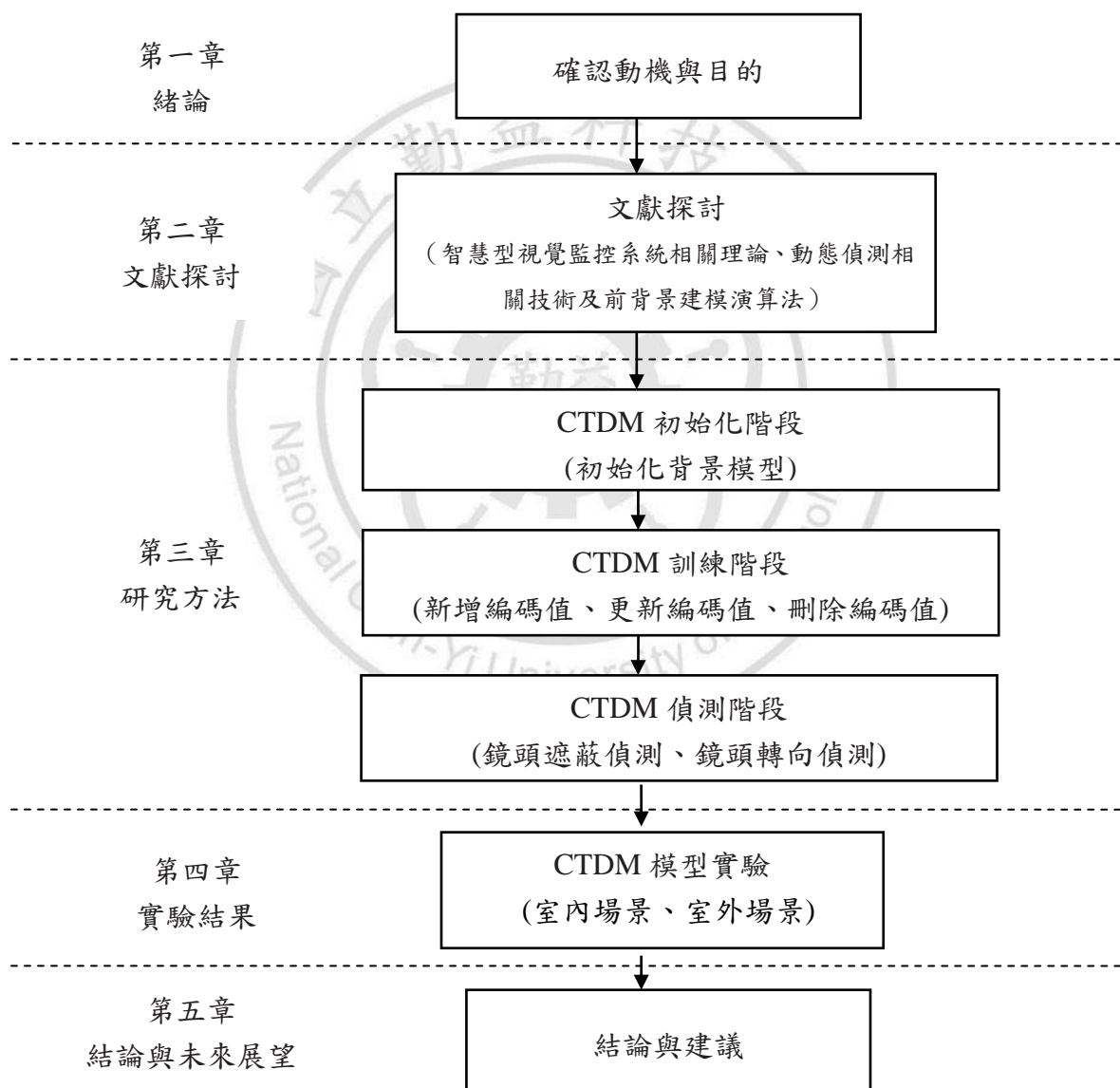


圖 2、論文架構

第二章 相關研究

近幾年來，智慧型視覺監控系統(Intelligent Video Surveillance and Monitoring, VSAM)在電腦視覺領域中已成為了一個新興且充滿挑戰性的研究議題。其目的是為了開發出一套智慧型的視覺監控系統以取代傳統被動式的監控系統。利用大量的攝影機取代大量的在電腦螢幕前監控的人力資源[1]。透過監控攝影機所拍攝的影像進行一連串的動態影像分析，對監控場景中出現的異常目標或現象做出即時反應，並根據當時狀態對將要發生的事件進行預測及通知以降低危安的事件發生。因此，智慧型視覺監控系統的目標不僅僅是以攝影機代替人眼，但也需要能夠自動的完成監控的工作。而現今 VSAM 的架構通常包含了以下幾個階段：動態偵測、物件追蹤、物件識別、行為分析。每一個階段都是相當廣泛的研究領域，而本節將針對移動物件偵測領域進行探討與研究，如圖 3 所示。

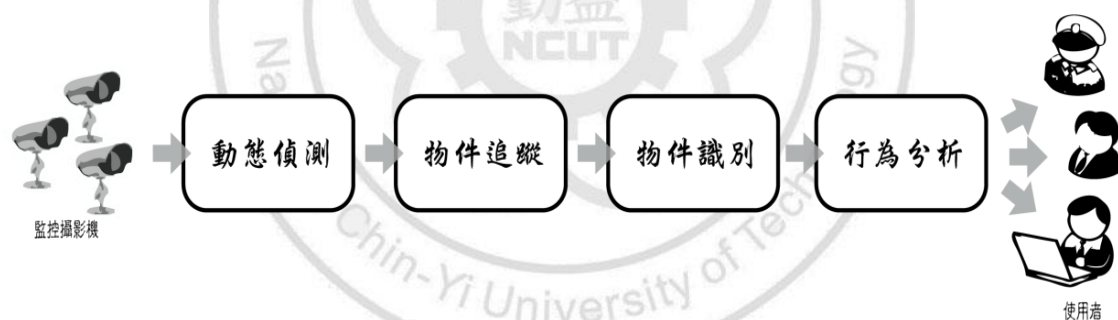


圖 3、VSAM 架構圖

2.1 動態偵測

幾乎每一個自動化視覺監控系統都是由動態偵測階段開始，最主要的目的是將連續影像中移動的物件區域分割出來。此階段中有一個最重要的處理程序，那就是如何有效率地將連續影像中移動物件與固定無變動的影像分離開來，稱之為前背景分離。而前背景分離的好壞將會影響視覺監控系統的後續程序，無論是物

件追蹤、物件識別還是行為分析都是如此。目前在動態偵測的領域中，國內外已有許多的有效的方法被提出，大致上可分為三種：背景相減法(Background Subtraction)、時間差異法(Temporal Differencing)、光流法(Optical Flow)[1][2]。

背景相減法(Background Subtraction)，為目前動態偵測中最常使用的方法，此方法利用事前拍攝完成的場景作為參考背景，再利用攝影機所拍攝之影像與參考背景做相減，其得到的差異部份便是可能移動的物件。背景相減法的優點在於設計簡單且運算量低；缺點則是易受雜訊的影響而使得相減所得的差異雜亂無章，且當場景的光照不同時，直接相減會造成整張影像都有差異，而無法突顯出動態目標。後續許多學者也提出了不少的方法來解決背景相減法的缺點。

Collins 學者等人[3] 於 2000 年結合了時間差異法與背景相減法偵測移動的像素。利用時間差異法偵測出移動區域，在藉由背景相減法建立出一個常態分佈的背景模型。Horprasert 學者等人[4] 於 2000 年提出了一種強大的背景相減演算法，此演算法結合了色彩模型將移動物件的彩度及亮度計算出來，藉由背景相減法中的背景建模訓練將移動物件的光影遮蔽部位去除，以提高移動物件偵測的準確度。

時間差異法(Temporal Differencing)，此方法與背景相減法類似，但不使用事前拍攝的場景資料為參考背景，而是將時間軸上連續或相隔一定距離的兩張影像擷取下來並做相減的動作。假如連續影像中有移動物體的出現且背景是固定不變，其相減後的固定背景影像即會消去。其優點是運算量低且不易受場景光照變化的影響；缺點則是當物體移動量太小時，可能無法找出變化並找出正確地移動物件。此外，假如攝影機不是固定的，則當攝影機與場景中的目標物同時都在移動時，使用此方法將會使前景與背景皆有差異並難以分離。

Anderson 等學者[5] 於 1985 年利用連續影像資料直接做差異分析，用以判斷影像中移動目標物的位置，此技術對環境的改變會自動調整參數，適用於偵測動態環境。Lipton 等學者[6] 於 1998 年利用時間差異法將連續影像中當前影格與前一影格差異的部份視為可能移動物件，再透過成份分析將可能移動物件聚集為動態區域，以偵測出偵測即時影像中的移動物件。但單單只靠時間差異法是無法正確地找尋出移動物件，因而許多學者開始將時間差異法與其他方法相結合，以找出更精準的移動物件。Hu 學者等人[7] 於 2005 年提出了一個在複雜背景下能有效地偵測出移動物件的演算法，此演算法將背景相減法中的高斯混合模型與時間差異法相結合，以提升其偵測正確率。Chio 等學者[8] 於 2006 年提出一個新型動態偵測演算法，此演算法結合時間差異法及動態向量，以提升更強大的偵測效能。

光流法(Optical Flow)，拍攝場景中移動的物體會造成影像畫面的各像素之運動，稱之為光流(Optical Flow)，而利用攝影機所擷取的連續畫面來估測連續影像畫面中變動之影像光流，稱之為光流偵測(Optical Flow Estimation)。將影像中每一個像素點都給予一個速度向量，就形成了影像運動場(motion field)，並根據各個像素點的速度向量進行動態分析。透過連續影像中各像素的速度向量的移動變化來找出影像運動場，再藉由此運動場進行特徵匹配以偵測出移動物體。光流法的優勢在於不需要事先計算背景區域，因此也適用於非固定式的攝影場景。Barron 等學者[9] 於 1992 年將各種光流法技術進行績效評比，當中有兩種方法為目前較著名也最常用的光流法。分別為 Lucas 與 Kanade 學者[10] 於 1981 年所發表的 Lucas-Kanade 光流法，簡稱 L-K 法。另一種由 Horn 與 Schunck 學者[11] 於 1981 年所發表的 Horn-Schunck 光流法，簡稱 H-S 法。

但由於光流法的計算方式複雜、運算量龐大、光線的變化易導致雜訊及不正確的結果產生，且往往需要另外添加專業的硬體設備才能實際應用。對於視覺監控系統來說，單獨使用光流法是無法達到即時性及準確性的要求。因此，更多學者利用光流法與其它方法相結合來實現移動物件偵測及追蹤。Shin 學者等人[12]由目標物體上找到大量的特徵值後利用光流法進行特徵值匹配，再搭配無訓練動態特徵模型(NPT-AFM)對特徵值進行追蹤。因此，在物體交會移動而互相遮蔽的情況下，也可以正確判斷追蹤目標物體。

在動態偵測中最常用及最有效的演算法為背景相減法。此演算法利用事先拍攝完成的場景為參考背景，再把偵測之影像與參考背景相減，得到的差異部份有可能為移動的物件。並將移動中的前景物件與穩定無變化的背景分離開來。早期 Leung[13] 於 1987 年將背景相減法的基本概念大略上分成了背景模型(Background Model)、像素分類(Pixel Classification)、門檻值選取(Threshold Selection)三個階段。首先，在背景模型階段中，建立出一個強而有效的背景模型，且不定時地更新來當作背景，為背景相減法中最重要的核心所在。次者，在像素分類階段中，將目前影像與之前建立的背景模型經過此運算，可將前景中的移動物件與背景相分離。最後，在門檻值選取階段裡對像素分類運算後的影像通過門檻值的二值化，偵測出所需的前景。

2.2 背景模型

在背景相減法的研究領域中，如何建立背景模型為最主要且必須先完成的課題，因此在此方面的研究也是最為廣泛。背景模型建立的方法有很多，不同影像特徵值，不同數學統計模型，就有不同的背景模型[14][15][16]。本文將歸納出截至目前為止，曾經提出建立背景模型的方法並簡單介紹其適用狀況與優缺點。

1. 時間平均(Time Averaging)

時間平均法(Time Averaging)，為最基本且最簡單的背景模型建立方法。此方法利用長時間平均法(Long-Term Time Average)，將一段時間內的所有影像加總後取平均而得到的背景模型。此種計算背景影像的方法又稱為標準平均法(Standard Average)，但此種方法必須記錄所有的影像並做加總的運算，非常耗時且浪費記憶體，所以一般採用移動平均法(Moving Average)，即當有新的影像進來時則更新背景模型。但此方法有一個缺點，就是一旦前景移動相當緩慢，或是前景在影像中停留的時間過久，則經過長時間的平均演算後，就有可能產生前景被誤判成背景的狀況。因此 Fridman 學者[17] 於 1997 年提出了 Exponential Forgetting 概念修改背景更新的方式。藉由調整時間參數的大小，可以決定目前這張影像是否要被拿來當做背景。此方法雖然可以解決前面的所提到的誤判問題，但是效果仍然不是非常的理想。

2. 統計模型(Statistical Model)

在背景相減法中，對每一個像素的強度值以統計的數學分佈來代表它，稱之為統計模型(Statistical Model)。在這類的模型中，又可將其分為參數模型(Parametric Model)與無參數模型(Non-Parametric Model)兩種類別。前者是根據所收集到的影像資訊及其估測的參數，對影像中每一個像素的強度值，使用統計的數學分佈來找出近似背景影像的真正分佈；後者是利用各像素點的資訊來估測背景。目前較常採用的參數模型以單一高斯模型及高斯混合模型為主[18][19][20]；無參數模型則以核心密度函數為主[21][22]。

(1). 單一高斯模型(Single Gaussian Model)

單一高斯模型(Single Gaussian Model)，在靜態的背景影像中，因為

每一個像素的強度值變化不大，所以以一個偏差量不大且平均值為其強度的高斯分佈來代表像素的強度分佈。Harwood 學者等人[18] 於 1999 年以單一高斯模型為基礎，運用原始的 RGB 色彩模型計算亮度與色彩偏差，可幫助系統辨別陰影，可檢測一物體移動於靜態的背景上的變化。由於此方法的像素值變化量不大，只建立了一個門檻值進行高斯分佈比對，但是一個高斯分佈的量很難與實際環境去比對出相近。例如：被風吹動的樹葉、湖面的漣漪、浮動的雲、走動的人、太陽位置變化及陰影的遮蔽所造成的亮度改變…等。在多數情況下，顏色的分佈不只有在一個值附近做變動，而是在某幾個值做變動。因此，使用多個高斯去找出近似背景的混合高斯模型即被提出。

(2). 高斯混合模型(Mixture Gaussian Model, GMM)

高斯混合模型(Mixture Gaussian Model, GMM)，為高斯機率密度所延伸的統計方法，此模型須事先假設已知資料分佈型態並計算所需的參數，以多個高斯機率密度函數組合而形成之模型來找出近似背景的真正分佈；反之，則無法計算出機率，則此估計法就無法進行。Stauffer 和 Grimson 學者[16] 於 1999 年將背景分為兩個階段觀察，第一階段是較微觀的觀察，偵測每個像素值的分布情況；第二階段是較巨觀的觀察，偵測整體的像素值，根據高斯分佈量進行前景與背景的分類，進而判斷非靜態背景的變化量。Jonathan[19] 學者等人於 2003 年提出了框架式的背景分割演算法，利用貝式機率與高斯混合模型相互整合，並證明此方法針對於視訊會議及路況監控上，有著較優越的效能。Zoran [20] 學者於 2004 年使用高斯混合模型開發出良好的適應性演算法，利用遞迴公式不斷地更新所

需參數，以估算近似背景的分佈。

由於高斯混合模型還是使用原始的 RGB 色彩模型，色彩與亮度並未分開計算，當背景產生劇烈的明度與彩度變化時，會造成明度與彩度之間的模糊，而且常受陰影和亮度等一些相關雜訊之影響，導致產出的背景模型無法非常準確而可能降低準確率造成相當大的誤判，因此，此模型需要足夠時間來建構準確的背景模型。而現今許多研究人員都將此模型應用在監控系統上[3][19][21]。

(3). 核心密度估測(Kernel Density Estimation, KDE)

核心密度估測(Kernel Density Estimation, KDE)，為一種在已知的條件下進行非參數估計法。此方法不需要任何的理論假設，直接的預測它的密度函數去做近似真正背景的分佈。Davis 學者等人[21] 於 2000 年提出的 KDE 方法，能夠在凌亂且微小物體移動的環境下，建立與過濾出連續不斷且適應性良好的背景模型。

由於 KDE 本身不需要對資料分佈型態進行事先假設，模型的評估也以機率密度為指標，計算方式繁雜且使用常態化的彩度、明度，進行短期樣本或長期樣本正確分佈的分析，以降低錯誤率。因此，此模型需要龐大的儲存空間來不斷更新大量的數據，且機率密度計算造成記憶體空間的大量消耗，使得處理速度變得相當緩慢。因此無法使用在需要長時間計算背景監控環境下，例如：風吹樹葉、雨水、下雪…等[21][22]。

3. 編碼簿模型(Codebook Model,CB)

編碼簿模型(Codebook Model,CB)，此模型的概念最早是由 Kohonen 學者 [23] 於 1988 年所提出，由 Kim 學者等人[24] 於 2005 年所改進，其建構原理

與向量量化(Vector Quantization)原理相似，將其輸入的資料特徵建立編碼簿(Codebook)，透過對應的特徵進行資料的分類，資料儲存即可由紀錄原始資料轉換成紀錄編碼簿，在可接受的資料失真範圍內，紀錄編碼簿所需要的儲存空間遠比紀錄原始資料所需的空間少，因而達到資料壓縮的效果。而在前背景分離的偵測法中，CB 模型是一個相當簡單、屬於非統計的一種分群方法。以像素為基礎利用 RGB 色彩模型並結合亮度做為訓練的學習。此模型可不限於記憶體的大小，利用不斷反覆訓練更新編碼簿產出一個良好背景的方法，以像素群集的向量距離作運算，較機率來的簡單快速，色彩測量以各自的彩度、亮度屬性為基準，不斷的調整計算其彩度、亮度，改善了背景品質並降低雜訊。由於彩度及亮度是分別計算調整，並藉由『MNRL』的機制讓 CB 即時在訓練期間內，監控的資料影像有前景物入侵，依然能夠正確的排除。另外，對環境的光照變化也有能力做出正確的判斷，降低環境中大量變化所產生的不確定資訊。加上此模型在系統中所佔的記憶體空間極小，因此可有效率的建構出多層式背景，用以建立一個適應性良好的背景模型[24][25]。

4. 邊緣模型(Edge Model)

邊緣模型(Edge Model)，在早期的視覺領域中，Julesz 學者[26] 於 1981 年結合了藝術家的意見提出了一個新型數學公式，將影像圖片部份結構化建構出了原始邊緣模型(primal sketch model)。而 Yang 學者等人[27] 於 1992 年也提出了原始邊緣(Primal Sketch) 的方法，以影像的邊緣特徵來建立背景模型，利用每張新的影像中，所有有邊緣的影像與背景邊緣做比對，進而得到前景邊緣。但此方法雖然能利用邊緣特徵有效的克服整體影像因亮度的變化，而造成背景誤判的影響，提升背景相減的效果，但卻勿略了影像區塊的連續性。

因此，Jabri 等學者[28]於 2000 年提出了結合顏色與邊緣特徵的資訊來建立背景模型，這種方法對於複雜凌亂的背景、亮度緩慢變化…等的情況，都有不錯的效能。但此方法無法克服突然性的亮度變化，此變化會造成顏色和邊緣都有大量的變化，因此仍會有前景誤判的問題；以及因其背景邊緣資訊未做統計化的模型，所以不能解決背景物體移動的問題。

5. 以區塊為基礎之模型(Block-based Model)

以區塊為基礎之模型(Block-based Model)，此方法是將整張影像區塊化，分成若干個區塊。經由區塊的比對來偵測出前景，以此區塊為基礎的背景相減法雖然會降低比對的運算量、資訊的儲存量，但由於是以區塊化的比對，不針對每個像素來建立模型，因此可提高系統的效率。Hsu 學者等人[29]於 1984 年利用一個二元二次多項式來代表一個區塊，並使用 likelihood test 來對這些區塊進行偵測。Adriana 學者等人[30]於 2004 年提出了一個簡單而有效的方法，以區塊為基礎評估影像中物體的運動向量。但此種方法因為是以區塊為偵測的單位，所以算是較不精確的偵測，加上如果處理的影像較複雜，導致一開始影像在區塊化時就會有問題，反而會降低了背景相減的效能。

經由上述所介紹的模型中，時間平均、邊緣模型及以區塊為基礎之模型皆無法在變動的環境下建立出良好的背景模型。而高斯混合模型與核心密度估測雖然能夠在變動的環境下建立出良好的背景，但是相對的也都有不足之處。高斯混合模型在背景有劇烈變化時，無法找出近似的良好背景。而核心密度估測雖能克服上述的問題，但卻無法使用在需要長時間計算背景的情況。加上高斯混合模型與核心密度函數皆需使用機率運算，運算過程複雜且耗時。因此，為了克服上述之

問題，本研究發現由 Kim 學者所提出的編碼簿模型只需要少量的記憶體即可維持背景模型運算。在計算上只需要計算群集之間的距離，而不需進行複雜的機率運算。因此能迅速建立出正確的背景模型，且建構出的背景較高斯混合模型及核心密度函數擁有較少的雜訊，更可解決陰影無法正確去除的問題，使得建構出的背景較清晰可見[24][25]。本研究的目的為建構即時視訊影像偵測，希望在即時的環境下有效率的建立出適應性良好的背景模型並快速的進行鏡頭破壞偵測及破壞類型分類，因此採用編碼簿模型做為即時視訊鏡頭破壞偵測法之基礎。



第三章 研究方法

編碼簿背景模型最早是由 Kohonen 學者於 1988 年所提出的概念，演算法經由 Kim 學者等人[24] 改進，在該研究中首先將一段視訊影像資訊量化作為訓練序列而形成編碼簿，並整合色彩模型而建構出良好的背景模型，在偵測移動物體的過程中，即時將前景及背景成功分離。因此本研究的前背景分離將採用編碼簿模型的概念，在完成前背景值的訓練過程後，在偵測階段即時地針對攝影機做鏡頭安全監控，如發生鏡頭轉向及鏡頭遮蔽的情況將即時提出警訊。

本論文提出了即時鏡頭安全偵測模型，使用編碼簿概念同時整合彩度與亮度的色彩模型，經過訓練階段建構出適應性良好的背景模型，進而完成攝影鏡頭破壞偵測，如圖 4 所示。

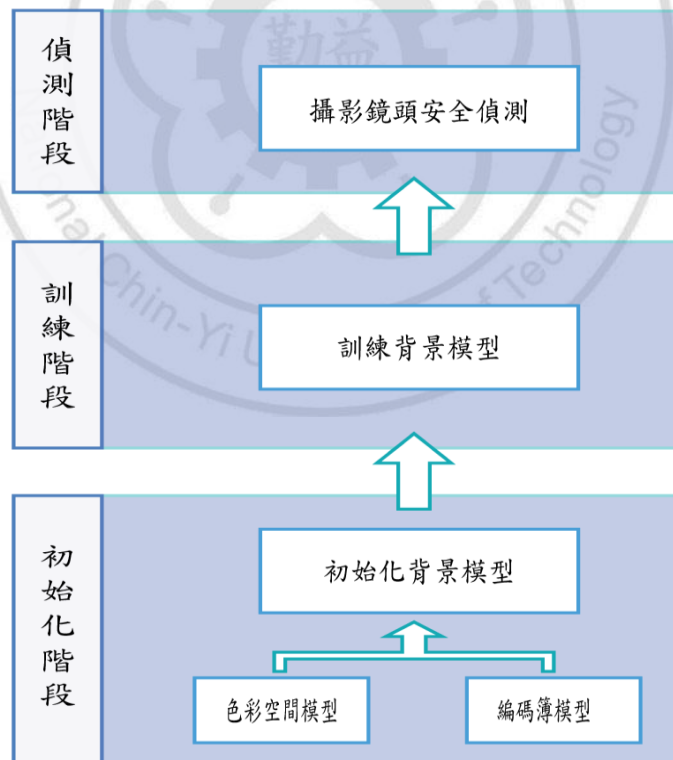


圖 4、CTDM 架構圖

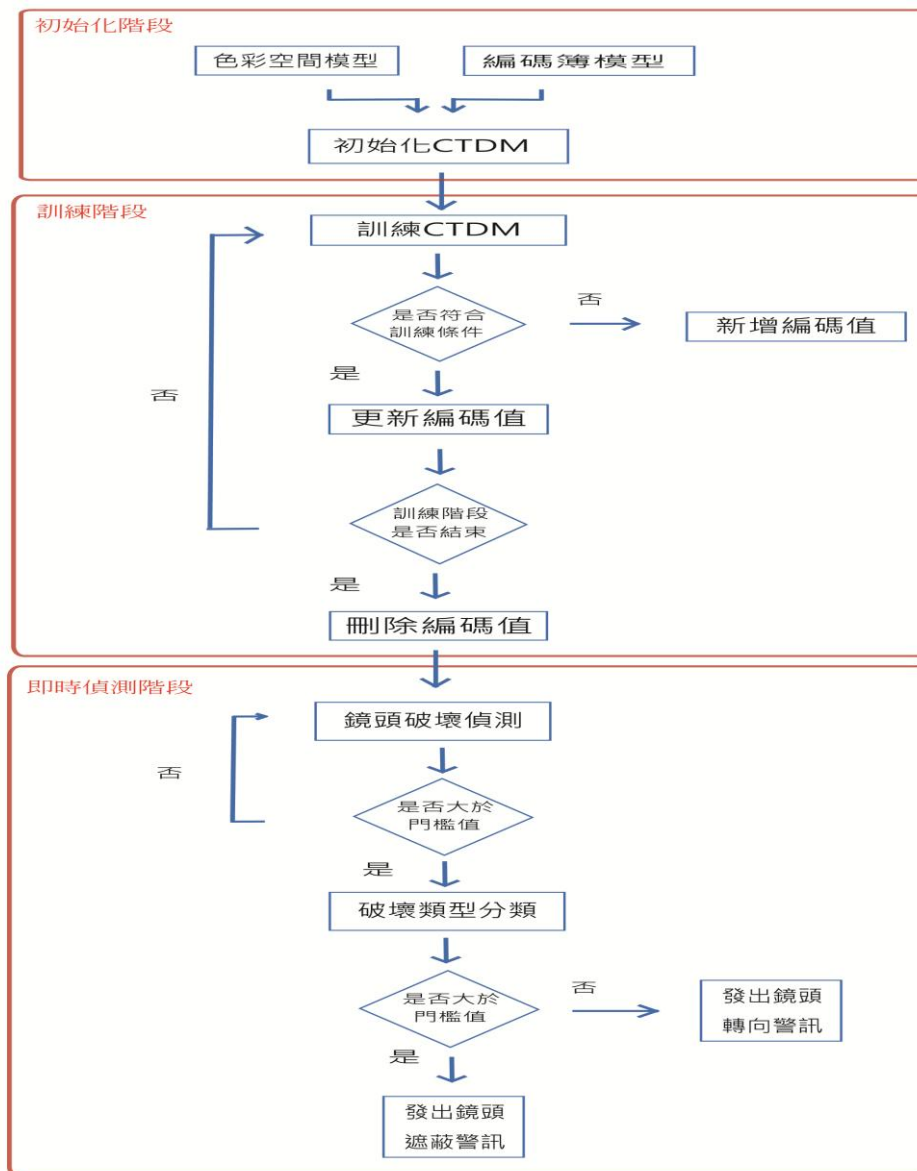


圖 5、CTDM 流程圖

圖5為CTDM流程，CTDM模型主要分為三個階段—(I)模型初始化、(II)模型訓練階段、(III)模型偵測階段。在模型初始化階段，建構出初始化編碼簿；在模型訓練階段，將影格中的每一個像素值色彩分群分類至編碼簿之編碼值，並不斷地即時更新編碼值及其相關參數，直至訓練完畢前利用Kim學者等人[24]所提出的

『MNRL』機制將在訓練階段中不常出現的編碼值做刪除的動作；最後在模型偵測階段，即時判斷固定式攝影鏡頭有無遭到破壞的鏡頭安全監控。

```

// Initialization Stage
1. Initializing codebooks  $B \leftarrow \emptyset$ 
// Training Stage
2. Building codewords of background codebooks
For  $t=1$  to  $T$  do
(1) Chroma vector  $v_d^{t+1} \leftarrow (R_t, G_t, B_t)$ , Brightness  $I_d^{t+1} \leftarrow \sqrt{R_t^2 + G_t^2 + B_t^2}$ 
(2) In the codebook,  $b_d^t = \{f_n^{d,t}, c_n^{d,t} | 1 < d < D, 1 < n < N\}$ , the following criteria
should be matched:
(a) Chroma  $(c_d^{t+1}, c_d^t)$ 
(b) Brightness  $(I_d^{t+1}, I_d^t)$ 
(3) If the codeword value matches both conditions, (a)(b), its information
will be updated,  $c_n^{d,t}, f_n$ .
(4) If the codeword value can't match both conditions, (a) and (b), its
information will be added,  $c_{n+1}^{d,t}, f_{n+1}^{d,t}$ .
(5) Using 「MNRL」,  $\lambda_n$ , delete seldom appearing codeword in the codebook
//Real-Time Detection Stage
3. According to conditions (a) and (b) in Step 2.2, which are evaluation criteria.
(6) If a codebook matches both of them, it will be seen as a background
value, and the background codeword will be updated  $\Rightarrow$  to carry out
Step 2.3
(7) If a codebook does not match evaluation criteria, it will be seen as
foreground to camera tamper detection  $Tameper(\tau)$  and to classify
temper type  $Type(\sigma)$ .
End

```

圖 6、CTDM 虛擬碼

圖 6 為 CTDM 之詳細執行步驟，其中步驟一為初始化階段，步驟二至步驟五為訓練階段；步驟六、七為即時偵測階段。

3.1 CTDM 初始化階段

在模型初始化階段，本研究將一段視訊影像資訊量化作為訓練序列形成編碼簿模型並擷取了色彩空間中的彩度及亮度屬性做為特徵值，建構出初始化的背景模型。首先在初始化階段，進行初始化編碼簿 $b'_d = \{f_n^{d,t}, c_n^{d,t} | 1 < d < D, 1 < n < N\}$ ，其中 $f_n^{d,t}$ 為第 t 個影格的第 d 個編碼簿中的第 n 個編碼值。利用第一張影格的像素值建構初始化編碼簿模型 $M = \langle \xi, \vartheta \rangle$ ，計算其 RGB 彩度值及亮度值。並建立其編碼值資訊 $f_n^{d,t} = \{I_n^{\max}, I_n^{\min}, \lambda_n, p_n, q_n\}$ ，其中最高亮度值及最低亮度值的訂定，本研究採用其亮度值的一個標準差為亮度範圍。

3.1.1 色彩空間

近年來伴隨著科技不斷地進步，在電腦視覺領域中，色彩已成為數位影像中最重要的特徵之一，而目前電腦用來顯示數位化的彩色影像之色彩空間主要是以 RGB 色彩空間為主。在 RGB 的色彩空間中，每個色彩的飽和程度即為彩度；每個色彩都有其特定的明暗度，即為亮度。如果亮度受到光照的變化有變暗的情形發生，彩度也會受其影響，反之亦如此，如圖 7 所示。而色彩是由可見光折射到物體因而產生視覺感官認知，激發視神經傳達至大腦，而產生色彩視覺反應。光由三種單元色所混合而成，稱為色光三原色，分別為紅光、綠光、藍光，如圖 8(a) 所示。而色彩空間三個色彩純量範圍值皆為 0~255，三色量值越高越接近白色，如圖 8(b) 所示；反之，離原點越近越趨近黑色，如圖 8(c) 所示。三個色彩純量形成三

維立體的色彩空間模型，其中 X 色值為 R:70，G:60，B:120 的分佈座標。如圖 8(d) 所示。

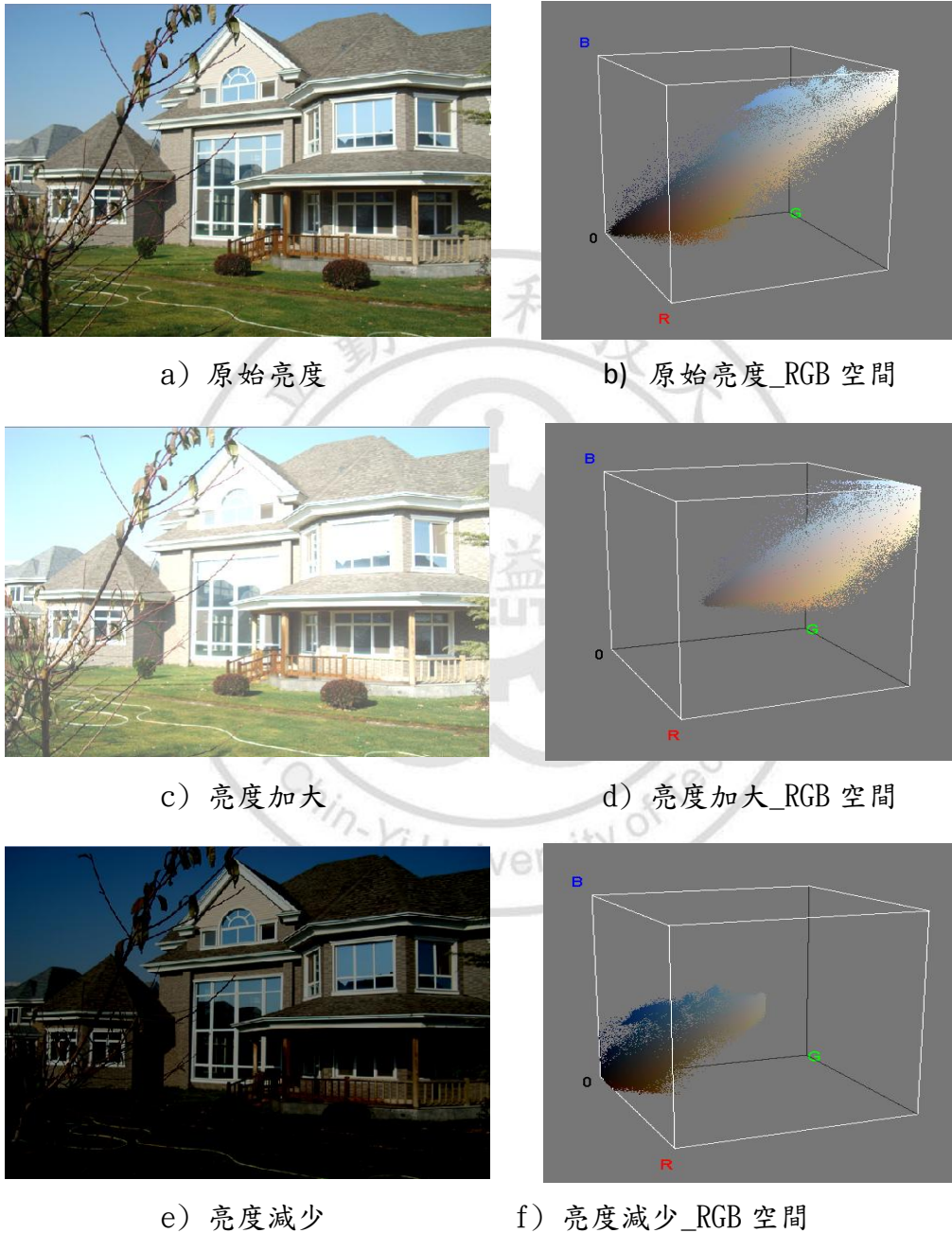
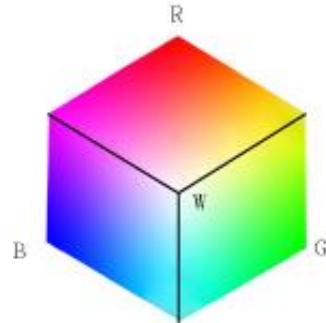


圖 7、受光照變化之影像色彩空間圖

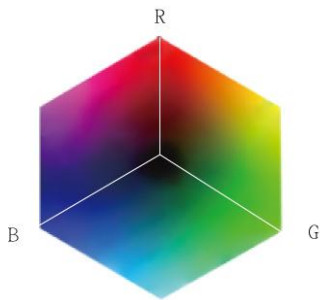
(a)



(b)



(c)



(d)

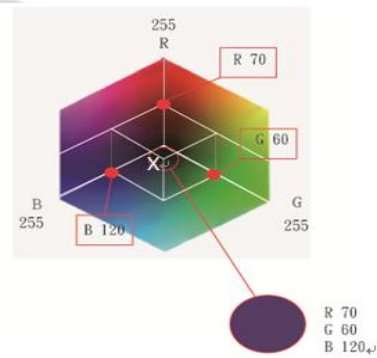


圖 8、RGB 色彩空間模型

3.1.2 編碼簿模型

編碼簿演算法採用量化(quantization)及分群(clustering)的技術，在長時間的視訊影像序列中建立背景模型，首先針對每一個像素會建立出一本編碼簿，根據環境的變化程度，每本編碼簿會包含一個或多個的編碼值來描述該像素點的色彩狀況。當新的像素資料進入，透過彩度與亮度的差異，將其分類歸類到不同的編碼值中。編碼簿背景模型使用視訊影像中像素的彩度與亮度屬性作為特徵值，用以處理光影變動的問題。在編碼簿背景模型中，影格(frame)的像素(pixel)多寡決定編碼簿的數量，每個像素包括一個編碼簿，根據環境的不同而該編碼簿中的編碼值

也不同，每個編碼簿包含1至N個編碼值。本研究使用連續視訊影像做為訓練序列形成了編碼簿模型，因此每張影格相對位置的像素點會形成同一本編碼簿，如圖9所示。本研究使用的連續影像序列中每張影格大小為 400×300 (pixels)一共有120,000本編碼簿，而每本編碼簿中有1至N個編碼值，如圖10所示。

即時鏡頭安全偵測模型 $M = \langle \xi, \mathcal{G} \rangle$ 由編碼簿結構 ξ 及一組參數 \mathcal{G} 所構成。編碼簿結構 ξ 包含兩個元素：編碼簿數量 $\xi(D)$ 及編碼簿 $b_d^t = \{f_n^{d,t}, c_n^{d,t} \mid 1 < d < D, 1 < n < N\}$ ，其中 $f_n^{d,t}$ 表示在第 t 個影格的第 d 個編碼簿中， N 個數量的編碼值其中的第 n 個編碼值， $c_n^{d,t}$ 表示第 t 個影格中的第 d 個編碼簿的第 n 個編碼值的彩度，其中 $c_n^{d,t} = (R_t, G_t, B_t)$ 。參數 \mathcal{G} 包含五個參數值：第 n 個編碼值的最大亮度值 I_n^{\max} 、第 n 個編碼值的最低亮度值 I_n^{\min} 、時間過濾法 λ_n 、第一次出現時間 p_n 、最後一次出現時間 q_n 。每個編碼簿的編碼值數目不一定相同，取決於該像素值之彩度分類，而每個編碼值包含彩度值及亮度值等相關資料特徵值。經由 Larry Davis 學者的實驗結果顯示在更新編碼簿時，單獨使用時間過濾法 λ_n 與同時採用頻率 γ_n 及時間過濾法 λ_n 等參數的實驗結果是一致的，因此本篇論文將排除頻率 γ_n 參數，僅採用五種參數做為實驗模型的參數，所以編碼簿中的編碼值包含五個參數值 $f_n^{d,t} = \{I_n^{\max}, I_n^{\min}, \lambda_n, p_n, q_n\}$ 。在第 t 個影格中，第 d 個編碼簿 b_d^t 其第 n 個編碼值 $f_n^{d,t}$ 的最高亮度值為 I_n^{\max} ，即表示編碼簿中的該編碼值所代表之最高亮度。亮度最低值 I_n^{\min} 即表示該編碼值所代表之最低亮度。時間過濾法 λ_n 表示該編碼值離上次出現的時間間距最大值。第一次出現時間為 p_n ，即為在此編碼簿中第一次出現此編碼值的時間(影格數)；最後一次出現時間為 q_n ，即為在此編碼簿中最後一次出現此編碼值的時間(影格數)。

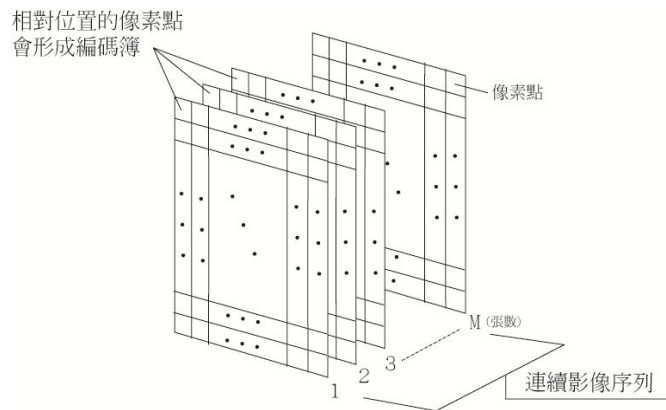


圖 9、連續影像序列的編碼簿

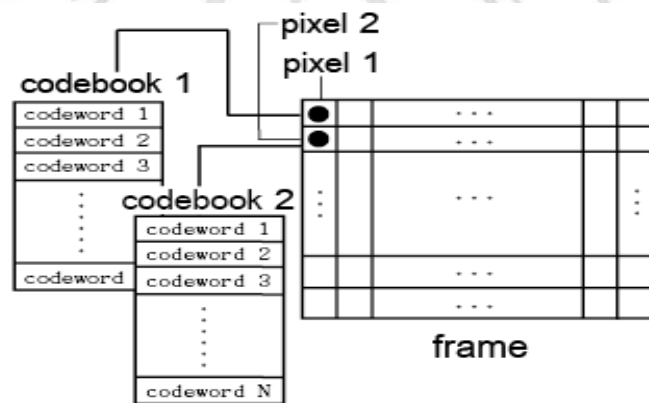


圖 10、單一影格的編碼簿

3.2 CTDM 訓練階段

完成初始化模型的建立後，開始進行在 CTDM 模型中的訓練階段。假若新進像素值同時符合色彩歸類中的彩度差及亮度差兩個條件，則將該像素值分類至符合條件的該編碼值中，並進行更新該編碼值的彩度、亮度與其相關特徵值資訊；但若其一條件未能符合，表示該像素值無法分類至編碼簿中任一編碼值，因此使

用該像素值在編碼簿中新建立一個編碼值，並將此像素值分類至新編碼值。在訓練階段結束前，使用 Kim 學者[24]等人所提出的『MNRL』機制將在訓練週期內最不正常出現的編碼值刪除，用以建立出一個適應性良好的背景模型。

3.2.1 色彩歸類

在適應性背景建構期間，編碼簿是由許多個含有 RGB 色彩、亮度屬性與特徵相關資訊的像素值所構成。本研究利用編碼簿模型搭配色彩空間可將像素在不同時間點的彩度 v_d^t 分類至編碼值，如果彩度無法順利分類則建立新的一個編碼值歸類，如圖 11 所示。在訓練階段中進行像素值的分類。從第一張影格到第 T 張影格，將新進像素針對每個像素值所建構出的編碼簿進行兩條件歸類。(a)彩度差條件，利用公式(5)判斷新進像素的彩度 v_d^{t+1} 是否落於編碼簿中第 n 個編碼值 $f_n^{d,t}$ 的彩度 $c_n^{d,t}$ 範圍內，在此條件中的門檻值 ε 的訂定為多次實驗後所得出的經驗值；(b)亮度差條件，利用公式(6)計算出其新進像素的亮度值是否落於第 n 個編碼值 $f_n^{d,t}$ 的最高亮度值 I_n^{\max} 及最低亮度值 I_n^{\min} 的範圍內。依上述兩條件訓練並將其相似的編碼值歸類，建立一個完整且適應性良好的背景模型。

進行編碼值分群分類程序的主要方法則是依據像素的彩度值及亮度值的變化，計算彩度的向量距離是否在一個標準差之彩度誤差值 ε 範圍內，假如不在誤差範圍內則建立新的編碼值，反之則繼續檢驗亮度，假如亮度變化亦在一個標準差之亮度誤差值範圍內，則將該像素分類至該編碼值。第 t 個影格中的第 d 個編碼簿的第 n 個編碼值的彩度可由該像素之三原色計算，如公式(1)所示：

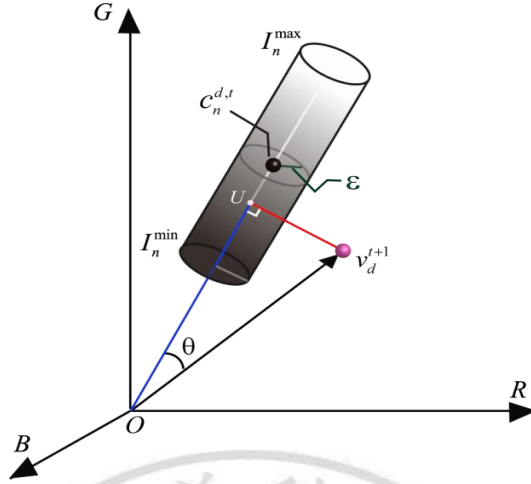


圖 11、結合編碼簿之色彩空間圖

$$\|c_n^{d,t}\| = \sqrt{R_t^2 + G_t^2 + B_t^2} \quad (1)$$

其中， (R_d, G_d, B_d) 表示該像素三原色之純量，而該像素在下一個影格的彩度值 $\|v_d^{t+1}\|$ 可由公式(2) 計算。新進像素其彩度 $\|v_d^{t+1}\|$ 分類至編碼值的過程則須與編碼值的彩度做比較，首先計算 $\|c_n^{d,t}\|$ 與 $\|v_d^{t+1}\|$ 的垂直距離，如公式(4)所示。

$$\|v_d^{t+1}\| = \sqrt{R_t^2 + G_t^2 + B_t^2} \quad (2)$$

$$\overline{OU} = \frac{\sqrt{(c_n^{d,t} \cdot v_d^{t+1})^2}}{\|c_n^{d,t}\|^2} = \sqrt{\frac{R_t R_d + G_t G_d + B_t B_d}{R_d^2 + G_d^2 + B_d^2}} \quad (3)$$

$$\varphi = \sqrt{\|v_d^{t+1}\|^2 - \overline{OU}^2} = \sqrt{R_t^2 + G_t^2 + B_t^2 - \frac{R_t R_d + G_t G_d + B_t B_d}{R_d^2 + G_d^2 + B_d^2}} \quad (4)$$

其中，將公式(2)及公式(3)代入公式(4)即可得到 $\|c_n^{d,t}\|$ 與 $\|v_d^{t+1}\|$ 的彩度垂直距離。在彩度差計算中， $c_n^{d,t}$ 為第 t 個影格中的第 d 個編碼簿的第 n 個編碼值的彩度值，其純量為 $\|c_n^{d,t}\|$ ； v_d^{t+1} 為第 $t+1$ 個影格的第 d 個像素的彩度值，其純量為 $\|v_d^{t+1}\|$ ； \overline{OU} 為 $\overline{v_d^{t+1}}$ 向量至 $\overline{c_n^{d,t}}$ 向量的垂直投影，即為圖 10 中的藍色線段； φ 為 $\overline{v_d^{t+1}}$ 投射至 $\overline{c_n^{d,t}}$ 向量上之垂直距離，表示 $\|c_n^{d,t}\|$ 彩度與 $\|v_d^{t+1}\|$ 彩度的距離，即為圖 15 中的紅色線段；編碼值的分類依據可藉由比較 φ 與彩度分類門檻值 ε ，彩度差函數如公式(5)所示：

$$\text{Chroma}(c_d^{t+1}, c_d^t) = \begin{cases} \text{true}, & \text{if } \varphi \leq \varepsilon \\ \text{false}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

如果 φ 小於或等於 ε ，即表示新進像素之彩度值 v_d^{t+1} 可能分類至編碼簿 b_d^{t+1} 中的第 n 個編碼值 f_n^t (須再次比較亮度差才可確定)；反之，則分類至其它編碼值。亮度差的計算，如公式(6)所示：

$$\text{Brightness}(I_d^{t+1}, I_d^t) = \begin{cases} \text{true}, & I_n^{\max} \geq I_n^{t+1} \geq I_n^{\min} \\ \text{false}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

其中， I_d^{t+1} 為新進像素值亮度； I_n^{\max} 為編碼簿中第 n 個編碼值亮度的最高門檻； I_n^{\min} 為編碼簿中第 n 個編碼值亮度的最低門檻；如果新進像素亮度值 I_d^{t+1} 介於 I_n^{\max} 及 I_n^{\min} 之間，即表示 I_d^{t+1} 符合編碼簿中該編碼值的亮度範圍，此時則進行更新編碼值；反之，則不符合該編碼值的亮度範圍，進行新增編碼值。

3.2.2 更新編碼值

新進像素值若同時符合第 n 個編碼值的 (a)、(b) 兩條件，則將其分類至該編碼值並進行更新該編碼值之 RGB 色彩向量 $\overline{c}_n^{d,t} = (\overline{R}, \overline{G}, \overline{B})$ 及其參數 $f_n \leftarrow (I_n^{\max}, I_n^{\min}, \max\{\lambda_n, t - q_n\}, p_n, t)$ 。新的彩度值計算如公式(7)所示。

$$\|c_n^{d,t}\| = \left(\frac{\overline{R}_{t-1} + \overline{R}_t}{2}, \frac{\overline{G}_{t-1} + \overline{G}_t}{2}, \frac{\overline{B}_{t-1} + \overline{B}_t}{2} \right) \quad (7)$$

其中，將第 t 個時間點的彩度值 v_d^{t+1} 與第 $t-1$ 個時間點的彩度值 $c_n^{d,t-1}$ 計算出更新後之彩度值 $c_n^{d,t}$ 。而亮度最大值 I_n^{\max} 和亮度最小值 I_n^{\min} 範圍值的更新，可利用更新後之亮度值 I_n 取一個標準差的值計算，如公式(8)及公式(9)所示。

$$I_n^{\max} = I_n \times (1 + \sigma / 2) \quad (8)$$

$$I_n^{\min} = I_n \times (1 - \sigma / 2) \quad (9)$$

3.2.3 新增編碼值

新進像素值若無法同時符合(a)(b)兩條件，則將新進像素新增為編碼值並計算其彩度值及亮度值。紀錄彩度值 $c_{n+1}^{d,t}$ 及其編碼值資訊 $f_{n+1}^{d,t} = \{I_{n+1}^{\max}, I_{n+1}^{\min}, \lambda_{n+1}^i, p_{n+1}, q_{n+1}\}$ ，至新增加的編碼值，此時編碼簿中的編碼值數量將會增加一個。

3.2.4 刪除編碼值

依據 Kim 學者等人[24]所提出的「MNRL」機制的時間過濾法 λ_n ，在持續更新編碼簿的同時，利用 λ_n 比較編碼值的變化並做刪除編碼值之動作。本研究利用公式(10)求出時間過濾法 λ_n 的最大值來進行判斷，將長期且不斷出現的編碼值視為背景值，並將刪除的門檻值設為 $\lambda_n > T/2$ ，當該編碼值有一半時間(影格)以上未出現時刪除此編碼值，以訓練出適應性較佳的編碼簿背景模型。

$$\max\{\lambda_n, T - q_n + p_n - 1\} \quad (10)$$

3.3 CTDM 偵測階段

當訓練階段結束時，則表示適應性背景模型已建立完成，依(a)彩度差條件及(b)亮度差條件做為前景背景的判斷依據，如果兩個條件皆同時符合，即表示該像素符合該編碼簿中的第 n 個編碼值，並將該像素視為背景；反之，則視為前景。接著進入即時偵測階段，將每個影格中所有前景點的 RGB 色彩資訊 $P_m^t \leftarrow (R_t, G_t, B_t)$ 記錄下來並觀察其變化進行鏡頭破壞偵測，最後根據前景點標準差來分類其破壞類型。

3.3.1 鏡頭破壞偵測

本模型提出了鏡頭破壞偵測函式，如公式(11)所示。將每個影格中所有前景點的 RGB 色彩資訊 $P_m^t \leftarrow (R_t, G_t, B_t)$ 記錄下來並觀察前景點總數量的變化以判別固定式攝影機鏡頭是否遭到破壞以即時提出警訊，並能更進一步地分類其破壞

情形種類。

$$Tameper(\tau) = \begin{cases} 1, & \text{if } \tau > \alpha \times D \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$$

其中 τ 為編碼簿中前景點增加總數量，門檻值 α 表示影格中像素發生前背景值變化的比例。當 τ 值大於編碼簿中一定比例的編碼值時，則視為鏡頭破壞。本研究經由不斷反覆實驗經驗顯示，當門檻值 α 設為 0.5 具較精確的辨識效果，且無論是鏡頭轉向或是鏡頭遮蔽的破壞情形皆能較正確偵測出來。

3.3.2 破壞類型分類

經由鏡頭破壞偵測函式偵測出鏡頭破壞警訊時，則進行破壞類型分類，用以分類鏡頭破壞情形的種類。本研究目前針對的破壞類型有兩種，分別為鏡頭轉向及鏡頭遮蔽。利用標準差分析觀察每張影格的前景點在色彩空間中的點分佈狀況，不僅記錄影格中的每一個前景點的色彩資訊 $P_m^t \leftarrow (R_t, G_t, B_t)$ 並針對每張影格的所有前景點取總平均，找出一個平均前景點 $\overline{P^t}$ ，如公式(12)所示；接著開始計算每張影格中每一個前景點 P_m^t 與平均前景點 $\overline{P^t}$ 之間的距離 $\|P_m^t\|$ 及每張影格的距離總平均 $\|\overline{P}\|$ ，如公式(13)和公式(14)所示；利用統計方法中的標準差分析，計算出 $\|P_m^t\|$ 與 $\|\overline{P}\|$ 之間的標準差，如公式(15)所示；最後觀察出每張影格中的前景點在色彩空間中的分散程度，以此來分類其破壞類型是否為鏡頭轉向或是鏡頭遮蔽，如公式(16)所示。

$$\overline{P^t} = \frac{\sum_{m=1}^{\tau} P_m^t}{\tau} = (\overline{R_t}, \overline{G_t}, \overline{B_t}) \quad (12)$$

$$\|P_m^t\| = \sqrt{(R_t - \overline{R_t})^2 + (G_t - \overline{G_t})^2 + (B_t - \overline{B_t})^2} \quad (13)$$

$$\|\bar{P}\| = \frac{\sum_{m=1}^{\tau} \|P_m^t\|}{\tau} \quad (14)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^{\tau} (\|P\| - \|\bar{P}\|)^2}{\tau - 1}} \quad (15)$$

$$Type(\sigma) = \begin{cases} 1, & \text{if } \sigma > \omega \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (16)$$

其中 m 代表前景點數量； σ 代表在當下發生破壞偵測時的前景像素標準差。 ω 為破壞類型的門檻值。當前景像素標準差 σ 大於破壞類型的門檻值 ω 時，則視為鏡頭轉向；反之，則視為鏡頭遮蔽。本研究經由不斷反覆實驗經驗顯示，當 σ 值設置為 100 時，則為有效分類破壞類型的門檻值。

一般在研究辨識鏡頭轉向及鏡頭遮蔽的相關議題時，必須知道鏡頭內所有物體的移動變化及畫面的顏色變化，由本研究方法可知，CTDM 透過編碼簿建立的適應性背景模型，在進行鏡頭破壞偵測及破壞類型分類時，可即時並準確的偵測出固定式攝影鏡頭是否安全的情況，若是遭到破壞還可更進一步的分類出此破壞類型是否為鏡頭轉向或是鏡頭遮蔽，以確保視訊監控系統的安全性。

第四章 實驗結果與討論

本研究利用編碼簿模型擁有佔用記憶體少、計算簡單、能有效的處理複雜的環境變動…等優點，以此模型為基礎建置而成的 CTDM 模型。在本章節中將利用實驗的方式，針對室內及室外的固定式攝影機鏡頭遭受外力破壞的情境進行模擬並自動分類其破壞類型，用以證實本模型的可行性及準確度。

4.1 環境設置

本實驗的環境平台是透過固定式攝影機及 CG300 影像擷取卡，如圖 12(a)及圖 12(b)所示。在 Microsoft Visual C++ (簡稱 VC++) 的環境下，搭配影像擷取卡的 SDK 所撰寫而成的即時視訊鏡頭破壞演算法。根據實驗流程圖中的固定式監控攝影機即時獲取監控影像(video)，透過影像擷取卡擷取出每秒 7 張影格(frames)，影像大小為 300×400pixels 的影像序列。利用編碼簿模型及 RGB 模型初始化前背景模型，經由訓練階段找出適應性的前背景模型，最後在即時偵測階段進行鏡頭破壞判別及破壞類型的分類，迅速通報相關人員以確保視訊監控系統的安全性，如圖 13 所示。



(a) 固定式攝影機



(b) CG300 影像擷取卡

圖 12、實驗設備

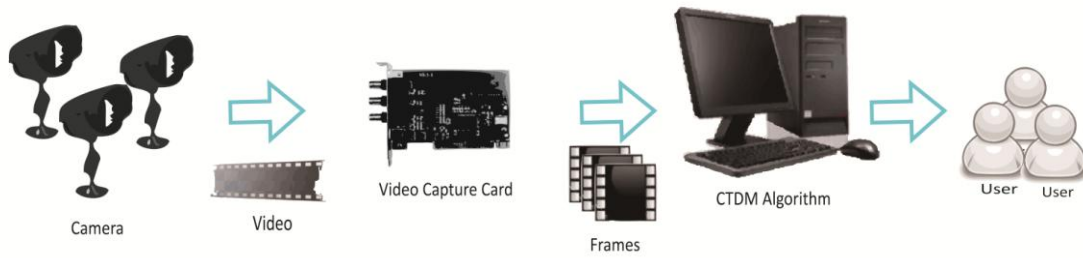


圖 13、實驗流程圖

本實驗場景包含了室內(可控制環境)及室外(不可控制環境)的影像序列，在室內及室外場景分別進行鏡頭轉向及鏡頭遮蔽的模擬實驗。在判斷 CTDM 演算法偵測結果好壞程度上，除了顯示圖像結果，另外計算其偵測結果的 TR 與 FR 值，如公式(17)及公式(18)所示。

$$TR = \frac{\text{true number}}{\text{true number} + \text{false number}} \quad (17)$$

$$FR = \frac{\text{false number}}{\text{true number} + \text{false number}} \quad (18)$$

公式 18 為 TR(true rate)值，代表目標樣本分類正確的樣本數比率；公式 19 為 FP(false rate)值，代表目標樣本分類成非目標樣本的錯誤樣本數比率。在本模型中，TR 值即是代表攝影鏡頭轉向與鏡頭遮蔽有確實偵測並分類出來的正確率，FR 值即是代表攝影鏡頭轉向與鏡頭遮蔽無確實偵測並分類出來的錯誤率，因此當 TR 值愈高，則 FR 值愈低，即代表其演算法偵測與分類效能愈好。

4.2 實驗結果

實驗主要針對非靜態的背景環境、物體移動及前景物體所造成的光影變化等狀況，即時取得室內外環境的影像資訊進行實驗模擬及即時分析。以下的實驗皆

是以前 N 張影格作為訓練影像序列(N 值可隨實驗不同而調整)。以此序列進行背景模型的建立及訓練，而之後進來的影像即為測試樣本，期望能自動判別前景是否有無破壞固定式攝影機鏡頭之行為，並分類其破壞行為類型。

本模型以編碼簿模型與 RGB 色彩空間為基礎建置而成的即時攝影機鏡頭破壞演算法，分別計算每張影格的前景數量及前景數標準差，並利用統計軟體 Minitab 16 繪製出每張影格的前景點於 RGB 色彩空間中的點分佈狀態，用以觀察出鏡頭轉向與鏡頭遮蔽時的於色彩空間中的點分佈狀態，接著繪製出鏡頭轉向與鏡頭遮蔽標準差的時間序列圖，用以觀察出鏡頭轉向與鏡頭遮蔽的變化及其差異性，最後統計室內與室外的 TR、FR 值來比較不同場景下其偵測結果的效能。

4.2.1 室內實驗

A. 室內場景(一)

本研究針對二種不同的實驗場景進行室內實驗。首先進行“鏡頭遮蔽”的室內實驗，圖 14 及圖 15 分別為室內場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 14(a)及圖 15(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 10,363 及 10,521，前景點的標準差分別為 33.49 及 41.18；圖 14(b)與圖 15(b)分別為圖 14(a)及圖 15(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 14(b)及圖 15(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 24 張影格及實驗樣本 02 中的第 67 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 108,000 與 114,162 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 55.50 和 43.14 ($\sigma < 100$)，則判定為“鏡頭遮蔽”類型；此時，圖 14(d)及

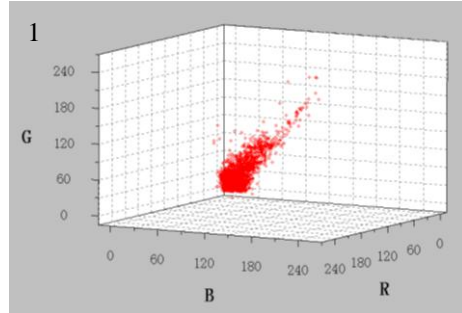
圖 15(d)分別為圖 14(c)及圖 15(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 14(d)及圖 15(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且集中的情形。

接著進行“鏡頭轉向”的室內實驗，圖 16 及圖 17 分別為室內場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 16(a)及圖 17(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 9,682 及 11,918，前景點的標準差分別為 36.5 及 37.07；圖 16(b)與圖 17(b)分別為圖 16(a)及圖 17(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 16(b)與圖 17(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 30 張影格及實驗樣本 02 中的第 81 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 83,328 與 79,510 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 131.71 和 108.12 ($\sigma > 100$)，則判定為“鏡頭轉向”類型；此時，圖 16(d)及圖 17(d)分別為圖 16(c)及圖 17(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 16(d)及圖 17(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且發散的情形。

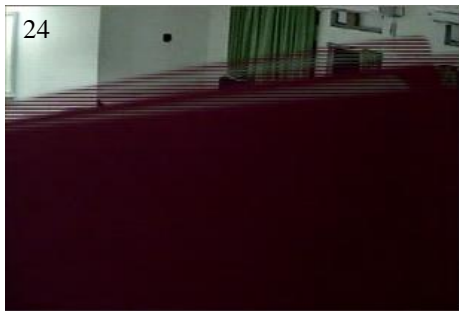
表 4 及表 5 分別為室內場景(一)中實驗樣本 01 及實驗樣本 02 的時間序列比較表。本研究採集當下發生鏡頭破壞情形及前後各十張影格的標準差，共十一張影格，將表 4 及表 5 中紅色區塊與橘色區塊的數據繪製成圖，用以顯示鏡頭遮蔽與鏡頭轉向此兩種破壞類型的差異性，如圖 18 所示。因此，由圖 18 可得知在鏡頭發生破壞情形 ($\tau > 60,000$) 時，鏡頭遮蔽會小於 σ 值並呈現下降的趨勢；反之，鏡頭轉向則會大於 σ 值並呈現上升的趨勢。



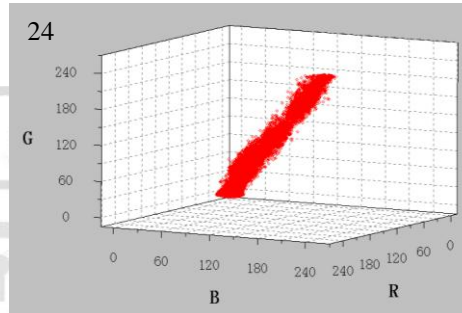
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

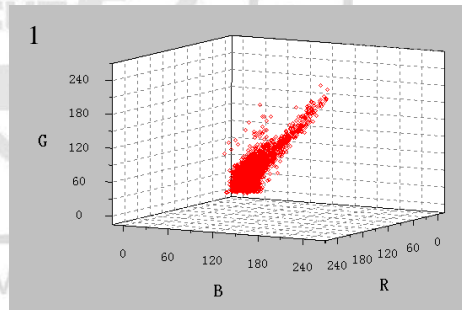


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 14、室內場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽)



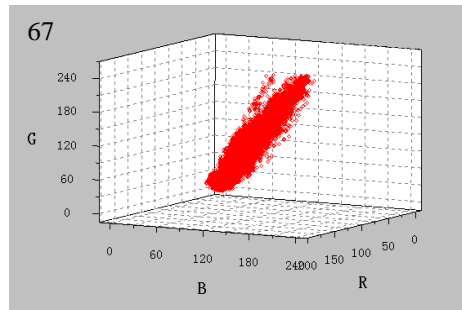
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

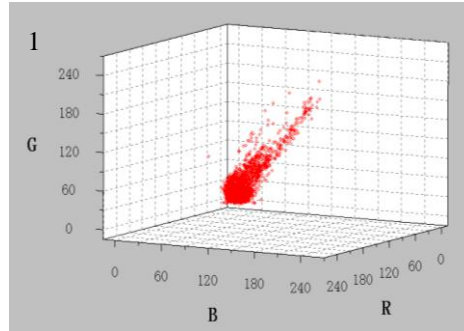


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 15、室內場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽)



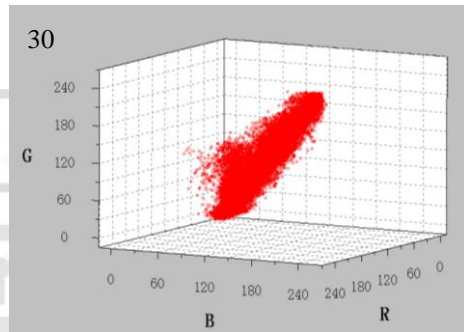
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景

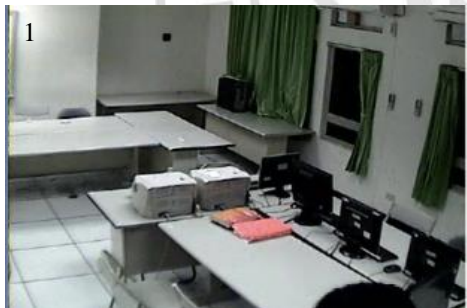


(c) 偵測場景_鏡頭轉向

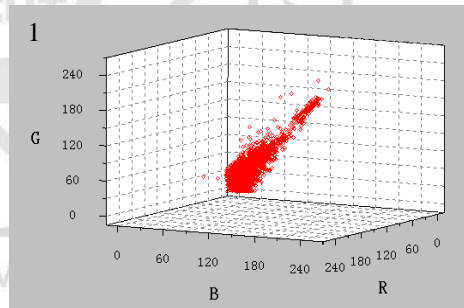


(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 16、室內場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭轉向)



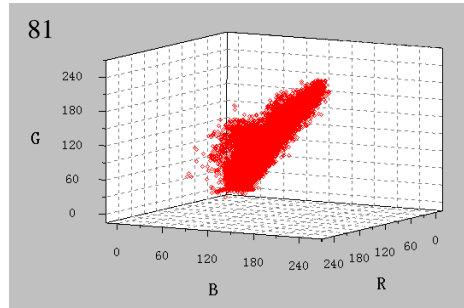
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭轉向



(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 17、室內場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭轉向)

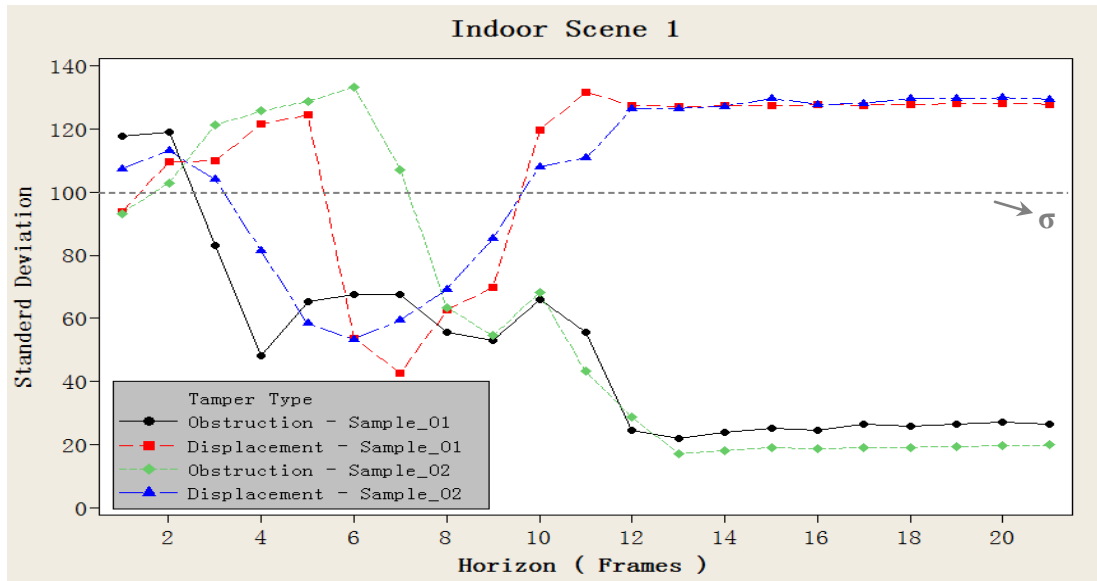


圖 18、室內場景(一)實驗樣本_時間序列圖

表 4、室內場景(一)實驗樣本 01_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差
1	10363	33.49	1	9682	36.51	23	16358	66.09	23	21778	121.61
2	11140	30.81	2	9792	32.30	24	108000	55.50	24	19646	124.38
3	12271	29.45	3	9850	27.20	25	79025	24.63	25	16000	53.80
4	14174	28.57	4	10008	25.83	26	73010	21.92	26	15380	42.71
5	15581	38.83	5	10213	24.91	27	68906	23.90	27	16932	62.57
6	17013	59.97	6	10057	24.91	28	69062	25.34	28	17212	69.97
7	18652	71.34	7	10178	27.04	29	68622	24.59	29	53493	119.65
8	19131	71.67	8	9962	27.32	30	68702	26.35	30	83328	131.72
9	19836	67.94	9	10120	29.66	31	68097	25.83	31	84181	127.48
10	20312	82.14	10	10092	33.01	32	67459	26.33	32	83986	127.19
11	20160	88.88	11	10141	37.37	33	67853	27.02	33	84056	127.31
12	19198	103.96	12	11810	50.92	34	67860	26.59	34	83758	127.46
13	20124	115.32	13	13906	67.27	.	.	.	35	83757	127.65
14	20642	117.72	14	15560	75.59	.	.	.	36	83591	127.57
15	20196	118.99	15	16850	86.75	.	.	.	37	83424	127.74
16	18703	83.23	16	18320	81.17	.	.	.	38	83676	127.98

17	16563	48.16	17	18937	77.86	.	.	.	39	83599	128.05
18	15504	65.24	18	19639	81.42	.	.	.	.	.	.
19	16445	67.49	19	20336	83.19	.	.	.	.	.	.
20	18401	67.46	20	20560	93.77	.	.	.	.	.	.
21	16068	55.60	21	18176	109.55	.	.	.	.	.	.
22	15665	53.14	22	20988	109.92	.	.	.	.	.	.

表 5、室內場景(一)實驗樣本 02_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差	影格	前景點數量	標準差
1	10521	41.18	1	11918	37.07	49	15799	97.08	49	14959	70.32
2	10285	33.06	2	12085	31.95	50	17270	90.32	50	15248	74.65
3	10329	28.19	3	12480	29.37	51	18632	93.31	51	15761	71.52
4	10209	24.91	4	12377	27.30	52	19616	91.56	52	15521	77.73
5	10313	26.59	5	12443	27.84	53	20584	85.95	53	15190	85.85
6	11501	34.97	6	12483	29.23	54	20397	77.33	54	15585	81.02
7	10815	34.74	7	12558	31.71	55	22120	78.60	55	15418	76.85
8	10244	34.63	8	12797	33.92	56	22139	82.67	56	15603	71.68
9	10147	37.55	9	12564	36.98	57	21803	93.29	57	16038	72.36
10	12716	34.93	10	12753	38.90	58	21226	102.81	58	16837	74.41
11	14108	35.32	11	12631	42.01	59	22264	121.21	59	17993	79.54
12	14005	33.02	12	13178	45.95	60	21720	125.66	60	18458	75.61
13	11320	36.82	13	13291	50.60	61	21355	128.77	61	19779	78.15
14	10039	37.72	14	12965	47.04	62	21068	133.28	62	20340	80.38
15	10116	41.52	15	12967	49.52	63	19615	107.10	63	21482	79.34
16	10048	40.72	16	12785	45.84	64	17833	63.40	64	21807	73.42
17	9964	43.88	17	12903	48.75	65	16925	54.48	65	24662	72.16
18	10058	41.02	18	12893	46.67	66	24692	68.16	66	24746	71.60
19	10088	44.06	19	13103	47.75	67	114162	43.14	67	26016	71.74
20	10222	45.81	20	12976	45.19	68	80677	28.59	68	25487	73.69
21	10797	46.98	21	13034	46.46	69	82166	17.14	69	25035	92.45

22	11061	48.76	22	12997	46.00	70	81988	18.11	70	27012	106.17
23	11214	48.85	23	13036	42.35	71	72609	19.10	71	28243	107.30
24	11275	49.00	24	12885	40.58	72	72489	18.61	72	29861	113.04
25	11378	50.87	25	12864	44.40	73	71455	19.11	73	29313	104.15
26	11472	54.97	26	13701	51.64	74	70650	19.17	74	29327	81.36
27	11383	49.83	27	13207	50.11	75	69950	19.37	75	27125	58.45
28	11425	50.33	28	13391	46.79	76	69185	19.70	76	22922	53.32
29	11484	48.87	29	13561	49.41	77	68743	19.86	77	21633	59.40
30	11360	47.13	30	13389	45.09	.	.	.	78	24157	69.25
31	11473	49.72	31	13727	42.39	.	.	.	79	30969	85.30
32	11227	49.04	32	14679	34.44	.	.	.	80	54098	108.12
33	11199	46.04	33	14547	38.22	.	.	.	81	79510	110.80
34	10979	43.76	34	13354	38.10	.	.	.	82	86220	126.41
35	11093	47.56	35	12366	37.45	.	.	.	83	85149	126.49
36	13275	53.62	36	12599	38.88	.	.	.	84	84733	127.27
37	14686	51.47	37	12477	42.21	.	.	.	85	85092	129.71
38	14730	50.88	38	12903	38.09	.	.	.	86	83919	127.73
39	14364	67.02	39	13999	42.58	.	.	.	87	83859	128.14
40	11862	72.15	40	13597	37.95	.	.	.	88	83672	129.71
41	12680	76.14	41	12664	41.46	.	.	.	89	83780	129.61
42	12976	84.93	42	12848	42.67	.	.	.	90	83541	129.90
43	13156	94.63	43	14231	52.52	.	.	.	91	83274	129.51
44	13017	107.75	44	16005	57.70	.	.	.	.	.	.
45	13695	106.96	45	16923	53.09	.	.	.	.	.	.
46	14102	104.75	46	16465	59.08	.	.	.	.	.	.
47	14423	100.16	47	15478	62.80	.	.	.	.	.	.
48	15337	98.29	48	14247	58.37	.	.	.	.	.	.

B. 室內場景(二)

本研究針對實驗場景(二)進行室內實驗。首先進行“鏡頭遮蔽”的室內實驗，圖 19 及圖 20 分別為室內場景(二)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 19(a)及圖 20(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 1,293 及 1,093，前景點的標準差分別為 61.49 及 64.43；圖 19(b)與圖 20(b)分別為圖 19(a)及圖 20(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 19(b)及圖 20(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 91 張影格及實驗樣本 02 中的第 84 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 64,281 與 77,566 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 31.65 和 40.72 ($\sigma < 100$)，則判定為“鏡頭遮蔽”類型；此時，圖 19(d)及圖 20(d)分別為圖 19(c)及圖 20(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 19(d)及圖 20(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且集中的情形。

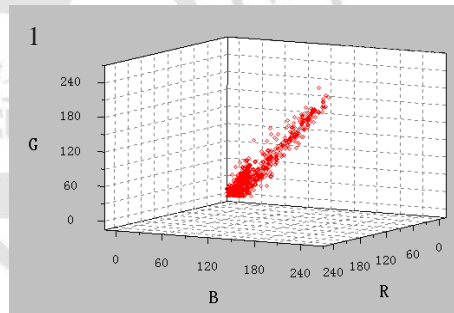
接著進行“鏡頭轉向”的室內實驗，圖 21 及圖 22 分別為室內場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 21(a)及圖 22(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 1,123 及 928，前景點的標準差分別為 59.07 及 58.40；圖 21(b)與圖 22(b)分別為圖 21(a)及圖 22(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 21(b)與圖 22(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 68 張影格及實驗樣本 02 中的第 97 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 63,099 與 71,259 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 122.83 和 116.95 ($\sigma > 100$)，則判定為

“鏡頭轉向”類型；此時，圖 21(d)及圖 22(d)分別為圖 21(c)及圖 22(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 21(d)及圖 22(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且發散的情形。

表 6 及表 7 分別為室內場景(二)中實驗樣本 01 及實驗樣本 02 的時間序列比較表。本研究採集當下發生鏡頭破壞情形及前後各十張影格的標準差，共十一張影格，將表 6 及表 7 中紅色區塊與橘色區塊的數據繪製成圖，用以顯示鏡頭遮蔽與鏡頭轉向此兩種破壞類型的差異性，如圖 23 所示。因此，由圖 23 可得知在鏡頭發生破壞情形 ($\tau > 60,000$) 時，鏡頭遮蔽會小於 σ 值並呈現下降的趨勢；反之，鏡頭轉向則會大於 σ 值並呈現上升的趨勢。



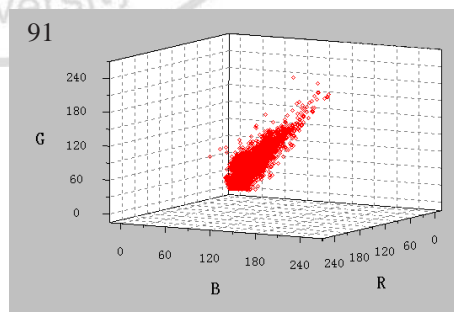
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

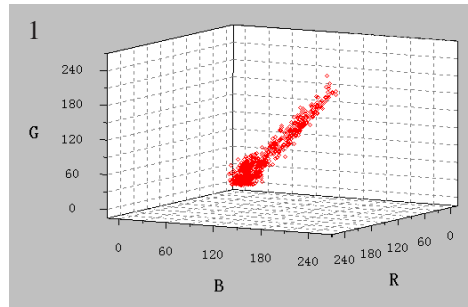


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 19、室內場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽)



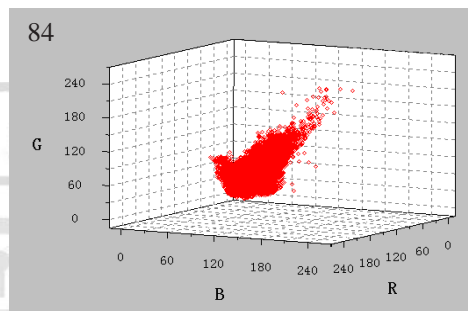
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

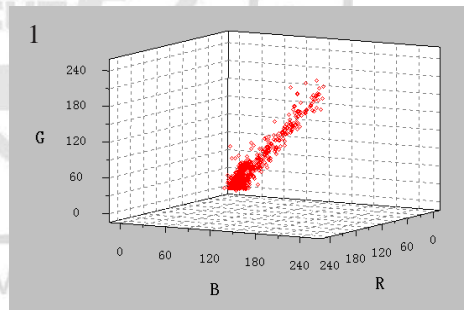


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 20、室內場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽)



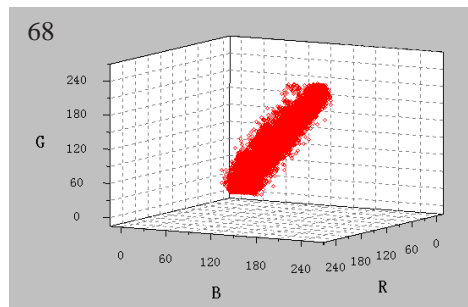
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭轉向

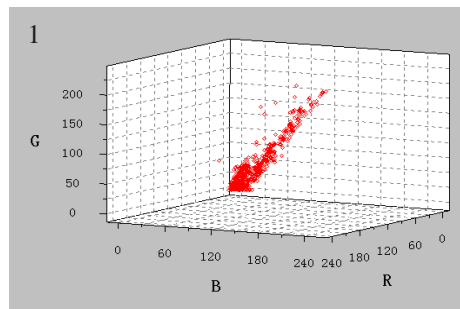


(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 21、室內場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭轉向)



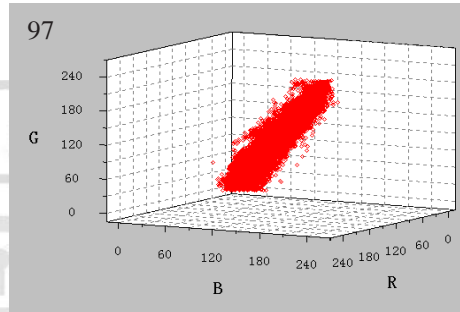
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭轉向



(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 22、室內場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭轉向)

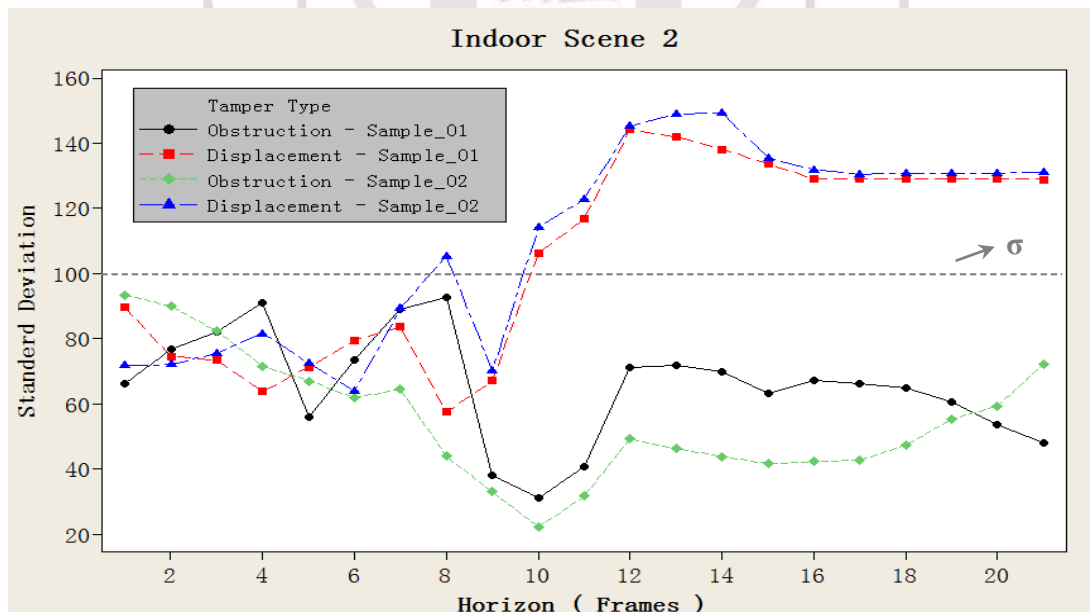


圖 23、室內場景(二)實驗樣本_時間序列圖

表 6、室內場景(二)實驗樣本 01_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影 前景點 格 數量	標準差		影 前景點 格 數量	標準差		影 前景點 格 數量	標準差		影 前景點 格 數量	標準差	
1	1293	61.49	1	1123	59.07	56	11182	61.77	56	15895	66.11
2	1219	45.87	2	1021	40.74	57	10363	64.53	57	14569	77.42
3	1224	61.53	3	1113	45.29	58	9158	69.95	58	14322	71.71
4	1195	72.89	4	1033	51.21	59	7322	70.81	59	12252	72.09
5	1313	92.75	5	1150	67.85	60	6912	69.39	60	9950	75.47
6	1165	83.55	6	1090	73.07	61	8017	67.89	61	8281	81.56
7	1349	103.50	7	1160	81.97	62	8576	64.89	62	7915	72.49
8	1257	97.99	8	1188	90.36	63	8607	73.60	63	6677	63.87
9	1323	100.37	9	1231	95.25	64	8442	71.48	64	7596	89.34
10	1322	91.53	10	2656	74.86	65	10028	78.83	65	13455	105.41
11	1223	95.54	11	2515	88.79	66	10759	84.13	66	48047	70.09
12	1209	96.18	12	5709	81.67	67	11821	81.36	67	28190	114.13
13	1371	103.33	13	4586	89.63	68	12180	76.05	68	63099	122.83
14	1235	93.55	14	8096	98.16	69	12791	70.94	69	80289	145.20
15	1346	98.88	15	7583	98.66	70	15170	79.58	70	75719	149.09
16	1281	99.24	16	4633	92.47	71	15282	84.64	71	77726	149.26
17	1410	99.16	17	3366	92.96	72	14911	61.54	72	70093	135.50
18	1252	92.15	18	3825	88.55	73	14934	60.93	73	68877	131.89
19	1397	100.76	19	3868	84.43	74	13985	61.22	74	68410	130.49
20	1364	87.76	20	5011	70.61	75	13494	63.65	75	68491	130.73
21	1320	97.13	21	7882	89.36	76	12580	64.57	76	68410	130.81
22	1339	92.81	22	10451	84.56	77	11107	71.07	77	68387	130.91
23	1450	94.59	23	13051	72.35	78	10339	76.14	78	68118	130.99
24	1280	93.47	24	13647	64.75	79	9642	79.67	.	.	.
25	1353	94.25	25	14108	60.65	80	8106	83.51	.	.	.
26	1279	95.39	26	14365	56.48	81	6610	93.37	.	.	.
27	1434	94.83	27	13601	59.48	82	6006	89.96	.	.	.
28	1264	86.69	28	13891	56.21	83	5626	82.29	.	.	.
29	1492	88.81	29	13506	59.81	84	5249	71.65	.	.	.

30	1290	87.71	30	12818	57.85	85	5361	67.03	.	.	.
31	1333	93.74	31	12481	63.16	86	5059	61.84	.	.	.
32	1260	88.90	32	11891	63.78	87	5191	64.48	.	.	.
33	1355	94.74	33	12047	67.92	88	11077	43.86	.	.	.
34	1217	84.72	34	12137	63.85	89	25323	33.03	.	.	.
35	1276	88.19	35	11467	62.55	90	50327	22.18	.	.	.
36	1254	82.94	36	11025	62.12	91	64281	31.65	.	.	.
37	1339	89.52	37	9622	65.90	92	114770	49.21	.	.	.
38	1284	82.54	38	8383	68.32	93	106582	46.18	.	.	.
39	2166	91.87	39	6819	73.95	94	92943	43.83	.	.	.
40	1445	83.30	40	7313	71.15	95	79385	41.55	.	.	.
41	1650	78.24	41	8275	75.75	96	69316	42.27	.	.	.
42	4491	47.79	42	8304	72.92	97	69411	42.73	.	.	.
43	6463	46.78	43	9754	75.51	98	69738	47.23	.	.	.
44	7537	65.66	44	10305	73.52	99	70309	55.27	.	.	.
45	9413	60.00	45	10966	76.49	100	69319	59.38	.	.	.
46	12079	48.68	46	11571	77.26	101	68291	72.20	.	.	.
47	12748	44.65	47	12300	76.54	.	.	.	.	.	.
48	13534	46.58	48	12016	71.62	.	.	.	.	.	.
49	13226	45.53	49	13949	68.80	.	.	.	.	.	.
50	12486	46.42	50	13992	68.05	.	.	.	.	.	.
51	12660	48.99	51	13897	69.07	.	.	.	.	.	.
52	13106	49.28	52	14200	60.04	.	.	.	.	.	.
53	11923	56.58	53	15268	60.78	.	.	.	.	.	.
54	11835	55.22	54	16966	58.68	.	.	.	.	.	.
55	11304	61.90	55	16729	57.70	.	.	.	.	.	.

表 7、室內場景(二)實驗樣本 02_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影	前	標	影	前	標	影	前	標	影	前	標
格	景	準	格	景	準	格	景	準	格	景	準
數量	點	差	數量	點	差	數量	點	差	數量	點	差
1	1093	64.43	1	928	58.40	56	12384	73.50	56	1450	96.75
2	909	57.37	2	1026	45.54	57	12120	65.36	57	4718	61.96

3	967	71.44	3	986	55.61	58	11476	56.31	58	6895	50.94
4	1017	78.70	4	1038	63.20	59	10547	56.61	59	8236	82.47
5	1008	90.25	5	1062	97.46	60	8931	87.77	60	9086	72.94
6	924	81.86	6	970	85.52	61	8694	69.28	61	10005	65.61
7	840	98.31	7	1016	96.34	62	9959	86.71	62	12703	53.06
8	884	83.54	8	947	86.13	63	10466	64.38	63	12595	56.13
9	888	90.98	9	986	97.26	64	10946	68.30	64	14722	55.71
10	820	82.94	10	978	80.47	65	11077	74.31	65	14454	55.98
11	853	94.04	11	993	96.05	66	11690	75.75	66	13371	53.73
12	898	76.26	12	1029	91.79	67	12154	55.05	67	12901	52.58
13	983	83.70	13	1003	101.50	68	12331	49.88	68	11273	51.46
14	865	82.91	14	1081	90.55	69	13001	53.83	69	10543	60.19
15	1052	98.23	15	1064	92.59	70	13543	56.49	70	10757	55.75
16	859	86.64	16	927	87.63	71	13644	76.92	71	10474	59.31
17	1091	99.42	17	967	97.31	72	12881	59.62	72	10548	62.63
18	964	79.39	18	1091	88.67	73	12729	68.97	73	10892	61.61
19	1146	105.99	19	1030	94.42	74	11221	66.20	74	11976	56.18
20	993	94.86	20	985	86.81	75	9749	76.69	75	10567	58.96
21	1117	102.15	21	1001	94.50	76	7870	81.96	76	9712	54.35
22	2250	86.12	22	978	95.01	77	6286	90.87	77	7636	55.46
23	1211	104.15	23	958	91.29	78	4645	55.92	78	5582	59.16
24	1278	88.70	24	975	90.78	79	3023	73.52	79	3442	64.34
25	1084	103.82	25	1064	96.34	80	1593	89.17	80	2815	62.89
26	1099	85.13	26	1040	86.61	81	1590	92.60	81	2936	70.66
27	1226	94.45	27	1080	90.94	82	11707	38.20	82	2903	65.81
28	1090	80.51	28	1059	84.20	83	52964	31.20	83	2833	65.57
29	1067	99.22	29	1101	93.07	84	77566	40.72	84	1948	70.55
30	972	77.97	30	1048	87.15	85	84862	71.23	85	1296	85.95
31	1088	95.08	31	1027	100.30	86	84250	71.74	86	1265	72.52
32	920	78.40	32	1065	91.18	87	83238	69.71	87	1208	89.76
33	1037	95.33	33	1048	91.26	88	83232	63.34	88	1359	74.55
34	896	75.53	34	1051	82.32	89	83473	67.28	89	1984	73.50
35	1072	88.11	35	1207	88.84	90	84132	66.17	90	4163	63.76
36	920	83.22	36	1084	94.41	91	84521	64.75	91	5605	71.33

37	922	87.71	37	1173	92.42	92	82456	60.67	92	1144	79.35
38	1039	79.91	38	1151	90.89	93	81588	53.47	93	1425	83.70
39	1683	81.24	39	1154	97.46	94	80581	47.92	94	11236	57.49
40	4390	45.11	40	1136	97.83	.	.	.	95	44329	67.16
41	6311	47.32	41	1074	88.28	.	.	.	96	53208	106.24
42	6588	59.96	42	1040	86.74	.	.	.	97	71259	116.95
43	7954	81.02	43	1119	96.62	.	.	.	98	77697	144.19
44	8603	74.89	44	1210	92.39	.	.	.	99	69917	141.98
45	9202	70.57	45	1276	94.39	.	.	.	100	69994	138.11
46	9635	67.35	46	1165	89.14	.	.	.	101	68328	133.72
47	10242	60.75	47	1228	93.81	.	.	.	102	65234	128.95
48	10556	58.55	48	1272	96.24	.	.	.	103	65146	129.22
49	11076	60.60	49	1256	103.61	.	.	.	104	65211	129.15
50	12371	71.48	50	1228	87.90	.	.	.	105	65294	129.12
51	14293	87.53	51	1212	100.75	.	.	.	106	64965	129.07
52	14331	65.06	52	1254	89.22	.	.	.	107	64732	128.93
53	13886	65.17	53	1222	100.28	.	.	.	.	.	.
54	13279	56.65	54	1308	97.20	.	.	.	.	.	.
55	12890	65.99	55	1295	102.76	.	.	.	.	.	.

4.2.2 室外實驗

A. 室外場景(一)

本研究針對二種不同的實驗場景進行室外實驗。首先進行“鏡頭遮蔽”的室外實驗，圖 24 及圖 25 分別為室外場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 24(a)及圖 25(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 3,226 及 2,150，前景點的標準差分別為 57.84 及 63.01；圖 24(b)與圖 25(b)分別為圖 24(a)及圖 25(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 24(b)與圖 25(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 61 張影格及實驗樣本 02 中的第 94 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 75,467 與 68,843 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 35.53 和 39.54 ($\sigma < 100$)，則判定為“鏡頭遮蔽”類型；此時，圖 24(d)及圖 25(d)分別為圖 24(c)及圖 25(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 24(d)及圖 25(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且集中的情形。

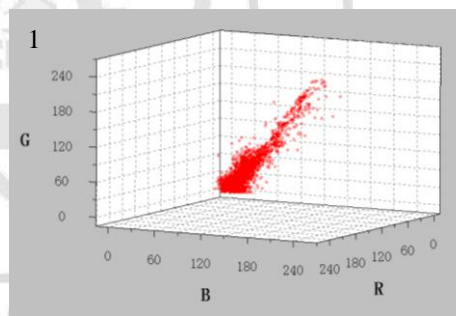
接著進行“鏡頭轉向”的室內實驗，圖 26 及圖 27 分別為室外場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 26(a)及圖 27(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 2,314 及 2,282，前景點的標準差分別為 53.19 及 55.30；圖 26(b)與圖 27(b)分別為圖 26(a)及圖 27(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 26(b)與圖 27(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 64 張影格及實驗樣本 02 中的第 72 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 74,447 與 72,778 (τ

>60,000)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 116.19 和 103.50($\sigma > 100$)，則判定為“鏡頭轉向”類型；此時，圖 26(d)及圖 27(d)分別為圖 26(c)及圖 27(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 26(d)及圖 27(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且發散的情形。

表 8 及表 9 分別為室外場景(一)中實驗樣本 01 及實驗樣本 02 的時間序列比較表。本研究採集當下發生鏡頭破壞情形及前後各十張影格的標準差，共十一張影格，將表 8 及表 9 中紅色區塊與橘色區塊的數據繪製成圖，用以顯示鏡頭遮蔽與鏡頭轉向此兩種破壞類型的差異性，如圖 28 所示。因此，由圖 28 可得知在鏡頭發生破壞情形 ($\tau > 60,000$) 時，鏡頭遮蔽會小於 σ 值並呈現下降的趨勢；反之，鏡頭轉向則會大於 σ 值並呈現上升的趨勢。



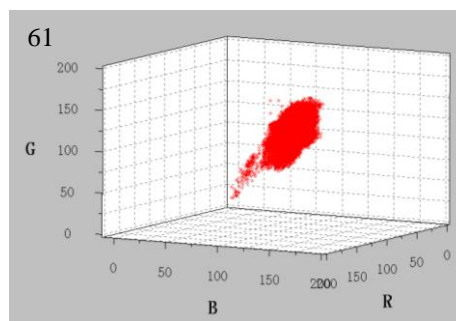
(e) 偵測場景_訓練完畢



(f) RGB 色彩空間_偵測場景



(g) 偵測場景_鏡頭遮蔽

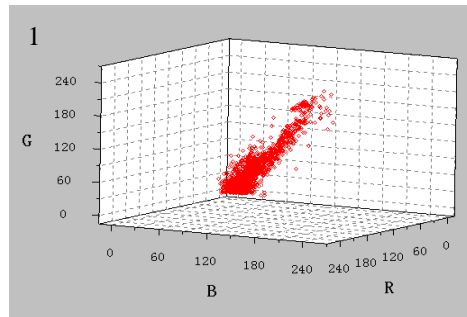


(h) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 24、室外場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽)



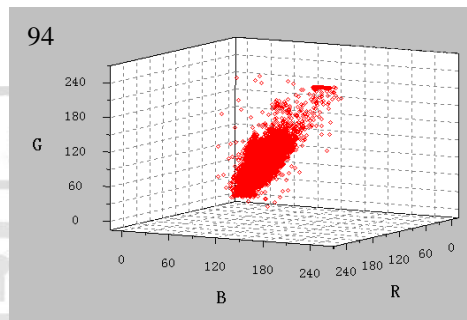
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

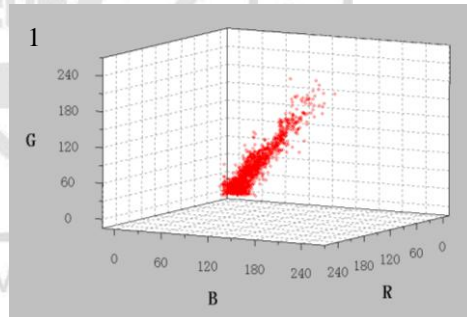


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 25、室外場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽)



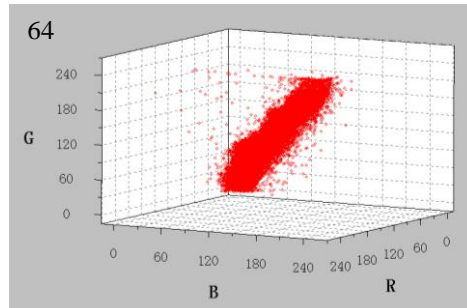
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景

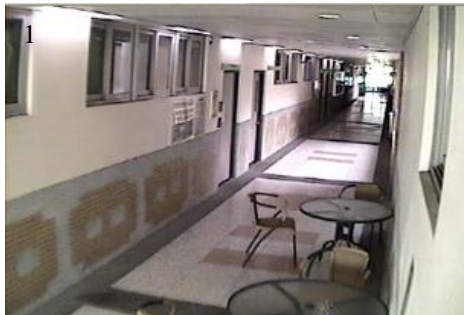


(c) 偵測場景_鏡頭轉向

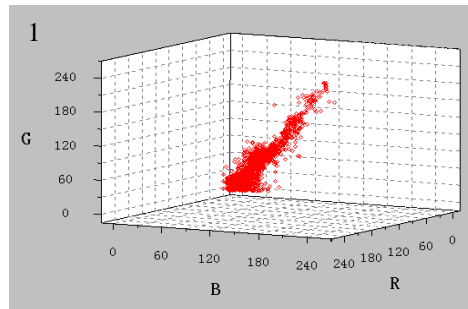


(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 26、室外場景(一)_實驗樣本 01(鏡頭轉向)



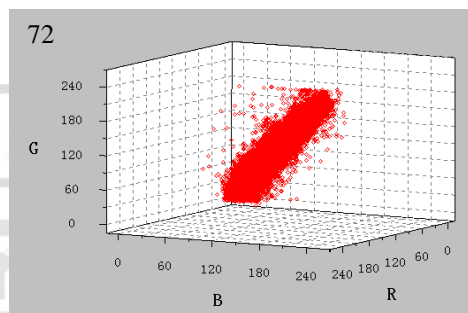
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭轉向



(d) RGB 色彩空間_鏡頭轉向

圖 27、室外場景(一)_實驗樣本 02(鏡頭轉向)

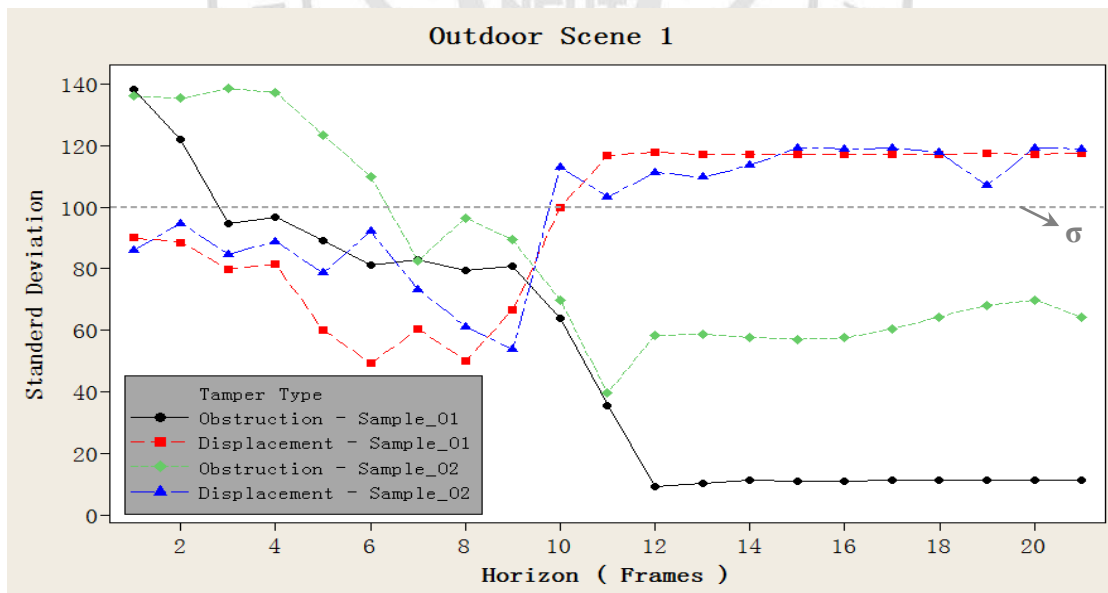


圖 28、室外場景(一)實驗樣本_時間序列圖

表 8、室外場景(一)實驗樣本 01_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影 格	前 景 點 數 量	標 準 差	影 格	前 景 點 數 量	標 準 差	影 格	前 景 點 數 量	標 準 差	影 格	前 景 點 數 量	標 準 差
1	3226	57.84	1	2314	53.19	39	10938	118.16	39	9574	130.35
2	3266	46.28	2	2235	47.87	40	11337	116.54	40	9925	133.08
3	3287	51.21	3	2349	62.17	41	11550	119.31	41	10264	139.70
4	3480	61.65	4	2248	75.78	42	12482	129.47	42	10059	142.79
5	3383	76.74	5	2341	90.81	43	13219	126.08	43	10688	143.08
6	3409	81.99	6	2223	81.24	44	12939	131.94	44	11617	138.38
7	3352	82.54	7	2317	90.35	45	13273	137.82	45	12593	133.15
8	3326	78.09	8	2266	80.81	46	14172	135.71	46	12116	131.22
9	3447	81.37	9	2219	86.72	47	14143	138.88	47	11973	135.41
10	3486	81.78	10	2140	82.94	48	14427	142.03	48	11677	138.62
11	3476	79.59	11	2123	90.19	49	14140	139.92	49	9364	145.81
12	3458	79.86	12	2607	78.56	50	12175	140.82	50	5212	147.41
13	3490	80.39	13	3374	92.30	51	8866	138.27	51	3214	120.95
14	3531	85.45	14	3378	93.64	52	5005	122.20	52	2371	94.71
15	3455	85.45	15	3613	93.53	53	3192	94.62	53	2111	94.61
16	3506	85.71	16	3912	92.73	54	2975	96.63	54	2071	90.03
17	3437	83.07	17	4163	91.70	55	3084	89.29	55	2257	88.62
18	3362	80.56	18	4246	90.16	56	3095	81.08	56	2395	79.88
19	3228	80.38	19	4510	91.91	57	3257	82.75	57	2380	81.52
20	3175	79.40	20	4488	95.92	58	3398	79.40	58	5898	60.07
21	3477	81.25	21	4729	95.68	59	3769	80.82	59	9557	49.36
22	4293	86.80	22	4588	94.12	60	22710	63.77	60	17983	60.33
23	4616	84.00	23	4724	92.06	61	75467	35.53	61	31162	49.95
24	4946	88.15	24	4701	84.20	62	66810	9.05	62	38935	66.59
25	5217	88.90	25	4650	86.05	63	68847	10.33	63	50052	99.93
26	5297	90.98	26	5147	95.69	64	69964	11.17	64	74447	116.69
27	5637	92.46	27	5386	100.25	65	70650	10.96	65	93488	117.98
28	5915	87.48	28	5685	103.24	66	70380	10.94	66	94423	117.05
29	6111	89.13	29	6270	106.21	67	69024	11.19	67	95079	117.07

30	5738	86.67	30	6543	107.87	68	68640	11.23	68	95353	117.27
31	5862	88.16	31	7351	116.03	69	68526	11.29	69	95249	117.28
32	6160	86.23	32	7569	117.31	70	67512	11.36	70	95157	117.20
33	6651	91.10	33	8162	119.01	71	67588	11.43	71	95311	117.29
34	7058	101.88	34	8185	123.87	.	.	.	72	95239	117.43
35	7531	104.98	35	8600	126.18	.	.	.	73	95400	117.31
36	8349	108.30	36	8775	127.92	.	.	.	74	95177	117.50
37	9442	112.32	37	9303	130.13	.	.	.	.	.	.
38	10379	119.19	38	9631	131.55	.	.	.	.	.	.

表 9、室外場景(一)實驗樣本 02_時間序列表

影格	鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
	前景點 數量	標準差	影格	前景點 數量	標準差	影格	前景點 數量	標準差	影格	前景點 數量	標準差	
1	2150	63.01	1	2282	55.31	53	2742	97.91	53	11763	145.79	
2	2129	51.43	2	2245	51.08	54	2694	80.47	54	12077	147.03	
3	2246	66.31	3	2261	67.03	55	2538	96.55	55	12514	149.28	
4	2218	83.72	4	2269	79.00	56	2978	84.19	56	11848	148.25	
5	2298	95.74	5	2299	89.54	57	3695	97.56	57	11468	150.00	
6	2256	86.72	6	2135	76.45	58	3925	96.41	58	9563	155.16	
7	2293	96.81	7	2178	90.68	59	4087	101.18	59	6116	160.20	
8	2182	88.47	8	2340	85.96	60	4170	92.71	60	2989	144.39	
9	2241	95.89	9	2187	90.07	61	4577	97.18	61	1679	97.94	
10	2138	84.07	10	2158	85.59	62	4643	92.48	62	1630	85.92	
11	2243	100.19	11	2298	85.02	63	4913	100.70	63	1544	94.83	
12	2197	87.36	12	2312	83.90	64	5051	99.95	64	1554	84.72	
13	2335	98.32	13	2336	83.89	65	5169	103.73	65	1663	88.86	
14	2216	81.49	14	2266	78.18	66	5077	95.39	66	1607	78.63	
15	2365	97.84	15	2397	85.41	67	5308	100.12	67	1717	92.11	
16	2315	89.24	16	2412	84.08	68	5015	90.48	68	1790	73.40	
17	2497	99.88	17	2548	88.45	69	5356	99.96	69	5791	61.20	
18	2338	85.36	18	2360	86.56	70	5357	92.26	70	16570	53.76	
19	2509	96.60	19	2399	85.62	71	5700	94.70	71	40415	112.94	

20	2429	84.32	20	2426	84.59	72	6099	94.69	72	72778	103.50
21	2508	97.92	21	2372	85.97	73	6810	102.15	73	82026	111.27
22	2443	92.17	22	2316	81.79	74	7082	109.39	74	85670	109.76
23	2411	97.82	23	2312	87.86	75	7848	111.32	75	87144	113.62
24	2334	85.65	24	2178	75.03	76	8106	112.86	76	88613	119.32
25	2504	98.98	25	2187	84.01	77	8585	121.14	77	88085	118.98
26	2436	87.82	26	2456	83.80	78	9561	119.09	78	87879	119.17
27	2539	96.47	27	3371	89.99	79	10778	121.19	79	89149	117.83
28	2392	84.08	28	3485	91.71	80	11796	128.52	80	91715	107.05
29	2518	94.07	29	3459	89.36	81	12229	132.56	81	86298	119.32
30	2495	87.90	30	4004	92.48	82	12099	138.58	82	86281	118.98
31	2576	98.63	31	4297	94.88	83	13279	140.68	.	.	.
32	2529	83.58	32	4157	98.69	84	13095	136.13	.	.	.
33	2617	94.02	33	4525	102.84	85	13285	135.39	.	.	.
34	2602	80.32	34	4677	98.65	86	13969	138.51	.	.	.
35	2573	95.39	35	5041	100.73	87	15474	137.34	.	.	.
36	2471	86.01	36	4945	95.15	88	16587	123.49	.	.	.
37	2493	96.61	37	4769	95.17	89	15851	110.05	.	.	.
38	2551	85.92	38	4997	96.87	90	13377	82.67	.	.	.
39	2552	96.50	39	5436	95.19	91	14684	96.53	.	.	.
40	2450	83.55	40	5268	94.26	92	17439	89.35	.	.	.
41	2675	95.46	41	6104	103.85	93	47181	69.85	.	.	.
42	2523	87.06	42	6412	117.00	94	68843	39.54	.	.	.
43	2660	99.35	43	6756	120.78	95	68590	58.35	.	.	.
44	2615	86.10	44	7569	125.83	96	68561	58.69	.	.	.
45	2813	95.48	45	7814	128.31	97	68291	57.72	.	.	.
46	2679	80.88	46	8246	130.12	98	67289	57.06	.	.	.
47	2790	96.58	47	9113	135.03	99	66118	57.49	.	.	.
48	2637	81.82	48	9550	137.99	100	64234	60.37	.	.	.
49	2919	98.88	49	9461	140.78	101	64534	64.38	.	.	.
50	2694	83.16	50	10558	144.17	102	63830	68.20	.	.	.
51	2703	93.17	51	10988	144.67	103	63040	69.85	.	.	.
52	2577	80.96	52	11393	147.56	104	64534	64.38	.	.	.

B. 室外場景(二)

本研究針對實驗場景(二)進行室內實驗。首先進行“鏡頭遮蔽”的室外實驗，圖 29 及圖 30 分別為室內場景(二)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 29(a)及圖 30(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 1,819 及 886，前景點的標準差分別為 60.22 及 60.70；圖 29(b)與圖 30(b)分別為圖 29(a)及圖 30(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 29(b)及圖 30(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 95 張影格及實驗樣本 02 中的第 54 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 83,120 與 63,435 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 37.41 和 53.36 ($\sigma < 100$)，則判定為“鏡頭遮蔽”類型；此時，圖 29(d)及圖 30(d)分別為圖 29(c)及圖 30(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 29(d)及圖 30(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且集中的情形。

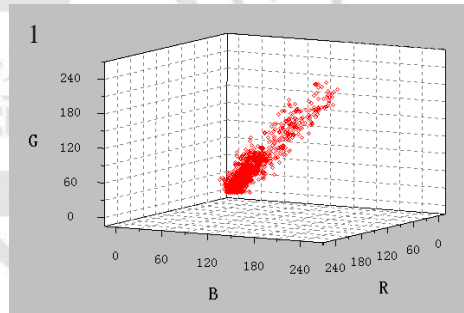
接著進行“鏡頭轉向”的室內實驗，圖 31 及圖 32 分別為室內場景(一)中的實驗樣本 01 及實驗樣本 02。圖 31(a)及圖 32(a)為訓練結束後，開始進行即時偵測的第 1 張影格的場景畫面，此時的場景畫面前景點數量分別為 1,244 及 1059，前景點的標準差分別為 66.77 及 53.92；圖 31(b)與圖 32(b)分別為圖 31(a)及圖 32(a)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 31(b)與圖 32(b)可以看出訓練結束後前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況。當系統分別在實驗樣本 01 中的第 80 張影格及實驗樣本 02 中的第 52 張影格，發現場景畫面的前景點數量為 72,844 與 81,443 ($\tau > 60,000$)；此時則視為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，計算出實驗樣本 01 及樣本 02 中場景畫面的前景點標準差分別為 116.17 和 122.75 ($\sigma > 100$)，則判定為

“鏡頭轉向”類型；此時，圖 31(d)及圖 32(d)分別為圖 31(c)及圖 32(c)於 RGB 色彩空間中的前景點分佈圖，由圖 31(d)及圖 32(d)可以看出前景點在 RGB 色彩空間中的分佈狀況呈現增多且發散的情形。

表 10 及表 11 分別為室內場景(二)中實驗樣本 01 及實驗樣本 02 的時間序列比較表。本研究採集當下發生鏡頭破壞情形及前後各十張影格的標準差，共十一張影格，將表 10 及表 11 中紅色區塊與橘色區塊的數據繪製成圖，用以顯示鏡頭遮蔽與鏡頭轉向此兩種破壞類型的差異性，如圖 33 所示。因此，由圖 33 可得知在鏡頭發生破壞情形 ($\tau > 60,000$) 時，鏡頭遮蔽會小於 σ 值並呈現下降的趨勢；反之，鏡頭轉向則會大於 σ 值並呈現上升的趨勢。



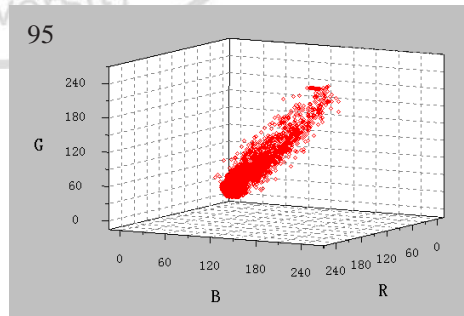
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

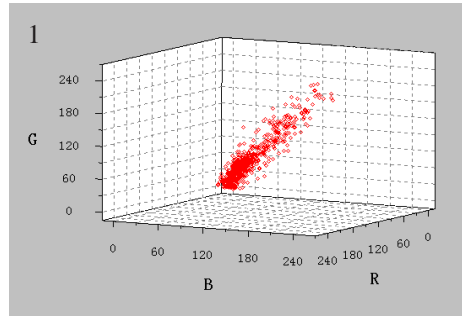


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

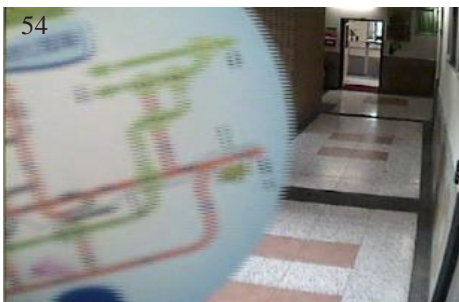
圖 29、室外場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭遮蔽)



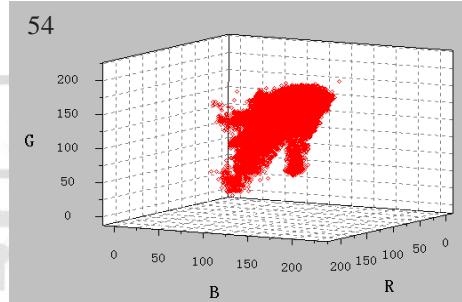
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

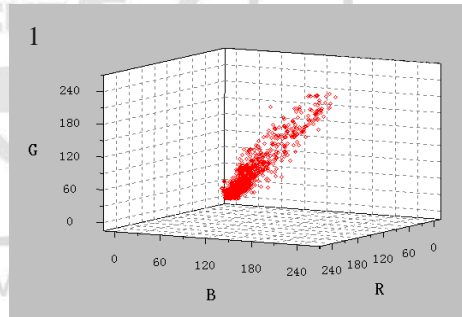


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 30、室外場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭遮蔽)



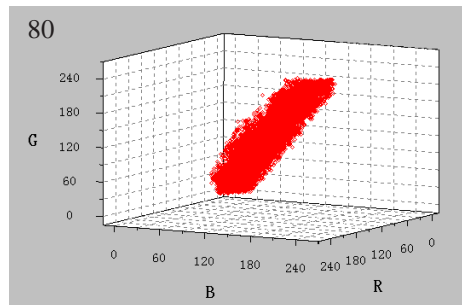
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽

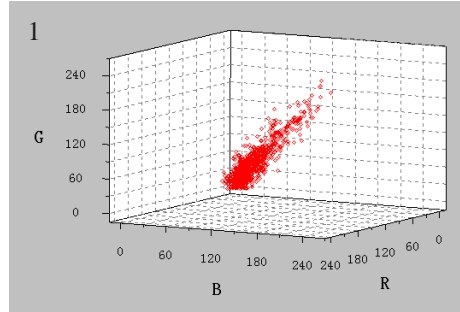


(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 31、室外場景(二)_實驗樣本 01(鏡頭轉向)



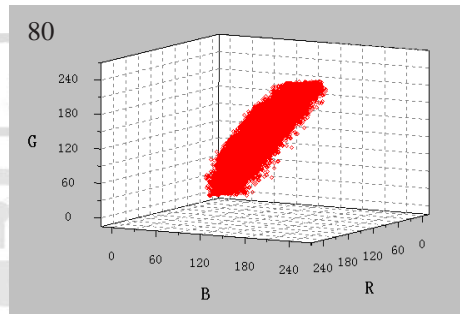
(a) 偵測場景_訓練完畢



(b) RGB 色彩空間_偵測場景



(c) 偵測場景_鏡頭遮蔽



(d) RGB 色彩空間_鏡頭遮蔽

圖 32、室外場景(二)_實驗樣本 02(鏡頭轉向)

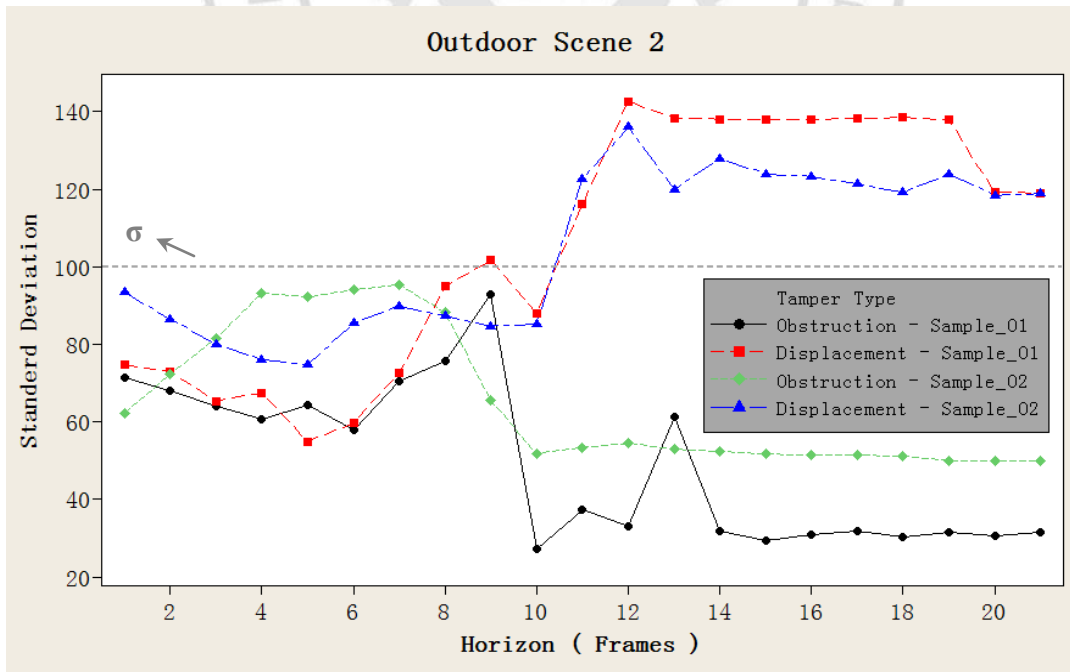


圖 33、室外場景(二)實驗樣本_時間序列圖

表 10、室外場景(二)實驗樣本 01_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影 格	前景點 數量	標準差	影 格	前景點 數量	標準差	影 格	前景點 數量	標準差	影 格	前景點 數量	標準差
1	1819	60.22	1	1244	66.77	56	3544	83.22	56	5721	83.86
2	1928	42.97	2	1155	53.48	57	4123	79.84	57	6488	89.49
3	1222	82.91	3	1206	68.11	58	4107	71.84	58	7253	83.64
4	1133	87.86	4	1102	81.90	59	4422	71.30	59	7923	89.45
5	1266	96.92	5	1241	93.57	60	4202	69.07	60	8338	94.23
6	1114	89.21	6	1129	83.28	61	4559	71.49	61	8916	99.19
7	1247	94.56	7	1265	95.11	62	4467	69.62	62	9466	101.95
8	1222	78.61	8	1249	91.06	63	5013	73.46	63	11025	96.51
9	1296	93.48	9	1163	94.43	64	4987	67.84	64	11677	95.32
10	1166	84.24	10	1182	88.69	65	4944	71.94	65	12832	98.22
11	1228	95.73	11	1203	97.47	66	5742	71.53	66	12378	99.27
12	1101	86.44	12	1172	89.79	67	6302	76.58	67	13722	84.64
13	1340	99.69	13	1278	99.87	68	6517	78.13	68	14000	83.55
14	1152	93.96	14	1146	93.38	69	7110	83.17	69	14338	75.04
15	1374	93.66	15	1214	96.97	70	7886	85.45	70	13285	74.78
16	1194	88.92	16	1183	82.03	71	8594	87.98	71	12696	72.90
17	1401	100.98	17	1195	100.99	72	9824	91.75	72	12829	65.39
18	1286	87.38	18	1202	84.67	73	9966	95.77	73	10617	67.50
19	1183	97.41	19	1376	102.91	74	9741	93.60	74	10072	54.84
20	1184	88.80	20	1246	95.46	75	11239	91.19	75	9000	59.74
21	1281	100.11	21	1281	98.80	76	12144	89.22	76	4568	72.68
22	1256	89.44	22	1247	84.76	77	13307	92.11	77	2057	94.91
23	1344	95.69	23	1221	101.01	78	14243	94.63	78	2857	101.77
24	1261	82.68	24	1117	86.00	79	13997	95.52	79	46774	87.95
25	1370	93.41	25	1279	98.15	80	13244	81.84	80	72844	116.17
26	1320	82.65	26	1365	89.86	81	13342	80.43	81	95472	142.75
27	1334	100.01	27	1280	94.70	82	15007	73.70	82	97981	138.42
28	1241	93.34	28	1266	92.61	83	15244	77.55	83	99396	138.12
29	1432	90.62	29	1310	97.16	84	14687	74.34	84	100211	138.11

30	1245	80.25	30	1398	80.88	85	14617	71.45	85	100314	138.13
31	2367	80.82	31	1419	101.32	86	14230	68.11	86	100165	138.20
32	6898	64.40	32	1683	82.01	87	11673	64.12	87	100727	138.63
33	11743	59.41	33	1995	91.73	88	10569	60.62	88	96426	137.86
34	13176	65.87	34	3001	82.59	89	7949	64.20	89	94570	119.19
35	13758	82.26	35	6081	66.51	90	6823	57.98	90	94360	119.09
36	13736	87.64	36	9209	62.64	91	5167	70.50	.	.	.
37	13191	100.77	37	12949	59.96	92	3008	75.65	.	.	.
38	12876	101.82	38	12593	72.00	93	1697	92.96	.	.	.
39	12782	104.96	39	11999	82.21	94	31718	27.30	.	.	.
40	12094	103.87	40	11678	96.36	95	83120	37.41	.	.	.
41	11558	104.04	41	11511	102.19	96	98460	33.19	.	.	.
42	10276	104.79	42	11117	111.60	97	94853	61.12	.	.	.
43	9974	111.30	43	12029	111.79	98	92392	31.89	.	.	.
44	9448	111.88	44	11427	106.28	99	92403	29.44	.	.	.
45	9198	107.74	45	10372	104.63	100	97373	30.94	.	.	.
46	7550	110.06	46	9844	104.86	101	98771	31.78	.	.	.
47	6948	83.17	47	9125	109.92	102	99867	30.14	.	.	.
48	6169	69.10	48	8810	114.90	103	100015	31.45	.	.	.
49	5729	63.97	49	8920	113.66	104	100475	30.60	.	.	.
50	6042	59.09	50	6694	118.83	105	101689	31.54	.	.	.
51	5318	74.48	51	5805	110.00	.	.	.	.	.	.
52	5063	74.46	52	5405	99.32	.	.	.	.	.	.
53	4849	89.16	53	5025	90.83	.	.	.	.	.	.
54	4556	88.85	54	5127	79.78	.	.	.	.	.	.
55	4474	91.71	55	5481	84.63	.	.	.	.	.	.

表 11、室外場景(二)實驗樣本 02_時間序列表

鏡頭遮蔽			鏡頭轉向			鏡頭遮蔽			鏡頭轉向		
影	前景點	標準差	影	前景點	標準差	影	前景點	標準差	影	前景點	標準差
格	數量		格	數量		格	數量		格	數量	
1	886	60.98	1	1059	53.92	41	11163	67.44	41	13193	99.25
2	993	51.43	2	1008	51.86	42	10314	65.20	42	13966	93.37

3	1027	77.98	3	1111	61.48	43	7839	65.97	43	14901	86.48
4	956	83.97	4	892	74.76	44	6867	62.34	44	16000	79.99
5	987	82.22	5	1074	77.23	45	5374	72.35	45	15453	76.05
6	908	89.03	6	903	86.58	46	3249	81.53	46	16830	74.78
7	923	82.82	7	976	78.68	47	1298	93.23	47	17967	85.46
8	870	88.40	8	921	73.71	48	1241	92.21	48	16323	89.89
9	1020	83.36	9	989	76.38	49	1393	94.11	49	16023	87.37
10	902	86.44	10	975	76.20	50	1192	95.36	50	17183	84.75
11	1007	90.75	11	1114	80.72	51	1434	88.19	51	48492	85.27
12	944	84.81	12	886	77.77	52	12968	65.45	52	81443	122.75
13	923	95.28	13	997	77.51	53	40437	51.79	53	97755	136.03
14	955	85.63	14	939	85.80	54	63435	53.36	54	93580	119.98
15	932	87.74	15	967	81.54	55	84886	54.49	55	95998	127.99
16	1053	90.23	16	897	80.81	56	90050	52.89	56	95357	124.02
17	1064	88.42	17	1011	79.33	57	93133	52.35	57	94693	123.31
18	1022	87.89	18	858	84.19	58	94421	51.73	58	93793	121.30
19	1063	88.72	19	1030	73.36	59	94924	51.32	59	92661	119.20
20	1084	81.04	20	1148	69.22	60	94921	51.39	60	94666	123.93
21	1199	84.93	21	1134	86.15	61	94493	51.20	61	91926	118.45
22	1054	87.24	22	1126	74.31	62	95254	49.91	62	91819	118.90
23	1619	72.14	23	1061	81.58	63	94588	49.91	.	.	.
24	3278	62.61	24	2809	73.25	64	93490	50.05	.	.	.
25	5475	72.62	25	6662	56.26	.	.	.	.	.	.
26	8325	61.68	26	6560	52.90	.	.	.	.	.	.
27	10583	61.61	27	8364	77.12	.	.	.	.	.	.
28	10267	77.14	28	11217	72.22	.	.	.	.	.	.
29	9838	90.19	29	13725	65.78	.	.	.	.	.	.
30	10210	98.83	30	13665	63.45	.	.	.	.	.	.
31	9827	97.30	31	14465	57.97	.	.	.	.	.	.
32	10744	93.23	32	14223	64.89	.	.	.	.	.	.
33	12532	91.59	33	14445	83.60	.	.	.	.	.	.
34	13384	88.11	34	14402	90.59	.	.	.	.	.	.
35	13669	82.67	35	11974	102.72	.	.	.	.	.	.

36	13896	74.46	36	10858	110.53	.	.	.	.	.	.
37	13496	68.57	37	10766	108.85	.	.	.	.	.	.
38	13392	62.38	38	10901	108.20	.	.	.	.	.	.
39	13660	63.18	39	12088	107.82	.	.	.	.	.	.
40	12703	64.52	40	12629	107.32	.	.	.	.	.	.

4.3 實驗討論

本研究針對室內及室外進行場景(一)及場景(二)的實驗，分別對“鏡頭遮蔽”及“鏡頭轉向”的鏡頭破壞情境各做 50 次的實驗模擬。訓練時間為 400 張影格，大約為 1 分鐘，影格大小為 300×400 pixel (120,000 本編碼簿)，鏡頭破壞偵測的門檻值 α 設為 0.5，破壞類型分類的門檻值 σ 設為 100。也就是說，在即時偵測階段中，當影格中的前景點數量大於影格大小的一半(60,000 pixel)時，則判定為鏡頭破壞。接著進行破壞類型分類，當影格中的前景點標準差小於 100 時，則分類為“鏡頭遮蔽”；反之，則分類為“鏡頭轉向”。

表 12 及表 13 分別為室內及室外實驗場景統計表，透過表 12 的室內實驗統計可得知，本研究所提出的 CTDM 模型於室內場景的實驗模擬，其結果不論是實驗場景(一)或是實驗場景(二)，鏡頭破壞的偵測正確率可達 100%。而對於破壞類型的正確分類率均達 90% 以上，實驗場景(一)的“鏡頭遮蔽”TR 值為 96%、FR 值為 4%， “鏡頭轉向”的 TR 值為 90%、FR 值為 10%；實驗場景(二)的“鏡頭遮蔽”TR 值為 92%、FR 值為 8%， “鏡頭轉向”的 TR 值為 94%、FR 值為 6%。

接著透過表 13 的室外實驗統計可得知，本研究所提出的 CTDM 模型於室外場景的實驗模擬，其結果不論是實驗場景(一)或是實驗場景(二)，鏡頭破壞的偵測正確率可達 100%，而對於破壞類型的正確分類率均達 90% 以上，實驗場景(一)的“鏡頭遮蔽”TR 值為 98%、FR 值為 2%， “鏡頭轉向”的 TR 值為 90%、FR 值為 10%；

實驗場景(二)的“鏡頭遮蔽”TR 值為 96%、FR 值為 4%， “鏡頭轉向” 的 TR 值為 92%、FR 值為 8%。因此，由本章節實驗結果可證明本論文所提出的 CTDM 模型，無論室內及室外場景皆有良好的偵測效能及辨視效能，可有效率地應用在即時攝影鏡頭破壞偵測及分類其破壞類型上。

表 12、CTDM 模型_室內實驗統計表

		實驗場景(一)		實驗場景(二)	
		正確率 (True Rate)	錯誤率 (Failure Rate)	正確率 (True Rate)	錯誤率 (Failure Rate)
鏡頭破壞偵測 (Tamper Detection)		100%	0%	100%	0%
		鏡頭遮蔽 (Obstruction)	鏡頭轉向 (Displacement)	鏡頭遮蔽 (Obstruction)	鏡頭轉向 (Displacement)
破壞類型 (Tamper Type)	鏡頭遮蔽 (Obstruction)	96% (TR)	10% (FR)	92% (TR)	6% (FR)
	鏡頭轉向 (Displacement)	4% (FR)	90% (TR)	8% (FR)	94% (TR)

表 13、CTDM 模型_室外實驗統計表

		實驗場景(一)		實驗場景(二)	
		正確率 (True Rate)	錯誤率 (Failure Rate)	正確率 (True Rate)	錯誤率 (Failure Rate)
鏡頭破壞偵測 (Tamper Detection)		100%	0%	100%	0%
		鏡頭遮蔽 (Obstruction)	鏡頭轉向 (Displacement)	鏡頭遮蔽 (Obstruction)	鏡頭轉向 (Displacement)
破壞類型 (Tamper Type)	鏡頭遮蔽 (Obstruction)	98% (TR)	10% (FR)	96% (TR)	8% (FR)
	鏡頭轉向 (Displacement)	2% (FR)	90% (TR)	4% (FR)	92% (TR)

第五章 結論及未來展望

本研究提出了一個攝影機破壞偵測模型(CTDM)，藉由編碼簿模型擁有佔用記憶體少、計算簡單、能有效的處理複雜的環境變動…等優點，以此模型做為背景模型的基礎核心。首先在模型初始化階段，針對每張影格相對應的每一個像素點建立一本編碼簿，每一本編碼簿中包含了一個或多個編碼值，透過 RGB 色彩空間中的彩度及亮度的特徵資訊做為編碼值，建立出初始化模型，接著經由訓練階段判斷每本編碼簿中的新進像素值與編碼值之間的相似程度，以此建構出適應性良好的背景模型。最後，在即時偵測階段將不符合編碼簿中任一編碼值的新進像素點定義為前景點並搭配本文所提出的演算法觀察其前景點的變化，用以即時偵測固定式攝影機鏡頭遭外力破壞的事件，並進一步的自動分類其破壞類型。

由實驗的影像即數據顯示，本論文所提出之 CTDM 模型可精準並即時地判斷出攝影鏡頭遭破壞之情形並準確的分類其破壞種類，不論在室內場景或室外場景中，對於背景物體的移動、光影變化以及非靜止的背景狀況…等，均可達 100% 地準確判斷鏡頭破壞事件並分類其破壞事件類型，破壞類型的準確率均達 90% 以上。CTDM 模型能精準判斷鏡頭破壞的關鍵技術在於該模型在學習階段不斷針對影格中的像素分類及更新，以確保 CTDM 模型具有最佳適應性背景。

本篇論文在研究的過程中遭遇幾個困難點：(1)如何保留視訊的影格、(2)如何更新較少用到的編碼值、(3)適應性參數的訂定；針對第一個困難點，本篇論文採用短程記憶體保留並分析其影格用以即時分類出前景及背景的像素值；在第二個困難點中，較少用到的編碼值代表可能是視訊中暫時出現的陰影，本篇論文使用時間頻率記錄法，刪除較少用到的編碼值以保持最佳適應性背景值；在第三個困難點中，由於本研究 CTDM 的演算法，目前只針對鏡頭遮蔽及鏡頭轉向的破壞事

件進行偵測及分類且對於參數的設定只依靠反覆不斷的實驗結果而訂定出來。因此，往往在參數的設定上就需要耗費過多的時間，尤其是室外環境的參數訂定上，會常常因環境的不同變化而使用不同的參數值（例如：晴天、雨天、陰天、夜晚所設定的參數值則不同）。

在未來的研究中，將多加入各種鏡頭破壞事件的類型及參數自動學習的機制，讓每個監控場景的參數需要依照各種複雜度不同的環境而自動地學習、紀錄並變換其參數組，用以降低固定式攝影機鏡頭遭破壞之情形並提升系統處理的速度並保持其偵測品質。由於本研究係使用編碼簿為基礎建構而成的演算法，因此會有記憶體大量消耗的問題產生，期許在未來將與雲端運算相結合，即時地將攝影機所拍攝的影像傳至雲端系統，透過雲端強大的運算能力來進行即時偵測，以克服使用編碼簿模型需要消耗大量記憶體的缺點。

參考文獻

- [1] Weiming Hu, Tieniu Tan, Liang Wang, and Steve M., “A Survey on Visual Surveillance of Object Motion and Behaviors”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Application and Review*, Vol. 34, No. 3, pp. 334-352, 2004.
- [2] Joshua Candamo, Matthew S., Deborah B. S., and Rangachar K., “Understanding Transit Scenes: A Survey on Human Behavior-Recognition Algorithms”, *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, Vol. 11, pp. 206 - 224, 2010.
- [3] Robert T. Collins, Alan J. L., Takeo K., Hironobu F., David D., Yanghai T., David T., Nobuyoshi E., Osamu H., Peter B., and Lambert W., “A System for Video Surveillance and Monitoring”, Technical Report, CMU-RI-TR-00-12, Robotic Institute, Carnegie Mellon University, 2000.
- [4] Thanarat Horprasert, David H., and Larry S. D., “A robust background subtraction and shadow detection”, in *Proc. Asian Conf. Computer Vision*, 2000.
- [5] C. Anderson, P. Burt, and G. V. D. Wal, “Change Detection and Tracking Using Pyramid Transformation Techniques”, In *Proc. of SPIE Intelligent Robotics and Computer Vision*, Vol. 579, pp. 72-78, 1985.
- [6] Alan. J. Lipton, Hironobu F., and Raju S. P., “Moving target classification and tracking from real-time video”, in *Proc. IEEE Workshop Applications of Computer Vision*, pp. 8–14, 1998.
- [7] Fu-Yuan Hu, Yan-Ning Zhang, and Lan Yao, “An effective detection algorithm for moving object with complex background”, in *Proc. IEEE Int. Conf. of Machine Learning and Cybernetics.*, Vol. 8, pp. 5011–5015 ,2005.
- [8] Yeon-sung Choi, Piao Zaijun, Sun-woo Kim, Tae-hun Kim, and Chun-bae Park, “Salient motion information detection technique using weighted subtraction image and motion vector”, in *Proc. IEEE Int. Conf. of Hybrid Information Technology*, Vol. 1, pp. 263–269, 2006.
- [9] Berthold K. P. Horn and Brian G. Schunck, “Determining optical flow”, *Artificial Intelligence*, Vol. 17, pp. 185–203, 1981.
- [10] Bruce D. Lucas and Takeo K., “An iterative image registration technique with an application to stereo vision”, in *Proc. DARPA Image Underst. Workshop*, pp. 121–130, 1981.
- [11] J. L. Barron, D. J. Fleet, S. S. Beauchemin, and T. A. Burkitt, “Performance of optical flow techniques,” in *Proc. IEEE Int. Conf. of Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 236–242, 1992.
- [12] Jeongho Shin, Sangjin Kim, Sangkyu Kang, Seong-won Lee, Joonki Paik, Besma Abidi, and Mongi Abidi, “ Optical Flow-Based Real-Time Object Tracking Using Non-Prior Training Active Feature Model ”, *Real-Time Imaging*, Vol. 11, pp.204-218, 2005.

- [13] Maylor K. Leung and Yee-Hong Yang, "Human body motion segmentation in a complex scene", *Pattern Recognition*, Vol. 20, pp. 55-64, 1987.
- [14] Ismail Haritaoglu, David H., and Larry S. D., "W4 : Real-time surveillance of people and their activities" , *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* , Vol. 22, pp. 809–830, 2000.
- [15] Stephen J. McKenna, Sumer J., Zoran D., Azriel R. and Harry W., "Tracking groups of people," *Comput. Vis. Image Understanding*, Vol.80, no. 1, pp. 42–56, 2000.
- [16] Chris Stauffer and W.E.L. G., "Adaptive background mixture models for real-time tracking," in *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 2, pp. 246–252, 1999.
- [17] N. Friedman, S. Russell, "Image segmentation in video sequences: A probabilistic approach" ,In *Proceedings 13. Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence*,1997.
- [18] Thanarat Horprasert, David H., Larry S. D., "A statistical approach for real-time robust background subtraction and shadow detection." *IEEE Frame-Rate Applications Workshop*, Kerkyra, Greece; 1999.
- [19] Dar-Shyang Lee, Jonathan J. Hull, and Berna Erol, "A Bayesian framework for Gaussian mixture background modeling", In *Proceeding of IEEE Int. Conf. on Image Processing*, pp.973-976, 2003.
- [20] Zoran Zivkovic, "Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction", In *Proceeding of Int. Conf. Pattern Recognition*, Vol.2 , pp. 28-31,2004.
- [21] Ahmed Elgammal, David H., and Larry S. D., "Non-parametric model for background subtraction", *European Conf. on Computer Vision*, pp. 751–767, 2000.
- [22] Ahmed Elgammal, Ramani D., David H., and Larry S. D., "Background and foreground modeling using nonparametric kernel density estimation for visual surveillance", *Proceedings of IEEE* , Vol. 90, pp.1151-1163, 2002.
- [23] Kohonen T., "Learning vector quantization", *Neural Networks*, Vol. 1, pp.3-16, 1988.
- [24] Kyungnam Kim., Thanarat H. C., David H., and Larry D., "Real-Time Foreground-Background Segmentation using Codebook Model", *Real-Time Imaging*, Vol. 11, pp.172-185, 2005.
- [25] Jing-Ming Guo, Yun-Fu Liu, Chin-Hsien Hsia, Min-Hsiung Shih, and Chih-Sheng Hsu, "Hierarchical Method for Foreground Detection Using Codebook Model," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 21, pp. 804-815, 2011.
- [26] Bela Julesz, "Textons, the elements of texture perception and their interactions", *Nature*, Vol. 290, pp. 91-97, 1981.
- [27] Yee-Hong Yang and Martin D. Levine, "The background primal sketch : An approach for tracking moving objects" ,*Machine Vision and Applications*, Vol. 5, pp.17-34, 1992.
- [28] S. Jabri, Z. Duric, H. Wechsler, and A. Rosenfeld, "Detection and location of people in video image using adaptive fusion of color and edge information," presented at the *Int. Conf. Pattern*

Recognition, Barcelona, Spain, 2000.

- [29] Y.Z Hsu, H.-H Nagel, G Rekers Y., “New likelihood test methods for change detection in image sequences”, Computer Vision Image and Processing, Vol. 26, pp.73-106, 1984.
- [30] Adriana Dumitras and Barry G. Haskell, "A look-ahead method for pan and zoom detection in sequences using block based motion vectors in polar coordinates", in Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 3, pp.853-856, 2004.

