

雲端智慧影像分析及檢索系統

Cloud-based Intelligent Image Analysis and Retrieval System

林明芬 戴偉恒 張正欣
Ming-Fen Lin, Wei-Heng Tai, Cheng-Hsin Chang

中文摘要

隨著安全監控需求快速成長，同時各式智慧影像裝置(如監控攝影機、手機、行車紀錄器等)廣泛地被使用，巨量的影像資料持續地被蒐集監看與儲存，但如何有效的從影像資料中找到需要的訊息卻成了費時費力的工作，一方面目前的處理速度不足，以致無法及時消化資訊，趕上資料產生的速度，另一方面由於各式影像資料來源格式以及影像分析軟體的形式皆各不相同，皆是資料處理使用上會遭遇的一些困難。本雲端智慧影像分析及檢索系統提供了一套完整的雲端化平台[1][2]解決方案，可快速處理大量影像資料，具備搭配各式智慧影像分析引擎的彈性，有效達成快速從影帶中搜尋提供重要訊息的目的。

Abstract

With the rapidly growing demand for security monitoring, and all kinds of intelligent imaging devices (surveillance cameras, cell phones, dashboard cameras, etc.) being widely used, a huge amount of image data is continuously collected, monitored, and stored. However, extracting the important information from image data has become a time-consuming job. On one hand, current processing speed is not able to digest the information generated in time. On the other hand, the variety of video source formats and different image analysis software tools are the main difficulties encountered in image data processing. Our cloud-based intelligent image analysis and retrieval system provides a complete cloud platform solution that can not only quickly handle large amount of image data, but also elastically adapt to all kinds of intelligent image analysis engines to achieve fast and effective search. With these capabilities, our solution achieves the goal of retrieving important messages from video data efficiently and effectively.

關鍵詞(Key Words)

雲端運算 (Cloud Computing)

平台即服務 (Platform as a Service ; PaaS)

視訊分析 (Video Analytics)

影像檢索 (Image Retrieval)

1 · 前言

影像監控攝影機 (surveillance camera) 隨

著技術的進步與價格普及化，已經成為公共與私人場域的必備品。隨著監控攝影機數量快速增加，所儲存的影像資料需要有效率的資訊處

理方式。除了監控錄影機外，各式智慧影像裝置(如手機、行車紀錄器等)已大量運用於各式智慧裝置中。所擷取到的資料量，以其中一小部分選擇上傳至YouTube作為儲存與分享使用為參考，根據YouTube統計全球使用者每分鐘上傳超過四百小時的視訊內容。這麼龐大的視訊影像資料，不僅人眼無法進行逐一檢視，以單一電腦或系統也很難有效獲取有用且及時的資訊。

目前比較常見的智慧影像分析系統(Intelligence Video Surveillance System ; IVS)，大部分內建於監控攝影機的管理軟體(Video Management Software; VMS)中，各個廠牌的攝影機影像無法互通與整合，同時系統於擴充性與彈性上皆受限於既有的系統架構，無法隨意更動。另外由於各種不同的智慧影像分析功能不斷精進，如何將多個不同功能與來源的智慧影像分析引擎作整合應用，也是所有使用者須面臨的問題。影像分析需耗費大量的運算資源，隨著雲端運算技術的發展，如何有效的運用雲端運算資源與其所提供的儲存與系統容錯能力，提高系統整體效能，也是系統設計中需考量的方向。為解決以上的問題，我們提出了一套完整的雲端化平台解決方案，可整合不同來源之監控攝影機，具備搭配各式智慧影像分析引擎的彈性，運用雲端運算平台快速處理大量影像資料，有效達成快速從影帶中搜尋提供重要訊息的目的。

2 · 系統介紹

2.1 系統架構

本雲端智慧影像分析及檢索系統應用程式為雲端運算軟體即服務(Software as a Service ; SaaS)的模式，透過網路服務(web service)的方式，提供使用者介面做系統操作。於應用架構之下，提供視訊分析平台即服務(Platform as a Service ; PaaS)，提供一共通性的視訊分析工作分派與資源管理平台，可彈性運用調度運算資源進行進一步之影像分析工作。而最底層的平台即服務(Infrastructure as a Service ; IaaS)使

用工研院自行研發之雲端運算作業系統(Cloud OS)，提供了在視訊分析平台即服務架構之下的硬體資源管理與服務，整合伺服器、儲存器、與網路管理，以虛擬機(virtual machine)的方式提供給視訊分析平台使用。

系統架構圖如圖一所示，監控攝影機影像經由爬行(crawler)程式擷取後，儲存於共享儲存(share storage)內，再由智慧影像分析引擎進行轉換(transform)與分析(analysis)任務，結果儲存於資料庫中，由應用程式使用者介面作查詢檢索。

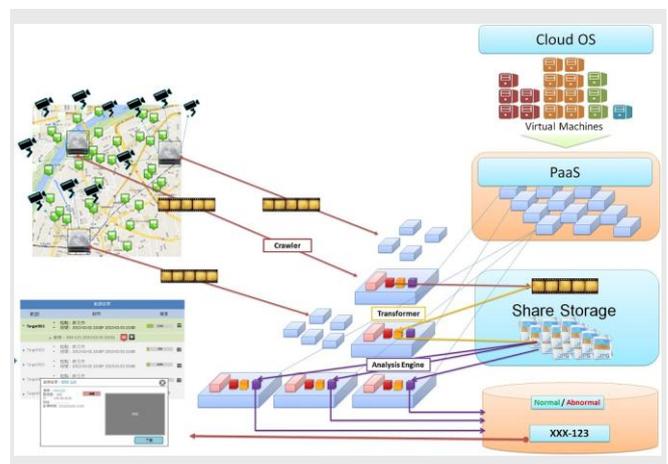


圖 1 系統架構圖

2.2 功能簡介

本雲端智慧影像分析及檢索系統功能主要包含以下五個項目：

2.2.1 雲端視訊分析處理平台功能

統合各項分析功能，由此平台統整與分配運算資源，達成最佳化資源運用之需求，其中包含

- (1) 控制由雲端作業系統之所提供之虛擬伺服器，啟動各項分析及調閱功能
- (2) 蒐集各類功能之分析結果並監控執行與系統狀態
- (3) 記錄整體系統操作歷程紀錄
- (4) 於分析工作異常時，支援工作重發之功能

2.2.2 車牌辨識功能

結合車牌辨識引擎，辨識監視器影像畫面中之車牌文字，並將結果回傳至系統，提供作後續車牌搜尋。車牌辨識支援各個不同廠牌與解析度之監視器影像，辨識範圍包含各式汽、機車車牌，可針對指定時間、地點範圍、監視器類別等作批次處理。

2.2.3 車輛軌跡追蹤功能

整合視訊監控、車牌辨識、車輛追蹤、運算與儲存技術，快速調閱與分析目標區域內監視器影像，進行車牌辨識並依結果自動追蹤，串起目標車輛行徑軌跡，並呈現於地理資訊系統上。

2.2.4 影帶濃縮功能

透過提供大量運算資源將無效資訊的畫面去除，迅速將影帶濃縮，並視需求辨識影帶中移動物體，藉此找出有意義之影帶片段，有效縮短影帶時間，並同時縮短人工搜尋檢索影帶的人力。

2.2.5 監視器妥善率辨識功能

監視器的影像品質會大幅影響智慧影像分析處理的效果，同時大規模的監視器妥善率監控，在傳統上需耗費人力逐一檢視，費時且效果不佳。透過影像式的偵測演算法，結合雲端虛擬機的運算能力，有效針對攝影機影像分析，偵測異常狀況，包含斷線、影像被遮蔽、影像模糊不清、空白畫面等，定期掃描監視器，提供自動化監視器妥善率統計資訊供維護使用。

3 · 系統內部設計

3.1 視訊平台PaaS

PaaS為一個工作流程的管理平台，提供API給外部系統使用，可管理與分配多個運算元

(computation unit)進行特定的工作。每個運算元中都有一個分派器(orchestrator)及數個分析的引擎(engine)，分派器控制引擎的啟動與停止，同時建立起底層引擎與平台間訊息溝通的橋樑。工作流程為，前端應用系統發送分析工作至指定的工作佇列(job queue)中，接著分派器會固定輪詢對應的工作佇列，取得工作後啟動引擎進行運算處理。引擎執行的過程中，分派器也同時會解析引擎印出的標準化輸出訊息，將特定的資料包成JSON格式，呼叫PaaS API回傳至資料庫。而前端應用平台也可以隨時呼叫PaaS API從資料庫拿取引擎分析的資料及結果。當某項工作大量的發送至PaaS平台時，我們可以調整閒置的運算元，將分派器指定輪詢至特定工作佇列，以求充分利用資源處理大量的工作。圖2為視訊平台PaaS示意圖。

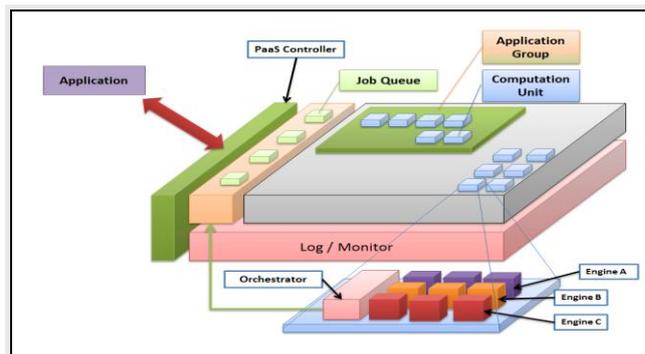


圖 2 視訊平台PaaS

3.2 雲端軟體應用服務平台(CityEyes)

本雲端影像分析及檢索軟體應用服務平台(CityEyes)，提供一個網頁式的使用者介面，使用者可以於任意時間登入與操作，系統結合了開放式的地理圖資(OpenStreetMap,OSM)，並將實際場域的監視器整合於地圖中，藉由拖拉地圖的方式可於指定區域觀看監視器。CityEyes提供各項視訊分析服務，使用者可從特定頁面發送對應的分析工作給PaaS平台，再透過呼叫PaaS API的方式取得各種引擎模組運算完的結果，最後透過查詢介面供使用者瀏覽檢索。

CityEyes提供的服務如下：

服務一，監視器即時觀看及調閱服務：使用者可從地圖上點選監視器觀看即時畫面，如圖3所示。並可於功能頁面利用引擎針對特定時段

進行調閱影帶的工作。此時工作從CityEyes發送到PaaS後，會啟動對應的影帶調閱引擎進行調閱影帶的工作，處理完將結果回傳至資料庫及檔案伺服器，使用者可透過平台下載調閱的監視器影帶至本地端進行觀看。



圖 3 監視器即時觀看及調閱服務

服務二，影帶濃縮服務：使用者可對已調閱監視器的影帶或使用者上傳的影帶進行視訊濃縮的工作，如圖4所示。此時工作從CityEyes發送到PaaS後，會啟動濃縮引擎進行影帶的視訊濃縮，處理完將結果回傳至資料庫及檔案伺服器，使用者可透過平台下載處理完的影帶至本地端進行觀看。

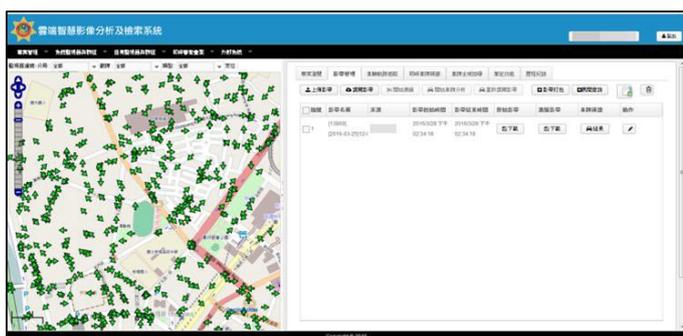


圖 4 影帶濃縮服務

服務三，事後車牌辨識服務：使用者可對已調閱監視器的影帶或使用者上傳的影帶進行事後車牌辨識的工作。此時工作從CityEyes發送到PaaS後，會啟動事後車牌辨識引擎進行車牌辨識分析，處理完將結果回傳至資料庫及檔案伺服器，使用者可透過平台觀看或下載車牌分析完的照片，如圖5所示。

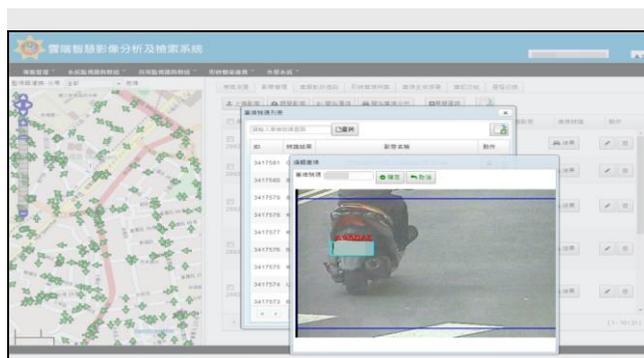


圖 5 事後車牌辨識服務

服務四，即時車牌辨識服務：使用者可從地圖上挑選監視器發送即時車牌辨識的工作。此時工作從CityEyes發送到PaaS後，會啟動即時車牌辨識引擎進行即時車牌辨識分析，啟動的同時將結果回傳至CityEyes，使用者可即時透過平台觀看或下載車牌分析完的照片，如圖6所示。

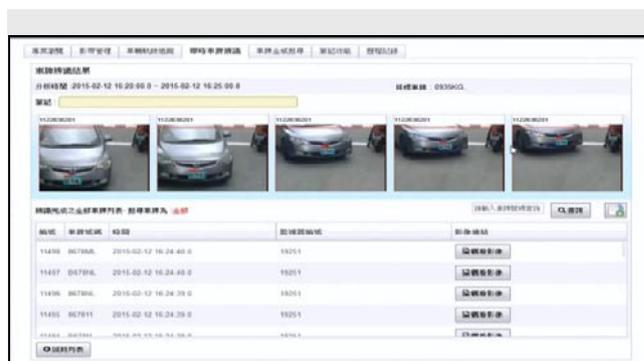


圖 6 即時車牌辨識服務

服務五，監視器妥善率分析服務：使用者可將監視器加入群組並設定妥善率排程，CityEyes在指定時間發送調閱影帶及妥善率分析的工作到PaaS。當調閱影帶成功處理完成後，會接著啟動監視器妥善率引擎對調閱的影帶進行妥善率分析，處理完將結果回傳至資料庫及檔案伺服器，使用者可透過平台查看各監視器的狀態，如圖7所示。

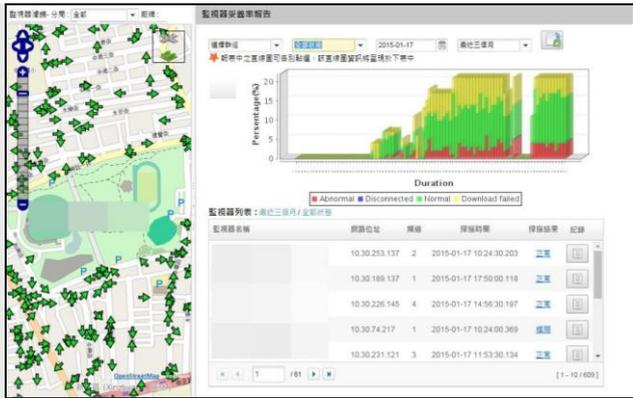


圖 7 監視器妥善率分析服務

服務六·軌跡追蹤服務[3]:使用者可從地圖上挑選監視器並設定特定時段及車號發送軌跡追蹤的工作,此時CityEyes會發送調閱影帶及事後車牌辨識的工作到PaaS,對結果進行特定車號比對,若車號比對命中,則CityEyes會再對命中車號的監視器周遭發送該時段之後的影帶並進行車牌辨識,重複執行直到沒有監視器命中車號為止。最後會將命中車號的監視器按順序進行連線,即可呈現軌跡結果,使用者可透過平台觀看軌跡及其詳細資訊,如圖8所示。



圖 8 軌跡追蹤服務

4 · 影像分析引擎與效能評估

本雲端智慧影像分析與檢索平台所整合運用了各式影像分析引擎,包含視訊調帶、車牌辨識、攝影機妥善率監控、視訊濃縮、與即時車牌辨識引擎等,以下逐一作技術與效能評估結果的說明。

4.1 視訊調帶(video retrieval)引擎

監視器錄影的畫面會被儲存在DVR/NVR上,而路

口的監視器會依據建置廠商的差異有所不同, CityEyes提供了整合不同廠牌監視器的影帶調閱引擎,透過輸入不同的參數,利用下列幾種方式將DVR/NVR儲存的影像畫面取回至後端伺服器。

Type 1: ActiveX, 透過廠商提供的ActiveX元件內的參數取得來源影帶

監視器廠商提供UI界面,將監視器的畫面結果透過ActiveX元件傳到前端顯示,而我們利用IE瀏覽器開啟包含ActiveX的元件,將參數設定好,如IP,埠,日期等,透過元件內部提供的函式,將來源影帶調回至本地端進行處理。需要注意的是必須安裝廠商提供的安裝包,並了解ActiveX內函式對應的參數才能成功的從NVR/DVR對檔案進行處理。

Type 2: Web Service, 透過廠商提供的Soap方式交換檔案,解析XML格式取得來源影帶

監視器廠商內部存取檔案,透過Soap的方式,參數設置向網路伺服器詢問取得一串XML,對XML格式進行解析處理找出檔案路徑,將來源影帶調回本地端進行處理,需要注意的是若網路伺服器提供的API格式如有異動,則解析的程式部分必須要重新做調整。

Type 3: Binary, 透過廠商提供的Binary程式取得來源影帶

監視器廠商提供自行開發的二進位程式,不用著重在內部資料格式的處理,只需將參數正確的設置即可取得來源影帶,此方法在整合上最為簡單,只需做呼叫不需要處理內部格式。

Type 4: Robot, 利用工具自動化的模擬使用者的行為取得影帶

若廠商無法提供ActiveX或Soap傳輸檔案的方式,也沒提供二進位程式僅提供UI界面讓我們進行操作下,我們也可以利用robot模擬使用者來進行處理以達到取得影帶的目的。我們利用Sikuli工具模擬使用者的操作行為,此工具內部演算法是利用圖形識別搜尋特定的圖像,所以在使用上需注意若前端不可以有大幅度的環境變動以進而造成此方式無法順利運行,在實際場域進行測試,模擬使用者行為的成功機率約為70%。

4.2 車牌辨識(ANPR)引擎

為了能更有效的運用CityEyes上整合的多家廠商監視器，應用程式底層提供了可擴充之車牌辨識引擎模組，將第三方車牌辨識引擎重新設計後整合至系統中，此模組包含兩個主要功能為(1).畫面篩選轉換功能與(2).快速車牌辨識功能，下列依序進行介紹。

1. 畫面篩選轉換功能

當使用者從應用程式上傳影帶或是從整合監視器下載特定時段影帶執行車牌辨識時，此功能會自動的分析影帶內的畫面在時間軸上是否包含足夠的影像特徵，當特徵密度高於事先訓練演算法取得的臨界值時，此功能會自動的將當前影像畫面進行儲存，反之則將畫面捨棄，利用此機制可以有效減少輸入進車牌辨識功能的影像張數，進而加速整體執行效能。

2. 快速車牌辨識功能

在實際場域上進行車牌辨識時最主要的挑戰有(a).需克服現實場景光影多樣性(b).監視器建置上過於老舊導致畫面模糊 (c).監視器拍攝角度多樣化等問題，圖9為不同場景畫面的截圖。



圖 9 車牌辨識影像

CityEyes內的車牌辨識模組除了可以克服前述的問題之外，在設計上也採用了多執行緒(Multi-thread)的概念來加快辨識速度，除了可以同時多張影像進行辨識外也可針對單張影像搜尋複數車牌，當辨識完成

後會將位置及車號結果標示在照片上並進行儲存。

在實際場域中路口監視器取得的影帶規格共有3種而下列是其測試結果，測試步驟與時間計算包含

Step1. 多張影像(.jpg or .avi)輸入。

Step2. 多張影像中同時進行多車牌的搜尋與定位。

Step3. 輸出車牌位置與辨識結果以JSON方式傳輸並於圖片進行標記後儲存。

表1中提供了實際場域環境所測試到的相關數據，其中影帶frame per second(FPS)為影帶每秒所包含的畫面數量，而車牌辨識FPS則是車牌辨識引擎每秒可處理之畫面數量，從表1得知在不同的解析度下，車牌辨識的FPS大於影帶的FPS，也就是車牌辨識引擎可即時處理路口監視器所回傳不同解析度的影像。影帶FPS主要影響的是每秒影帶畫面張數的多寡，與車牌辨識引擎每秒可辨識的數量無直接關係。

表 1 車牌辨識效能

影帶解析度 ^o	影帶長度(H.M:S) ^o	影帶 FPS ^o	車牌辨識 FPS ^o	正確率 ^o
640X480 ^o	00:11:44 ^o	7 ^o	25.27 ^o	95% ^o
720X480 ^o	01:00:00 ^o	7 ^o	24.23 ^o	100% ^o
1280X720 ^o	00:09:26 ^o	16 ^o	25.22 ^o	90% ^o

4.3 攝影機妥善率監控(Camera network health monitoring ; CNHM)

在許多的應用中，路口監視器的品質及其是否能提供穩定與清晰的畫面是後續影像處理演算法實務應用上不可或缺的重要元素。目前整合了約2萬4千支路口監視器，為了快速的分析當前監視器狀況，底層提供了監視器診斷引擎模組[4]用於快速進行監視器影像模糊程度的辨認。此模組可接受共10組的敏感度參數輸入，在初始化階段此引擎會自動的掃描監視器並且利用特徵辨別演算法判定監視器合適的敏感度，接下來於排定的掃描階段會截取特定時段的影像進行測試，判定監視器畫面是否因外在環境或其他因素導致畫面模糊不清，下列為測試的步驟簡介以及對應的測試結果。

Step1. 攝影機截取多張影像輸入並使用特定範圍內的參數(3-8)進行正常(Normal)/異常(Abnormal)判定，

參數越大代表演算法對於畫面變動或異常的容忍度越高。

Step2. 建立資料庫用以記錄從異常(Abnormal)變成正常(Normal)的參數值。

Step3. 於排程啟動掃描時使用Step2所取得參數值進行掃描，如果有變化則代表此監視器有模糊狀況發生。

在表2為白天及晚上場景的測試結果，白天場景在參數4的時候發生狀態的變化(異常→正常)，而晚上場景為參數8的時候發生變化，此部份差異起因於晚上場景監視器拍攝到的畫面較為模糊，所以比起白天場景需要更大的參數值才會發生變化，後續演算法會紀錄每隻監視器對應的參數值供下次掃描比對使用。

表 2 妥善率監控測試結果

			
(白天場景)		(晚上場景)	
白天場景分析結果		晚上場景分析結果	
參數	3 4 5 6 7 8	參數	3 4 5 6 7 8
分析結果	Δ ● ● ● ● ●	分析結果	Δ Δ Δ Δ Δ ●
正常: ● 異常: Δ		正常: ● 異常: Δ	

4.4 視訊濃縮引擎

路口監視器的架設地點常因為廣泛性與必要性多會位於人煙稀少的巷道針對重要事件進行監控，在觀看這類的監視器畫面尋找特定特徵如車牌或嫌犯需要花費大量的人力長時間專注的觀看與搜尋，為了減少人力上的花費，CityEyes提供了影帶濃縮引擎模組[5]用途為將長時間影帶進行時間軸上的縮減，借此減少影帶的觀看長度並可以更有效率的保留重要的影像資訊。CityEyes影帶濃縮模組包含了下列的優點(1).影帶內重要資訊的保留著重於空間相關性(2).快速的減少需觀看影帶的長度。

1. 影帶重要資訊的保留上著重於空間相關性

一般常見的濃縮演算法會將物件進行萃取後

使用最佳化分析演算法來決定物件的擺放時間位置，也就是著重在時間相關性導向，優點為可以有效的縮短影帶時間，但其缺點為空間關聯性無法完整的保留，也就是原始影帶中不同時間點的物件會在濃縮影帶中同時出現，造成觀看上的困擾。CityEyes影帶濃縮引擎模組在演算法的設計上著重於空間相關性導向而非時間相關性導向，這意味著演算法保存畫面重要物件時並不會更改物件彼此的空間關係，如圖10所示，也就是說假設不同物件在原始影帶中同時出現，濃縮影帶中也會同時出現，這樣在觀看濃縮影帶時可以更清楚明確的傳達原始影帶中移動物件彼此的互動與訊息給使用者。



圖 10 空間/時間相關性導向範例圖

2. 快速的減少需觀看影帶的長度

這部分演算法的設計概念類似於車牌辨識模組中的畫面篩選轉換功能，演算法內部使用事先訓練好的參數進行統一的設定，接下來針對時間軸上分析將重要資訊保留。根據多方的調查意見彙整，此功能的執行速度攸關使用者是否願意使用這項功能，表3列出測試影帶在固定解析度下(640X480)，對於不同環境和時間長度上(30分、1小時、10小時)濃縮模組的處理速度，其中影帶FPS以及影帶濃縮FPS定義與表1相同。從實驗結果中得知視訊濃縮引擎平均處理速度約為影帶FPS的16倍，也就是使用者只需等待約為原始影帶長度1/16的處理時間即可得到濃縮影帶結果，借此增加使用者的使用意願，除此之外濃縮後影帶平均長度約為原始影帶長度的2/5，可以大幅縮短觀看監視器影帶所需的時間及人力。

表 3 視訊濃縮引擎測試結果

影帶環境	影帶長度(H:M:S)	影帶FPS	影帶濃縮FPS	濃縮後影帶長度
白天車道	00:30:00	7	115.92	00:05:44
夜晚車道	00:30:00	7	104.67	00:13:40
白天車道	01:00:00	7	115.46	00:21:04
夜晚巷弄	01:00:00	7	107.64	00:30:27
白天車道	10:00:00	7	111.54	04:37:36
夜晚巷弄	10:00:00	7	112.67	04:01:40

4.5 即時車牌辨識引擎 (Real-time ANPR)

針對需要進行即時車牌辨識處理的部分設計了即時車牌辨識模組，此模組基本上是車牌辨識模組的擴充，在內部更改演算法架構為讀取即時串流資料後針對取得的畫面進行即時車牌辨識，同時使用buffer搭配producer負責儲存畫面和consumer負責進行車牌辨識處理，如此可以避免consumer負載較重時延遲而造成資料畫面遺失。即時車牌辨識應用上的優點是讓使用者可以針對當前的監視器畫面直接進行車牌辨識處理進而省下經由監視器DVR影帶調閱與資料回傳的等待時間。另外需要注意的地方是即時串流在進行傳輸時，所取得的畫面會有低機率因為網路傳輸不穩定造成破碎的現象，如圖11所示，這時候可以在事後使用影帶調閱及車牌辨識進行車牌的二次確認。



圖 11 即時車牌辨識畫面

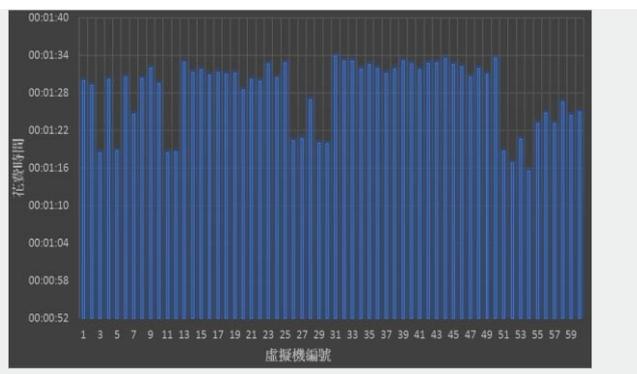
4.6 雲端平台架構用於視訊濃縮引擎之實例

本雲端智慧影像分析及檢索系統應用程式基於雲端系統架構進行開發，此架構提供許多API溝通介面給予上層雲端服務應用軟體開發使用，可透過呼叫對應API，完成工作派遣並取回結果。實際場域的應用上常有較為急迫的案件需要於短時間內執行大量的分析工作並記錄結果。因此，可透過此平台派遣平行工作，而後端平行工作之協調可透過雲端系統架構進行分配，接著起動對應分析引擎進行處理，藉此大幅縮短處理時間。在實際場域的應用上，本系統除了平行化運算之外還有著下列的優點

1. 可監控所屬分析虛擬機之狀況，了解其處於忙碌或是閒置狀態，提供管理人員調配資源參考。
2. 可過濾異常之派遣工作，讓後端分析虛擬機正常穩定運行，排除惡意攻擊或是錯誤設置所導致之系統失效與不穩定，並提供系統運行記錄日誌。
3. 可監控與紀錄分析結果取回時間點，藉此了解平台分析效率以及前端SaaS服務(智慧影像分析及檢索系統)是否已得知分析狀況。
4. 可得知單一工作執程序進度與引擎執行之狀態，無需至各個虛擬機觀察進度。
5. 若有緊急案件發生，可以動態的調控虛擬機的數量，啟動多個分析引擎進行平行化的運算。
6. 本系統可供使用者於任意地點進行存取，由於採用雲端架構，在系統的更新上，使用者端無須進行額外操作即可使用更新後的服務。

以上述的第5點調配資源為例，實際場域目前可以容納60個虛擬機進行平行化的視訊濃縮。以21小時影帶為例，也就是單一虛擬機負責21分鐘的影帶片段，表4為21小時影帶經60個虛擬機平行化運算，每虛擬機花費時間的結果，經過計算平均處理時間約為1分28秒，大幅縮短使用者的等待時間。

表 4 視訊濃縮引擎平行化運算結果



5 · 結論

本雲端智慧影像分析及檢索系統提供了一套完整的雲端化平台解決方案，包含軟體即服務(SaaS)、平台即服務(PaaS)、與架構即服務(IaaS)。目前也實際應用於協助政府警察機構的安全維護日常勤務，本系統已於新北市、新竹市等警察局提供一年三百六十五天全天候24小時不間斷之智慧安全維護任務的服務，協助各地城市邁向智慧城市的願景。未來將持續透過先進科技研發之各式智慧影像辨識功能，與運算平台能力的擴充與強化，提供更聰明有效率的雲端智慧影像分析服務。

參考文獻

- [1] Tse-Shih Chen, Ming-Fen Lin, Tzi-cher Chiueh, Cheng-Hsin Chang, and Wei-Heng Tai, "An Intelligent Surveillance Video Analysis Service in Cloud Environment," in Proceedings of ICCST, 2015
- [2] Yi-Ling Chen, Tse-Shih Chen, Liang-Chun Yin, Tsiao-Wen Huang, Shiou-Yaw Wang and Tzi-Cker Chiueh, "City Eyes: An Unified Computational Framework for Intelligent Video Surveillance in Cloud Environment", Proceedings of IEEE Internet of Things, 2014
- [3] Yi-Ling Chen, Tsiao-Wen Huang, Tse-Shih Chen, Shiou-Yaw Wang, Liang-Chun Yin,

Hsunfeng Lai, Jejone Ko and Tzi-Cker Chiueh, "Cloud Video Surveillance System for Vehicle Tracking", Proc. of IPPR Conf. on CVGIP, 2012

- [4] Yuan-Kai Wang, Ching-Tan Fan, Ke-Yu Cheng and P. S. Deng, "Real-Time Camera Anomaly Detection for Real-World Video Surveillance", in Proceedings of International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2011
- [5] Z. Zivkovic, "Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction," in Proceedings of IEEE International Conference on Pattern Recognition (ICPR '04), pp. 28-31, 2004

作者簡介

林明芬



工研院資通所資料中心架構與雲端應用軟體組工程經理，專長為影像多媒體處理、雲端運算、系統架構等。

[E-mail:mingfen@itri.org.tw](mailto:mingfen@itri.org.tw)

戴偉恆



工研院資通所資料中心架構與雲端應用軟體組副工程師，專長為雲端服務開發、資料庫設計、影像多媒體處理等。

[E-mail:HenryTai@itri.org.tw](mailto:HenryTai@itri.org.tw)

張正欣



工研院資通所資料中心架構與雲端應用軟體組副工程師，專長為影像與視訊分析、雲端服務開發等。

[E-mail:itriA30323@itri.org.tw](mailto:itriA30323@itri.org.tw)