



智慧化與科技化的遠端監控管理

吳益裕／經濟部水利署水利行政組 組長
 周家慧／經濟部水利署水利行政組 助理工程師
 劉婉萍／逢甲大學地理資訊系統研究中心 專案課長
 方耀民／逢甲大學地理資訊系統研究中心 研究教授

經濟部水利署（以下簡稱水利署）河川管理業務日益繁重，為維護河川自然環境，防範砂石盜採及傾倒廢棄物等違法行為，於 97 年度起陸續於轄管河川局設置遠端數位監管中心，利用數位科技系統於河川局轄管河川區域內易盜採地點、越堤路口或水防道路等敏感區域出入口施設監控站，並於 100 年度起建置遠端影像監控系統，整合各河川局之監管資訊及影像差異事件，執行全天候遠端監控中心（Remote Monitor Network Operation Center, RMNOC）值勤與應變，落實疑似違規事件的通報、查報與回報集中管理機制，同時藉由移動式監控站機動佈署之功能，嚇阻且有效查獲非法傾倒垃圾違規事件發生。

水利署轄管河川局目前共計有 230 處監控站、17 台移動式監控站，合計有 936 支攝影機，由於中央管河川區域範圍遼闊，為杜絕不良廠商或民眾至河川區域傾倒廢棄物等違法行為，於部分河川區域出入口以消波塊阻擋或是設置手動閘門，然因河川區域內仍有合法工程車輛、合法種植或當地居民須出入，以消波塊阻擋易造成安全上疑慮，設置手動閘門易因一時疏忽有忘記關上或上鎖的情形，造成河川區域遭丟棄或傾倒廢棄物違法事件再度發生；因此水利署於 107 年度辦理河川區域出入智能管理之可行性研究，應用影像辨識技術研發自動化人、車、機具智能門禁監控管理機制，設置自動化控制河川區域閘門，設備配置如圖 1，並與既有的遠端影像監控系統運作機制整合，落實河川區域出入即時管理與即時資訊調閱，達到資訊流通及提高管理業務執行效率目的。

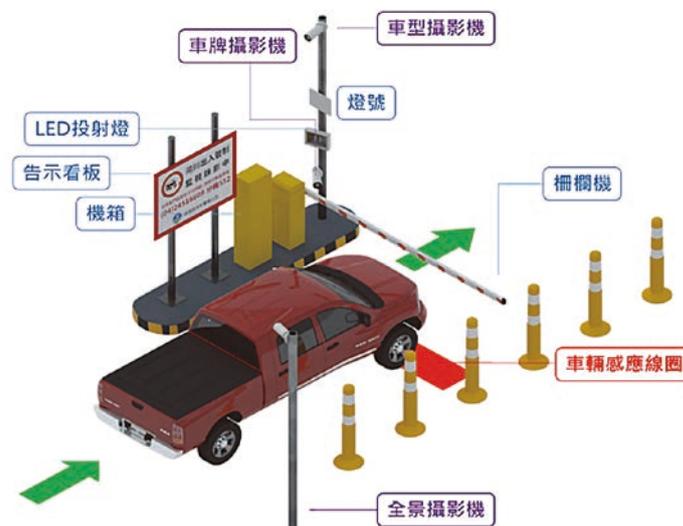


圖 1 自動化門禁監控管理設備配置圖

自動化門禁監控運作機制

圖 2 為自動化門禁監控管理系統運作流程，閘門預設為關閉狀態，當有車輛進入至河川區域出入口監控範圍時，首先啟動影像模組偵測車牌、車型，若有車牌或車型符合預先定義的樣式，自動開啟閘門並記錄車輛進場資訊；若車型非為預先定義的樣式，可透過感應卡片刷卡驗證或以電話連繫相關人員遠端指令操作方式，開啟閘門讓車輛進入管制區域，並記錄車輛進場資訊及影像。

影像辨識方式

本文進行車輛車牌辨識及農耕機具車型辨識，分別說明如下：

1. 車輛車牌辨識：車牌辨識分成三個基本的架構，分別是車牌擷取、字元切割、字元辨識，因應戶外

光源多變與多干擾的環境，依據光照及車牌距離不同條件下進行調整與反覆測試處理。在車牌距離方面，針對距離近的車牌採用字元輪廓方法，而距離遠的車牌則採用垂直邊緣方法；在光照方面，由於室外會因光照關係會導致整張圖像像素過亮或過暗，因此，會先經過像素強度處理後，再進行二值化的處理，強化車牌輪廓將保留比原圖較多的細節（如圖 3）。

2. 車型特徵辨識：本文以農耕車為主要標的進行訓練，實作方法如下：方法一為訓練資料集和偵測特定物件，選擇數張偵測物件圖為正樣本、非偵測物件圖為負樣本進行訓練及偵測。方法二為搜尋不同車型圖片（如圖 4）製作資料集，採用 CNN（Convolution neural network）方法進行訓練，將資料以標籤作分類分成農耕車以及非農耕車，再將這些圖片分成訓練集以及測試集。

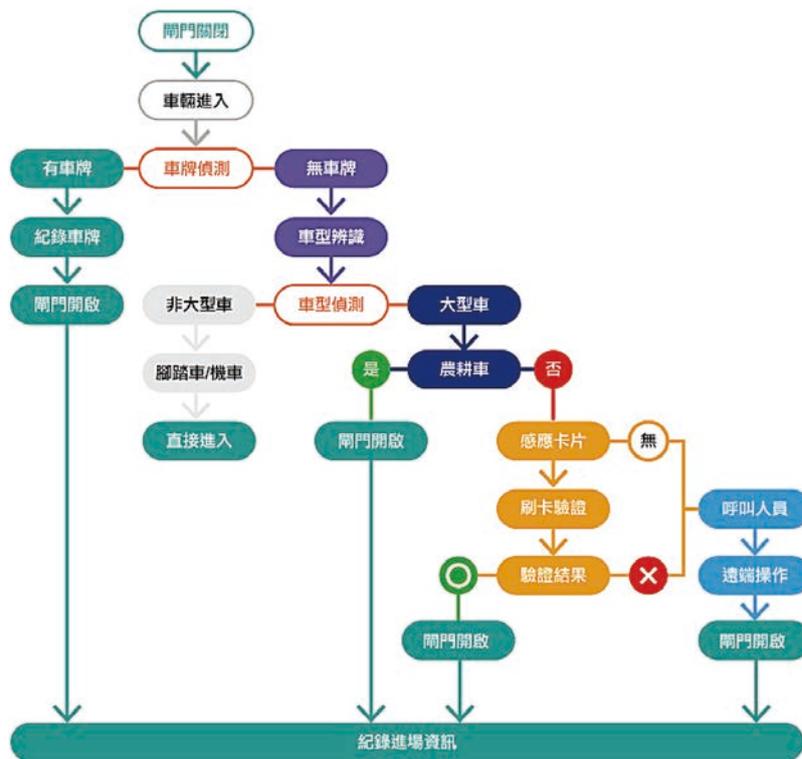


圖 2 自動化門禁監控管理系統運作流程

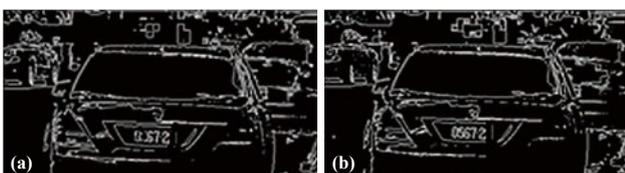


圖 3 車牌影像：(a) 原始車牌；(b) 像素強度處理



圖 4 農耕車訓練圖

影像辨識深度學習

在背景複雜的情況下，可能抓到與車牌字元相似的輪廓，而導致車牌辨識錯誤，本文透過人工智慧深度學習技術來改善此狀況，首先將各式各樣車牌樣本送進 CNN¹ 的 model 裡面做訓練，透過收集到各式各樣辨識失敗的車牌，例如髒污車牌、歪斜車牌、天氣惡劣所造成的模糊車牌畫面進行訓練樣本整理，透過 CNN 深度學習，可再加強確定攝影機抓到的輪廓是否為車牌的部分，以能夠更精確的過濾類似車牌輪廓的部分車體文字，因此，就可省去對於不是車牌的部分，所做的後續處理時間與誤判，以提高整體的準確度，深度學習演算法進行車牌訓練流程如圖 5。

接著使用人工智慧演算法進行改善處理，由於戶外的架設環境易造成車牌的歪斜程度很高、字元的黏貼狀況嚴重等問題，非常不利影像辨識之精準度，在車牌髒汙的情況下，於做二值化之後，所抓的四個邊角，有可能是錯誤的車牌邊角，因此採用人工智慧演算法進行矯正車牌角度以及字元切割的部分，並導入 CNN 幫忙找到車牌偏斜的角度，進而進行車牌的矯正與正射調整，以改善車牌偏斜角度被過度矯正的問題。

第三個可以提升精準度的是字元的辨識，因為河川出入口環境複雜，且又存在角度過度偏斜造成的失真與模糊狀況，採樣這些惡劣環境的車牌與切割後的字元進行深度學習的訓練，來取代原本系統中採用的 KNN² 演算法，進一步增加字元辨識精準度。

本文採用 AI 技術把常見的惡劣條件下的車牌字元加強訓練學習，圖 6 是部分惡劣條件下（模糊、角度歪斜、車牌老舊掉漆）的車牌字元狀況，經過收集此類樣本並做加強訓練之後，整體辨識率可達 90% 以上。

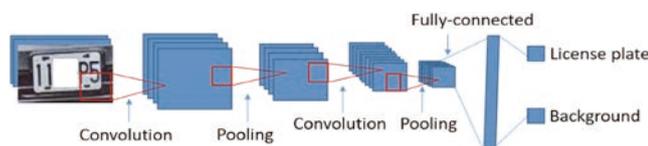


圖 5 深度學習演算法進行車牌訓練流程圖

¹ CNN (Convolutional Neural Network, CNN) 是一種前饋神經網路，它的人工神經元可以回應一部分覆蓋範圍內的周圍單元，對於大型圖像處理有出色表現。

² KNN: K-nearest neighbor (KNN 演算法，又譯 K-近鄰演算法) 是一種用於分類和回歸的無母數統計方法。在這兩種情況下，輸入包含特徵空間中的 k 個最接近的訓練樣本。

於車型辨識學習訓練部分，藉由收集設置區域整年度經常進出的農機具樣本（如圖 7），大致上分成三大類，第一大類是農用搬運車，第二大類是曳引機或翻土機，第三大類為少量多樣的機具因此歸類於其他農耕機具，並採用 R-CNN 的方式加強訓練與辨識，經 AI 學習與訓練後，車型辨識率亦可達 90% 以上。

MQTT 通訊協定

架構

隨著物聯網的使用愈來愈普及，日常生活中出現許多物聯網的應用，對於資訊的匯集及串接益發重要。本文以物聯網架構進行資料接收與運作機制，運用 MQTT³ 通訊協定進行門禁控管與資料傳輸，MQTT 全名為 Message Queuing Telemetry Transport，為機器對機器 (M2M⁴) 的物聯網通訊協定，已經是 ISO⁵ (ISO/IEC⁶ 20922:2016) 與 OASIS⁷ 標準。MQTT 通訊協定基於 TCP⁸/IP⁹ 連線，提供不同 QoS¹⁰ (Quality of Service) 層級的訊息傳遞，為輕量級的發布 / 訂閱訊息傳輸，適合用於網路頻寬與硬體資源有限的環境。



圖 6 使用 AI 輔以惡劣環境的車牌字元訓練樣本

³ MQTT: Message Queuing Telemetry Transport，為 IBM 和 Eurotech 共同製定的通訊協議，為物聯網所設計的 M2M 通訊協定。

⁴ M2M: Machine to Machine，即“機器對機器”的縮寫，也有人理解為人對機器 (man-to-machine)、機器對人 (machine-to-man) 等。

⁵ ISO: 國際標準化組織 (International Organization for Standardization)，為制定全世界工商業國際標準的國際標準建立機構。

⁶ IEC: 國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission)，或譯「國際電工協會」，主要是負責有關電氣工程和電子工程領域中的國際標準化工作。

⁷ OASIS: 結構化資訊標準促進組織 (Organization for the Advancement of Structured Information Standards)，是全球性的非營利組織，主要在發展、整合及調整保安、物聯網、能源、內容技術、緊急管理等領域的相關標準。

⁸ TCP: 傳輸控制協定 (Transmission Control Protocol)，是一種連接導向的、可靠的、基於位元組流的傳輸層通訊協定。

⁹ IP: 網際協定 (Internet Protocol)，又譯「網際網路協定」，是用於封包交換資料網路的一種協定。

¹⁰ QoS: 服務質量 (Quality of Service)，是網路的一種安全機制，用來解決網路延遲和阻塞等問題的一種技術。



圖 7 農耕機具訓練樣本

運用 MQTT 以 Publisher-Broker-Subscriber 機制進行管制門控制，將身份識別機制作為訊息發布者 (Publisher) 的角色，各自獨立執行所負責的程序；而管制門控制為訊息訂閱者 (Subscriber) 的角色，因此管制門不需知道目前的身份識別是由哪個類別觸發，只需針對由 Broker 接收到的指令執行管制門開啟／關閉作業，以此架構可降低程序間的耦合性，亦可保有物聯網設備擴充及整合的彈性。管制門控制包含控制門自動開啟／關閉、管制門開啟／關閉記錄、車輛進出感應及車輛進出記錄等模組，圖 8 為自動化門禁管理及管制門控制 MQTT 架構。

資料交換

河川出入口之門禁管制資料除了儲存於現場主機之外，同時運用 MQTT 架構與水利署端主機進行資料交換作業，讓水利署同樣保有一份現場資料，以利進行後續調閱、統計查詢等業務執行。圖 9 為資料交換運作機

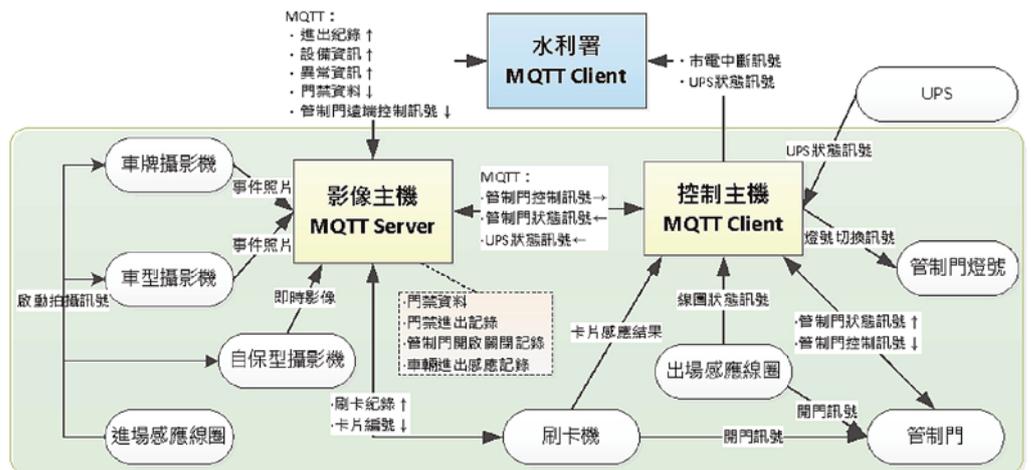


圖 8 門禁控管 MQTT 架構

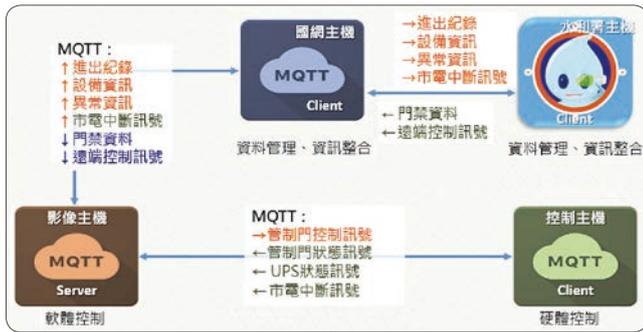


圖 9 資料交換運作機制

制，透過 MQTT 的發布／訂閱方式作資料交換。資料交換依頻率分為即時與定時兩種，即時資料著重於監控或突發的資訊，例如設備資訊、異常資訊、遠端控制訊號、市電中斷訊號等；而定時交換的資料則以基本資料為主，例如進出紀錄、門禁資料等。

BIM 建模

自動化門禁監控設備設置後，河川區域內傾倒廢棄物情況大幅減少，出入便利且安全，為使河川局管理人員於河川區域現場評估及設備模擬設置時，能獲得便利且適切的資訊，以利後續推廣設置，本文將進行建築資訊模型（BIM）建模研究，藉由可視化、可管理、可計算特性，透過開源軟體檢視門禁監控設備內部所需機組設備、型式及單價等資訊，並將設備進行參數化管理，包括：使用年限、供應商、維護費用、維護頻率、用電量計算等等（如圖 10 所示），除可提供各河川局管理人員辦理管制門設置規劃與參考外，亦可用於設備自動化管理。

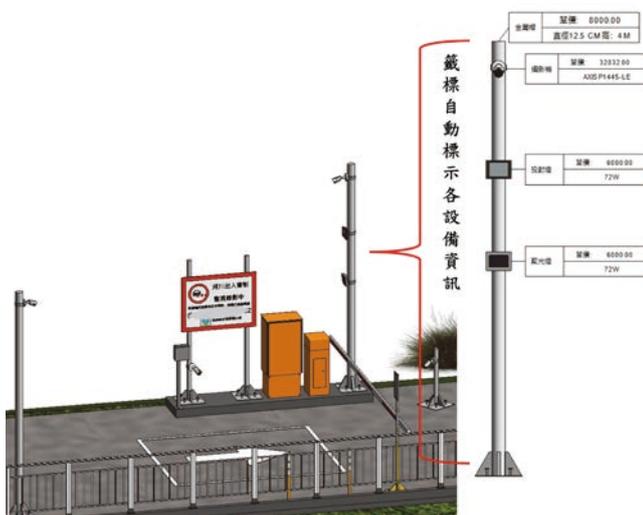


圖 10 BIM 設計畫面示意圖

結語

於河川區域內違法傾倒廢棄物，除了增加垃圾清運的預算經費外，更容易造成環境與水源的汙染，自動化門禁監控設備自 107 年底建置完成後，現場丟棄廢棄物情況大幅降低（如圖 11），且對於需經常出入的種植戶而言，農機具與農作物遭竊情況亦大幅減少；因此為有效防制違法行為發生，水利署近年來積極進行高科技設備搭配有線或無線通訊傳輸方式，並整合既有系統與智慧化影像辨識模組，透過遠端監控中心 24 小時全天候不間斷值勤與應變執行，以提昇遠端即時監控管理能力，使水利署及河川局管理人員可即時掌握河川監控區域出入的狀況。



（設置前）



（設置後）

圖 11 自動化門禁監控設備設置前後現場情況

以自動化方式即時紀錄出入河川區域車輛相關影像及資訊，除可達嚇阻及防治河川區域違規案件發生外，並可將違法事件影像提供環保單位、警察及檢調單位，於調查違法事件或影像紀錄時使用，藉以強化各單位間的資料整合與資源共享，更可達水利署對於中央管河川點線面全面遠端監控管理之機制。

參考文獻

1. 方耀民，「河川區域出入智能管理可行性研究」，經濟部水利署，2018。
2. 方耀民，「107 年度遠端影像監控系統維護及功能擴充」，經濟部水利署，2018。
3. 方耀民，「108 年度遠端影像監控系統維護及功能擴充」，經濟部水利署，2019。