

監視系統應用於都市區域水情及災情評估之研究 (1/2)

Research of urban area floods by using monitoring system(1/2)

主管單位：經濟部水利署

黃詠暉 ²	杜維昌 ¹	張進鑫 ³	陳泰賓 ²
Huang, Yung-Huang ²	Du, Wei-Chang ¹	Jang, Jin-Shin ³	Chen, Tai-Been ²
王祺元 ¹	許士彥 ¹	謝騰緯 ¹	楊世詮 ¹
Wang, Chi-Yuan ¹	Hsu, Shih-Yen ¹	Hsieh, Teng-Wei ¹	Yang, Shih-Chuan ¹

¹義守大學資訊工程學系

²義守大學醫學影像暨放射科學系

³社團法人台灣省水利技師公會

摘要

隨著全球暖化、氣候變遷、降雨型態改變，極端降雨型態可能造成都市地區短時間內無法排除多餘雨量、區域排洪不及而淹水，將造成巨大經濟損失。本計畫利用交通、警政單位在路口或主要道路之監視器、防災社區之即時監視錄影器、社區超商或加油站有 24 小時全天候錄影設備之影像，利用影像辨識、影像位移計算及影像定量分析方法，研發自動化淹水監視系統；藉由影像分析處理及淹水辨識系統，判斷是否發生淹水與估計淹水深度，並即時傳送影像判讀結果與資料，供防救災單位通知民眾疏散與撤離之參考。主要成果如下：完成基本資料收集與相關文獻之整理，分析合適之監視器種類以及合適影像分析方法；完成自動化淹水監視系統之研發，包括：接收影像、影像水深估計、資料庫、使用者介面、與簡訊傳送(SMS)等五大功能；能以系統自動化方式判定淹水及估計淹水水深，並以「水深量測方法」送件申請中華民國發明專利(詳附錄五)；完成自動化淹水監視系統於不同條件之測試與驗證；了解光線、照度、水滴、遮避物、以及水色對監視器影像之影響；完成研究區域內之路口、超商、防災社區及加油站監視器影像接收與自動化淹水監視系統測試與應用，了解不同形式之監視器影像判定、以及對於影像接收之技術開發與研究；完成自動化淹水監視系統之通報單研擬；結合自動化方式判定淹水及估計淹水水深之資訊整合通報單；完成自動化淹水監視系統與地理資訊系統；結合自動化方式判定淹水及估計淹水水深之資訊整合至 WEB、FTP、及 SMS 系統。

關鍵詞：監視系統、影像辨識、淹水水深、影像分析

Abstract

Since the global warming began, the climate change problem happened in many cities in Taiwan. In the difference of rainfall patterns, the severe rainfall in urban areas may cause large rainfall that couldn't be ruled out within a short time. It makes huge economic losses because of the regional flood discharge is less than flooding. In this service project, the main aim is to utilize the real-time monitoring system which could be all day used and set on the cross or main road including traffic road, police station, disaster resistant communities, and the supermarket or gas station. Then using the computer technology there are extracted features of ROIs, shift calculation, quantitative analysis methods to analysis the video camera image, and build automatically flooding monitor system. By the image analysis and flooding identify system can decide the flooding happen and estimate the depth of flooding. At the same time, transmitting the real-time results of image analysis could automatically provide warning messages to the local resistant people.

In this study, we summarized adaptive CCTVs for estimated water level from images by using image processing, image identification, and image edge detection approaches. Meanwhile, the designed system for estimated water level including received images, image database, graphic user interface (GUI), and embedded short message service (SMS). The information of estimated water level was a real-time and automatic algorithm, shown the ability to overcome the error estimates by jumping points or blocking objects, and combined with current geography information system. The more testing CCTV images under different environmental or climate conditions are need to figure out the feasibility and flexibility for current developed algorithm.

Keywords : CCTV, Image Identification, Estimated Water Level, Image Processing

一、前言

台灣位處於易致災的西太平洋季風區，且平均每年西太平洋生成颱風及侵台至少4次以上，今年(101年)西太平洋已生成24個颱風，其中發布登台警報多達8件，造成經濟損失。隨著氣候變遷、降雨型態改變，其中，短延時、強降雨的降雨型態可能造成都市地區短時間內無法排除多餘雨量，而造成區域排洪不及而淹水，如99年凡那比颱風在高雄地區、梅姬颱風在宜蘭地區均造成嚴重淹水災情、今年(101年)天秤颱風與蘇拉颱風亦造成人命與經濟重大損失。當低窪地區淹水威脅到人民生命安全時，所需動員疏散、撤離之人力、物力，將使救災作業更為困難，故提早預警作業系統實為重要。

本計畫目的係利用交通、警政單位在路口或主要道路之監視器、防災社區設有即時監視錄影器與社區內之超商、加油站有全天候錄影設備，研發自動化淹水監視系統，即時接收遠端影像資料，藉由影像分析與處理及淹水辨識系統，判斷CCTV影像於某一時間點發生淹水情況並立即傳遞淹水訊息，供防救災單位通知當地民眾疏散與撤離之參考。

二、工作項目

2.1 基本資料收集

收集國、內外影像應用於防災作業上之相關技術與使用情況。此外，收集交通、警政單位、防災社區、加油站、超商及其他設有相關設施之單位所設置之監視器廠牌、影像解析度與影像資料儲存格式等基本資料收集，並加以分類(圖1~4)。



圖1、交通路口



圖2、警政單位



圖3、防災社區



圖4、超商

2.2 自動化淹水監視系統之研發

自動化淹水監視系統技術研發包含接收遠端影像資料、影像擷取與處理、淹水影像深度計算、淹水自動化影像辨識系統與淹水警戒訊號傳送等技術研發(圖5)。

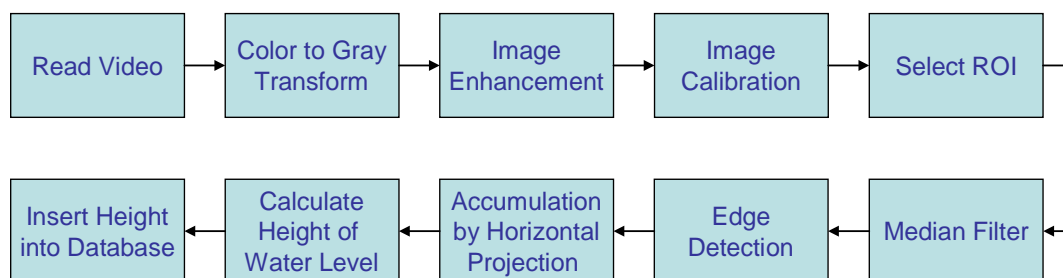


圖5、自動化淹水水深深度偵測流程圖

2.3 實驗室內自動化淹水監視系統測試

於試驗室內根據不同的設計案例進行自動化淹水監視系統測試，測試案例包含實驗水槽測試（清水、混水）、白天與微亮燈光等情況，進行自動化淹水監視系統測試(圖6)。

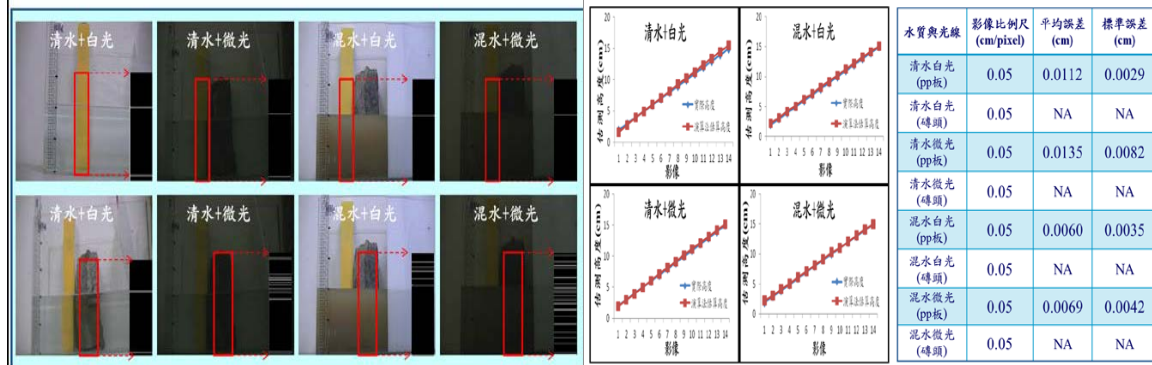


圖6、實驗室內測試結果；上圖為測試不同情境CCTV影像；下圖為同情境CCTV影像水深估計結果。

2.4 室外路面自動化淹水監視系統測試

於室外路面根據不同路面（柏油路、混凝土路面），於雨天或人造降雨情況進行自動化淹水監視系統測試。

2.5 河川監視器之水深辨識測試

自動化淹水監視系統之實地測試，選取中央管河川既有 10 處監視器與有劃設水尺之橋梁、堤岸進行洪水深之實地影像資料接收、擷取、影像位移計算、辨識等進行測試。

2.6 防災社區監視器影像接收與測試

於易淹水之村里設置移動式影像監視器，協助村里內道路淹水判斷，供防救災使用。此外，防災社區之影像監視器設置後，亦需接收影像進行淹水影像測試，並協調宜蘭縣及高雄市等地之易淹水防災社區擇兩處進行測試。

2.7 研擬自動化淹水監視系統之通報單

根據防汛人員實務需求，研擬自動化淹水監視系統之通報單，協助值班人員提供即時淹水影像資料給防救災單位參考應用。

三、研究成果

本研究計畫101年度主要成果包括：建立水深量測方法與完成測試、研擬自動化淹水監視系統之通報單、建立結合GIS之使用者介面等，主要成果分述如下。

3.1 完成自動化淹水監視系統之研發

自動化方式判定淹水及估計淹水水深，整理相關研發成果，以「水深量測方法」送件申請中華民國發明專利(申請案號:101140546)。自動化淹水監視系統功能包括：接收影像、影像水深估計、資料庫、使用者介面、與簡訊傳送(SMS)等五大項(圖7)。

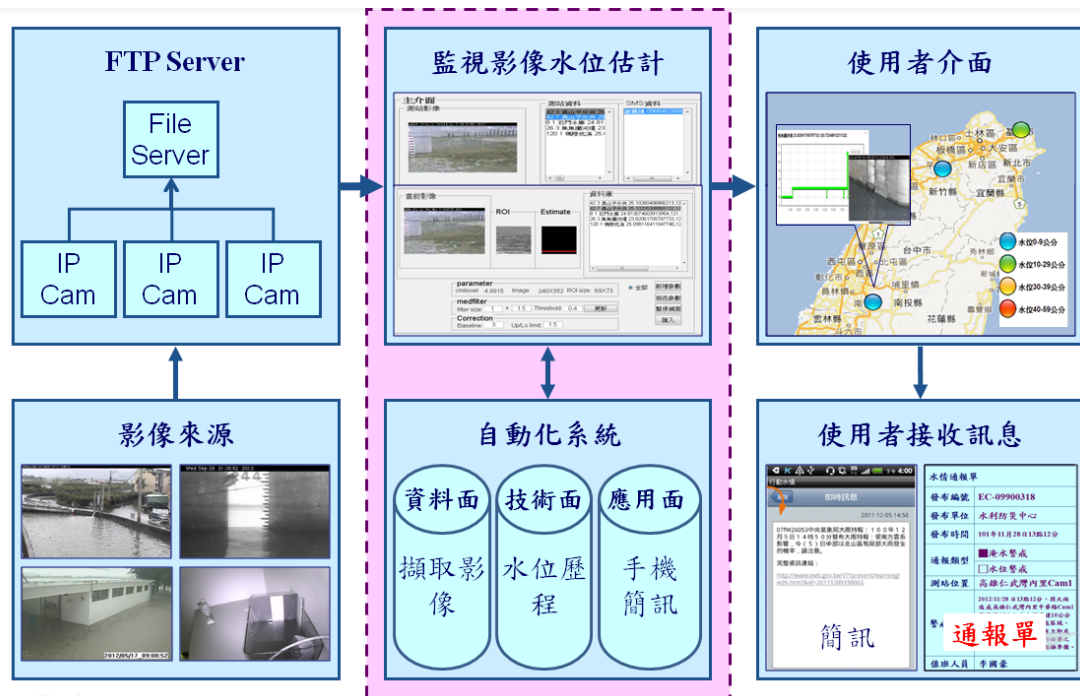


圖7、自動化淹水監視系統

3.2 完成水深量測方法之測試與驗證

為了了解光線、照度、水滴、遮避物、以及水色對監視器影像之影響(圖8~10)。本研究除了進行實驗模擬影像分析外，同時亦收集相關CCTV淹水影像，包括：101年六月車城國小監視影像淹水歷程影像(圖8)、即時接收與測試國網中心石門水庫夜間紅外線監視影像(圖9)、以及九十七年鳳凰颱風羌園村監視淹水歷程影像(圖10)等進行水深估計誤差驗證，分析結果如下說明。

經由實驗室模擬白天、微光、無光及清水混水之影像分析，證實本方法確時可行。再者實驗室外分析亦完成中央管10處CCTV影像水深估算、國網中心即時石門水庫影像水深估算、車城國小淹水影像分析結果均能進行判斷。同時透過紅外線CCTV夜間影像，亦能進行水深做估算，如：實驗內CCTV紅外線監視影像與員山子分洪夜間紅外線影像水深之估算，均能進行判斷。

根據實驗室內模擬影像分析結果建議如下；影像水深演算法對於單純背景，非常適合做為無水尺影像判釋；相反的複雜背景(紅磚)不適合做為判釋。在640×480影像解析度及PP板背景條件下，能成功估算清水+白光、清水+微光、混水+白光、混

水+微光、無光紅外線監視影像水深深度，根據測試淹水影像深度在影像比例尺0.05 cm/pixel條件下，誤差小於0.1 cm。

根據實驗室內網路IP攝影機與國網中心監視影像站(員山子分洪與石門水庫)之影像，均能透過網路傳方式(區域網路或遠端URL)，成功進行即時監視影像水深估算，再者此一成功案例亦符合介接現有建置之監視影像站進行即時影像水深判釋。根據中央管10處河川監視影像、國網中心監視站2處影像、與社區淹水影像(車城國小)，不論日間、日間下雨、或夜間下雨之影像，在符合一定條件下均能透過本計畫研發之影像水深估算方法進行判釋。

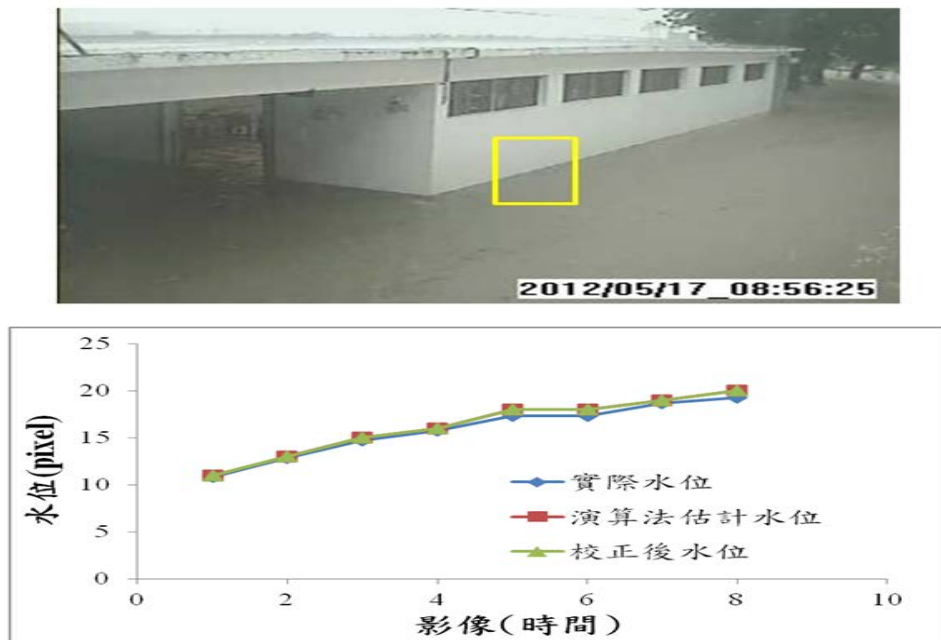


圖8、車城國小監視影像分析結果

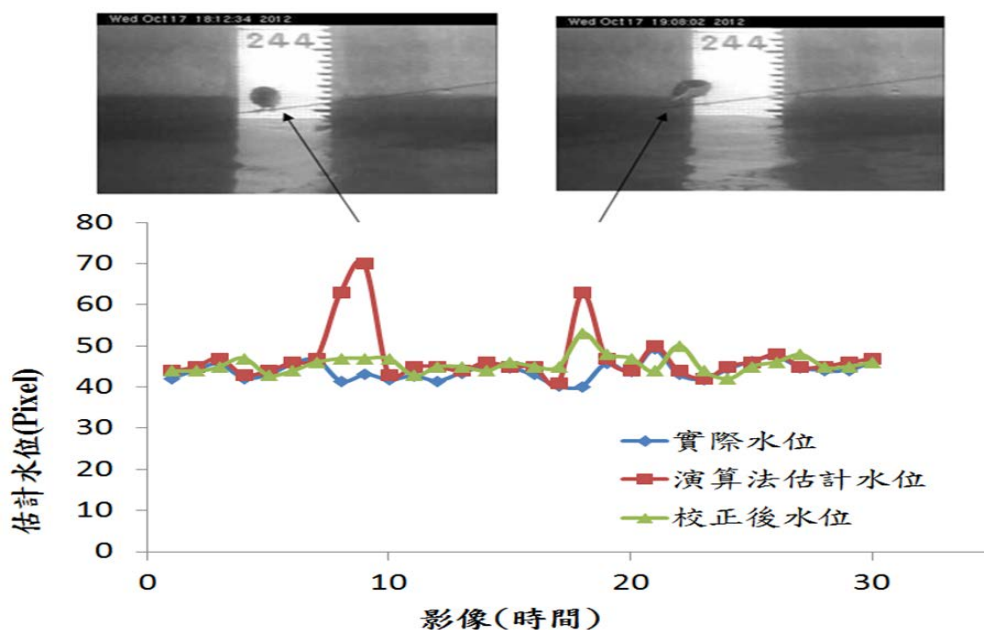


圖9、即時接收國網中心石門水庫夜間紅外線監視影像

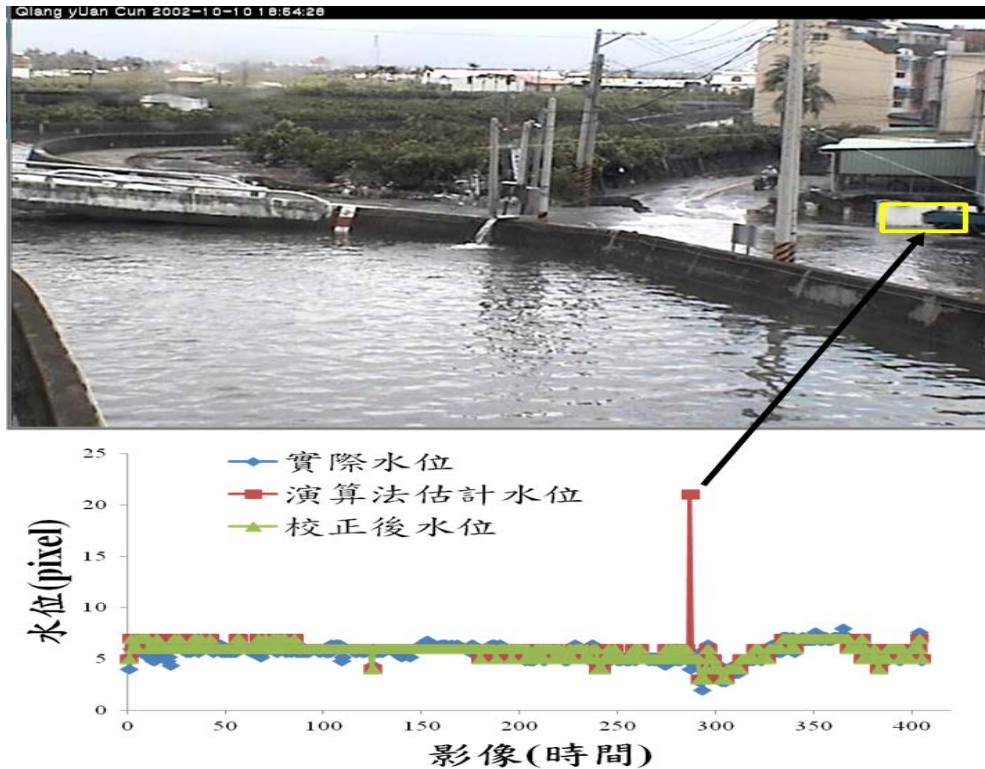


圖10、鳳凰颱風羌園村影像及分析結果

3.3 研擬自動化淹水監視系統之通報單

結合自動化方式判定淹水及估計淹水水深之資訊整合通報單(圖11)。本項通報單將設計自動發送機制，即水深達到設定警戒高度時，由系統自動發送通報單予相關人員。

水情通報單	
發布編號	EC-09900318
發布單位	水利防災中心
發布時間	101年11月28日13點12分
通報類型	<input checked="" type="checkbox"/> 淹水警戒
	<input type="checkbox"/> 水位警戒
測站位置	高雄仁武灣內里Cam1
警戒事項	2012/11/28日13點12分，因大雨造成高雄仁武灣內里中華路Cam1影像監測水位淹水深度達10公分且持續上升，請針對警戒區域、低窪地區及已積水地點有立即危險之虞之保全對象，進行必要之勸告疏散撤離，及完成撤離準備。
值班人員	李國豪

圖11、水情通報單(草案)

3.4 自動化淹水監視系統與地理資訊系統整合

結合自動化方式判定淹水及估計淹水水深之資訊整合至WEB、FTP、及SMS (short messenger service)系統(圖12)。本項設計給予相關警戒人員一目了然之效，同時系統將自動地將水深高度用不同顏色展示，對使用者而言，具有便利性；再者每個測站均設計有水深歷程與影像導覽功能，對於即時性資料展示及其水深歷史變程均能有效保存，以達成未來現地防淹規畫之功效。

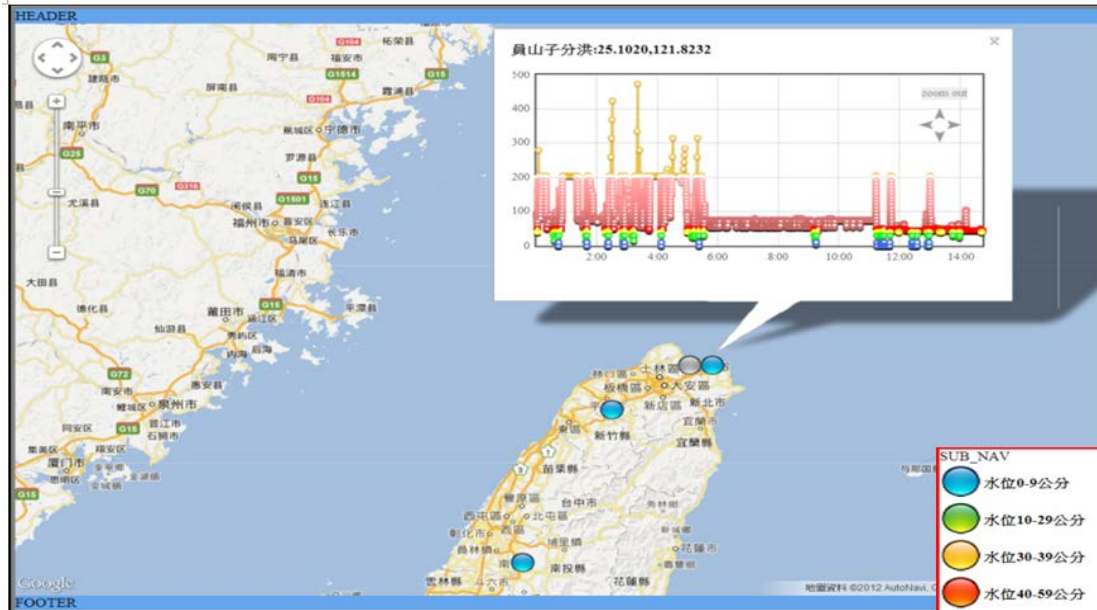


圖12、自動化淹水監視系統與地理資訊系統整合

四、結論與建議

本計畫研發之演算法雖已能即時估算影像水深並進行誤差校正，然而真實情形必然偶有超出想像之範圍，如：CCTV因其它因素無法回傳影像、戶外CCTV鏡頭偏轉、現有戶外CCTV鏡頭照野不適合水深判釋(即：影像上無合適區域進行水深演算法判釋)、CCTV影像品質不佳而造成無法估算水深、或影像參考區域長時間被遮蔽物佔據導致水深估算異常...等等情事。未來亦可考慮加強水深演算法之彈性，如：監視影像多點參考區域之水深演算法，以增強演算法之適應性。

目前系統規畫為單機使用版，未來進行特定區域(如以自主防災社區為單元)，整合各單位CCTV影像，利用一般電腦進行接收CCTV影像，評估最多可同時接收CCTV數量、比較分析速度、評估影像儲存容量大小等因素，以利未來推廣。

同時根據第一年研發之自動化淹水監視系統，利用已取得之水利署、交通、警政單位、防災社區、超商及加油站所設置之監視器影像，進行估計水深測試、檢討與應用。協助水利署擷取有意合作之交通、警政、防災社區與易淹水地區超商、加油站或其他設有相關監視器影像之單位，且具有網路設備能傳送影像、或能開放網址與雲端資料庫，由自動化淹水監視系統下載至資料庫。自動化淹水監視系統與地理資訊結合，自動發送簡訊及通報單並結合演算法判釋之影像水深深度及淹水影像等資訊，供防汛人員參考使用。未來能開發自動化淹水監視系統與地理資訊網頁，具有即時呈現影像瀏覽與影像水深深度歷程圖之功能，同時兼具離線下載水深深度歷程之功能。再者，利用具有網路傳輸設備之易淹水防災社區村里已設置的影像監視器，接收影像並進行篩選適合分析影像站，進行自動化淹水監視系統應用，供村里防救災使用。研究自動化淹水監視系統能在村里既有之個人電腦執行淹水影像水深判釋，並能自動發送簡訊供村里防救災人員參考；將自動化淹水監視系統操作藉由教育訓練，供相關人員了解操作方式。

參考文獻

1. 內政部警政署，2007，台北市社區鄰里監視系統在犯罪預防上成效評估之研究
2. 刑事雙月刊 第41期 2007
3. 國科災害防救科技中心，2011，2010-2011 澳洲水災事件探討，災害防救電子報
4. 國家科學委員會自然科學發展處，2011，臺灣氣候變遷科學報告
5. 經濟部水利署，2003，水災災情即時影像通報及水利設施災害防救決策支援系統整合建置計畫
6. 經濟部水利署，2004，水情即時影像監視及其應用系統之建置
7. 經濟部水利署，2005，水災災害行動偵測、監測機制及即時通報系統之建立(1/2)
8. 經濟部水利署，2006，水災災害行動偵測、監測機制及即時通報系統之建立(2/2)
9. 經濟部水利署，2007，抽水機於淹水地區布置效能之評估
10. 經濟部水資源局，2001，淹水災害即時觀測之規劃研究—以淡水河為例

11. 鄭雯隆，2001，結合通訊科技構建社區聯防體系應用性之探討，東海大學企業管理研究所碩士論文
12. ANSI/FM 3260, American National Standards Institute, Radiant Energy-Sensing Fire Detectors for Automatic Fire Alarm Signaling, 2004.
13. ANSI/UL 268, American National Standards Institute, Underwriters Laboratories, Smoke Detectors for Fire Protective Signaling.
14. D. Hughes, P. Greenwood, G. Coulson, G. Blair, F. Pappenberger, P. Smith, and K. Beven, GridStix: Supporting Flood Prediction using Embedded Hardware and Next Generation Grid Middleware, International Workshop on Wireless Mobile Multimedia, 621–626, 2006.
15. E. Harwood, “DIGITAL CCTV - A Security Professional’s Guide,” Butterworth-Heinemann, Elsevier Inc., 2008
16. E. W. Forgy, Cluster analysis of multivariate data: efficiency vs interpretability of classifications. *Biometrics*, 768–769, 1965.
17. EN 54, Fire Alarm System.
18. F. Pappenberger, K. Beven., N. Hunter et al., Cascading model uncertainty from medium range weather forecasts (10 days) through a rainfall-runoff model to flood inundation predictions within the European Flood Forecasting System (EFFS), published in *Hydrology and Earth System Science*, 9(4), 381-393, 2005.
19. J. A. Hartigan, M. A. Wong, A K-means clustering algorithm. *Applied Statistics*, 100–108, 1979.
20. J. Canny, A Computational Approach to Edge Detection, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 679-698, 1986.
21. J. MacQueen, Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, eds L. M. Le Cam & J. Neyman, 281–297, 1967.
22. J. R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, New York, John Wiley & Sons, Inc., 23-29, 1997.
23. J. S. Lim, *Two-Dimensional Signal and Image Processing*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 469-476, 1990.
24. J. Sun, Dongbing Gu. Bayesian image segmentation based on an inhomogenous hidden Markov random field *Pattern Recognition*, 2004. *ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference*, 596 – 599, 2004.
25. NFPA 72, National Fire Protection Association, National Fire Alarm Code, 2007.
26. R. Adams, Seeded region growing. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 641-647, 1994.
27. R.C. Gonzalez, R.E. Woods, S.L. Eddins, *Digital Image Processing Using MATLAB*, New Jersey, Prentice Hall, Chapter 11, 2003.

28. S. C. Zhu, Region competition: Unifying snakes, region growing and bayes/MDL for multiband image segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 884-900, 1996.
29. S. Ghosal, Range surface characterization and segmentation using neural networks. *Pattern Recognition*, 711-727, 1995.
30. S. P. Lloyd, Least squares quantization in PCM. Technical Note, Bell Laboratories. Published in 1982 in *IEEE Transactions on Information Theory*, 128–137, 1982.
31. T. Rodden, C. Greenhalgh, D. DeRoure, A. Friday, Extending GT to Support Remote Medical Monitoring, in the proceedings of UK e-Science All Hands Meeting, Nottingham, UK, 2005.