

# 災害預警儀器與系統技術發展\_嵌入式影像表面流速分 析系統

## Embedded Surface velocity Image Analysis System

主管單位：國家實驗研究院儀器科技研究中心

廖泰杉<sup>1</sup> 湯雅雯<sup>1</sup> 陳佑杰<sup>1</sup> 黃泰綸<sup>1</sup>

Liao, Tai-Shan Tang, Ya-Wen Tang, Yu-Chieh Chen, and Tai-Lun Huang

<sup>1</sup>財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心

### 摘要

颱風災害預警一直是國家發展中不可避免的一個議題，對於災害預警儀器與系統技術發展也不遺餘力，本計劃就是透過現有研發能量搭配國家實驗研究院颱風洪水中心共同發展河川流量觀測與分析平台。在水面流速影像觀測技術開發上，本研究開發一套非接觸式大尺度河川水面影像觀測系統，透過演算法與嵌入式系統設計實證後，可正確估計表面流速。預期此技術開發後，可對於國內先進防災預警水文分析，提供更有效的河川水流、水量資訊，降低災害預警之成本與時效性，支援政府之災害預警的準確性，並達成國內防災預警儀器相關需求。

**關鍵詞：**災害預警儀器、影像流速計、表面流速、戶外

### Abstract

Disaster warning system is always a serious topic of country development, especially for the typhoon and floods. So, the government spares no effort on the development of disaster warning instruments and systems, and this project is one of them. In this project, we try to set up a platform of flow monitoring and analyses by combining the knowledge of Taiwan Typhoon and Flood Research Institute (TTFRI) and Instrument Technology Research Center (ITRC) R & D capabilities. For river flow velocity monitoring technique, a large-scale river image analysis with a self-developed contactless measurement instrument is proposed in this project. The developed algorithm and embedded system is verified in the on-site experiments. The monitoring system can correctly estimate the surface velocity of river. Combine all results of this project, the river discharge estimation can improve the advance disaster warning system, provide the accuracy river flow and discharge information, and lower the cost of disaster prevention. In the other words, this technique can lead to an accuracy and efficiency disaster

estimation and prove the self-development capability of ITRC.

**Keywords : Disaster warning instruments, discharge, image monitor, surface velocity, outdoor, Particle image velocimetry.**

## 一、前言

台灣颱風災害多半是起因於持續性豪雨，因此颱風災害預警與應變效率提升是刻不容緩的議題。為此，儀科中心與颱風洪水中心等集合共同的研發能量，進行洪水災害預警儀器與系統技術的開發，並建立跨領域預報與災害預警應變管理平台，將有利於未來颱風洪水災害之預警與防範。在災害預警儀器與系統技術開發的課題上，本中心目前致力於河川水面流速影像觀測技術儀器開發，進而推廣強化防災儀器本土化。

## 二、嵌入式影像流速系統開發

在水文觀測上，河川流量為重要水文資訊。河川流量量測主要根據水位及流量之率定曲線，但此法應用於河川大流量時，所得量測數據不可信賴，為解決高流量關測之不確定性，許多新量測方法應運而生，非接觸式量測方法則是目前廣為採用方法之一。以非接觸式儀器觀測颱風洪流量時，可避免施測設備遭高速洪流拖曳，確保施測人員安全，並可防止儀器因接觸流體而損壞。一旦獲取河川流速資料後，即可搭配數值模型，計算河川流量。

非接觸影像方法在此計畫中使用的為大尺度質點影像測速法(Particle image velocimetry, PIV)作為河川水面流速影像觀測技術。大尺度質點影像測速法，是由在實驗室行之有年之質點影像測速法應用於現地而產生[1]，而影像法在現地應用則是由Fujita做為開端[2-3]，2008年開始質點影像測速法在水利工程上應用開始興盛，且河川面積廣大研究開始朝大尺度質點影像流速法發展[4-5]；在國內李明靜將流速相關非接觸式量測方法的發展與應用做了很詳盡的說明[6-7]，除此之外，亦有多位專家學者利用質點影像方法進行人工渠道以及溪流河川的流速測量。質點影像測速法通常必須取得良好之影像資訊方能夠進行後端演算分析。前期研究已使用專業高影像品質攝影機作為影像擷取源，並藉由取得影像進行演算法開發。因演算法開發已趨於成熟，故此研究進一步將移植質點影像測速法應用於嵌入式影像表面流速分析系統，透過該系統結合軟體與硬體，進而實現即時分析。

一般PIV演算法皆基於等時距30 fps影像，因此本計畫針對目前常見嵌入式系統進行評估後，針對所需之影像解析度、攝影機媒體介面與硬體加速等功能，選擇具有五百萬畫素相機模組之樹莓派(Raspberry Pi) [8]嵌入式系統。雖然Raspberry Pi之硬體加速功能達成30fps預覽，但仍然無法使流速公式能同時順暢運作。因此本計畫提出解決方式為先錄製一段即時影像並將該影像進行暫存，隨後再透過流速公式計算表面流速。該計算結果可儲存至系統中且重複上述動作，便可使得此系統形成一近似即時之影像流速系統。由於此系統設計為一分鐘計算一筆流速資料，需預留部分處理器進行後端網路及檔案存取等工作，所以在程式設計上便需要格外注意，必須將每次計算流程控制少於55秒以內。

才能使得系統穩定正常運作，圖1則為此影像流速系統之操作流程與時序。

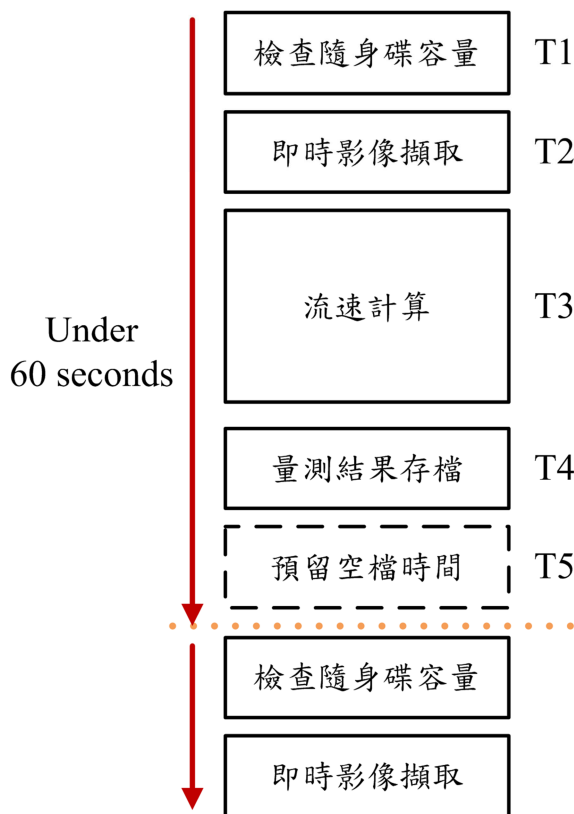


圖 1、影像流速系統操作時序

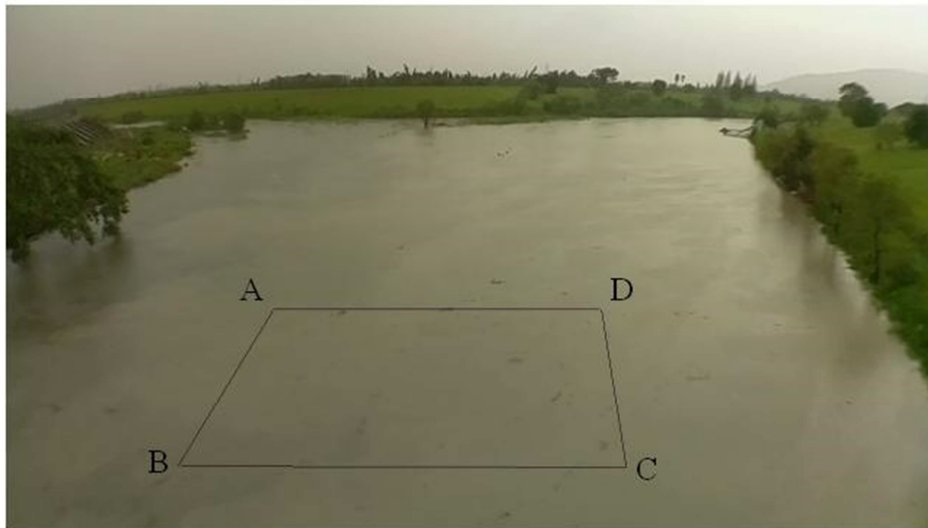
由於影像流速系統多半安裝場合屬於戶外環境，因此必須選用工業等級之網路路由器，下圖2是此嵌入式系統所使用的路由器，路由器含有兩個射頻連接器，分別外接3G天線及WIFI天線，再搭配可提供固定IP之3G SIM 卡就可構成流速系統之網路模組。



圖 2、3G 路由器

表面流速計算程式主要需處理兩個部分，首先為提高程式計算穩定度與可靠度，每一次執行結束後皆會終止程式，釋放佔用之系統資源，以降低程式佔用記憶體導致

系統不穩定之不確定因素。再者為座標點設定，為了使座標點與距離設定能降低程式重新編譯之情形，此流速計算程式將把設定參數儲存於外部設定檔。因此，每次調整流速計位置或其他方向時，若需要重新取得座標與距離資料，將可直接由外部檔案進行變更。下圖 3 為 2014 年麥德姆颱風期間於宜蘭河流域所拍攝之現場實際流域圖，其中四點參考點屬於人為標示，因此在颱風來臨前，必須先前往現地進行安裝與取景，找到合適取景角度後，再標示此四點人為參考點。



(例)座標資料

A: (366, 417) / B: (237, 631)

C: (850, 631) / D: (819, 415)

(例)距離資料

A: (0, 0) / B: (0, 2000)

C: (2500, 2000) / D: (2500, 0)

圖 3、參考點設定示意圖

### 三、實驗成果

取得麥德姆颱風期間於宜蘭河流域現場所量測影像後，將該影像進行參考點設定與標示，下一步便是進行演算法分析與結果判讀。由於 PIV 演算法中因含有大量矩陣運算，容易使得運算過程造成溢位，進而導致向量紊亂使得判讀量測結果更加不易，如下圖 4 所示。由圖 4 得知該流速向量圖與河流實際流動狀況並不符合，因此需針對量測地點設定相對應之距離資料，將可得到較為合理之流速向量圖如圖 5 所示，由此可知若不當設定參考點數值將易造成流速計算錯誤與過大之誤差值。

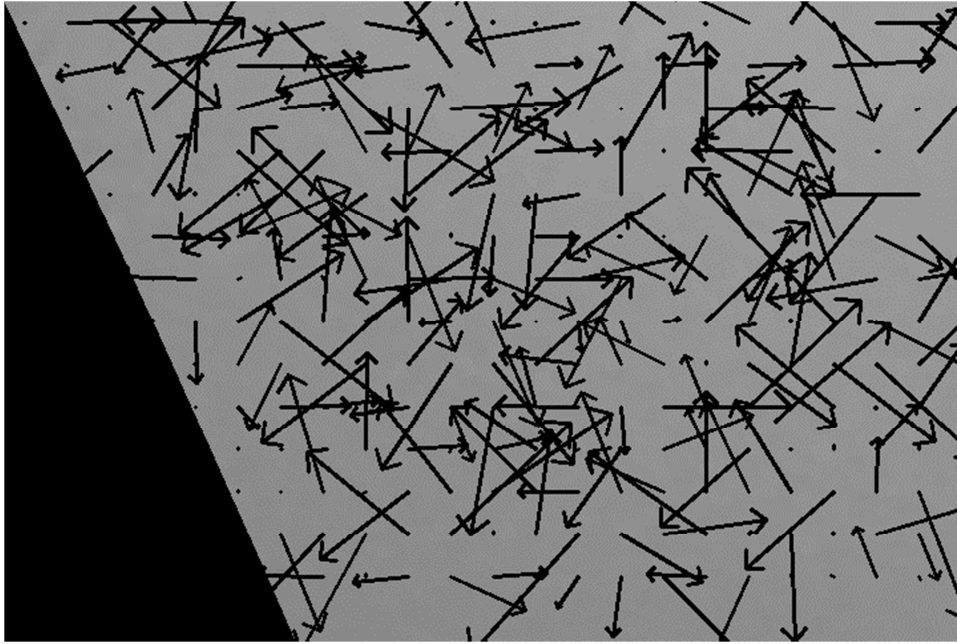


圖 4、向量紊亂圖

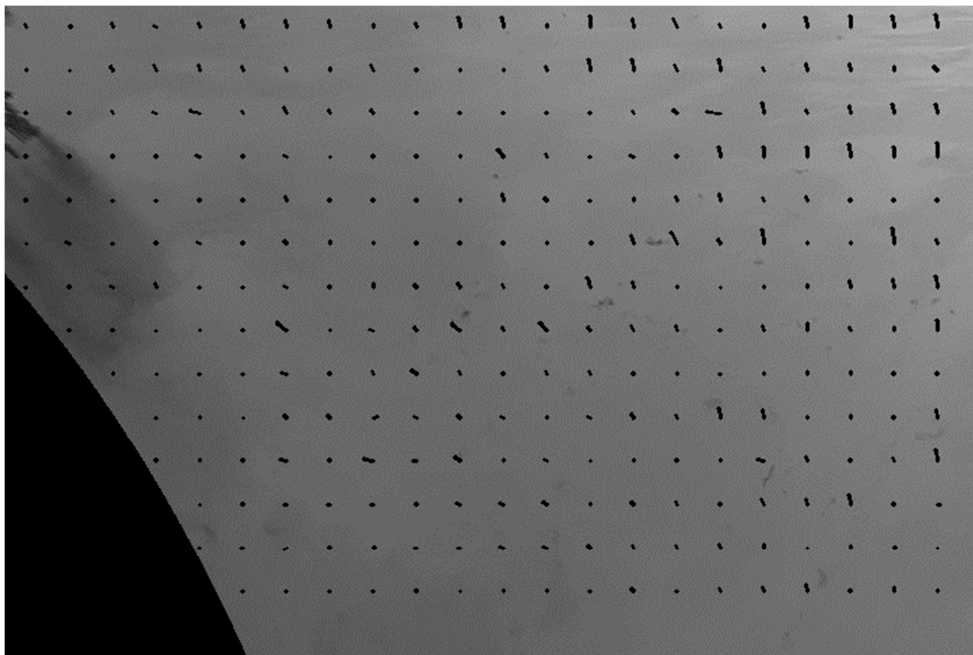


圖 5、合理流速向量圖

透過上述反覆確認參考點設定後，所計算出之流速結果如下圖 6 所示，由此圖得知根據 PIV 演算法計算之流速向量圖與河流實際流動方向是相符的。

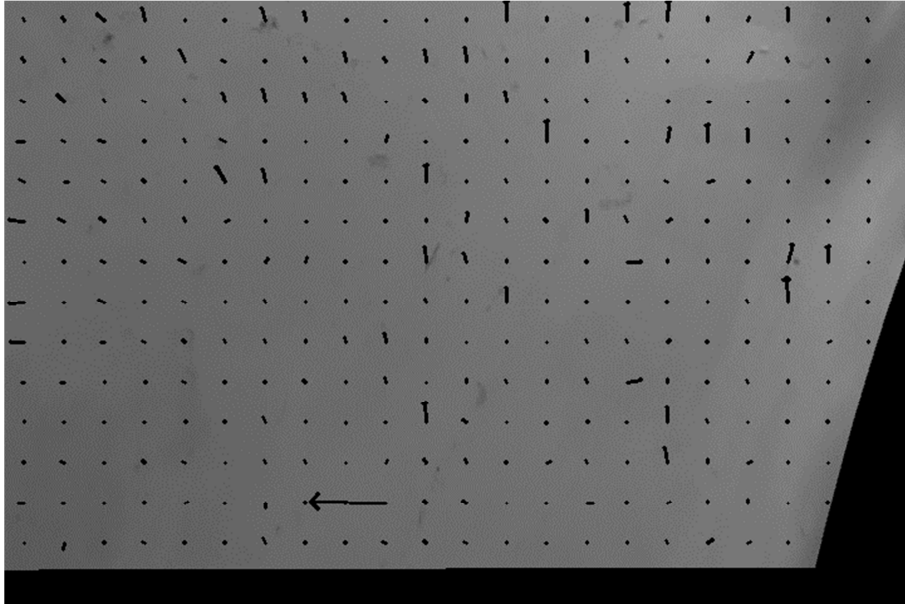


圖 6、表面流速向量圖

由於此影像流速系統最終應用範圍多半屬於戶外應用，因此參考常見戶外設備之機構，將此嵌入式影像流速系統透過防水機構予以組裝，內部機構組裝如下圖 7 所示。

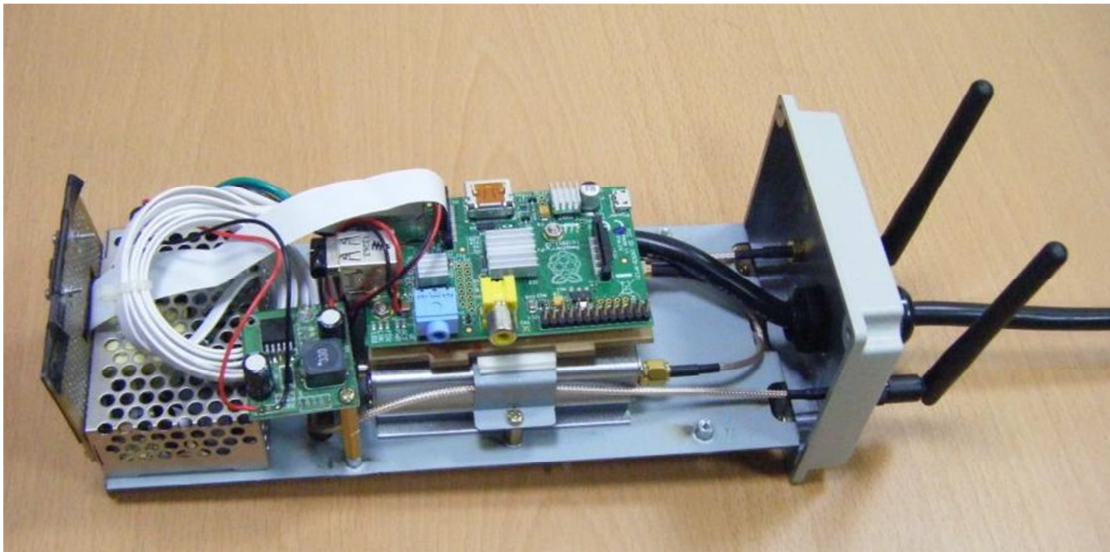


圖 7、機構內部圖

最終完成之機構圖則如下圖 8 所示。



圖 8、流速計最終機構圖

#### 四、結論與建議

由於流速是目前推估流量不可或缺的重要參數，因此本研究透過大尺度質點影像測速法與嵌入式系統模組設計，將影像流速演算系統化，建立一套可即時進行流速分析之系統。希望透過此系統之開發能更廣泛應用於各式水文分析與現場量測，並建立水文儀器本土化之開端。

#### 參考文獻

1. Adrian, R. J. (1991). "Particle-Imaging Techniques for Experimental Fluid Mechanics." *Annual Review Fluid Mechanics*23: 261-304.
2. Fujita, I., et al. (1998). "Large-scale particle image velocimetry for flow analysis in hydraulic engineering applications." *Journal of Hydraulic Research*36(3): 397-414.
3. I Fujita, S. K. (1994). "Application of video image analysis for measurements of river-surface flows." *Proceedings of Hydraulic Engineering, JSCE*.
4. Muste, M., et al. (2008). "Large-scale particle image velocimetry for measurements in riverine environments." *Water Resources Research*44(4): W00D19.
5. Markus Raffel, C. E. W., Steve T. Wereley, Jurgen Kompenhans (1998). *Particle Image Velocimetry-A Practical Guide*. Springer.
6. Jan-Mou Leu, C.-J. L., Wei-Che Huang, Ming-Ching Lee (2006). "Studying of Irrigation Canal Discharge Measurement by Using Local Image Remote Sensing System." *Journal of Taiwan Water Conservancy*54(3).
7. 李明靜 (2003). 河川表面流速與流量非接觸式量測方法之發展及應用.
8. Raspberry Pi , <http://www.raspberrypi.org/>