

都會智慧水務技術之研究

蘇文達¹、郭萬木²、王國樑³、蔡宗賢^{4*}、許裕雄⁵、曾雅婕⁶

¹經濟部水利署保育事業組，正工程師

²經濟部水利署保育事業組，科長

³經濟部水利署保育事業組，組長

⁴逢甲大學水利發展中心，助理研究員

⁵逢甲大學水利工程與資源保育學系，助理教授

⁶逢甲大學水利工程與資源保育學系，研究生

*.台中市西屯區東大路一段 951 號，Email：zxtsai@fcu.edu.tw

摘要

智慧城市(Smart City)的興起，將顛覆傳統思維，進而重新定義新的生活模式。利用物聯網(Internet of Things, IoT)-雲(雲端儲存)、網(網路傳輸)、端(前端感知)組合、配合大數據分析及資料加值應用，提供人們更多元、便利之優質環境。本研究以台中市某小區為示範案例，針對自來水供給及需求端進行智慧化管理研究，藉由電子水表裝設、資料傳輸方式選擇、通訊設備及雲端資料庫建置、大數據分析以及資料加值應用，提出建構都會智慧水的初步原型。建構智慧水網的關鍵在於分區計量管網(District Metering Area, DMA)及自動讀表系統(Automated Meter Reading, AMR)的聯合規劃，而智慧水表在當中則扮演重要角色。本研究利用資料挖掘技術(Data Mining)分析水量、水壓及水質資料，開發提供公共服務之手機應用軟體(Application, APP)，如：「五分鐘內居家漏水檢測通知」、「停供水通知及查詢」、「水質異常監控」、「智慧用水小管家」等，亦有網頁可供查詢，未來並可建議政府給予獎勵，如搭配智慧用水小管家分析節水成效，給予水費優惠補助等措施，提升民眾自發性節水意願，進而建構智慧水管理的優質城市。

關鍵詞：智慧水管理、物聯網、大數據應用

The Study of Urban Smart Water Techniques

Abstract

With the coming of Smart City, new life style will overturn traditional modes. It offers people diverse and convenient living environment by utilizing IoT techniques which includes the combination of cloud storage, internet transmission, sensor devices, big data analysis, valuable data extraction and application. The supply and demand of running water in one district were studied for intelligent management. With the installation of electronic water meter, the choice of the way of data delivering, database establishment, big data analyzing and application, the prototype of urban smart water was proposed in this study. Both District Metering Area (DMA) and Automated Meter Reading (AMR) are the key factors for constructing smart running water network. Among them, electronic water meter plays an important role. Data mining techniques were also used to analyze the water discharge, water pressure, and water quality data. Several valuable applications such as “House Leakage Notification in Five Minutes”, “Water Supply Inquiry and Water Cut Off Notification”, “Abnormal Water Quality Monitoring”, and “Wisdom Water Housekeeper” were developed. In addition, the query of web page is also allowed. It would be possible to promote public save water spontaneously with incentive measures such as decreasing water payment if water saved is efficiently by using the specified applications. Urban smart water will be constructed step by step in near future.

Keywords: Smart City, IoT, Big Data

一、前言

智慧化的進展可從工業革命的發展說起，自十九世紀工業革命開始後，蒸汽機的發明讓農耕時代進入全面的工業時代；而隨後的電力及內燃機的發明帶來了二次工業革命，而隨著機械全面自動化的發明，帶來了第三次工業革命，並使得數據的紀錄更加快速，隨著龐大的資料紀錄，配合物聯網(Internet of Things, IoT)興起，帶來第四次工業革命，智慧工廠逐漸興起。IBM(International Business Machines)曾於 2008 年提出智慧地球，就已包含智慧化的基本概念了，智慧城市則是近年來各國重要城市因面對資源的短缺、人口增加所提出節能、創新、環境永續的策略。謝明達(2017)彙整出在亞洲國家智慧城市發展中，最早是韓國的松島開發案，投資 350 億美元，打造一個全新的寬頻無所不在的環境，這便是智慧城市的原型，而在亞洲國家大部分智慧化發展過程中，主要強調自身資通訊的技術研發；歐洲國家則重視解決民眾生活問題，強調永續發展的低碳社會；美國則從軟硬體系統整合，率先投資在智慧電網、智慧交通等領域，並以聯邦政府角度進行政策主導。而綜觀整個智慧化城市的發展趨勢，主要可歸納為「公私民 4P 協作模式」、「大數據分析為引擎」、「商業模式可續性」，如果僅是在城市內裝設監控設備並非是智慧化的具體表現，如何挖掘數據提供更多服務，創造資料的根本價值，才是智慧城市的象徵。發展智慧城市並非僅只有節能及便利生活等效益，其後續所帶來的效益驚人，根據機構 Frost & Sullivan 指出，智慧城市將在 2020 年創造高達 1.5 兆美元的商機，其中年複合成長率最高則為智慧節能領域，且未來物聯網(Internet of Things, IoT)的發展將呈現長尾趨勢，亦即會有越來越多的運用物聯網的新興產業誕生。

整個智慧化的主體架構就是“物聯網”，包含感知層、網路層及應用層三大主軸，其中感知層即是對數據進行監控及獲取；網路層則是指資料的傳輸方式；應用層則包含了資料雲端儲存、數據分析、成果展示及應用等。智慧水務所涉及的領域眾多，舉凡一切水資源管理範疇皆可以進行智慧化，諸如智慧灌溉、智慧地下水、智慧水庫、智慧防汛、智慧公共給水等，搭配不同監測器，進行即時監控及數據傳輸，並配合專業數據解讀分析，進行決策判斷，各國發展智慧水務的重點強調建立監控智慧水網，進而解決水資源調配問題。而針對在自來水智慧化的發展上，目前世界各國所聚焦的則是在監控及資料獲取(supervisory control and data acquisition, SCADA)的建置，搭配自來水管網的分區計量(District Metering Area, DMA)及自動讀表系統(Automated Meter Reading, AMR)來建置完整的智慧水網，其主要解決問題以管網漏水為主，進而對小區的劃設、智慧水表不斷進行研發。

智慧城市的興起將使人類的生活方式變的更便利，並隨著大數據以及人工智慧的興起，更將快速的改變生活的節奏，無論智慧城市怎樣的願景規劃，要真正落實，還是必須建構在公民參與的基礎上，在歐美國家的智慧城市建構上，都會先了解民眾的需求，並以改善市民需求為優先，如此才能稱得上智慧城市，因此，本研究以公共給水為對象，擬藉由物聯網技術，鏈結前端感知與後端雲端儲存，研發未來自來水系統實際應用範疇與智慧化管理項目，以期能預先擘劃未來智慧水環境的城市願景，逐步務實的建構台灣成為發展智慧水管理的國家。

二、研究區域

本研究資料來源以台灣自來水公司網頁所開放之資料(Open Data)及台中市某小區 DMA 所建置 SCADA 系統所萃取之資料兩類為主，其中在某小區的地理位置範圍如圖 1 所示，總用水戶數 481 戶，整體管線長度為 9.4km，本區住戶類型以家庭用戶及公共設施居多。



圖 1 台中市某小區範圍

三、研究方法

(一)研究架構

整體研究流程如圖 2 所示，整體智慧水務架構主要可分成前端感知(端)、網路傳輸(網)、雲端儲存及分析應用(雲)等項目，首先選定一封閉的小區計量管網(DMA)，並根據小區管網分布劃設以及自動讀表系統(AMR)架設位置、資料傳輸方式及資料種類及儲存方式等進行彙整，了解小區建置 SCADA 所需要的相關技術。除了彙整相關技術外，將著重在數據的分析與應用，嘗試以成熟的資料分析技術，挖掘更多資料的應用方式，提供給管理單位以及民眾參考使用。

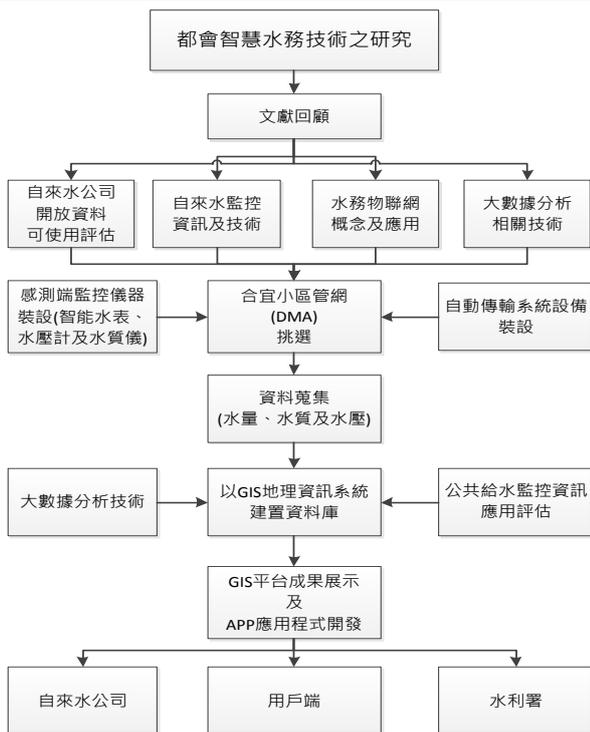


圖 2 整體研究架構流程圖

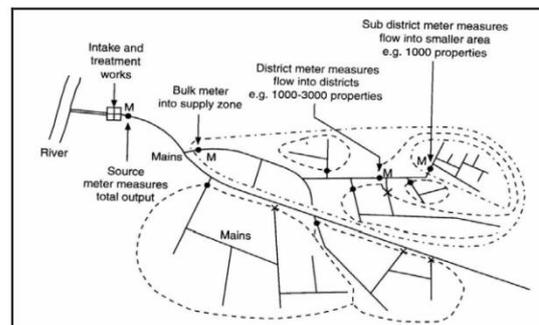
(二) 資料來源

在資料來源部分，一是從目前政府開放平台網頁獲取資料；另一方面則是由台灣自來水公司(以下簡稱台水)所提供台中市某小區歷史時間序列資料。在政府開放平台資料部分，主要以台水網頁所提供之 88 項開放資料為主，目前開放之 88 項資料，可分為五大類：公共資訊(79)、休閒旅遊(4)、生活安全與品質(3)、投資理財(1)以及求職與就業(1)，整體來說開放資料中，記錄時間多以年為周期，所能得到之應用以查詢為主，本研究針對其中水質資料進行處理，該資料為全台灣各淨水場水質狀況，因水質調查資料眾多，主要以餘氯、濁度及酸鹼度做為水質優劣的評估標準，並以這三項目進行資料萃取後，製作 APP 應用程式進行成果展示，主要可供管理者即時查詢各淨水場水質是否異常。

而在台中市某小區的歷史資料分析上，主要藉由台水(supervisory control and data acquisition, SCADA)監控系統的建置，配合小區計量管網(DMA)及自動讀表系統(AMR)，結合物聯網的技術，得到水量及水壓的監控資訊，而所謂的物聯網(Internet of Things)，泛指物體的任何訊息透過網路的傳輸，得到更多應用服務，其具備的特徵有三，包含在各種物體上裝設感知設備蒐集訊息，經由傳輸網路將資料上傳至雲端進行儲存、處理、分析及應用等，達到所謂的全面感知、可靠傳輸及智能處理等方面。該小區所使用的感知層、網路層及應用層等三大項目分述如下。

(三) 感知層

首先在感知層方面，自來水前端監控設備裝設位置，主要以分區計量管網劃定後之前端進水口為主，如圖 3 所示，所使用的感測器包含水表、水壓計等，以水表為例，其種類包含傳統機械式水表、附加式機械水表、機電一體式電子水表及全電子式水表四類，而依照水表計量等級可區分為 A、B、C、D 四級(楊崇明等, 2012)，而水表等級分類係依據最小流量及分界流量來決定，楊崇明(2015)提到機電一體式水表透過其自身內建的微電腦功能，附有多功能管理系統與紀錄功能，計量靈敏外亦可進行水資源管理，因此被稱為智慧電子水表，低流量敏感計量(C級)，主動偵測漏水並發出警訊，可提高計量、降低供水帳面漏損與無收益水費，進而提高售水率與抄見率，配合傳訊設備更可進行遠端讀表，管理者可遠端監測用水。而本研究某小區為一封閉 DMA，所裝設之 C 級機電一體式電子水表可量測流量範圍介於 0.525~70m³/h，並分別在一進水點及一加壓站合計兩處裝設智慧水表以及電子式壓力計，蒐集包含流量及壓力等時序列資料。



資料來源：公共給水系統智慧管理前期研究計畫，經濟部水利署(2016)

圖 3 自來水分區計量管網架構及計量設備分布圖

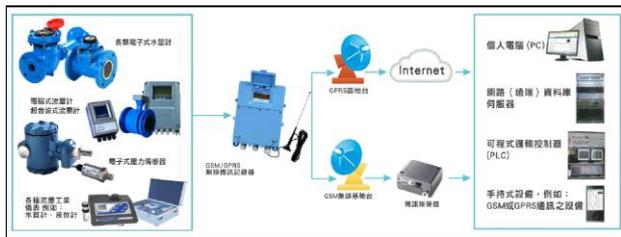
(四) 傳輸層

在傳輸層部分，目前資料傳輸技術相當多元，主要考慮訊號干擾、傳輸距離、傳輸時間、電池電力供應時效、傳輸頻率等，各項傳輸技術如圖 4 所示，以低功耗、覆蓋區域廣泛、省電及長距離傳輸的 LPWAN(Low-Power Wide-Area Network)目前較具優勢，而目前本小區所採用的資料傳輸方式則為移動通訊方式，如圖 5 所示，主要透過 GSM/GPRS 無線傳訊紀錄器，將資料送至基地台後，再透過有線/無線網路或是簡訊方式傳送至個人電腦、伺服器、或是個人手機進行分析與應用。



資料來源：DIGITIMES

圖 4 自動傳輸技術彙整



資料來源：弓銓企業股份有限公司

圖 5 小區智慧水錶傳輸方式

(五)雲端架構

而在末端資料儲存、分析、應用上常使用雲端計算，其主要理由為用戶使用的軟體不需要在他們的電腦裡，而能透過互聯網，通過瀏覽器來進行所有軟體分析及應用，而使用雲端的特色包含提供可靠、安全的資料儲存中心、對需求端硬體設備要求低，軟體使用便利、實現不同設備間的資料與應用共享服務、提供更多資料應用的可能，主要分成設施即服務 (Infrastructure As A Service, IAAS)、資料即服務 (Data As A Service, DAAS)、平台即服務 (Platform As A Service, PAAS) 及軟體即服務 (Software As A Service, SAAS) 等四部分，各項架構包含項目如圖 6 所示，總合來說，雲端除了可供感測器傳輸之資料做儲存使用外，亦可進行資料的分析及應用，並針對不同使用者需求給予服務，而台水各區處皆有不同雲架構，本研究僅將其整體所需含括的種類進行彙整。

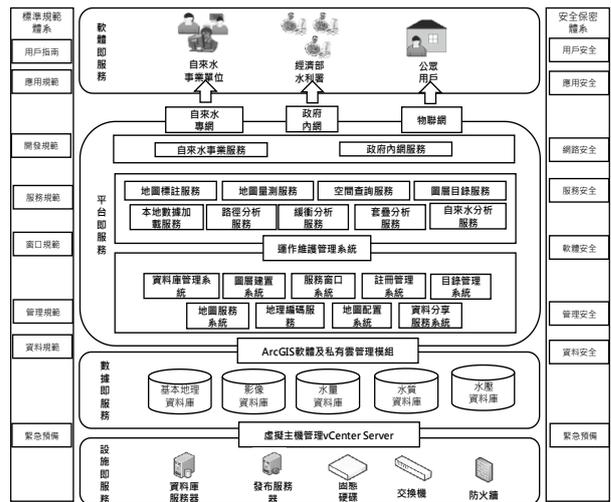


圖 6 物聯網雲端架構規劃

(六)大數據分析

資料分析技術係屬資料科學(Data Science)範疇領域，即從各種型態的資料，包含結構化及非結構化，萃取出知識和洞察，例如統計、機器學習、資料探勘和預測分析等。而有別於傳統資料探勘技術相比，大數據分析特徵須包含四種運算技術：大資料量的儲存和運算、平行運算演算法、複雜與稀疏的資料運算、動態、即時和增量的運算。相關常用分析技術說明如表 1 所示，常見數據分析的方法多以統計為主，但大數據的分析關鍵仍在於對問題的定義，唯有先清楚想得到怎樣的資訊，並對數據的背景有清楚的認識，才能利用分析方法或技術去獲得我們所要的，統計的概念僅是輔助大數據分析的一個基本手段而已。

表 1 大數據分析技術

使用工具	說明
機器學習 (machine learning)	機器學習理論主要是設計和分析一些讓電腦可以自動「學習」的演算法。
迴歸 (regression) 分析	建立自變數與應變數之關係。
分類 (classification) 分析	根據資料集中的標籤資料與特徵資料訓練一個分類預測模型。
關聯 (association) 分析	尋找資料項目間有意義的關聯關係。
集群 (clustering) 分析	進行分群，根據最大化組內的相似性和最小化組間的相似性，將輸入資料項目分成若干群組的過程。
類神經網路 (Neural Network)	透過模擬人類大腦神經系統架構處理資料的方式，來對預設的資料進行學習，以便後續依此作為偵測或預測的模式。

異常 (anomaly) 分析	資料群中資料行為模式跟其他資料有顯著差異者。
時間序列 (time series) 分析	從時間序列中找出與時間變化有關的規律與趨勢的預測模式。

本研究採用 Python 對自來水資訊進行分析，Python 具有優美 (Beautiful)、明確 (Explicit)、簡潔 (Simple)、可讀性 (Readability) 等特性，為一物件導向、直譯式程式語言，且本身具有完整強大的資料科學套件。Python 除了方便針對現有政府開放平台資料進行網頁爬蟲，亦即利用現有網頁及開放資料，依照其結構屬性，如欄位、字串等資料進行統計分析外，亦可將大量時序列資料進行統計分析及繪圖。主要採用之方法套件包含機率密度分析、異常值分析、時間序列分析及主次因次分析，各方法說明如表 2。

表 2 資料統計分析說明

項 目	內 容	應 用
機 率 密 度 函 數	針對連續型資料進行分析，各統計變數範圍出現的機率密度	自來水用戶用水水量集中區域，可作為用戶用水及供水端供水參考
異 常 值 分 析	利用盒鬚圖的四分法來解讀資料群，包含資料最大值、最小值、中位數以及上下四分位數，可知道資料的離散程度以及離群值	掌握異常值，了解自來水水量及壓力異常狀況，提供漏水判斷參考
時 間 序 列 分 析	依照資料紀錄時間，可依據不同時間間距進行分析	了解用戶時段用水行為掌握，提供用戶用水習慣查詢
主 次 因 素 分 析	80/20 法則 (不平衡原則)，了解資料分布主要集中區域	了解用戶端用水集中時段，提供管理端停水決策依據。

四、結果與討論

(一) 資料時間序列

以某小區之流量及壓力時序列資料進行分析，兩種資料記錄格式是 CSV 檔，流量時間統計自 106 年 1 月 12 日上午 9 時 21 分開始至 106 年 6 月 11 日上午 6 時 00 分止，共計約六個月，資料每分鐘一筆，共計 215,511 筆，單位 m^3/h ；壓力資料 106 年 1 月 12 日上午 9 時 21 分至 106 年 6 月 11 日上午 06 時 00 分止，資料每分鐘一筆，共計 215,511 筆，單位 kg/cm^2 。原始資料將利用 Python 程式語言進行資料預處理及內建套件進行資料分析，流量及壓力原始時間序列如圖 7~圖 8 所示。

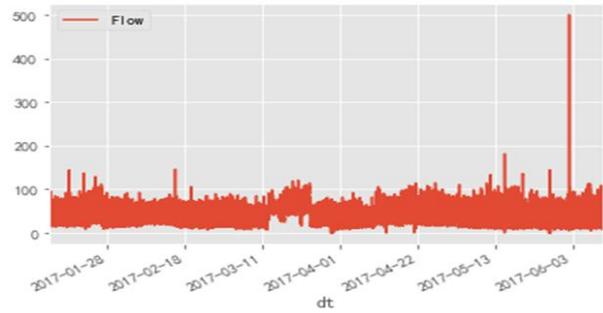


圖 7 流量時間序列資料(橫軸：日期；縱軸：流量(m^3/h))

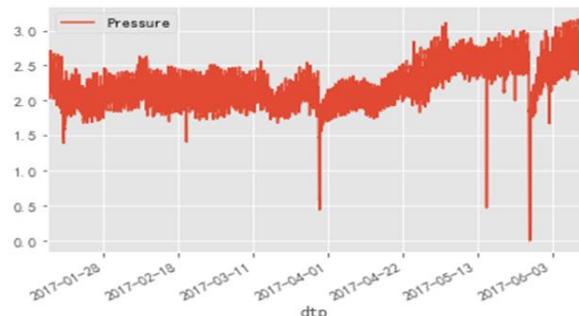


圖 8 壓力時間序列資料(橫軸：日期；縱軸：壓力(kg/cm^2))

(二) 機率密度函數(用水級距查詢)

自來水供水首重水壓是否充足、水量是否足夠、是否破管漏水、以及水質狀況等四大問題，在本次分析中僅先針對流量及壓力時序列資料進行分析，機率密度函數可表示為下式：

$$f(X) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x \leq X \leq x + \Delta x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x}$$

其中，X 為任意變數，P 表機率，F 表累積機率函數，f 為變數 X 所在的機率密度函數 PDF，在此處 X 表流量或壓力，結果流量及壓力如圖 9~圖 10 所示，橫軸表流量或壓力，縱軸是其密度，要了解各變數所佔比例，必須將橫軸單位寬度乘上密度值，可觀察到該戶用水高峰集中在 $40 \sim 44 (m^3/hr)$ ，即 $0.011 \sim 0.012 cms$ ，所佔比例約為 48%；壓力分佈則集中於 $2.0 \sim 2.2 kg/cm^2$ 間，所佔比例約 28%，另外統計流量及壓力之峰度及偏態，如表 3 所示，兩者峰度以壓力較高，顯示其峰值較為集中，平時壓力值分布變異較小，而流量則變異較大；偏態的數值則反映流量呈現右偏，表示平時流量使用增幅較高，而壓力則呈現左偏，顯示多數為低壓居多。經查本戶為圖書館，機率密度函數峰值可提供用戶一簡易資訊，了解用水量級距約在哪一個範圍，使用者可依此數據來判斷用水量是否足夠。

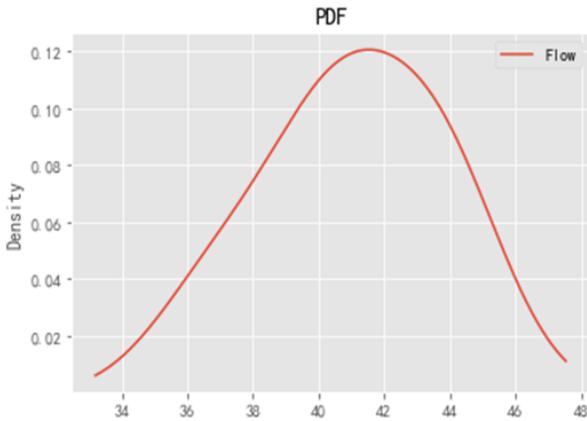


圖 9 流量機率密度函數(橫軸：流量(m³/h)；縱軸：密度)

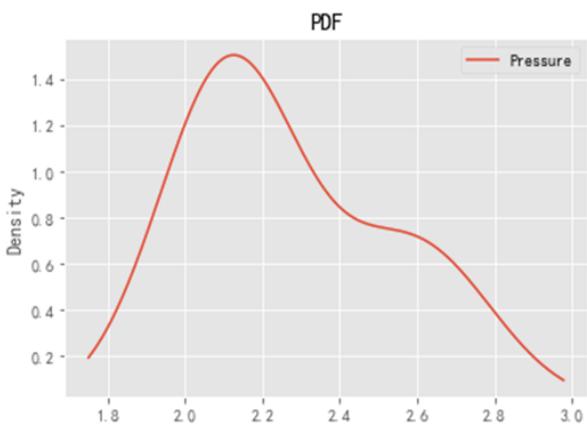


圖 10 壓力機率密度函數(橫軸：壓力(kg/cm²)；縱軸：密度)

表 3 變數峰度及偏態統計

項目	峰度(Kurtosis)	偏態(Skewness)
流量	-0.31	-0.50(靠右)
壓力	-0.90	1.06(靠左)

(三)異常值分析(可能漏水評估)

流量時序列資料如有異常，則可能是用戶突然用水增加抑或是長期不用水兩種情形，但如果為一異常值，則應有可能有破管之情形發生，固可利用四分位法(異常值分析)，將資料進行統計，如圖 11~圖 12 所示，四分位數分別為 Q1 為 20.4、Q2 為 33.6、Q3 為 61.2，最大值則為 $Q3+(Q3-Q1)*1.5$ ，結果為 122.4；最小值為 $Q1-(Q3-Q1)*1.5$ ，結果為 -40.8，但流量無負值，取結果為零，其中 Q1 表示資料群中前 25%；Q2 則為 50%；Q3 則為 75%，超過最大上限值者屬於異常，可觀察其發生時間，比對用水情形，可進一步釐清是用水增加或是破管造成。

而由壓力分佈，四分位數分別為 Q1 為 2.04、Q2 為 2.17、Q3 為 2.43，最大值為 $Q3+(Q3-Q1)*1.5$ ，結

果為 3.015；最小值為 $Q1-(Q3-Q1)*1.5$ ，結果為 1.455，可觀察到低於最小值壓力發生次數眾多，如有破管產生，則可由流量突然增加以及壓力突然下降做一判斷準則，如兩者發生時間接近，則可判斷該用戶應有破管漏水之情形發生，以目前智慧水表每分鐘傳回一筆資訊來看，如資料同時均屬離群值，則可即時通報用戶，可能有漏水情形發生，應及早進行處置。

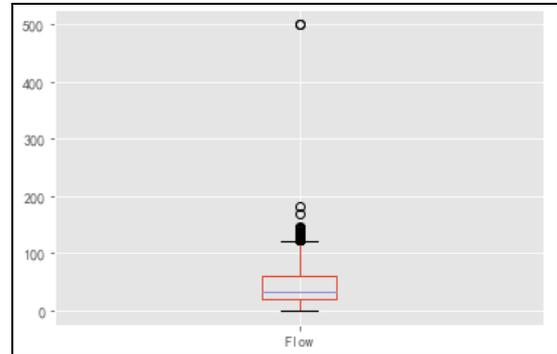


圖 11 流量盒鬚圖(縱軸：流量(m³/h))

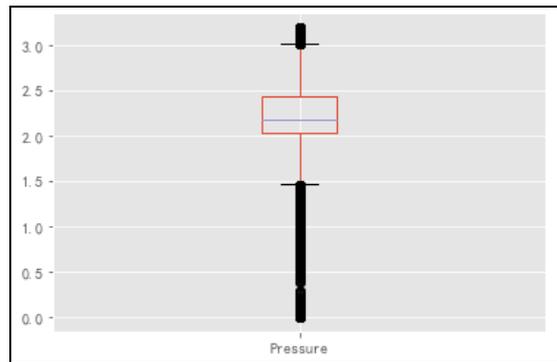


圖 12 壓力盒鬚圖(縱軸：壓力(kg/cm²))

(四)時間序列分析(用水行為統計)

用戶用水行為統計，其週期常以每時、日、周及月來觀察，目前資料收集僅有六個月，如圖 13~圖 16 所示，可觀察到二月用水極低，一月及三月是高峰期，四、五、六月則較為下降，經查該區公共設施居多，合理推論因二月適逢為春節假期，不開放時間較長，故用水量相對其他月份為低；而將每月單日用水進行統計，用水時間集中在月中，月初及月底則相對用水較少；而一天當中，清晨 2~6 點則用水量較低，中午 1 點至 3 點用水較低，4 點後為尖峰期之後至傍晚 9 點逐漸下降，傍晚 10 點則為當日用水高峰時段，之後快速降低；而由壓力分佈情形，可觀察到壓力最充足的時段是在凌晨 4~5 點，另一個高峰則為下午 1 點至 3 點，對照流量分布一是在當日下午 1 點至 3 點用水最低，顯示兩者呈現明顯反比關係。如該用戶欲大量用水，建議可由上述單日壓力分佈，來選擇合宜取用水之時間，如澆灌及清潔時間可多集中在下午 1 點~3 點進行。

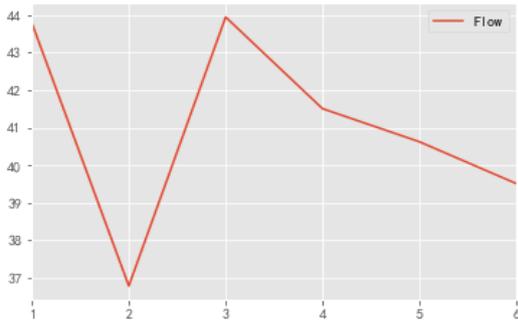


圖 13 每月平均用水量(橫軸:月份;縱軸:流量(m³/h))

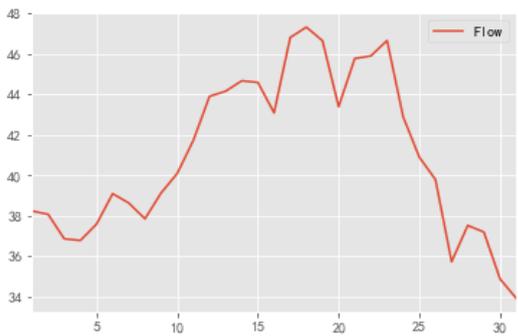


圖 14 每日平均用水量(橫軸:每日;縱軸:流量(m³/h))

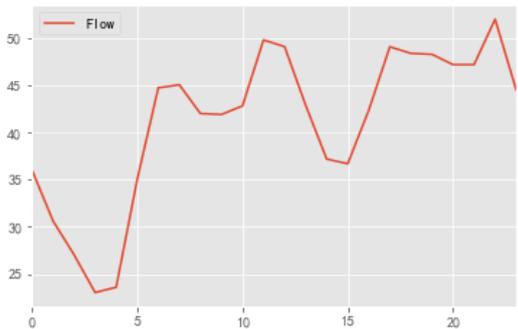


圖 15 逐時平均用水量(橫軸:逐時;縱軸:流量(m³/h))

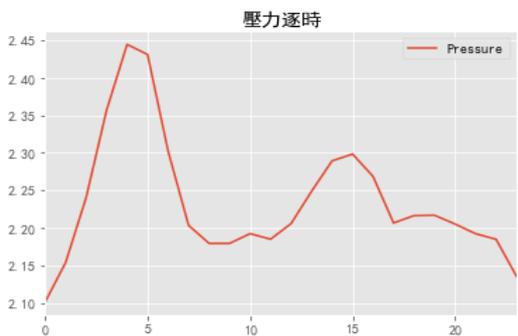


圖 16 一日供水壓力分佈(橫軸:逐時;縱軸:壓力(kg/cm²))

(五) 主次因素分析(停水時段建議)

根據主次因素分析可了解該用戶用水尖峰集中時間,如圖 17~圖 19 所示,可觀察到每月用水量有百分

之 80.1 集中在月中;而百分之 86.8 集中在周一至周六;百分之 82.2 集中在上午及傍晚時段,此訊息可提供供水端一停水決策依據,如以本區用戶為例,如要停水,建議在月底或月初,日期盡量在周末進行,時間則選在凌晨 1~5 點進行,因為此時間用戶用水最少,如停水,則對用戶正常生活用水使用影響程度最低,另外,對用戶端也可獲得即時停水時一儲水資訊,如停水日期及天數確定,則可依照該用戶平日用水統計,計算需儲備的水源,再去評估水塔儲水是否充足,提前作準備。

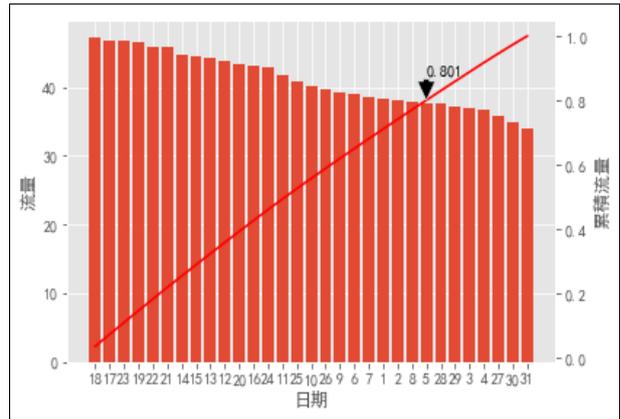


圖 17 單月每日用水分析

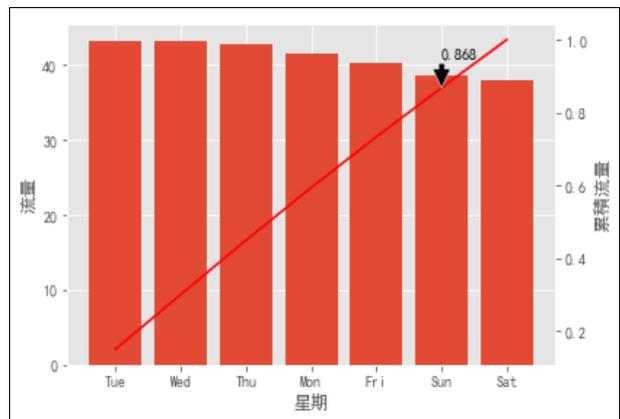


圖 18 每周每日用水分析

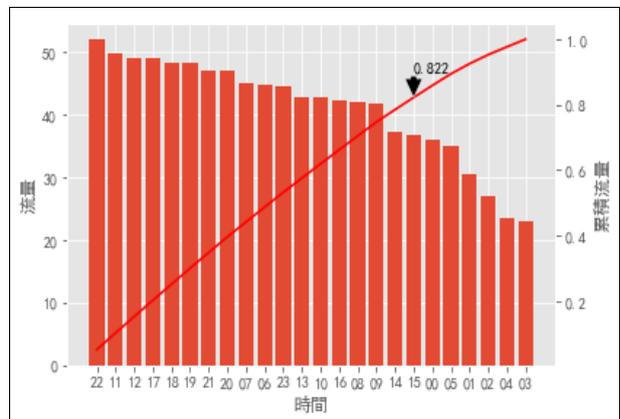


圖 19 當日每小時用水分析

(六)水質狀況查詢(APP 製作)

前述資料係屬連續型資料分布，可採用各式統計方式進行資料的判讀，而本研究亦利用台水網頁開放資料進行網路爬蟲，將其儲存格式為以逗號分隔(Comma-Separated Value, CSV)的文字檔資料進行 APP 的查詢建置，而目前針對常用之水質資料進行分析，包含重要的監控資訊餘氯、濁度、酸鹼度等，這些資料係屬以欄位分隔之半結構化資料，本研究採用美國 Massachusetts Institute of Technology (MIT) 所開發的 APP Inventor2 軟體，藉由拖拉區塊進程式碼的撰寫，該軟體為一線上免費軟體，所有操作皆以雲端進行，並可直接由網頁讀取所要分析之資料檔案後進行處理，本研究以台水網頁所提供之各區處淨水場水質資料進行建置，成果如圖 20 所示，其 APP 主要以安卓 Android 系統開發，完成後可藉由二維條碼產生器進行下載，可供查詢台水公布之各淨水場水質狀況，未來可加入民眾所在位置，提供民眾所在區域鄰近淨水場的水質狀況，以利民眾評估用水水質狀況。



圖 20 台水開放資料水質狀況查詢 APP

(七)綜合討論

智慧城市將改變人民生活方式，朝更便利、更節能的目標邁進，而發展智慧城市的方向，則來自於民眾的需求，故沒有一個固定模式可以複製，綜觀世界先進國家對智慧城市的願景以及實際作為，不難歸納出智慧城市的組成要素，包含科技技術層面的提升、資訊共享、分析及後續實際應用。然而發展的成功與否，並非是建構完善的硬體設備，而是取決於民眾參與程度、創意發想、溝通凝聚的共識，最後才是技術，這樣才稱得上是智慧都市。

以台灣目前自來水供給系統來看，管網的布置及自來水普及率皆已相當完整，最大的問題是水管老舊破損所造成的漏水問題，但全面更新所需經費及時程，都不是現階段政府所能負擔的，即便經費充足，那也不符合實際經濟效益，故研發智慧化自來水系統就有其急迫性與必要性，如何以更聰明、更經濟的角度針對難解的問題提出對策，並逐步落實，是當前該努力

的方向。以世界各國發展智慧城市的經驗來看，越是先進的歐美國家，首重民眾的參與，而政府所扮演的角色則是提供一個平台，讓更多有想法的人民有揮灑的空間，並從中激盪出好的成果。而中國等亞洲國家則多是以感知設備的全面裝設、普及及物聯網技術的開發作為發展主軸，民眾參與則相對是次要考慮，兩者思維恰恰相反，雖說殊途同歸，都是為了解決人類問題而做的努力，但如果以開發實質效益來看，歐美的智慧城市經驗更值得我們仿效，因為所有智慧的開發都是以人為本，應先聆聽大眾的意見，釐清問題，才可能針對需求提出解決的方案，相關技術能力的提升反而是次要的。

國外發展智慧自來水的誘因相對台灣而言為高，其主因不難理解，就是“水的價值”高昂，故所有應用程式開發的目的都在於替民眾降低水費，但在台灣因水費相對低廉，故發展公共給水的智慧化，其難度遠較世界其他國家為高，因為民眾無感，無法對自來水智慧化有所期待，自然市場不大，投入研發的人員及金額自然不多，能做的應用自然有限。但水費調整的問題，不能作為不發展智慧水務的藉口，而是更應該發展智慧水務，先讓民眾看到應用價值，進而塑造價值的差異化，才有機會獲得民眾重視，屆時水價調整的政策所受的阻力自然減小。簡而言之，跳出框框看問題，水價低廉是阻礙智慧水務發展的關鍵，解方是推行水價調整政策，但民意是政策窒礙難行的主因，而價值差異卻是改變民意的重要驅動力，故創造智慧水務的價值才是解決問題的根本。

台灣目前發展智慧水務上仍處於萌芽期，但所幸我們國家資通訊技術先進，整個物聯網(IOT)的關鍵技術掌握良好，但目前尚缺兩個重點項目，前端感知層的布設以及後端資料大數據分析應用，而這兩者彼此關係緊密，監測設備的裝設並不是智慧化的具體表現，資料挖掘能力與應用才是整個智慧化的關鍵，但缺乏數據收集，一切都只是紙上談兵，兩方面的發展並無所謂的先後順序，惟當前在自來水系統，已逐步規劃分區計量管網(DMA)，並針對水場加壓站、大用水戶等進行智慧水表安裝，並建構 SCADA 系統，進行水量、水質、水壓的監控與管理，雖然當前各區處仍有資料整合問題，但在應用上已踏出智慧水務的第一步，後續的技術整合相對而言是可以期待的，當前政府面臨的問題多元，在智慧水務這塊領域，已提出前瞻基礎建設水環境，在時間及資金有限下，如要智慧水務推動成功，政府所扮演的角色在於前期資金挹注，並選定各類型場域進行實證，並加速發展大數據應用的服務，再彙整成功案例進行媒體宣導，讓民眾由強烈反對，逐步改變看法，也就是整個智慧水表裝設的氛圍必須逐步的擴散於社會輿論中，先以獎勵補助方式，針對大用戶進行宣導，讓大用戶感受到節水的效益，在逐步制定法規，針對水量級距進行水費調整，逐漸由同儕競爭壓力來影響其他大用水戶裝設意願，逐步達成大用水戶自來水智慧使用的目標，後續政府的工作多著重在於宣導，但大數據分析與資料加值服務需

投入更多的資金進行研發，並開放給民眾實地場域體驗，並進行宣導，前期不以強制規定民眾裝設智慧水表，以”里”為單位，進行安裝優惠補助，在逐步獎勵用戶節水成效措施，預計在計畫推展的第 5~8 年內，讓社會輿論與氛圍帶動更多用戶裝設意願，逐步完成台灣智慧水網的建置。在台灣，規劃永遠比實做多，智慧水務的成功絕對不是紙上談兵談出來的，「做」、「容錯」、「試誤」都是智慧化過程中重要的一環，政府是人民的靠山，但絕對不是提款機，要想讓民眾心甘情願接受政策，最好的方式就是將”價值”的差異化具體讓民眾體會，無論是否成功，但肯定的是每踏出一步，就是改變的開始，目標如果明確且有利於民眾，改變就一定會越來越好，以實際的例子來說，高速公路 ETC 就是一個最好智慧化成功案例，改革需要魄力，更需要洞見，台灣水資源豐沛，是建構智慧水環境最好場域。

9. 劉勇志(2017)，「大數據(Big Data)分析與應用」，台北：台科大圖書股份有限公司。
10. 謝明達(2017)，「智慧城市大未來」，台北：財團法人中衛發展中心。

五、結論與建議

- (一)智慧水表是自來水智慧化的關鍵，但水費的調漲並非發展的誘因，其主要問題仍在於裝設智慧水表的價值無法凸顯，不能使民眾有感。
- (二)國內資通訊技術先進，加上面臨水資源調配不均問題，是最適合結合物聯網，發展智慧水務的環境。
- (三)智慧城市已是現在進行式，其成功關鍵是大數據的分析與應用，應投入更多的研發資金，讓應用價值更多元。
- (四)建議政府開放平台資料可更多元，且能多邀請民眾參與討論，以便政府未來開放更多的資料種類，結合民眾創意發想，打造智慧水台灣。

參考文獻

1. Combs, A. T. (2017), Python 機器學習實踐指南(黃申譯)，北京：人民郵電出版社。
2. Digitimes, www.digitimes.com.tw/.
3. 弓銓企業有限公司(2015)，「智慧型電子式水表在自來水管理之探究」。
4. 余孝先、趙祖佑，(2015)，「巨量資料應用，打造資料驅動決策的智慧政府」，國土及公共治理季刊。
5. 陳明洲、林珈汶、周依奇、周家榮、蔡裕國、施俊宏，(2016)，「大用水戶用水管理模式」，中華民國自來水協會 104 年度研究計畫。
6. 陳曼莉、時佳麟、曾喜彩、黃欽稜、梅英昌、宋奕穎，(2016)，「智慧水表之建置與應用發展」，中華民國自來水協會 104 年度研究計畫。
7. 楊崇明、蘇政賢、黃敏惠，(2012)，「智慧電子水表管理應用之探究」，水利產業研討會。
8. 經濟部水利署(2016)，「公共給水系統智慧管理先期研究計畫」。