



公部門人工智慧之運用－以 地下水管維護為例

隨著資訊科技技術的興起，運用人工智慧等創新科技解決各領域問題已經蔚為風潮，相關分析技術亦可協助公部門進行施政決策，提升施政效能。本文以美國及日本的政府部門為例，分析如何透過人工智慧等技術，協助解決需投入龐大成本的下水道維護問題，讓政府部門提升公共建設的施政效率與效能。

林琦珍、劉宸岳（臺北商業大學會計資訊系副教授、勤業眾信聯合會計師事務所風險諮詢服務部顧問）

壹、前言

隨著資訊科技快速發展與數據應用變革趨勢，組織創新步伐的不斷加快，稽核工作面臨越來越大的挑戰，資誠聯合會計師事務所「2018 全球內部稽核調查報告」中指出，內部稽核人員現在被期待應該具備新科技的觀點，除了對以往企業資源規劃（ERP）系統需更為熟稔外，更應考

量大數據分析、流程機器人（Robotic Process Automation, RPA）、人工智慧（Artificial Intelligence, AI）等創新科技對組織風險概況之改變，以及對日常營運的衝擊，並對如何擁抱這些創新科技，提供有價值的建議。

依行政院訂頒之「政府內部控制制度設計原則」所提「政府內部控制觀念架構」，公部門內部控制目標，包括：實現

施政效能、提供可靠資訊、遵循法令規定及保障資產安全等 4 項主要目標，且控制作業之設計應具有預防性或偵測性功能，其範圍涵蓋人工化與自動化作業。另依「政府內部控制監督作業要點」規定，監督作業得利用資訊技術，配合業務流程建立自動化勾稽比對等機制，就業務活動之關鍵控制重點進行持續性監控或稽核，俾及時偵測及防止異常事項，以

合理確保業務之正常運作。然政府部門之公務繁多，且現行內部控制之建立與執行多依賴人工處理，若能透過機器學習及資料分析等資訊技術簡化例行性公務，並輔助執行相關控管機制，當有助於提升施政的效率及效果。

近年來，我國政府發布的數位國家發展策略中，可以看到政府正積極建立一個以「數位為核心」的服務，尋求一些有助於公部門現代化與數位化的方案及計畫，包括行政院「台灣 AI 行動計畫」、科技部「人工智慧（AI）推動策略」及國家發展委員會協調推動的「亞洲·矽谷」計畫等，希望將我國塑造為全球智慧創新的重要樞紐。而人工智慧不但牽引全球產業趨勢，也可能影響社會經濟的發展，邁向智慧政府，不僅是政府管理的一種革命，亦是巨大創新。未來在人工智慧的輔助下，不僅可減少政府運作成本，更可進一步改善政府服務品質，增加公務人員的

行政效率與效能，並可創造良好生產力，為人民提供更迅速有效的服務。

本篇文章將透過國外文獻，從解決地下水管維護問題來探討政府應如何運用數據資料分析提升政府效能，作為政府發展大數據分析相關業務之參考。

貳、美日遭遇地下水管維護問題

根據 2013 年美國社會研究局內部工程師估計，到 2020 年至少需投入 3.6 兆美金執行基礎建設的汰換與維護工作。基礎建設的範圍非常廣泛，而且興建完成後須妥善維護，舉例來說，若是政府不去維護道路上的坑洞及瑕疵，不僅造成路面的品質低落，甚至未來需要花費更高的金額去修補道路；若是忽視橋梁的維護作業則可能導致橋梁崩塌造成意外；如果是忽視地下水管維護保養，水管設備將持續老化進而導致水流中隱含鉛的成分，

最後甚至可能如同美國密西根州發生鉛水危機（Flint Water Crisis）。

以地下水管為例，目前多數國家對於地下水管的維護保養係採被動方式處理，亦即有破裂才去修復，而且多採用人工巡查的方式探測設備是否老舊或損害需要更換，又地下水道的分布，光是一個特定都會區域可能就相當複雜。因此，需耗費龐大人力及時間的地下水管維護工作，為各國政府普遍所面臨非常棘手的施政議題。

在 2017 年蘭卡威國際海事及航空航天展覽會上，日本 NEC 企業開發了一款下水道機械人。由於日本近 50 年來總共新修了下水道線路計 46 萬公里，而其中超過 20% 已經到了老化破損的階段，然而修復工作需要查明並確認破損位置及程度，若是透過傳統的人工配合攝像鏡頭，每天只能檢查 200 公尺，但透過機器人每 6 小時就能檢測 1 公里的下水道，



主要係運用圖像識別和機器學習技術來辨識水管的缺陷，但並非每個國家都有預算及時間進行機器人的研發，那還能透過什麼方式來進行水管維護的工程呢？

2018 年 KDD (Knowledge Discovery & Data Mining) 會議中即以紐約的雪城 (Syracuse) 為例，如同其他舊型城市，雪城的地下管線每年大概破裂 200 多處，有時甚至在一天內會有多處水管同時破裂，由於水源的污濁，進而影響商家生意，也讓人口持續外移，接著引發該市財政困難，就更難投入經費維護地下管線，形成惡性循環，因此必須研擬一個財政上足以支持且有效快速的方法來解決管線維護問題，於是機器學習與分析的技術，被提出來應用於協助政府擬定施政決策。

參、運用人工智慧發掘潛在風險

機器學習 (Machine

Learning) 是透過從過往的資料及經驗中學習並找到其運行規則，最後達到人工智慧的方法。機器學習的發展，除了在資料分析及資料科學上的應用，更帶動了沉寂一段時間的人工智慧應用的發展，也成為當代人工智慧最重要的核心技術。傳統上，實現人工智慧的方式需要人們將規則嵌入到系統，機器學習則是讓電腦能夠自行從歷史資料中學會一套技能，並能逐步完善精進該項技能。機器學習的重點在於如何預測未來，主要透過以下的方式進行訓練，包括：1. 需要大量資料（去訓練系統），2. 從資料中篩選學習樣本，3. 根據步驟 2 所獲得的經驗建立預測模型，4. 利用此模型針對未曾見過的新資料做分類，並推測它可能是什麼。

解決雪城地下水管維護問題的研究團隊透過與政府合作，將有關地下水道的內部資料公開，從篩選資料到資料的訓練，最後完成未來三年，主

要區域主要管線破損的預測模型。在機器學習的世界中，最難的第一步是「資料的蒐集」，沒有資料就無法進行機器學習，第二步是「特徵的選取與模型的優化」，政府最需要克服的絕對是資料的公開與透明化，以及資料的整合，若是沒辦法給予預測所需要的關鍵因素及特徵等資料，就不能進行模型預測，亦無法達成內部控制所希望確保組織有效率及有效果地營運之目標。

依上述 2018KDD 會議的論文結果，研究團隊透過政府部門的協助，完成了截至 2016 年雪城地下水道相關資料之蒐集與更新，並提出了對於 2016 至 2018 年的水管保養預測，其預測 52 個街區中有 42 個主要管線未來即將破裂，並建議雪城政府將上開管線列為雪城於未來五年內優先更新的基礎建設，藉此翻轉了政府基礎工程維運方式，由被動處理轉變為主動出擊。由此可知，透過機器學習與分析技術發展出精

準的預測模型，不僅能協助政府相關部門快速完善地規劃預算，也可以將錢花在刀口上，提升施政的效率與效能。

此研究的結論亦敘明，上開模型結果未來將運用於雪城的水管預防作業中，第一步為透過水管預測的結果將前1%列入優先更換作業，另一方面為透過風險分析指數，將高風險的水管進行道路結構重整和維護的重要事項，藉此全面改善雪城維護工程的運作模式，讓整個團隊積極地依預定目標進行基礎建設的維護及改善計畫。

肆、結論

為提升營運的效率及效果，政府可以將上述的資料分析能力及機器學習技術，運用於內部控制制度之設計或發揮持續性監控及稽核功能，來改善目前耗費人力或一般例行性的工作，也可藉由與會計師事務所等專業組織或學術單位共同開發流程機器人，協助檢討

公文通關的流暢性、各階層授權及簽名核准的正確性，以及控制報帳系統的安全性等，如此一來不僅可協助達成政府內部控制四大目標，亦能透過新穎的技術重新檢討簡化業務運作流程，讓整體政府部門提升運轉活力及效能。

參考文獻

1. American Society of Civil Engineers. (2013). 2013 Report Card for America's.
2. G. Anderson. (June 2011). The Problem with Potholes: Neglected Road Repair Poses Huge Liabilities for Many States.
3. L. Sander and S. Saulny. (Jan. 2017). Bridge Collapse in Minneapolis Kills at Least 7. The New York Times.
4. City of Flint. (Dec. 2015). State of Emergency Declared for the City of Flint.
5. A. Kumar, S. A. Asad Rizvi, B. Brooks, R. A. Vanderveld, K. H. Wilson, C. Kenney, S. Edelstein, A. Finch, A. Maxwell, J. Zuckerbraun, and R. Ghani. (2018). Using machine learning to assess the risk of and prevent water main breaks. In KDD 2018: 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, August 19-23, 2018, London, United Kingdom. ACM, New York, NY, USA.
6. With aging water and sewage pipes threatening to cause roads to subside, NEC's ICT technology is being used to combat their deterioration.
7. Syracuse i-Team: Upgrading Infrastructure on a Limited Budget. (2017). ❖