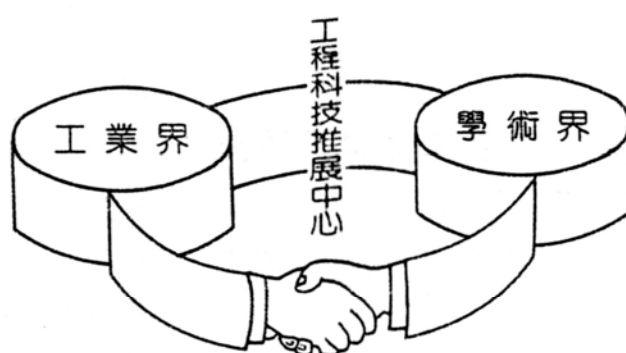


人工智慧在工程上應用研討會

論文集



主辦單位：國科會工程科技推展中心

時間：七十八年四月二十日至二十一日

地點：台北市羅斯福路四段一號國立台灣大學思亮館

國科會工程科技推展中心 編印

人工智慧在地下水工程上之應用

蘇苗彬教授

中興大學土木系

1. 高科技在土木工程上之應用
2. 地下水工程應用的介紹
3. 已有及試擬各種應用方法

1. 高科技在土木工程之應用

1 · 1 前 言

土木工程中，有關的室內，野外試驗及各項監測工作，可借助整合性的自動化研究，再加上人工智慧（Artificial Intelligence）的輔助，而達另一境界。

如能整合各種土木工程專業知識組合成的專家系統，配合自動化的計測及控制的技術，構成「土木試驗及監測自動化」之整合性工作，作成的自動化系統，可在土木試驗監測方面發揮相當大的功效，一則可取代許多耗費人力的工作，二則可達某些以前無法作到的事項。就硬體及軟體部份作一說明如下：

(一) 硬體部份

自動化系統中，硬體包含控制中心及控制元件。通常由各種之電腦為主體，而控制元件包括各種計測單元及工作單元。計測單元將感應到的資料送給控制中心，而控制中心再將各種工作指令分派給工作單元。

(二) 軟體部份

主要為控制中心的指揮系統，它一方面能夠接受計測單元傳回來的資料，另一方面要送出指令給工作單元，而最重要的是要作決策與判斷。接受到計測單元傳回來的資料後，經由集合各類經驗、知識作

成規則化的專家系統，（亦即在什麼情況下，作什麼特定的工作），來決定送出怎麼樣的指令給工作單元。所謂的專家系統，可說是在某一特定領域中，經驗及知識的總匯。當它接受一“詢問”時，能依建立的規則，作出類似專家的反應，其特色在於它能處理所謂“知識”，而不只是處理資料而已。如此可用電腦來替代專家的工作，善用及節約人力的功效。

1 · 2 應用範疇說明

整合性自動化的構想，應用的範疇可分兩部份來描述。

(一)各種試驗自動化控制之應用

類似MTS機器中的回饋系統，可幫助許多特殊高難度試驗的進行，控制中心經由資料的讀取，隨時檢測及修正工作元件的動作。其它如自動化之三軸試驗，電腦控制的造波機等等，皆可借助自動化控制，而達到對試驗狀況的更佳控制及對真實現象（如：地震、動態載重、海浪等）的更佳模擬，可突破許多現有試驗儀器的限制。就大地工程而言，如就打樁分析儀作成的應力分析、動態三軸試驗、K。三軸試驗等…，皆為可投入之方向。

(二)現場監測及預警系統

一項重大的土木工程規劃施工，稍一不慎即可能造成無謂的生命及財產損失。因此，施工期間及完工後的監測與災害的預警系統，實屬必須。由於監測工作是長期持續性的，自動化的資料收集系統有其

必要性，更可結合專家系統預先將收集資料後的判斷能力作成電腦系統，如此可組合成完善的監測及預警系統，可由無人控制的電腦指示所應作的反應。當外界突然的某種因素或者結構體本身表現的改變，預警系統可發出反應甚或指示，使能及時採取補救措施。

2. 地下水工程應用的介紹

2 · 1 地下水工程應用的領域

空中的水氣，經由雨、雪等過程降至地表，這個過程是屬於氣象及氣候學研究的領域。而當水降落至地表後，或為植物、建築物等所攔截，或因地形而成滯留，而最主要乃成為逕流及經由入滲、滲漏的過程，儲存在地下飽合或不飽合層中。其中進入地下水飽合層（或含水層）的部份，則會具備勢能，常以滲流的形式產生移動。舉凡會因地下水之存在與流動而發生影響的，都屬於地下水工程可能之運用範疇，從大地工程的觀點來看，排水往往是解決地下水與滲流問題最主要的手段。實際上許多學門都與地下水問題有某程度的關連，各自從不同的角度，在解決不同的地下水問題。

以下試列舉一些有關之工作與學門：

1. 水文分析
2. 水資源探討與管理
3. 水土保持工作
4. 過濾材料與排水設計
5. 水庫、土石壩、堤防的滲流問題
6. 基礎及施工開挖的地下水排除
7. 自然及人為邊坡的穩定問題

- 8.擋土結構物的排水問題
- 9.道路、機場跑道的鋪面排水問題
- 10.地下水污染有關問題的探討與處理
- 11.海水入侵問題的探討
- 12.地盤下陷問題的處理

2 · 2 地下水流動的介質

地下水流發生於地層間，故討論地下水問題，必得先掌握地層的特性。故需要對所研究現場的地形、地質、水文及土壤性質作踏勘、探測及試驗的工作。其中直接影響地下水流動的最主要因子則為地層之滲透係數。

地形的資料通常可由地形圖及測量的結果取得，而地質往往需借助鑽探的施行或各種地球物理的探測。其中地球物理的探測，由於需對資料作判斷與推測，一向為專家系統發展很重要的領域。本文嘗試集中於水文系統的調查與土壤特性兩項，人工智慧及專家系統可能之應用作一番申論。

滲透係數量測的方式，往往因現地條件及工作目的而有所不同。在方法上可分室內及現場量測，手段上又可分為直接與間接的方法，就流動情況而言，又可分為穩定流及不穩定流兩種。

a. 間接的方法

a1 由壓密理論中的不穩定流情況反推。

- a2 由鑽探及分析資料，借助於經驗公式作計算。
- b. 直接的室內試驗
 - b1 不穩定流的變水頭試驗。
 - b2 穩定流的定水頭試驗。
- c. 直接的現場抽水試驗
 - c1 穩定流狀況下，採用觀測井，作井抽水試驗，並加入邊界條件變化的考慮作分析。
 - c2 非穩定流狀況下，採用觀測井，作井抽水試驗，並加入邊界條件變化的考慮作分析。
 - c3 採用鑽探成的鑽孔，改變井水位，用加壓或不加壓的方式，不用觀測井，在非穩定流狀況下，作成試驗。
- d. 直接觀測現場地下水流況
 - d1 用染料、放射性元素或食鹽，在鑽井中作追跡。
 - d2 觀測地下水起伏之延伸或後退等變化。

3.已有及試擬各種應用方法

以上所提到地下水工程的範疇中，有許多工作可予以專家化，捨去專家系統，人工智慧等專業性內容不討論，將各種可以應用的工作作成以下討論。

- (1)基本資料之蒐集與整理：在工程適用性的評估及環境影響評估的工作中，基本資料的彙整及作成最後評估皆可借助專家系統來幫忙，如全國地理資訊系統。
- (2)現場含水層之特性調查：含水層之特性在許多有關之地下水工程中皆屬重要，抽水試驗結果的分析，再加上含水層特性綜合方可得含水層之完整、正確的特性，如 In-situ。
- (3)施工管理：大型土木作業中，為施工需要排除地下水或降低地下水流，往往需嚴格的控制，可經由現場監測及專家系統的執行判斷，來達成安全管理及緊急措施的提供。
- (4)土石壩安全監測：土石壩的滲流問題，向來為其安全考慮之重要控制因子，因此重要之土石壩，尤其是作為水庫之壩體，均有多種觀測工作的長期進行。除了觀測壩體的變形外，主要的即為觀測其內部水壓力分佈和變化情形及水位變化，滲流量的觀測等。而整體資料用來提供其是否因不當的滲流，造成潛在的危險性，如能擴展此分析及判定的工作，作成完整之專家系統，可連接自動監測單元，自動的蒐集資料，並經由系統中心的運算，由專家系統針對結果之

合理性及安全性作成研判，進而可以由專家系統指揮，提供緊急處置的對策。

(5)崩積土或一般土壤邊坡的安全：自然或人爲的邊坡存在於各種日常生活空間的許多角落，如坡地社區的開發、道路工程、山坡地的各種使用等。一般來說，地下水的存在與流動情形，常常是此類邊坡穩定的決定因子。如何設計維持邊坡的穩定，也往往取決於地下水的情況的掌握，爲了防止災害的發生，良好的現地監測及預警系統，往往不可或缺。而緊急處置，則可借助專家系統中，經驗累積的法則來一則指揮緊急搶救的工作單元，如預設的抽水井開始工作，一則可以提供人員安全的處置方法，如發佈疏散指令等。如此作成的系統，對大規模的坡地社區安全預警，有極大的功能。

(6)水文監測及水資源管理：自然水文變化極大的影響現代的生活，對中、下游都會區而言，水的使用需求及可能帶來的問題，往往層面相當大。在目前，尤其是人類生活空間漸往集水區上游侵入，種種的活動，不論建設，使用皆可能引起集水區整體水文環境的影響，具體的自動監測系統及專家系統，可提供安全的監督及可能造成影響的研判。

而水資源管理中，地下水一向較易受到忽視，其實地下水往往是地表面水流失及補充的要件，在集水區水資源管理中，不可或缺。以澎湖赤崁地下水庫爲例，如何監測地區之雨量、入滲、蒸發散、及至流失，可用水量控制等，皆需配合地區之地文、水文、地質

等條件，才能作成合理正確的研判，亦才能達確實的管理，其間專家系統可提供達成此目標。

(7)地盤下陷監測與處置：地盤下陷可以由許多不同原因引起，在台灣目前最常見的則為因地下水過量使用而造成。如何有效監測、管制甚或補充，可借助特殊發展的專家系統來執行監測，及處置方法研判的工作。

(8)地下水污染問題處理：地下水污染的問題，在台灣日見嚴重，在美國、日等國，亦積極尋求監測及處理的方法。如同前述各項工作，專家系統可以應用在這一主題上，來協助工作者作自動監測、資料蒐集、整理、研判及對策擬定的工作。