

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以 GIS 網路架構為基礎建立灌溉渠道地理資料庫之研究

(一)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2313-B-002-341-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣大學生物環境系統工程學系暨研究所

計畫主持人：蘇明道

計畫參與人員：蘇明道、溫在弘、蘇郁修、吳瑞山、李建志

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 92 年 9 月 8 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

以 GIS 網路架構為基礎建立灌溉渠道地理資料庫之研究(一)

Geo-database for Irrigation Canal System Based on Network Data Structure (I)

計畫編號：NSC 91-2313-B002-341-

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：蘇明道 國立台灣大學生物環境系統工程學系
計畫參與人員：溫在弘 國立台灣大學生物環境系統工程學系
吳瑞山 嘉南農田水利會工務組
李建志 嘉南農田水利會工務組

中文摘要

農業灌溉用水佔水資源利用相當高之比例，而農業用水管理主要是以渠道系統為核心，因此渠道之架構管理、維護亦成為提升農業用水效率相當重要之工作，本研究以地理資訊系統之觀點探討一完整且易於維護、分析、管理之渠道系統空間資料庫之資料架構，並針對水資源調配、資料新增修改等應用加以討論。除研討建立渠道之編碼系統外，並擬於後續利用動態分段(Dynamic Segmentation)技術，進行渠道沿線相關管理資料之建構，提供渠道管理決策之參考。本研究以嘉南水利會灌區為研究區域，探討灌溉輸水網路空間資料庫架構，其主要目標包括：

1. 研討適用於網路分析的渠道系統編碼
2. 建立資料庫中各渠段間的上下游關係
3. 探討渠道網路之屬性資料新增、修改等維護方法
4. 建立渠道網與灌溉輪區的關連表
5. 建立渠道網路動態分段資料庫
6. 渠道網路應用於水資源調配之探討

第一年度計畫之工作包括：研討目前台灣渠道編碼之缺陷、收集整合研討區域渠道網絡、並初步研討建立適合 GIS 網路分析之渠網資料結構。計畫執行成果包括嘉南水利會灌區主要幹支分線渠道圖層之收集整合，以及現有渠道編碼之檢討，並初步以管網資料結構之概念建立新的編碼架構。

關鍵詞：灌溉管理、灌溉系統、地理資訊系統、網路分析

Abstract

The irrigation water is distributed through canal network systems. An effective management of these distribution networks will improve the efficiencies of irrigation water uses. This research is to develop an effective network framework for canal system from a GIS perspective. The canal network of ChiaNan irrigation association will be used as a demonstration site. The techniques of Dynamic Segmentation will be also used for management of sectional data such as design, construction, and maintenance records. The developed system should meet the need for irrigation management such as irrigation scheduling, and periodical maintenance arrangement,

etc. Since the river systems have the same characteristics of the canal network. What will be found in this research can be easily transplant to the implementation of the river network GIS.

Keyword: Keywords: Irrigation Management, Irrigation systems, Geographic Information Systems, Network analysis

一、緣起與目的

地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 為近年來發展成熟專門處理空間資料之電腦技術,除能有效管理具空間分佈特性之資料外,並能利用空間分析的技術,提供決策支援所需之空間資訊。早期水資源相關領域中有關 GIS 之應用多偏重於圖資之展示,隨後雖有越來越多之相關分析研討,但大多是使用 GIS 空間分析中之套疊分析(overlay)功能,且偏重使用有關多邊形(Polygon)的「面」資料,例如有關集水區土地利用對地表逕流之影響,即屬於此一類型之典型 GIS 應用。但在 GIS 中除了多邊形之套疊分析外,尚有一項非常重要之分析功能,即是透過線與點相互連結而成的數值模型(如水系、管線等設施)即為網路系統(Network),利用點、線交錯的特質做為分析的主要依據,透過圖層位相及屬性資料以進行網路分析(Network Analysis),達到分析資源分配及運輸的目的。

在水資源之規劃與調配業務中也有具網路特性的網絡系統(如天然河道、排水系統、輸配水系統等),皆可使用地理資訊系統網路分析加以模擬,但經參考國內外歷年研究,GIS 網路分析在水資源相關研究中之應用研討相當稀少。最早的文獻應屬 Grayman (1982) 提出了一個以不規則三角網(TIN)紀錄地籍與水文資料的龐大資料庫,稱為 ADAPT 系統,但由於相容性低且使用方法過於複雜,並沒有被大量使用,可以算是一個早期具有網路分析雛形的成果;Lupien (1987) 以簡單的網路元素線段(Link)及結點模擬水網的空間關係,提出網路分析的定義為利用線段及結點彼此連接之平面網路模擬現實網路狀況,提供空間分析的功能;Djokic and Maidment (1991) 以 ARC/INFO 之網路分析探討洪水疏導排水的問題,利用區位分派功能來計算集流時間;Djokic and Maidment (1993) 則針對 ARC/INFO 的網路分析應用在水資源網路結構的架構標準,包括阻抗訂定、結點分類等。另外 Dulaney and Hewitt (1990) 以 GIS 網路分析討論海灣地區的管流排水問題,利用常在交通路網分析中使用的區位分派(Allocation)分析討論排水點及流量的分佈。

但早在 GIS 系統尚未成形之前,美國地質調查所(USGS)以及環保署(USEPA)為了因應大量河川河段資料之管理以有效監控全美國河川水質資料,開發出一種河川網路空間資料庫架構,稱做 Reach File,其特色為將全美國所有河川河段及開放水體使用獨一的編碼,以資料庫中記錄每一河段的上下游關係,具有易於新增、修改的資料庫結構,並於 GIS 發展成熟後將記錄連結到 USGS 美國電子地圖的空間座標系統上。

台灣近年來於國土資訊系統中亦建立河川水系之圖層,但其相關之屬性資料相當缺乏,充其量只建立主要河川之名稱而已,其他相關資料(如水量、水質、段面等)均無法與圖面之圖資連結,造成應用上之斷層,實有必要建構河川網路之屬性資料。雖然台灣的河系目前沒有相關的資料庫或河段編碼系統,但是水利會所掌管的灌溉渠道網路卻已有比較完善的資料庫,而且早期水利會為使用資料庫管理其渠道資料帳,已建立一套編碼系統,但因是初次建立,有許多未盡完善之處,如要配合 GIS 做進一步之應用更有許多瓶頸需要突破。渠道系統為一完整之網路架構,渠段資料需包括彼此連接形成上下游關係、輸配水與水量之關係、渠段內面工、渠段水力等資料;在結點更有各項水工結構物、樁號等資料,因此是研討水利網絡之適當切入點,若能夠建立完整網路系統及其空間資料庫,不但可將之前多用在交通網路分析之地理資訊系統網路分析功能應用到渠道規劃及

管理業務上，且日後亦可以此做為台灣河川網絡地理資料庫發展之雛形。本研究是以 ESRI 所發展地理資訊應用軟體 ARC/INFO 及 ARCVIEW 為主，配合 Microsoft Access 資料庫軟體以及 Microsoft Visual Basic 程式語言等軟體探討一完整且易於維護、分析、管理之渠道系統空間資料庫之基本架構，並針對水資源調配、資料新增修改等應用加以討論。研究中以嘉南水利會曾文-烏山頭灌區為研究區域，探討灌溉輸水網路空間資料庫架構及其後續之應用。

二、研究成果

1. 收集研討區域相關資料

本研究以嘉南水利會灌溉轄區內之輸水渠道網絡為研討之目標，因為嘉南水利會之灌溉區域為台灣最大之灌區，其水源來自曾文、烏山頭及白河水庫，渠道之架構複雜度夠完整性高，適合作為渠道系統研討之標的，目前收集到灌區內相關之渠道資料，主要是由農業委員會建立之水利會灌區電子圖籍，如圖 1 所示。

2. 完成主要輸水渠道之資料整合

由於目前農業委員會建立之水利會灌區電子圖籍中之渠段均未銜接，因此需進一步進行清繪，建立嘉南灌區之主要供水渠道系統；再者，為了後續進行動態分段之相關研究，所有渠道之方向必須與水流之方向一致（如圖 2 所示），包括每一個灌溉小組之供水渠道之幹線、支線及分線（如圖 3 所示）。

3. 目前編碼系統之檢討

目前水利會使用之編碼系統係由農業工程研究中心原為資料庫管理系統所建立，如圖 4 所示為其編碼方式之範例。原系統以四個碼代表一條渠道，但未考慮同一條渠道不同渠段之設計，所以無法詳細描述渠道上下游關係與空間分佈之特性。實際渠道系統在 GIS 之圖層數化處理過程中，一條渠道可能會被支流截成好幾段渠段，如南幹線會被小新分線、茄拔支線、東勢寮支線、善化支線以及南幹支線分為六段，而同一條渠道的每一渠段之輸配水量均不相同，因此有必要給予每一渠段不同的系統碼以便控制渠道的空間分佈特性；為解決複雜的渠道位向關係，本研究乃依上下游關係將嘉南渠道系統分為六個層級，一個層級以 6 個數字代表，所以每一個渠段系統碼為 36 個數字組成，每一個層級出現的次序，代表著渠道之上下游關係；每一個層級之 6 碼數字中，前 4 碼代表渠道的代碼，後 2 碼代表同一條渠道之不同渠段數，以新化管理處境內之安寮分線為例說明如圖 5 所示。

4. 初步改善編碼架構之構想

前述對目前編碼方式之改良雖可以改善原編碼方式無法區別同一渠道不同渠段之差異的缺點，但是亦出現兩個缺陷：第一點，其編碼的長度長達 36 碼，於實際使用上有其困難；第二點，因為該改良編碼方式並未逃脫原編碼方式受限於區到之階層關係最多只能有六層之限制。此種編碼方式雖可由其編碼一眼看出渠道之上游關係，但是一來代碼太長使用不便，二來必須預先設定渠道階層關係之最大數（例如目前所使用的六層），而且對於其下游之渠道關係亦無法如上游一般一目了然，因此有必要再加以改善。

目前建立編碼系統之目的主要希望能藉由編碼建立之渠道網絡可以在後來之網路分析上提供完善之基礎，因此本計畫參考美國 Reach File 之方式，以檔案之方式建立渠道編碼，將渠道之上下游關係建立於檔案中，而非以外顯之方式表示於編碼中，此種方式雖無法以單一之數碼代號提供使用者以視覺分

辦，但因為後續之處理均由電腦執行，以檔案之方式建立渠道編碼架構應是較為適用之方式。本計畫已於本年度初步完成檔案架構之構思，將於第二年進行實質系統之建立與研討。

計畫成果自評

本計畫依原訂計畫計完成第一年之預定工作項目，包括研討區內相關網絡資料之收集、編修及整合。進而對目前水利會沿用之渠道編碼系統進一步研討，發現其無法與網絡分析應用之原因，主要在於無法分別同一條渠道之不同渠段，因此無法處理不同渠段之設計段面、通水流量均不相同之應用困難，因此初步提出參考 Reach File 之資料結構方式的渠道編碼構想，順利完成第一年之預定目標。

文獻回顧

1. 張紹賢(1996). “灌區管理地理資訊系統架構建立之研討”. 國立台灣大學農業工程研究所碩士論文.
2. 曾釋賢(2000). “地理資訊系統於灌溉計畫擬定之應用研究”. 國立台灣大學農業工程研究所碩士論文
3. 溫在弘、蘇明道、林俊宏、陳增壽, “以地理資訊系統建立區域灌溉用水推估模式”, 台灣水利 46(3):12-23 (1998)
4. 溫在弘、蘇明道, “農業用水規畫之空間決策支援系統雛形-以白河灌區為例”, 第九屆水利工程研討會論文集 (1998) J37-45
5. 蘇明道、陳益榮、楊明風、鄭國誠、糠瑞林、許書偉, “水利會灌溉圖籍管理系統”, 中國農業工程學報 (45)4:31-43 (1999)
6. 蘇明道、洪培浩、蘇郁修, “農業灌溉用水規劃空間決策支援系統”, 八十八年度農業工程研討會論文集 p.49-56 (1999)
7. Djokic, D., and Maidment, D. R.(1991). “Terrain analysis for urban stormwater modeling.” Hydrol. Processes, 5(1), 115-124
8. Djokic, D., and Maidment, D. R.(1993). “Application of GIS Network Routines for Water Flow and Transport.” J. Water Resources Planning and Management, Vol. 119, No. 2
9. ESRI, Arc/Info Network Analysis, 1994
10. ESRI, Using ArcView GIS, 1996.
11. Lupien, A. E., Moreland, W. H., and Dangermond, J. (1987). “Network analysis in geographic information system.” J. Photogramm. Engrg. And Remote Sens., 53(10), 1417-1421.
12. Mike D. Melville, Q. Zhou, Xi. Yang(1997). “GIS Network Model for Floodplain Water Resource Management” Proceedings of GIS AM/FM ASIA '97 and Geoinformatics '97 Conference, 821-830
13. USGS Web Site, <http://www.usgs.gov>

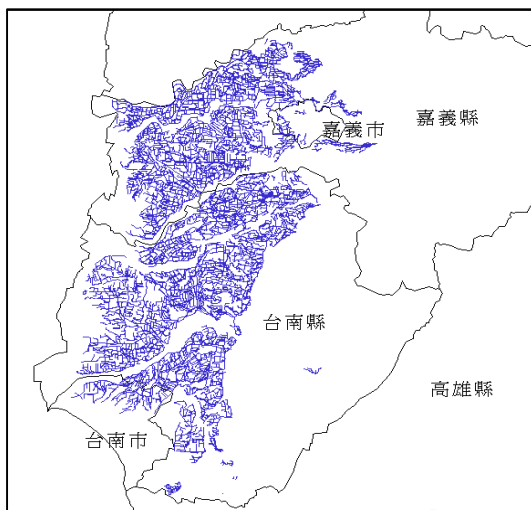


圖 1. 嘉南灌區渠道系統圖

圖 5. 改良之渠道編碼例