

應用DEM及3D-GIS技術 於集水區空間資訊萃取之研究

林文賜*

Wen-Tzu Lin

摘 要

數值高程模型不僅可應用於集水區二維平面之地形分析，亦是建構三維立體模型之重要來源。本文以ArcView之3D模組為發展介面，將數值高程模型與集水區自動劃分之理論結合，建立集水區之3D地形模型，配合自然色處理之SPOT衛星影像資料，可真實地呈現集水區之3D立體資訊，並以子集水區為評估單元，發展動態分析及即時查詢集水區空間資訊之程式模組，包括查詢網格點之地形資訊、動態縮放子集水區範圍、自動推估集水區地文水文因子資訊、即時分析任意兩點之高程剖面資料，以及將上述資訊進行儲存、列印。除可提供視覺化瀏覽集水區之3D地形模型外，亦可進行互動式查詢及分析集水區空間資訊。

關鍵詞：廣告圖像、題材、類型、表現形式

* 明道大學綠環境設計學系教授 (E-mail: aiken@mdu.edu.tw)

一、前言

隨著電腦科技之進步，靜態之 2D 平面展示已逐漸由動態之 3D 立體模型取代，加上地理資訊系統(Geographic Information Systems, GIS)的迅速發展，可將 3D 立體模型結合空間座標資料應用在真實地形之模擬上，若再套上經自然色擬合之衛星影像，更能真實地呈現地表之原貌。

數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)資料為一具有空間座標及記錄地表起伏變化之高程值，隨著集水區自動劃分理論之提出，已廣泛應用在集水區劃分及水系網萃取上，解決由人工方式劃定所產生之耗時及人為誤差等問題，不僅可應用在集水區之經營管理上，配合集水區現況資料，更能精確的計算集水區之地文水文因子，作為集水區規劃上之需求(呂建華等，1996)。

本研究以 ArcView 之 3D 模組為發展介面，將 DEM 資料與集水區自動劃分理論結合，建立集水區之 3D 地形模型，並配合經自然色處理之 SPOT 衛星影像，真實地呈現集水區之 3D 立體資訊，並以子集水區為一評估單元，發展動態分析及即時查詢集水區空間資訊之程式模組，可視覺化瀏覽集水區之 3D 地形模型，以及互動式查詢及分析集水區之空間資訊。

二、研究區域

本研究係選用九二一震災後土石崩塌嚴重之南投縣九九峰地區如圖 1，該地區位於南投縣草屯鎮、國姓鄉及台中縣霧峰鄉。地質屬更新世頭料山層上部的火炎山礫石層，厚度約一千公尺，地形呈現鋸齒狀的山峰，由於礫石層的透水性良

好，乾燥時膠結緊密堅硬，雨季則易受雨水侵蝕下切，造成許多尖銳的山峰與深溝。另位於烏溪溪畔部分，常因受溪水淘空坡腳而造成崩塌，形成懸崖峭壁的雄壯景觀。該地區之地表植物社會組成簡單，以台灣蘆竹為主，在坡度較緩、稜線或坡腳處，以低海拔榕楠林帶及楠櫟林帶植群及先驅植物為主，如山黃麻、山鹽青、血桐、白柏、牛乳榕、台灣欖、青剛櫟及楠木類等，並混生台灣五葉松及台灣二葉松。其土地利用狀況主要以檳榔、荖葉為主，其他尚有芒果、香蕉及荔枝等農作物。

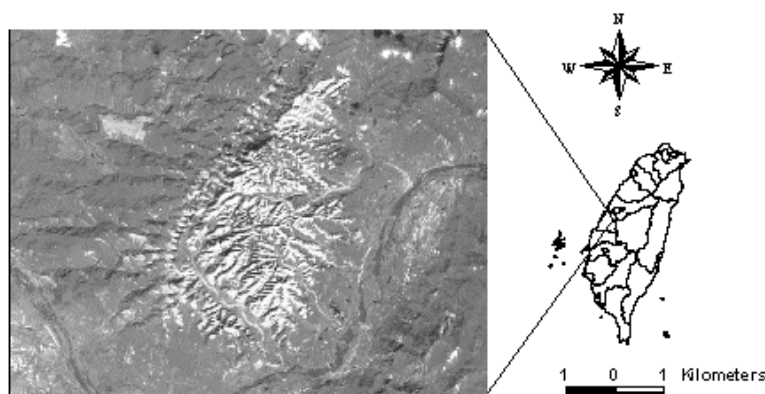


圖 1 研究地區(震災後九九峰地區之 SPOT XS 衛星影像)

三、研究流程

由於電腦科技及 GIS 技術之迅速發展，GIS 結合 DEM 資料可應用在自動劃定集水區及萃取河系網上，本研究利用 DEM 資料及經自然色擬合之衛星影像建立 3D 之模擬地形，並以子集水區為一評估單元，發展集水區空間資訊萃取模組，其

應用DEM及3D-GIS技術於集水區空間資訊萃取之研究

流程如圖 2，並說明如下：

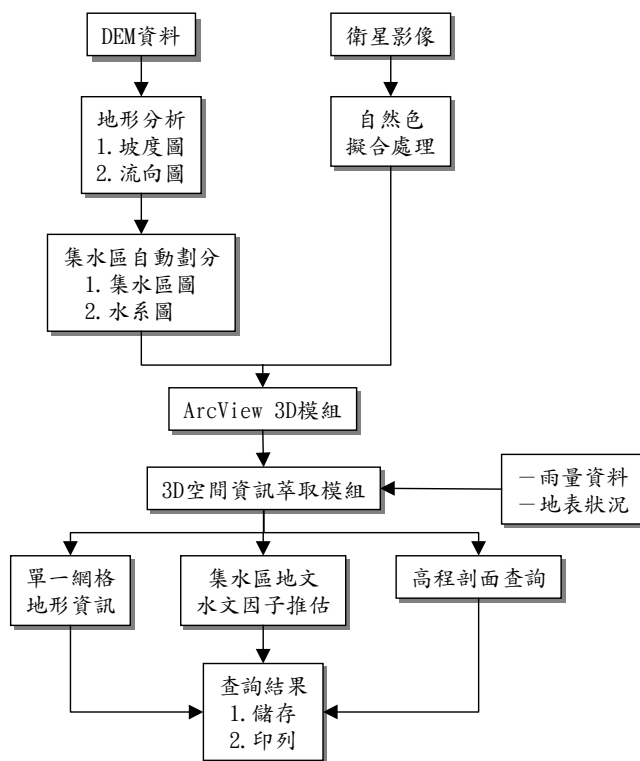


圖 2 研究流程圖

(一)資料蒐集

以中央大學太空遙測中心所提供之 DEM 資料為基礎，配合 921 集集震災後之 SPOT 衛星影像。

(二)集水區自動劃分

藉由集水區自動劃分理論，動態萃取九九峰地區之子集水區及水系網。

(三)ArcView 3D 模組

將 DEM 資料及經自然色擬合處理之衛星影像導入 ArcView 3D 模組中，以模擬研究地區集水區之 3D 地形模型。

(四)3D 空間資訊萃取模組

以 ArcView 3D 模組為發展界面，開發 3D 空間資訊萃取模組，包括查詢單一網格之地形資料、集水區特性分析及高程剖面分析等，可將動態查詢結果進行儲存及列印。

四、研究方法

(一)3D 地形之建構原理

1.座標系統已由二度空間座標轉換成三度空間座標

2.3D 的成像原理係利用物體間之高度凹凸變化來產生立體景象，並以透視法(foreshortening)來表現物體間之遠近效應，以及套用模擬或真實之地表影像以增加地形之真實性。3D 地形場景(scene)之設計，除高程資料外，尚需包含顏色(color)、光線(lightning)、陰影(shading)、材質(texture)、霧化(fogging)、混合(blending)及去除鋸齒(anti-aliasing)，其說明如下：

(1)顏色：在物體的立體面著上不同顏色，可辨識出不同角度的物體，藉由顏色變化可表現不同遠近物體之大小，在 3D 地形的應用上，以不同的顏色來模擬高度的變化。

- (2)光線：為模擬太陽或光源的不同高度位置及照射角度，製造不同程度的明暗強度及產生陰影效果。
- (3)陰影：為光線的視覺效果之一，透過適當的陰影表現，可營造出物體的實體顏色，在 3D 地形的應用上，由於太陽照射角度關係，以不同程度之陰影效果來模擬山背的暗面。
- (4)材質：為影像處理的常用技巧，在原始 3D 模型上套上影像材質，可增加物體的真實性，本研究之影像材質為經自然色擬合處理之衛星影像。
- (5)霧化：為一種大氣效應，依據觀察者與物體間的距離遠近，創造不同程度之朦朧效果，以增加地表之可信度。
- (6)混合：將物體間的顏色混合，與兩幅影像重疊曝光效果類似，可製造透明及反射效果，對於太陽直接照射之裸露表面可模擬強光之反射效果。
- (7)去除鋸齒：由於影像是由不連續像素構成，易形成鋸齒狀的視覺效果，藉由物體間顏色之混合，可消除物體間之鋸齒狀影像，表現影像之平滑及連續性。

(二)自然色擬合原理

本研究使用之 SPOT 衛星影像具有三個波段，其波段組合方式為綠光波段(G)、紅光波段(R)及紅外光波段(IR)，若將影像經自然色擬合處理，需產生新的波段及重新組合波段，自然色擬合之流程如圖 3，處理前後之影像如圖 4 及圖 5。

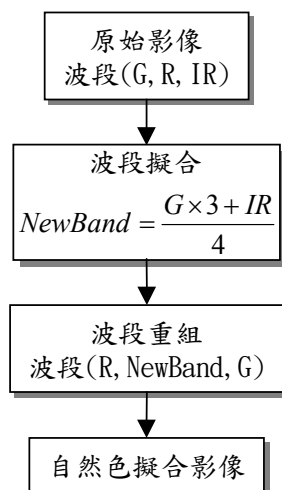


圖 3 衛星影像自然色擬合之流程

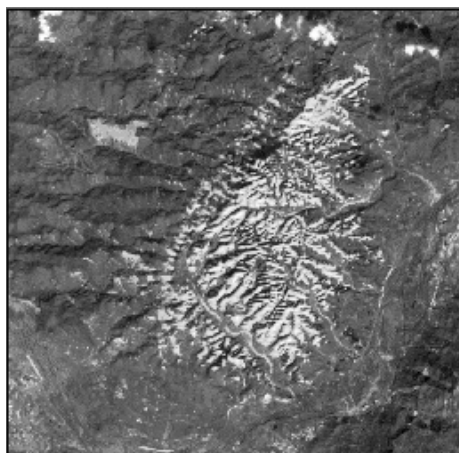


圖 4 原始衛星影像



圖 5 經自然色處理衛星影像

(三)集水區自動劃分理論

Band 於 1985 年提出之集水區與水系分布結構中，將外部集水分區(Exterior basin area)、內部集水分區(Interior basin area)、集水分區界線(Drainage divide link)、水系網(Stream channel link)、源點(Source)、連點(Junction)、外鏈(Exterior link)、內鏈(Interior link)及出口(Outlet)，與集水區空間分布之關連性進行探討，以瞭解其在集水區之水文意義(圖 6)。有關 DEM 資料推導集水區自動劃分之理論，首推 O'Callaghan and Mark (1984)提出排水流向(Drainage Direction)及累積流量(Accumulative Flow)的觀念來萃取集水區之稜線與谷系，而 Jenson and Domingue (1989)則歸納上述之研究應用於集水區邊界劃定及水系萃取，其結果可兼顧局部性與全面性貌因子之考量，可得一較連續而完整之集水區邊界與水系網(鄭祈全，1993)。

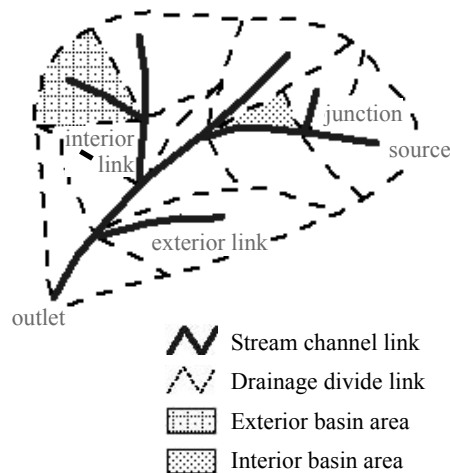


圖 6 集水區與水系分布結構圖

集水區自動劃分之架構如圖 7，首先運用 Jenson and Domingue 方法建立無窪地流向，再以 O'Callaghan and Mark 法建立各網格之累積流量；網格之累積流量為上游流入該網格之累積數量，而累積流量差值係計算網格與其下游網格累積流量之差。若網格之累積流量差值大於或等於使用者給定門檻值，則指定該網格為集水區出口，向上游進行追蹤可得集水區範圍。若網格之累積流量大於或等於使用者給定門檻值，則該網格視為水系，計算完畢後可得水系網。

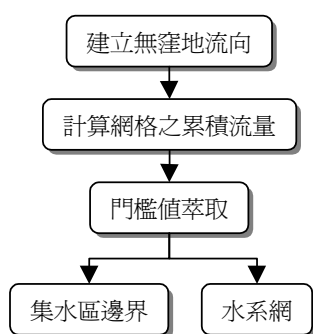


圖 7 集水區自動劃分之流程

目前集水區自動劃分理論皆是以累積流量之門檻值(Threshold)來決定，因此集水區邊界之範圍大都以試誤法或由使用者主觀上來認定，在進行實際之規劃作業時，較不具彈性及實用性，本研究提出動態集水區觀念來彌補上述不足之處，亦即由使用者自行指定集水區出口，利用流向及遞迴演算法來搜尋上游之集水區範圍，兩者之劃分結果比較如圖 8。

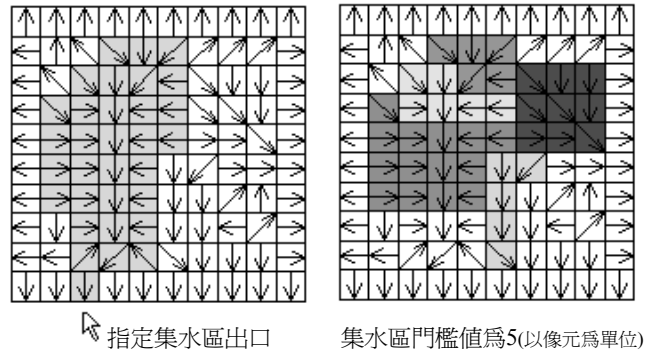


圖 8 子集水區劃定

(四)地文水文因子之推估

Gardiner(1978)依地文因子之作用及尺度將集水區地文因子分為四類：

- (1)尺度類因子：用以整體性描述流域之尺度特性，如面積、周長、主流長、起伏量等因子。
- (2)梯度類因子：用以描述流域之傾斜情形，如坡度、起伏比等因子。
- (3)形狀類因子：為無因次比值因子，用以描述流域形狀，並與水文逕流有密切關係，如平均寬度、形狀因子、圓比值、密集度、細長比、相對周長等因子。
- (4)網路類因子：用以表達河川網路密度的指標，如排水密度、河川頻率等因子。

魏新洵、鄭皆達(1991)以流路樹之概念，結合 DEM 資料與集水區分布模式 (Watershed Distributed Model)，建立集水區地文資料庫，包括集水區之面積、平均

高程、最大及最低高程、集水區最遠點、最遠點距出口之高程差與距離、平均坡度等資料。Tarboton 等(1989)利用空間統計方法探討河川碎形維度與集水區坡度、面積之關係。陳樹群等(1994)利用 DEM 資料計算流域周長、面積、長度、平均高程、起伏量及主流長等地文因子及其碎形維度。呂建華、吳哲銘(1993)利用 DEM 資料，配合水文分析理論推求集水區之集流時間。本研究以集水區為規劃單元，整合集水區之地文水文因子，並加入漫地流時間、渠道流時間、集流時間、降雨強度(I_{tc}^{25} 、 I_{tc}^{50} 、 I_{tc}^{100})、洪峰流量(Q_{25} 、 Q_{50} 、 Q_{100})等水文因子(表 1)，透過 DEM 資料與集水區自動劃分理論結合，發展自動萃取集水區地文水文因子之模組，能迅速而精確地分析集水區資訊，作為坡地災害即時評估與水土保持設施規劃設計之用。

表 1 集水區地文水文因子之分析項目

集水區特性		符號	單位	計 算 式 或 說 明
地 流域尺度類因子				
文	集水區面積	A	km ²	$A = a \times n \times 10^{-6}$ ，a:網格面積[m ²]，n:集水區網格數目
	集水區周長	P	km	$P = l \times n \times 10^{-3}$ ，l:網格長度[m]，n:集水區邊界鄰接網格邊長數目
	集水區長度	L	km	集水區最遠端至出流口之投影長度
	河川主流長度	L ₀	km	集水區內最長之河川長度
	河川總長度	L _T	km	集水區內全部河川長度總和
因	河川數量	N	—	集水區內之溪流數量;主流加上支流

平均高程	H	m	$H = \frac{\sum Z}{n}$ (Z:網格高程)
起伏量	R_f	m	集水區之最大高差, $R_f = H_{\max} - H_{\min}$
<u>子 流域梯度類因子</u>			
平均坡度	S	%	$S = \frac{\sum slp}{n}$ (slp:網格坡度)
起伏比	R	—	$R = \frac{R_f}{\Delta d}$, Δd :最大高差之水平距離
<u>流域形狀類因子</u>			
集水區寬度	W	km	$W = \frac{A}{L_0}$
形狀係數	F	—	$F = \frac{W}{L_0} = \frac{A}{L_0^2}$
密集度	C	—	$C = 2(\sqrt{\frac{A}{\pi}}) \times \frac{\pi}{P} = \frac{3.54\sqrt{A}}{P}$
圓比值	M	—	$M = \frac{A}{(P/2\pi)^2 \pi} = \frac{4\pi A}{P^2}$
細長比	E	—	$E = \frac{\sqrt{A/\pi}}{L} = \frac{1.128\sqrt{A}}{L}$
<u>流域網路類因子</u>			
水系密度	D_s	—	$D_s = \frac{L_T}{A}$
河川頻率	F_s	—	$F_s = \frac{N}{A}$
水 漫地流時間	t_0	min	由集水區邊界流至河道所需時間(t_0 之估算採用坡面長度(L)除以漫地流速度估算, 漫地流流速一般在 0.3-0.6m/s, 由使用者依據集水區之現況輸入計算)

文			由河道上游至出水口所需時間，依 Rziha 公
渠道流時間	t_s	min	式計算而得： $t_s = \frac{l_s}{60 \cdot v}$ ； $v = 20(\frac{h}{l_s})^{0.6}$ ， h ：河
因			道上游與出水口之高差[m]， l_s ：河道長度[m]
集流時間	t_c	min	$t_c = t_o + t_s$
降雨強度	I_{tc}^T	mm/hr	T 頻率年之降雨強度(本系統內定分析 T ₂₅ 、
子			T ₅₀ 及 T ₁₀₀)
洪峰流量	Q_T	cms	採用合理化公式計算： $Q_T = \frac{1}{360} C' I_{tc}^T A$ ， C' ：
			逕流係數(本系統內定分析 Q ₂₅ 、Q ₅₀ 及 Q ₁₀₀)

(五)3D 空間資訊萃取模組

本研究之 3D 空間資訊萃取模組係以 ArcView 之 3D 模組為界面，結合 DEM 資料及經自然色處理之 SPOT 衛星影像，模組架構可分為五個部份如圖 9，茲說明如下：

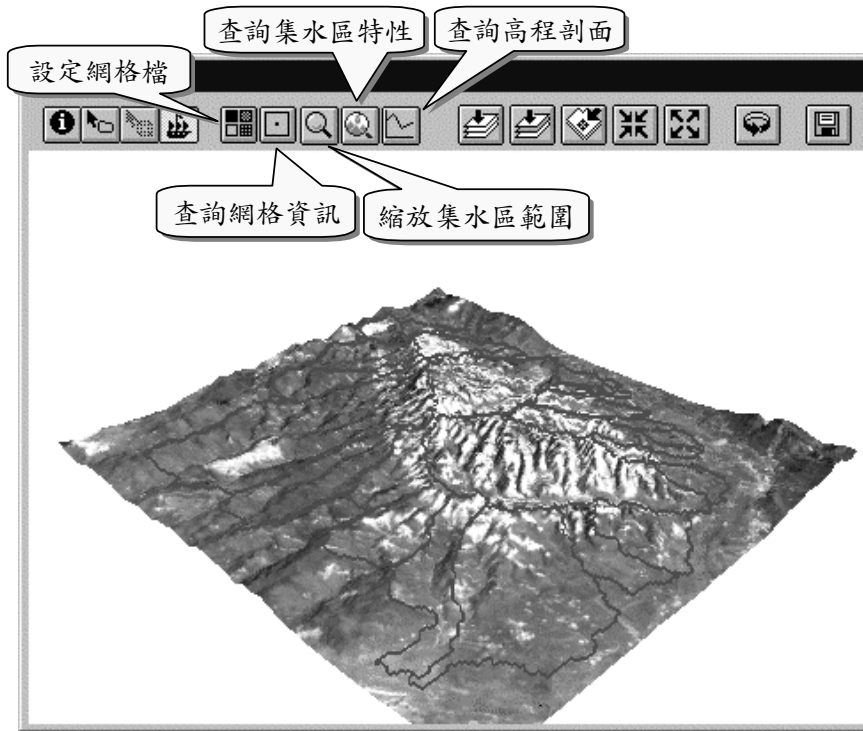


圖 9 3D 空間資訊萃取模組

- (1)設定網格檔：設定萃取集水區資訊時所需網格檔資料，計有高程、坡度、流向、集水區、水系及集水區特性分析之參數資料。
- (2)查詢網格資訊：由使用者點選之網格點進行網格資訊查詢，計有集水區編號、高程、坡度、流向等。
- (3)縮放集水區範圍：由使用者點選之子集水區，依子集水區範圍及地形起伏變化可動態縮放集水區。
- (4)查詢集水區特性：由使用者點選之子集水區，自動推估其地文水文因子資料。

(5)查詢高程剖面：由使用者於螢幕上點選兩點，可分析兩點間之高程剖面變化。

(6)上述之分析結果可進行儲存及列印。

五、結果與討論

本研究係利用 40x40 公尺之 DEM 資料，結合集水區自動劃分理論萃取研究區內之子集水區及水系網，其中子集水區劃分係利用指定出口點方式萃取即動態集水區觀念，經劃定後九九峰地區之子集水區共 23 個；而水系網萃取之門檻值為 100(以像元為單位)，可符合像片基本圖所調查之水系分布，兩者萃取之結果如圖 10，而各子集水區之地文水文因子資料分析如表 2。若以子集水區為評估單元，可透過 3D 空間資訊萃取模組進行分析，先利用設定網格檔程式設定分析之網格檔參數(圖 11)，再進行網格點資訊查詢(圖 12)，或先縮放子集水區範圍(圖 13)，再自動推估集水區特性資訊(圖 14)，亦可進行兩點間高程剖面之查詢(圖 15)。

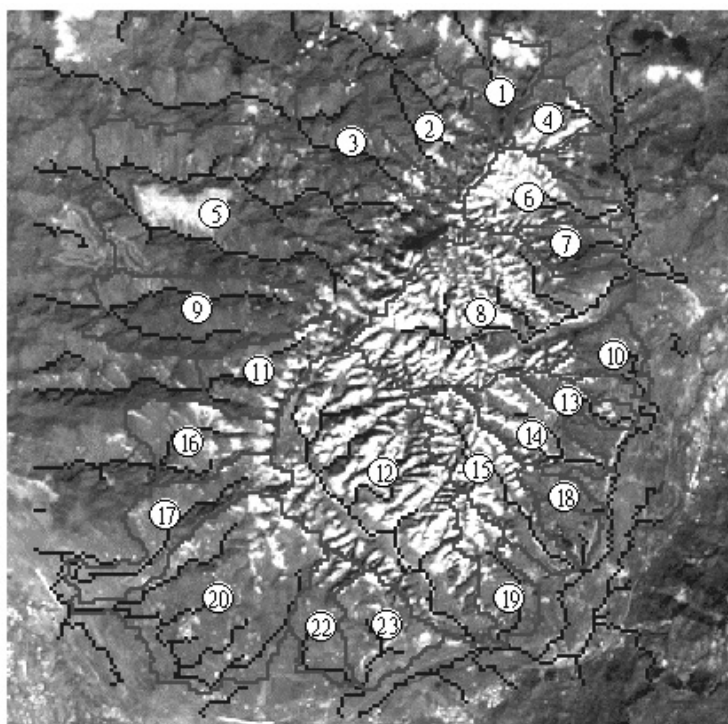


圖 10 九九峰之子集水區及水系網

表 2 九九峰地區集水區之地文水文資訊

地文因子--(1)尺度類因子								
編號	集水區 面積 (km ²)	集水區 周長 (km)	集水區 長度 (km)	河川主流 長度 (km)	河川 總長度 (km)	河川 數量	平均 高程 (m)	起伏量 (m)
1	0.70	5.44	0.93	0.47	0.73	2	460.92	297
2	1.41	6.80	1.66	1.34	2.69	3	434.63	370
3	1.18	8.48	2.11	1.50	2.17	2	408.82	400
4	0.59	4.24	1.09	0.85	0.89	1	466.03	375
5	6.02	15.28	4.02	4.40	10.02	9	373.33	582

6	1.02	6.00	1.80	1.54	1.99	2	492.04	467
7	0.41	3.60	1.21	0.39	0.45	1	420.73	379
8	3.57	11.12	2.11	3.22	6.44	8	513.43	522
9	1.92	8.40	2.36	2.30	4.10	2	356.80	332
10	0.54	5.20	1.00	0.85	1.05	2	285.97	340
11	1.03	6.32	1.66	1.47	1.82	2	423.44	446
12	4.36	13.04	3.57	4.58	8.21	8	452.47	573
13	0.36	4.08	1.36	0.91	0.97	1	374.87	382
14	0.92	6.32	1.93	1.44	1.75	2	445.78	464
15	1.37	8.56	2.69	2.53	2.57	1	456.03	537
16	1.07	5.76	1.31	0.94	1.78	2	295.58	338
17	1.32	9.52	2.62	2.99	3.03	1	241.58	398
18	0.26	3.20	1.02	0.27	0.33	1	333.86	290
19	0.77	6.32	1.79	1.50	1.54	1	328.54	473
20	3.23	10.88	2.56	4.55	9.24	6	242.06	411
21	0.32	3.12	0.89	0.41	0.45	1	240.92	213
22	0.69	5.76	1.55	1.20	1.25	1	290.10	373
23	0.89	5.44	1.24	0.93	1.43	3	272.97	398

表 2 九九峰地區集水區之地文水文資訊(續)

編號	(2)梯度類因子		(3)形狀類因子					(4)網路類因子	
	平均	起伏比	集水區	形狀	密集度	圓比值	細長比	水系	河川
	坡度 (%)		寬度 (km)	因子				密度	頻率
1	42.95	0.30	1.50	3.22	0.54	0.30	1.01	1.05	2.85
2	51.64	0.22	1.05	0.78	0.62	0.38	0.80	1.91	2.13
3	45.69	0.20	0.79	0.53	0.45	0.21	0.58	1.84	1.69
4	53.52	0.34	0.69	0.81	0.64	0.41	0.80	1.52	1.70
5	43.15	0.16	1.37	0.31	0.57	0.32	0.69	1.66	1.49
6	55.86	0.27	0.66	0.43	0.60	0.36	0.63	1.96	1.96

應用DEM及3D-GIS技術於集水區空間資訊萃取之研究

7	46.74	0.31	1.04	2.64	0.63	0.40	0.60	1.10	2.45
8	57.85	0.23	1.11	0.34	0.60	0.36	1.01	1.81	2.24
9	40.53	0.15	0.84	0.36	0.58	0.34	0.66	2.13	1.04
10	33.25	0.32	0.63	0.74	0.50	0.25	0.83	1.94	3.71
11	52.18	0.29	0.70	0.48	0.57	0.32	0.69	1.77	1.94
12	65.36	0.16	0.95	0.21	0.57	0.32	0.66	1.88	1.83
13	47.60	0.28	0.40	0.44	0.52	0.27	0.50	2.68	2.78
14	53.16	0.24	0.64	0.44	0.54	0.29	0.56	1.91	2.19
15	54.35	0.20	0.54	0.21	0.48	0.23	0.49	1.87	0.73
16	54.94	0.25	1.14	1.22	0.64	0.41	0.89	1.65	1.86
17	37.49	0.16	0.44	0.15	0.43	0.18	0.50	2.29	0.75
18	34.87	0.29	0.94	3.43	0.56	0.31	0.56	1.29	3.91
19	42.57	0.29	0.51	0.34	0.49	0.24	0.55	2.01	1.30
20	24.46	0.16	0.71	0.16	0.58	0.34	0.79	2.86	1.86
21	22.51	0.24	0.79	1.92	0.64	0.42	0.72	1.40	3.11
22	29.09	0.28	0.58	0.48	0.51	0.26	0.61	1.81	1.45
23	40.50	0.41	0.96	1.04	0.61	0.38	0.86	1.61	3.37

表 2 九九峰地區集水區之地文水文資訊(續)

水文因子									
編號	漫地流 時間 (min)	渠道流 時間 (min)	集流 時間 (min)	I_{tc}^{25} (mm/hr)	I_{tc}^{50} (mm/hr)	I_{tc}^{100} (mm/hr)	Q ₂₅ (cms)	Q ₅₀ (cms)	Q ₁₀₀ (cms)
1	16.94	0.52	17.45	111.67	122.65	133.63	21.74	23.88	26.01
2	17.86	2.31	20.16	108.13	118.76	129.40	42.29	46.45	50.61
3	25.25	2.84	28.09	99.03	108.77	118.51	32.53	35.73	38.92
4	21.46	1.19	22.65	105.09	115.42	125.76	17.19	18.88	20.57
5	21.00	13.22	34.22	93.05	102.2	111.35	155.71	171.02	186.33
6	16.28	2.83	19.11	109.48	120.24	131.01	30.99	34.04	37.09
7	29.70	0.21	29.91	97.18	106.73	116.29	11.01	12.10	13.18

8	23.03	8.14	31.17	95.93	105.36	114.79	95.07	104.42	113.77
9	18.78	6.37	25.15	102.22	112.27	122.32	54.52	59.88	65.24
10	16.94	1.65	18.58	110.17	121.00	131.83	16.50	18.12	19.75
11	15.82	2.61	18.43	110.36	121.21	132.06	31.64	34.75	37.86
12	30.16	11.58	41.73	86.68	95.21	103.73	105.06	115.39	125.72
13	20.35	1.28	21.63	106.32	116.78	127.23	10.63	11.68	12.72
14	20.54	2.36	22.90	104.79	115.10	125.40	26.64	29.26	31.88
15	16.74	5.33	22.08	105.77	116.18	126.58	40.24	44.20	48.16
16	19.35	1.48	20.83	107.30	117.85	128.40	32.00	35.15	38.29
17	17.40	8.95	26.35	100.89	110.82	120.74	37.13	40.78	44.43
18	25.25	0.22	25.47	101.86	111.87	121.89	7.24	7.96	8.67
19	24.06	2.52	26.58	100.64	110.54	120.43	21.51	23.63	25.75
20	18.97	16.50	35.47	91.92	100.96	110.00	82.48	90.6	98.71
21	19.43	0.51	19.93	108.42	119.09	129.75	9.69	10.64	11.59
22	36.44	1.52	37.96	89.76	98.59	107.42	17.23	18.93	20.62
23	17.20	1.28	18.48	110.29	121.14	131.98	27.3	29.99	32.67

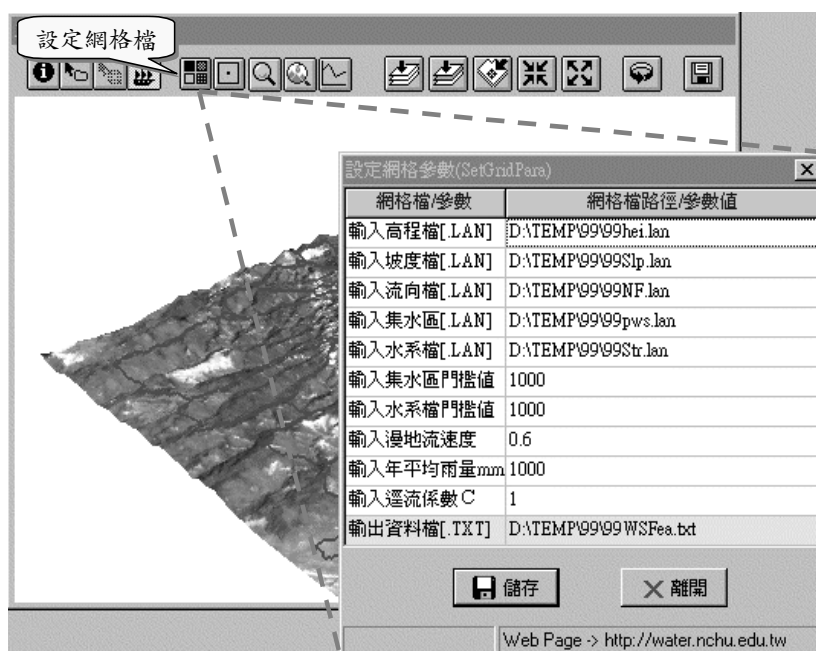


圖 11 設定網格檔之程式界面

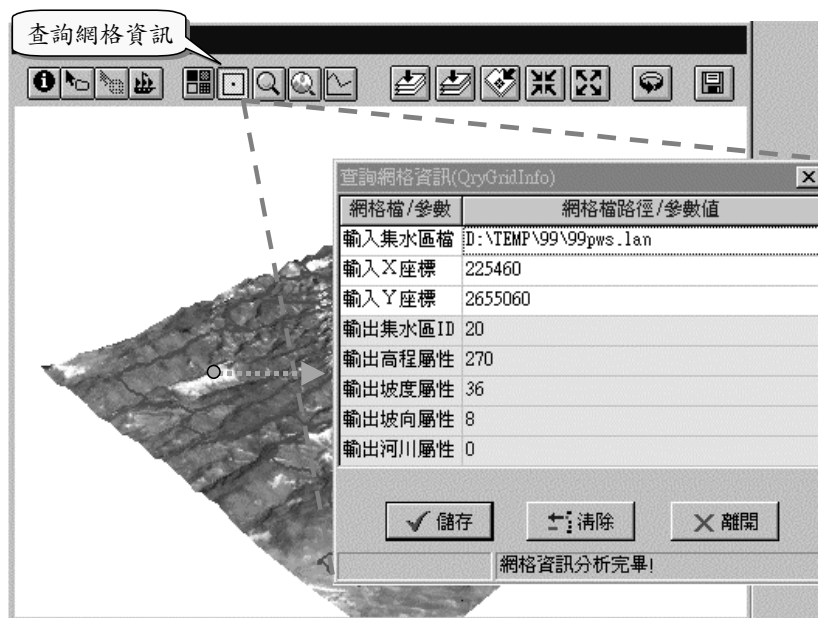


圖 12 查詢網格資訊之結果

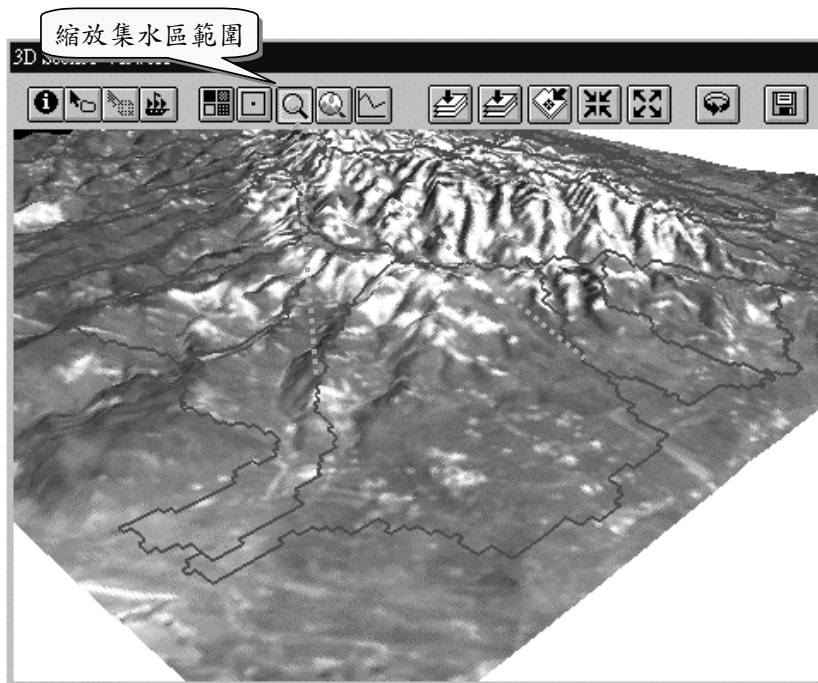


圖 13 動態縮放子集水區之結果



圖 14 查詢集水區特性之結果

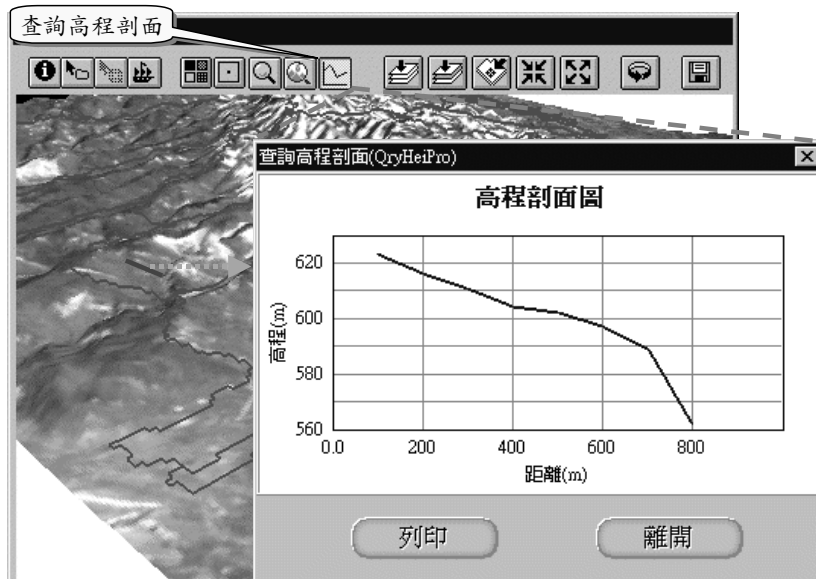


圖 15 查詢高程剖面結果

六、結論

本研究藉由 ArcView 之 3D 模組，建立集水區之 3D 地形模型，配合經自然色處理之 SPOT 衛星影像資料，可真實地呈現集水區之 3D 立體資訊，並發展 3D 空間資訊萃取模組，配合集水區之雨量資料及地表狀況，進行集水區之地文水文因子自動萃取及查詢集水區之地形資訊。透過視覺化瀏覽集水區之 3D 地形模型外，以及進行互動式查詢及分析集水區空間資訊，將有助於集水區經營者於規劃治理時之參考。

參考文獻

- 1.呂建華、吳銘哲(1993)，「利用計量地形方法推估集水區降雨之集流時間」，第十二屆測量學術及應用研討會論文集，pp.513-527。
- 2.呂建華、陳重宏、陳通發、鄧偉傑(1996)，「利用數值地形資料建立集水區地文參數之查詢系統」，第十五屆測量學術及應用研討會論文集，pp.187-196。
- 3.陳樹群、劉治中、陳聯光(1994)，「數值地形模型推算河系網之碎形維度」，中華水土保持學報，25(4)：199-207。
- 4.鄭祈全(1993)，「數值地形資料應用於集水區劃分和河川網路分析之研究」，林業試驗所研究報告季刊，8(4)：331-343。
- 5.魏新洵、鄭皆達(1991)，「應用數值地形模型建立集水區地文查詢系統」，1991 遙測技術應用研討會，pp.341-351。
- 6.Band, L.E., (1985), "Topographic Partition of Watersheds with Digital Elevation Models," Water Resource Research, 22(1): 15-24.

7. Gardiner, V., (1990), "Drainage Basin Morphometry," in *Geomorphological Techniques*, Ed. Andrew Goudie, Unwin Hyman.
8. Jenson, S.K. and Domingue, J.O., (1988), "Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis," *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 54(11): 1593-1600.
9. O'Callaghan, J.F. and Mark, D.M., (1984), "The Extraction of Drainage Networks from Digital Elevation Data," *Computer Vision, Graphic, and Image Processing*, 28:323-344.
10. Tarboton, D.G., Bras, R.F., and Rodriguez-Iturbe, I., (1989), "The Analysis of River Basins and Channel Networks Using Digital Terrain Data," *Ralph M.P. Laboratory Report No.326*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, p.251.

Using Digital Elevation Model and 3D-GIS Technique for Spatial Information Extraction of Watershed

Abstract

Digital elevation model not only can be applied for terrain analysis of 2-dimension watershed, but also become the important source for constructing 3-dimension terrain model. Based on the 3D extension of ArcView, this study establishes 3-dimension terrain model of watershed and presents 3-dimension information of watershed using digital elevation model coupled with the theorem of automated delineating watershed and SPOT satellite imagery processed by natural color transformation approach. Besides, this study also uses sub-watershed as basic unit to develop the program, which can dynamically analyze and immediately query watershed spatial information. The functionality of this program includes the query of terrain information for each grid, the magnification of sub-watershed extent, the estimation of sub-watershed characteristics, the analysis of altitude profile, and the saving and printing for above information. The purposes of this study are to visually browse the 3-dimension terrain model of watershed, and interactively analyze the spatial information of watershed.

Keywords : digital elevation model, 3-dimension watershed, watershed characteristics, spatial information