

水土保持學報 36(3) : 201-214 (2004)

Journal of Soil and Water Conservation, 36(3) : 201-214 (2004)

## 衛星影像紋理分析再山坡地變異點偵測之應用

傅桂霖<sup>(1)</sup> 陳聰慶<sup>(2)</sup> 陳素珠<sup>(3)</sup>

### 摘要

由於山坡地違規查報工作繁重加上人情壓力等問題，嚴重影響山坡地之監測管理工作。利用 SPOT 衛星影像，結合衛星定位系統，能有效的監測山坡地之開發行為，避免違規使用，為目前山坡地監測之首要工作。本研究以南投山區為例針對山坡地土地利用型態變遷分析影像，探討影像灰階值之空間關係，選取不同的變異點中地物類別之影像區塊，以共生矩陣紋理分析法 (Spatial Grey Level Dependence Matrix, SGLDM)，計算其共生矩陣及紋理特徵值，探討光譜空間影像之角二次距、對比、相關度、熵、熵總合、熵差、群集傾向度及行長機率等紋理特性，作為以灰階共生矩陣法辨識變異點地物紋理特徵之參考，藉以了解山坡地變異點之紋理趨勢。實驗結果顯示影像紋理可作為地物類別辨識之先驅工作，於多譜影像中能篩選較佳的波段使辨識分類更有效率。

(**關鍵詞**：變異點、山坡地監測、紋理分析)

## Texture Analysis on SPOT Images for Detecting Illegal Use of Regulated Slopeland

*Kuei-Lin Fu, Ching-Tsung Chen*

Graduate Students, Department of Soil and Water Conservation National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402

*Su-chu Chen*

Chairman, General Education Center Nan Kai College, NanTou County, Taiwan 542

### ABSTRACT

Direct and consequential damages inflicted upon the affected areas by illegal use of regulated slopeland are enormous and often irrecoverable. Traditional detection of these illegal uses of slopeland was very labour-intensive and it was also physically impossible to inspect each piece of the regulated slopeland manually. The current detection method focuses on identifying changes manually between the SPOT images of each slopeland and it has also proven to be labour-intensive, inefficient

---

(1)(2) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(3) 南開技術學院通識教育中心主任

and ineffective. More efficient and effective alternate detection methods must be found.

It is believed that texture analysis (combined with Spatial Grey Level Dependence Matrix - SGLDM) on the SPOT images may potentially be an efficient and effective technique of detecting illegal uses of slopeland. This study is intended to evaluate the suitability and effectiveness of this technique. The SPOT images of the selected hillsides of Nantou County were used as a case study of this technique. Various refinements to this technique were also identified and tested for a better result throughout this study.

This study confirms that this technique is an efficient and effective method of detecting illegal uses of slopeland in some cases while it is less effective in other cases. It was learned that this technique could be effective when coupled with appropriate refinements or by pre-screening of the SPOT images in some particular cases. The refinements to this technique and pre-screening of the SPOT images were discussed throughout this article.

(**Keywords:** illegal use, slopeland, texture analysis, SGLDM)

## 前言

台灣地區由於地狹人稠，在平地的開發逐漸飽和後，漸往山坡地區發展，尤其都市周邊的山坡地區，因為非農業的使用，造成生態環境的變化，以及不當開發之情形日益嚴重，以致山坡地災害頻繁，又山坡地開發為農業使用日趨增加，而經濟價值高的作物，對坡地水土保持多有不良的影響。所以對於如何有效的監測山坡地土地利用的變遷，避免不適當的開發土地，有其迫切之需要。但是對於山坡地的土地利用型態變遷的監測，若以人力逐點調查或是依賴航照判釋，則需要耗費相當多的人力與時間，在時效上亦往往因地表植生的改變，而有緩不濟急及無法追蹤的情形發生。目前山坡地違規開發監測系統，係利用 SPOT 衛星影像，快速地偵測出廣大山區的開發狀況，再配合數值化地籍圖之套疊，找出違規開發之可疑地區，並利用衛星定位系統，至野外現場查核，以確定是否為違規開發。惟此模式所查出之疑似變異點位仍需耗費相當的人力與時間。

然在影像處理中，不同地表覆蓋種類，具有不同紋理特徵。藉由影像區域中特定之局

部量測值，或某個特徵之不變性，可描述其紋理特徵。而紋理分析主要在於找出適當的影像紋理描述子〈descriptor〉或特徵值〈feature〉，據以辨識具有不同紋理的影像類別。

本研究針對山坡地的土地利用型態變遷的監測影像光譜像元〈pixel〉反射灰階值之空間關係，即所謂的紋理性質加以探討，選取不同的變異點地物類別之影像區塊，以 SGLDM (Spatial Grey Level Dependence Matrix) 灰階共生矩陣的紋理分析方法，來萃取其紋理描述子，如：角二次矩、對比、相關度、熵、熵總合、熵差、群集傾向度、不相似度、行長機率等紋理資訊，並對山坡地衛星變異點之多解像力遙測影像上不同地物類別之紋理特徵來加以分析及探討。

## 國內對於山坡地變遷偵測方法

國內在山坡地土地利用變遷偵測工作上主要工作是應用衛星影像對台灣全島區域土地利用進行監測，而使用影像資料進行土地利用變異偵測的主要原理則是利用地表覆蓋改變時，其光譜反射值亦隨之改變的特質，來比對不同時期的影像資料，進而找出土地

覆蓋或土地利用變化的區域。

#### 一、界定偵測目標的需求

針對具有環境敏感特性及依法應予以限制發展之地區進行國土利用變異偵測，建置土地利用變異資訊，以做為未來土地管理策略研擬之參考依據。然後再根據不同的監測內容選用不同的影像及處理方法。

#### 二、收集偵測地區範圍圖層

不同區域的監測目的亦有不同，為了提昇效率與避免雜訊的干擾，有必要針對每一監測地區分別進行偵測。譬如，假設監測的區域為國家公園區，我們將利用國家公園範圍圖將範圍內的影像先行擷取出來，縮減範圍，僅針對國家公園範圍內的變遷進行偵測。

#### 三、選擇適當的影像資料與時間

不同的監測對象使用不同的空間與時間解析度的影像資料，就影像攝取的時間而言，以農業用地違規開發為例，在地物的光譜反應上，則是以植生變為非植生為主。能否避免因季節及作物變化所產生的誤判，所選用影像的時間即為決定性的關鍵，如作物-間作物（裸露地）-作物的變化。因此，本研究對影像攝取的時間作審慎選擇。

#### 四、執行變遷偵測的工作

常用的光譜反射變遷偵測方法有影像相減法、影像比例法、植生指標比較法、分類後比較法等等變遷監測的方法（陳文福 1998）。

農委會水土保持局為國內負責山坡地維護與永續經營的機構，鑒於遙測技術的應用可快速分析並監測山坡地土地利用變異點分佈，因此結合 RS、GIS、GPS 相關技術來掌控

非法或不當開發土地利用變異地區的基本資料，並將此資料儘速提供縣市政府作為現場調查的依據，除了快速提供變異資訊以供之即時監測的效果外，亦可有效的減少現場查核工作量，並達到全面監測效果。因此，水保局於民國 84 年即應用遙測技術監測全省山坡地土地利用/覆蓋的變異；除逐年累積判釋成果外，亦有效的將影像判釋變異成果提供縣市政府作為查驗變異點的參考基礎。所以遙測與 GIS 的結合應用已成為山坡地監測的最佳利器。對於山坡地土地利用變遷偵測工作上有其既定的執行流程。根據此流程和其使用方法，建構一個監測系統的骨架。

### 紋理分析

#### 一、紋理分類

在影像紋理分析中，像元點間的相互關係如對比性或規則性，相對於像元本身的灰階值屬較高階的定義性質，此一像元間相互關係性質則稱之為紋理（Texture）。紋理為影像灰階變化的頻率，可決定區塊特徵影像之視覺顯示粗糙或細緻情形，為影像判釋之重要特徵之一，影像紋理的應用相當廣泛，從遙測影像進行作物種類的判定，一直到微生物影像分析…等。依應用之領域可分為瑕疵偵測及分類、地物判別、作物成長階段的判讀、…等；依使用之影像類型可分為衛星影像、醫學影像、織品影像、農產品影像、工業製品影像、…等。前人曾對紋理的研究得到一個結論：人類對於紋理識別中最重要的三個維度為週期、方向和隨機性。因此將一個紋理資料庫分類為週期性、方向性和隨機性的紋理等三大類，既可降低紋理分類的難度，亦可進一步開發紋理檢索的系統（林榮章 1998）。茲將紋理概分成三大類：

- (1) 方向性紋理 (Directional textures)，即是由很精確的數學式表示出來的紋理，或是一種定義精確的子紋理透過精確的排列規則所定出來的紋理，如圖 1。
- (2) 週期性紋理 (Periodic textures)，則是由一種或多種紋理基元 (primitive) 根據某種排列規則而產生的紋理，大部分的人工紋理屬之，如花布，如圖 2。
- (3) 隨機性紋理 (Random textures)，主要是一些自然的紋理，其排列方式與組成基元都是隨機的，但必須是同質的，如樹葉。雖然是同質的，但在結構單元及排列上都無法正確的描述，如圖 3。

## 二、紋理分析之方法

影像紋理分析的目的主要在於找出合適的影像紋理描述子或特徵值，便可據以辨識不同紋理或質地的影像類別。其可針對影像的光譜性質提供額外的輔助資訊，紋理分析的技巧已成功地被廣泛用在許多的領域上，從遙測影像農作物辨識、織布表面顯微影像分析，至聲納影像的分析、物件的偵測，診斷之應用及地表影像的分析與解讀都可見其蹤跡，在數位影像的處理或是辨識上都佔有越來越重要的地位 (蔡榮得、沈育佳 1999)。而紋理分析最主要的方法可分為結構法 (Structural approaches)、統計法 (Statistical approaches) 與頻譜法 (Spectral approaches) 三大類 (Conners & Harlow, 1980)，近年來，紋理分析的發展趨勢，除了繼續有學者在嘗試尋找更好與更新的紋理分析方法外，也有不少人試圖找出在 SGLCM 中計算紋理描述子時各項參數的最佳化組合，並對 SGLCM 中各項參數對於產生出來的紋理影像所佔的影響比例以及影響程度做了完整的評估。

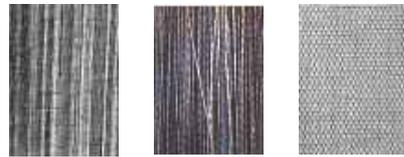


圖 1. 方向性紋理  
Figure 1. Directional textures.

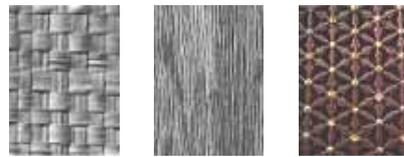


圖 2. 週期性紋理  
Figure 2. Periodic textures.



圖 3. 隨機性紋理  
Figure 3. Random textures.

## 三、SGLDM 紋理分析法

SGLDM 共生矩陣的產生方式是統計影像空間內，每一個像元在符合預先設定的條件下 (例如：水平方向、相隔 2 個像元)，出現相同灰階值的次數；換言之，此共生矩陣是以條件機率模擬化紋理，而紋理則是相鄰像元的灰階相關性的表現。因此，檢視在相同幾何位置上一對對像元的灰階相關性，並以這一對對像元出現某灰階的條件機率來表示，即可達到定量描述紋理的目的。SGLCM 是一種二階的統計方法，它是用來統計每一對可能的灰階值出現在特定相關位置像元的頻率，其定義：

- (1) 欲將一張影像轉換為共生矩陣時，必須

先決定其像元對間的位移向量  $\langle d, \theta \rangle$ ，然後再根據此一向量計算出其位置矩陣。

- (2) 灰階位置矩陣， $P_{ij} \langle d, \theta \rangle$  = 灰階值為  $i$  的像元位於灰階值為  $j$  的像元之相對位置  $\langle d, \theta \rangle$  上的次數。若影像灰階值之範圍為  $0 \sim N$ ，則  $P_{ij} \langle d, \theta \rangle$  矩陣之維度為  $(N+1) \times (N+1)$ 。影像  $I(x, y)$  為例，若像元之灰階值範圍為  $0 \sim 3$  (即  $0 \leq i, j \leq 3$ )，則可統計得其  $P_{ij} \langle 1, 90^\circ \rangle$  矩陣。像元 1 和 5 為與中心像元呈水平方向  $0^\circ$ ；像元 2 和 6 為與中心像元呈  $135^\circ$ ；像元 3 和 7 為與中心像元呈垂直  $90^\circ$ ；像元 4 和 8 為與中心像元呈  $45^\circ$ ；在求取紋理特徵之前，一般會先將共生矩陣  $P$  內的所有值做正規化處理，正規化後之共生矩陣， $C_{ij}$ ，可以下式表示：

$$C_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N P_{ij}} \dots\dots (1)$$

- (3) 灰階共生矩陣

表示影像中灰階值  $i$  與  $j$  出現在相對位置  $\langle d, \theta \rangle$  的聯合機率 (joint probability)，可供進行各項紋理特徵值之計算。影像之  $C_{ij} \langle 1, 90^\circ \rangle$  灰階共生矩陣，可由  $P_{ij} \langle 1, 90^\circ \rangle$  矩陣計算得。(1) 式中之  $i$  表示矩陣中的列， $j$  表示矩陣中的行。 $C_{ij}$  即表示  $C$  矩陣中第  $i$  列第  $j$  行的元素。在  $P_{ij} \langle d, \theta \rangle$  矩陣中，靠近對角線中心的元素表示其灰階值相近，反之越遠離對角線的元素則其灰階值的差異越大。而透過各種不同的位移向量  $\langle d, \theta \rangle$ ，使得  $C_{ij} \langle d, \theta \rangle$  矩陣能提供許多有關影像中的灰階值空間分佈情形之資訊。

#### 四、紋理描述子

利用共生矩陣  $C$  代入一組紋理特徵描述子，欲描述影像之特徵值即可得

到。由式 (1) 中灰階共生矩陣推導而得之十個紋理描述子之計算公式與特性 (Haralick et. al., 1973; Gozalez & Shanmugam, 1992)：

- (1) 角二次矩 (Angular Second Moment, ASM)：角二次矩又稱為能量 (energy) 或是一致性 (uniformity)，乃是用來衡量紋理的一致性或均勻性，其定義如下：

$$ASM = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N C_{ij}^2 \dots (2)$$

影像之紋理越均調或一致時， $C_{ij}$  矩陣中的值就會集中在少數幾個元素上，則 ASM 值便越大；反之，當矩陣的元素分佈的值越平均時，則此項數值會變小。

- (2) 熵 (Entropy, ENT)：熵與角二次矩的性質相反，主要是用來度量紋理的複雜程度或  $C_{ij}$  矩陣中元素排列混亂的程度，熵的定義如下：

$$ENT = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N C_{ij} \log C_{ij} \dots (3)$$

當影像中的圖樣愈是隨機時，則紋理複雜，其共生矩陣中各元素愈相等，ENT 值就越大。熵值之大小恰好和角二次矩相反，當影像灰階分佈較廣時，熵值較大，當影像灰階分佈較集中時，值較小。從概念上來說，entropy 跟能量是一種反向的高相關統計量。

- (3) 熵總和 (Sum Entropy, SE)：

$$SE = \sum_{i=0}^{2N_g} C_{x+y}(i) \log [C_{x+y}(i)] \dots (4)$$

- (4) 熵差 (Difference Entropy, DE)：

$$DE = \sum_{i=0}^{N_g} C_{x-y}(i) \log [C_{x-y}(i)] \dots (5)$$

(5) 對比 (Contrast, CON): 對比乃用來度量影像中對比的強烈程度, 其值與對比強度成正比, 其定義如下:

$$CON = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (i - j)^2 C_{ij} \dots (6)$$

這項參數主要是反應出  $C_{ij}$  矩陣中元素在主對角線上集中的情形, 一般來說, 當比較大的數值都集中在主對角線附近時, 對比數值會趨小, 即對比較差, 亦即像素間之灰階值差異較小。

(6) 相關度 (Correlation, COR): 相關度可反映出影像中紋理的方向性, 乃用來衡量影像中灰階值線性相依的程度, 其定義如下:

$$COR = \frac{\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N ij C_{ij} - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \dots (7)$$

其中

$$\mu_x = \sum_{i=0}^N i \sum_{j=0}^N C_{ij} \dots (8)$$

$$\mu_y = \sum_{j=0}^N j \sum_{i=0}^N C_{ij} \dots (9)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_{i=0}^N \left[ (i - \mu_x)^2 \sum_{j=0}^N C_{ij} \right]} (10)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{j=0}^N \left[ (j - \mu_y)^2 \sum_{i=0}^N C_{ij} \right]} (11)$$

此項參數計算的是共生矩陣之相關係數, 如果共生矩陣中元素的排列是以一定的排列方式散佈於共生矩陣之中的話, 代表在此一方向之紋理相關度較其

他方向為高。

(7) 同質度 (Homogeneity, HOMO): 此項參數是在計算  $C_{ij}$  矩陣中, 各元素聚集在主對角線附近的程度, 同質度之定義如下:

$$HOMO = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \frac{1}{1 + (i - j)^2} C_{ij} (12)$$

當矩陣中比較大的數值都集中在主對角線的附近時, 此項值會越大。HOMO 值所代表之意義恰與 CON 值相反, 主要用來度量影像中均調的程度, 當影像愈均調或對比愈弱時, 同質度之值愈大。

(8) 不相似度 (Dissimilarity, DIS): 不相似度主要用來衡量影像中灰階值的不相似程度, 其定義如下:

$$DIS = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N |i - j| C_{ij} \dots (14)$$

不相似度對於灰階值在空間中的排列情形或是影像色調皆非常敏感。當影像模糊灰階較接近時, 其不相似度值較小; 反之當影像較清楚時, 其不相似度值較大。

(9) 群聚傾向度 (Cluster tendency, CLU): 表示影像中物體其成為群團的趨勢, 此值越小成為同群的可能性越大。群聚傾向度定義如下:

$$CLU = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (i + j - 2u)^k C_{ij} \dots (15)$$

$$\text{其中 } u = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N i C_{ij} \dots (16)$$

當影像之紋理走向不固定, 灰階分佈較廣時, 其相關度及群聚傾向度較大; 當紋理走向較接近, 影像之灰階較接近時, 其相關度及群聚傾向度較小。

(10) 行長機率 (Probability of a run of length, PRL): 行長機率給出共生矩陣水平與對角線二者關係, 行長機率定義如下:

$$PRL = \sum_{i=0}^N \frac{(C_{ii} - C_{ij})(C_{ij})^{n-1}}{C_{ij}^n} \dots (17)$$

式中  $C_i = \sum_{j=0}^N C_{ij} \dots (18)$

一般而言, 當影像愈不均勻時, 此值愈大。

透過以上紋理描述子來表現影像在共生矩陣上之內容, 其中角二次矩、熵、熵總合及熵差, 這些紋理特徵值具有旋轉不變量的特性。

### 實驗方法與結果分析

近年來紋理分析的研究越來越多, 本文所採用的 SGLDM 分析方法係利用紋理分析之參數項目, 求取變異點衛星影像紋理分類的適用性與分析效果, 進而對山坡地的利用型態變遷進行影像紋理特性進行探討, 以了解各山坡地變異地物類別影像之紋理特性。

#### 一、實驗方法

本研究以 SGLDM 紋理分析方法對所選取之山坡地變異點多解像力遙測影像進行紋理特性分析, 所使用之影像參數皆由共生矩陣計算而得, 然欲轉換共生矩陣時, 須先決定其位移量  $\delta(d, \theta)$ , 再依此一向量計算共生矩陣, 取得平均共生矩陣, 並代入前述之十種紋理描述子, 再取四方向之平均量紋理特徵值, 並將求得之紋理特徵值做為影像中像元間空間關係的描述。本研究之實驗流程如圖 4。

實驗步驟說明如下:

#### 1. 選取遙測影像:

本研究的實驗區影像地點選取南投縣境內十六處變異點位, 經現場查證使用狀況分別區分為違規變異點; 農業使用變異點影像; 工程施作變異點影像; 自然裸露地變異點影像等四種類型。影像資料為向國立中央大學太空及遙測研究中心所購置, 實驗所使用之遙測影像狀況資料如表 1. 所示, 影像已經由國立中央大學太空及遙測研究中心進行幾何校正處理過。

#### 2. 影像格式:

本研究之遙測影像資料在獲取時, 已由國立中央大學太空及遙測研究中心以波段連續格式方式儲存, 檔案中每筆記錄 (record) 記載著每一列 (line) 的資料, 每個位元組 (byte) 則記載著一個像元, 使用 ERDAS IMAGINE 8.4 套裝軟體作為地物類別之影像區塊的擷取工具, ERDAS IMAGINE 8.4 軟體中, 其儲存檔案格式 RAW 是以無檔頭記載 (no header recorder) 方式, 把影像量化灰階數值預設為 256 階灰階。由檔案開頭到結尾, 以一個位元組存放一個像元之光譜反應數值。

#### 3. 地物類別之影像區塊截取:

截取時以經判視為變異點之遙測影像 (SPOT 4) 為準, 共有 12 波段, 接著截取違規變異點、農業使用變異點影像、工程施作變異點影像及自然裸露地變異點影像等四大類地物, 每類別各 4 組樣本。截取之遙測影像區塊點位分布如圖 5 所示。

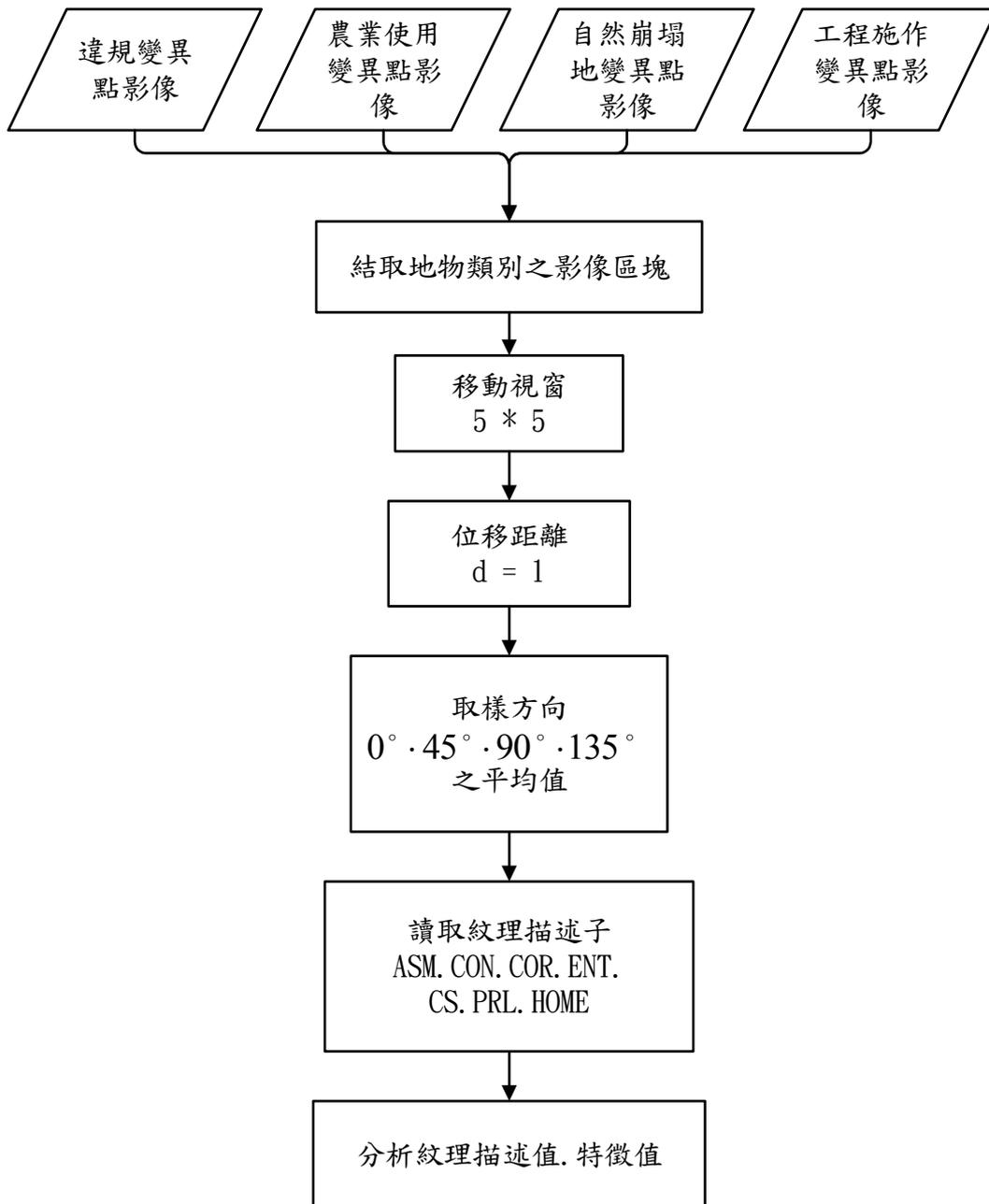


圖 4. 實驗流程圖

Figure 4. The flow charts of experimental process.

表 1. 實驗所使用之遙測影像狀況資料

Table 1. data of remotely sensed images in the experiment.

實驗編號	鄉鎮市區	圖名	X坐標	Y坐標	現場使用行為狀況	違規
A920201	埔里鎮	牛相觸	242723	2649509	工程施作	N
A920202	中寮鄉	挑米坑	224569	2641107	工程施作	N
A920203	南投市	溪頭	212888	2650233	工程施作	N
A920204	南投市	營盤口	214513	2649408	工程施作	N
B920201	魚池鄉	東光	246025	2641633	自然崩塌	N
B920202	南投市	溪頭	213407	2650646	自然崩塌	N
B920203	國姓鄉	五棚坑	240238	2665859	自然崩塌	N
B920204	信義鄉	卓社	250269	2634283	自然崩塌	N
C920201	埔里鎮	內底林	249977	2647014	開挖整地	Y
C920202	中寮鄉	粗坑	231889	2643819	開挖整地	Y
C920203	中寮鄉	花盆	221491	2644235	開挖整地	Y
C920204	埔里鎮	牛相觸	244117	2650765	開挖整地	Y
D920201	魚池鄉	田螺污	241479	2642841	農業使用	N
D920202	魚池鄉	魚池	243444	2641390	農業使用	N
D920203	南投市	內轆	219159	2649494	農業使用	N
D920204	南投市	橫山	212979	2642939	農業使用	N

實驗點位區塊分布圖

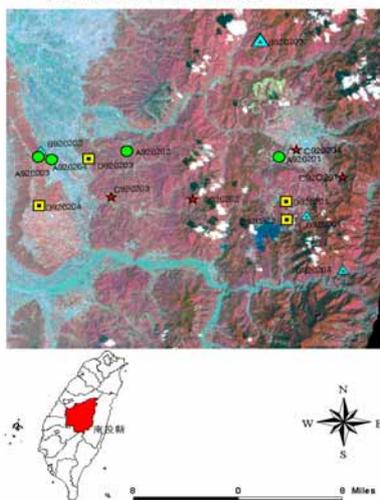


圖 5. 實驗區塊點位分布圖

Figure 5. Area distribution of experimental Points.

#### 4. 紋理分析程式：

本紋理分析選用灰階共生矩陣之方法來做遙測影像元空間關係的抽取，以 Earth2.2 版衛星影像軟體處理，對灰階共生矩陣運算以 Visual Basic 程式運算分析。此應用軟體內鍵影像處理模組，模組內含幾何校正、輻射校正、波段運算、空間及波段遮罩演算、分類影像編輯等功能。在本實驗中選用移動視窗(5×5)及距離 1、方向(0°、45°、90°、135°)進行運算，再分析求得各種不同大小移動視窗的四方向之共生矩陣，取其平均共生矩陣，並代入前述之十種紋理描述子，最後得到具有平均量之紋理特徵值，以之做為影像中像元間空間關係的描述。

5. 執行程式：  
對選取之各地物類別影像區塊進行紋理描述子的運算。
6. 取得紋理描述子數據結果分析：  
為辨識不同紋理或質地的影像類別，以紋理分析的方法找出合適的影像紋理描述子或特徵值，再對影像進行分類與辨識。
7. 分析重點有二：
  - (1) 對遙測影像各類型變異點不同地物的比較分析，以了解不同類型變異點在其波段中紋理性質之差異及描述子間之範圍大小，用以辨識何種物類，需用何種紋理描述子作為分類依據。
  - (2) 對遙測影像，同一地物類別在所有波段影像的紋理特徵值比較分析。

二、實驗結果與分析

本研究的實驗區經過 SGLDM 紋理分析法進行運算，各試驗影像之紋理特徵。由以上四種類型，每一類型四個變異點位影像，再經過 SGLCM 紋理分析法進行運算結果統計如表 2(A)、2(B)、2(C)、2(D)所示，由表中可得知十六幅影像區塊紋理描述子之分佈情形及各試驗影像之紋理特徵值。

表 2(A)、2(B)、2(C)、2(D)：橫軸為紋理特徵值、縱軸為實驗影像分類類別及統計運算，目的乃在探討利用紋理描述子對不同種地物類別之辨識差異性，可由紋理特徵值中尋找出何種波段影像之紋理描述子即可得到較佳的辨識效果。從各圖表中，統計出一些辨識因素，來作為辨識之依據。以移動視窗大小〈5x5〉得到如下之三種結果：

1. 不同變異類型所展現的紋理特徵值，可藉以觀察不同地物類別之紋理特徵值差異性〈均勻性、水平與對角線關係、團聚趨勢〉，進而尋找不同變異類型的特性與相關性。其中可觀察到變異點影像所代表紋理特徵值之曲線的差異，針對這些曲線去分析。如圖 6. 違規變異點影像其紋理描述子角二次矩 (ASM)、行長機率 (PRL) 與其他類型變異點之差異特別大，可推知地物類別差異的影響性。
2. 在紋理分析中，當紋理描述子角二次矩 (ASM) 與熵 (ENT) 之值接近時可在比較影像之對比，由影像為模糊或清晰可判斷，即影像清晰時對比值較大。違規變異點影像角二次矩 (ASM) 與熵 (ENT) 之差較其他特徵值為大，較易由此二值比較而分辨出土地使用類別。

表 2 (A). 工程施作類之紋理描述子統計表  
Table 2 (A). Texture descriptors of conservancy project.

DESC	ASM	ENT	SE	DE	CON	COR	HOMO	CS	CP	PRL
A920201	0.00372	2.46028	1.78473	1.32377	132.242	2.53E+09	0.04966	2.61E+06	3.80E+08	8.82E-05
A920202	0.00138	2.95781	2.04626	1.44076	210.374	1.96E+10	0.04796	3.02E+06	5.68E+08	3.71E-05
A920203	0.00217	2.75386	1.97346	1.32096	137.458	7.28E+09	0.06359	1.92E+06	2.65E+08	1.70E-04
A920204	0.00198	2.76274	2.11054	1.51643	305.003	1.99E+10	0.05038	3.91E+06	7.30E+07	1.19E-04
A-S.M	0.00231	2.73367	1.97875	1.40048	196.269	1.2E+10	0.0529	2865000	3.2E+08	0.0001
A-S.E	0.00077	0.15889	0.10918	0.07386	62.5783	6.8E+09	0.00558	644065	1.6E+08	4.3E-05
A-MAX	0.00372	2.95781	2.11054	1.51643	305.003	2E+10	0.06359	3910000	5.7E+08	0.00017
A-MIN	0.00138	2.46028	1.78473	1.32096	132.242	2.5E+09	0.04796	1920000	7.3E+07	3.7E-05

表 2 (B). 自然崩塌類之紋理描述子統計表  
 Table 2 (B). Texture descriptors of crashing naturally.

DESC	ASM	ENT	SE	DE	CON	COR	HOMO	CS	CP	PRL
B920201	0.00146	2.88935	2.11017	1.48614	283.225	2.72E+10	0.04617	6.37E+06	1.28E+09	1.37E-04
B920202	0.00086	3.14113	2.13787	1.44253	210.241	1.92E+10	0.04186	5.43E+06	1.03E+09	3.72E-05
B920203	0.00209	2.79119	2.0983	1.45729	257.71	5.05E+09	0.05943	1.09E+07	2.64E+09	1.31E-04
B920204	0.00147	2.87815	2.13429	1.46411	243.919	3.99E+10	0.04331	8.60E+06	1.92E+09	1.28E-04
B-S.M	0.00147	2.92496	2.12016	1.46252	248.774	2.3E+10	0.04769	7825000	1.7E+09	0.00011
B-S.E	0.00039	0.11669	0.01477	0.01405	23.5588	1.1E+10	0.00622	1892580	5.6E+08	3.7E-05
B-MAX	0.00209	3.14113	2.13787	1.48614	283.225	4E+10	0.05943	1.1E+07	2.6E+09	0.00014
B-MIN	0.00086	2.79119	2.0983	1.44253	210.241	5.1E+09	0.04186	5430000	1E+09	3.7E-05

表 2 (C). 開挖整地類之紋理描述子統計表  
 Table 2 (C). Texture descriptors of soil preparation.

DESC	ASM	ENT	SE	DE	CON	COR	HOMO	CS	CP	PRL
C920201	0.00039	3.47772	2.24576	1.63559	476.233	3.40E+10	0.02786	4.85E+06	9.51E+08	1.01E-05
C920202	0.00056	3.3322	2.13976	1.49836	243.86	1.68E+10	0.03408	3.20E+06	5.34E+08	1.05E-05
C920203	0.00037	3.55932	2.16812	1.5112	261.722	2.78E+10	0.03801	3.30E+06	5.57E+08	5.02E-06
C920204	0.00033	3.64386	2.21592	1.50761	267.25	4.52E+10	0.04355	3.50E+06	6.14E+08	1.50E-05
C-S.M	0.00041	3.50328	2.19239	1.53819	312.266	3.1E+10	0.03587	3712500	6.6E+08	1E-05
C-S.E	7.8E-05	0.10279	0.03677	0.05047	85.0243	9.2E+09	0.00512	595294	1.5E+08	3.2E-06
C-MAX	0.00056	3.64386	2.24576	1.63559	476.233	4.5E+10	0.04355	4850000	9.5E+08	1.5E-05
C-MIN	0.00033	3.3322	2.13976	1.49836	243.86	1.7E+10	0.02786	3200000	5.3E+08	5E-06

表 2 (D). 農業使用類之紋理描述子統計表  
 Table 2(D). Texture descriptors of agriculture work.

DESC	ASM	ENT	SE	DE	CON	COR	HOMO	CS	CP	PRL
D920201	0.00101	3.17658	2.17989	1.38634	209.131	9.64E+10	0.07552	2.61E+07	8.06E+09	4.60E-04
D920202	0.00343	2.84443	1.95667	1.06362	56.6777	3.67E+10	0.17452	9.92E+06	2.19E+09	5.27E-04
D920203	0.00085	3.19944	2.10161	1.32237	121.86	2.20E+10	0.05795	7.43E+06	1.53E+09	2.47E-05
D920204	0.00164	3.0512	2.11914	1.42373	251.148	1.09E+11	0.07771	2.91E+07	9.29E+09	7.36E-05
D-S.M	0.00173	3.06791	2.08933	1.29902	159.704	6.6E+10	0.09642	1.8E+07	5.3E+09	0.00027
D-S.E	0.00092	0.12596	0.07327	0.12581	67.6042	3.3E+10	0.04091	8552844	3.1E+09	0.0002
D-MAX	0.00343	3.19944	2.17989	1.42373	251.148	1.1E+11	0.17452	2.9E+07	9.3E+09	0.00053
D-MIN	0.00085	2.84443	1.95667	1.06362	56.6777	2.2E+10	0.05795	7430000	1.5E+09	2.5E-05

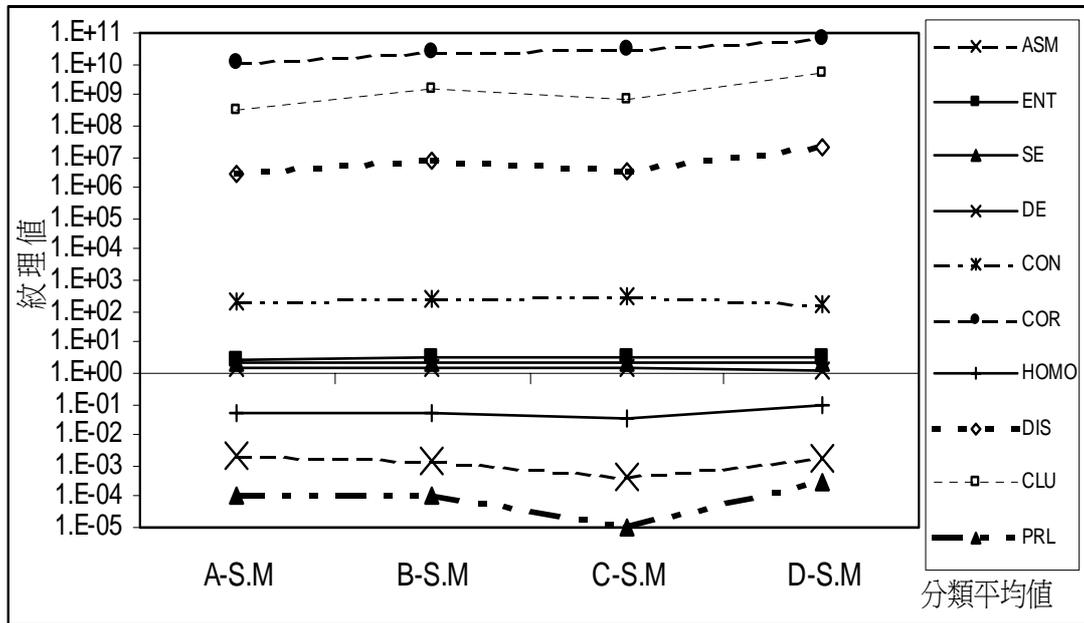


圖 6. 不同類別紋理特徵值平均統計圖  
Figure 6. Average value of different texture feature.

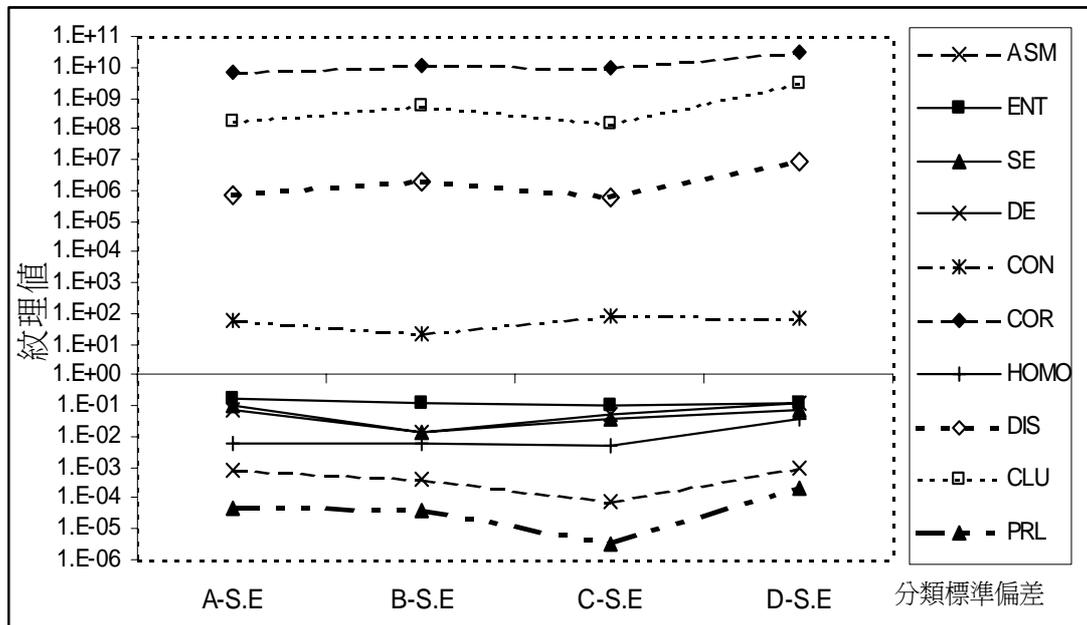


圖 7. 不同類別紋理特徵值標準偏差統計圖  
Figure 7. Deviation to standard value of different texture features.

3. 當地物種類呈像紋理極為相似時，利用影像紋理分析方法，其效果並不非常理想，如何判定為違規使用或非違規使用仍須其他方法輔助比對，如圖 6. 影像紋理描述子熵(ENT)、熵總和(SE)、熵差(DE)、同質度(HOMO)並無法有效判別其差異性。

### 結 論

紋理為影像判釋時重要特性之一，影像中像元灰階值變化的頻率，可提供遙測影像空間型式辨別及輔助光譜型式辨別影像分類。鑒於影像紋理的光譜性質提供額外的輔助資訊，從遙測影像農作物辨識、織布表面顯微影像分析、聲納影像的分析至醫學診斷之應用都可見其蹤跡，其應用領域可說相當廣泛，在數位影像的處理或是辨識上都佔有越來越重要的地位。本研究乃為影像紋理分析之初步研究，除本文所採用的 SGLDM 分析方法之外，亦有不少新方法的研究發展，來增進分析的效果。針對山坡地變異點遙測影像，進行不同地物類別之影像紋理分析，確實可作為地物類別之辨識分類的準備工作，在眾多波段影像中能篩選出較佳的波段影像、合適的紋理描述子及其他參數的設定，使辨識分類更有效率。綜觀本研究經由紋理分析與實驗結果，對於坡地變異點影像紋理分析之成果作一概述：山坡地變異點位之衛環境因素中呈現複雜度較高，其土地使用與土地覆蓋較複雜。尤其在台灣地區山坡地土地過度使用與使用種類繁雜，這些因素都可能影響辨識分類之結果。

1. 本文共探討了十個紋理描述子，在實驗分析中找出了若干較佳辨識的紋理描述子，如 CON、ENT、HOMO、PRL，這些紋理描述子在一般條件下，都可以達到較佳的辨識結果，惟地物種類呈像紋理極為相似時，如何判定為違規使用或非違規

使用仍須其他方法輔助比對，僅利用影像紋理分析部分因子，其效果並不理想。

2. 本研究中發現群聚傾向度(CLU)與不相似度(DIS)在大部分影像中皆不盡相同，即表示影像中物體其成為群團的趨勢與影像中灰階值的不相似程度差異值較大，可利用此紋理特徵搭配其他之特徵值，將可更正確將影像分類。
3. 研究實驗中對違規變異點影像其紋理描述子角二次矩(ASM)、行長機率(PRL)與其他類型變異點之差異特別大，表示影像中用來衡量紋理的一致性或均勻性與行長機率給出生生矩陣水平與對角線二者關係，對於變異類型具有判別分類差值較大。
4. 本研究對不同坡地變異類別進行紋理分析，若僅依據部分紋理特徵值來進行分類，其效果並不能確實達到要求，如果要達到較高之辨識效果，宜由各特徵值間相關值中去粹取其差異性再進行比對分類。故於分類應用上需加以剔除或再尋求最佳配對以充分利用紋理性質。

### 參考文獻

1. 林榮章(1998) "都會區多解像力遙測影像之紋理分析"，中興大學土木工程學系碩論。
2. 周天穎，周學政(1997) <ARCVIEW 透視 3.X>，松崗電腦圖書資料股份有限公司。
3. 陳文福(1998) 「衛星遙測影像應用於山坡地土地利用變遷之偵測與水土保持管理」，第五次資源應用衛星資料應用研討會。
4. 楊龍士、周天穎(2000) 遙感探測理論與分析實務，逢甲大學地理資訊系統研究中心。

5. 蔡榮得 沈育佳 (1999) 空載多光譜影像之紋理分析, 興大工程學刊, 第 95-105 頁。
  6. Deguchi, K. and I. Morishita (1978) "Texture Characterization and Texture-based Partitioning Using Two-dimensional Linear Estimation," IEEE Transactions Computer, Col.C-27, pp.739-745.
  7. Haralick, R.M., K. Shanmugam, and I. Dinstein (1973) "Texture Feature for Image Classification," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 3(6), pp.483
  8. Conners, R.W. and C.A. Harlow (1980) "A Theoretical Comparison of Texture Algorithms," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2(3), pp.204-2
- 
- 93 年 7 月 9 日收稿  
93 年 8 月 15 日修改  
93 年 8 月 23 日接受