

## 以邊緣萃取技術探討濁水溪揚塵潛在發生區位劃定之研究

邱郁瑄 莊智瑋 林昭遠\*

**摘 要** 濁水溪河口因地質鬆軟、土壤乾燥，旱季時水位下降，河床裸地遽增，適逢東北季風來臨，細小泥砂易藉由風力揚起，導致大氣懸浮微粒濃度過高，對鄰近居民之健康造成嚴重威脅，如何有效及快速對揚塵潛在發生區位進行劃定極為重要。另濁水溪每年河道流路變化甚大，且退水期間農墾區位時常變動，致使河川揚塵潛在發生區位需逐年更新，加上光譜解析度不足，傳統影像分類無法將衛星影像中之揚塵潛在發生區位及整地初期瓜田加以區隔，實有賴其他影像處理技術進行劃定，供河川管理機關儘早擬定揚塵抑制對策有其必要。本研究以揚塵最為嚴重之濁水溪自強大橋至西濱大橋為研究樣區，利用各土地利用之影像梯度差異進行邊緣萃取，並藉由面積門檻值給定，進一步萃取出揚塵潛在發生區位。本研究選用 Sobel, Laplacian, Prewitt 及 Canny 邊緣偵測技術等進行探討，以建立河川揚塵潛在區位劃定之技術，供日後揚塵治理參考之用。

**關鍵詞：**揚塵潛在發生區位、揚塵、邊緣萃取。

## Delineating Potential Areas of Aeolian Dust Occurrence with Edge Detection Techniques in the Jhuoshei River

Yu-Hsuan Chiu Chin-Wei Chuang Chao-Yuan Lin\*

**ABSTRACT** The estuary of the Jhuoshei River has geological fracturing and dry soils. Therefore, in dry seasons, the increasing amount of bare land and the north-east monsoons cause smaller particle matter to be easily eroded. This causes serious air pollution and seriously threatens the health of nearby residents. Effectively and rapidly delineating potential areas of aeolian dust occurrence is very important. Variations in the flow paths of river channels are frequently governed by annual storms, and land used to grow melons is also changed annually. Therefore, annual delineation of potential areas of aeolian dust is necessary. Because of the lack of spectral resolution, traditional image classification cannot clearly delineate potential areas of aeolian dust occurrence and melon land. Thus, delineating potential areas by other image processing techniques for the reference of related authorities to adopt dust control countermeasures is a vital issue. This study focused on the dust vulnerable segment (Bridge Ziqiang to Xibin) of the Jhuoshei River using image gradient derived from each land use and assigning an area threshold to delineate potential areas of aeolian dust occurrence. There are several methods for edge detection. The correct selection of suitable edge detection method is very important. The Sobel, Laplacian, Prewitt, and Canny methods were chosen for discussion in this study. The

techniques for delineating the potential areas of aeolian dust occurrence could be then established for the reference of aeolian dust management in the future.

**Key Words:** potential areas of aeolian dust occurrence, aeolian dust, edge extraction.

## 一、前言

濁水溪位於台灣中部地區，流域面積廣大，其流經地層多屬於砂岩、頁岩，因其特性易受侵蝕，加上河床質地鬆散，以致河川內含砂量高，且濁水溪上、中游因施作工程構造物，如攔河堰、水庫、水力發電廠等，並將溪水攔截作為他用，使大粒徑泥沙阻滯於上中游段，故每年 11 月至隔年 3 月，受東北季風吹襲下，濁水溪河口細砂顆粒因無良好覆蓋，泥沙易藉由風力揚起，使濁水溪沿岸居民飽受風吹砂（揚塵）之苦，嚴重影響當地生活品質。因此，如何有效及快速對揚塵潛在發生區位進行劃定極為重要。

近年來遙測影像已廣泛用於土地利用分類、變遷偵測、坡地災害調查、植被覆蓋趨勢建立上（陳怡睿等，2005；劉傑等，2009；蕭國鑫等，2010）。遙測影像主要係利用各土地利用類別於光譜反射值上之差異進行分類，如林昭遠等（2009）使用衛星影像輔以植生指標與紋理因子，萃取影像中之光譜資訊並運用於植被、裸露地及水域之判釋，發現以原始波段合併植生指標（CMFI）有較佳的判釋能力，且再加入紋理資訊，更可再提昇影像分類成果之準確度。洪瑞鄉（2006）應用衛星影像監測桃園沿海四鄉（蘆竹鄉、大園鄉、觀音鄉和新屋鄉）之西濱快速道路以西的海岸林帶，研究結果發現應用衛星影像可快速、有效的監測大面積植生的動態變化。Yuan 等（2005）利用 Landsat 衛星影像於明尼蘇達州的雙子城進行的分類後比較法變遷分析。Kokaly 等（2003）於黃石國家公園利用 1996 年 8 月 7 日的 AVIRIS 衛星影像進行植群圖繪製。另遙測影像亦可利用影像邊緣梯度變化加以萃取土地利用，林昭遠、莊智瑋（2009）利用 SPOT 衛星影像結合邊緣萃取技術（Sobel）及影像分類進行揚塵潛在發生區位之劃定，並提出傳統影像分類上無法有效地將揚塵潛在區位與整地初期之瓜田加以區隔，研究結果發現利用影像處理技術能有效地劃定及區隔；其與林昭遠等（2009）之差異性主要為前者是利用邊緣萃取技術（sobel）劃定揚塵潛在區位，後者是利用倒傳遞類神經網路結合紋理因子，並以不同時期之三張影像搭配不同紋理參數進行地覆類別之分類與

探討。王勝益（2006）利用邊界萃取、Hough 轉換、雜訊去除、直線偵測加限制條件等方式，建立建物空間坐標，提高人工構造物細部數化精度。王佐成等（2010）提出多方向模糊形態學彩色圖像邊緣檢測演算法，首將 R、G、B 三個分量上進行邊緣檢測，最後加以合成，以求得彩色圖像之邊緣，結果顯示優於傳統的邊緣檢測運算子。鄭志祥（2002）利用影像處理技術（Sobel、Prewitt、Laplacian），檢測稻米品質如長、寬、周長與面積，其結果顯示能有效地辨識出稻米之品種與品質。林松柏（2005）採用二維差分運算子（Sobel、Prewitt）用動態輪廓以偵測影像邊緣，其結果可準確地探測波浪之變化。

而濁水溪河口流路每逢大雨過後變動極大，加上旱季退水期間瓜農常於適當區位進行西瓜栽植，導致揚塵潛在發生區位需時常更新製作，且因整地初期西瓜尚未成熟，光合作用薄弱，無法即時利用光譜反射值或植生指標來加以萃取瓜田區位，若待西瓜成熟時，則為東北季風之末期（隔年 1 月後），屆時再導入防治工法為時已晚。有鑑於此，如何藉由衛星影像早期快速劃定河川揚塵潛在發生區位，供河川管理機關儘早擬定揚塵抑制對策極為重要。因此本研究選用揚塵情況最為嚴重之濁水溪（自強大強至西濱大橋）為研究樣區，藉由土地利用於邊緣地區之光譜梯度變化，萃取各土地利用之邊緣，並進一步萃取出揚塵潛在發生區位。而邊緣萃取技術甚多，選用適宜之邊緣萃取乃極為重要，本研究選用常見之 Sobel, Laplacian, Prewitt 及 Canny 邊緣偵測技術等進行探討，並探討其劃定結果及分析其優劣，以建立河川揚塵潛在區位劃定之技術，供日後揚塵治理參考之用。

## 二、研究流程

確立樣區位置後，進行相關文獻回顧及資料蒐集，本研究採用 SPOT5 衛星影像進行分析，因邊緣萃取主要應用於灰階影像上之使用，故先將衛星影像之各波段影像加以萃取出三張灰階影像，並分別帶入各項邊緣萃取運算子進行分析，再透過 Otsu 之影像二值化，分別可求得各邊緣萃取運算子之影像三張，考量

各波段影像均具貢獻性，故再以聯集方式進行疊加並進行 Hilditch 影像細線化，使邊界僅留單一像元，最後透過雜訊去除，即可求得揚塵潛在發生區位，並進行交叉分析比對，探討其優劣，研究成果可供日後相關單位於揚塵防治參考之用。研究流程如圖 1 所示。

### 三、材料與方法

#### 1. 試區概述

濁水溪位於台灣中部地區，每逢東北季風來臨，濁水溪河口塵土飛揚，亦對鄰近居民之生命及財產造成威脅。本研究選定濁水溪下游西濱大橋至自強大橋河段作為研究樣區 (圖 2)，因其為河川揚塵潛在區位，樣區位於彰化縣竹塘鄉、大城鄉以及雲林縣崙背鄉、二崙鄉、麥寮鄉之交界，濁水溪流經地層多屬頁岩、砂岩，在防汛期間，雨水冲刷破壞其地質結構及土壤冲刷，易將細小顆粒帶入河道，經由搬運堆積，最後沉降於河口處，適逢東北季風來襲，濁水溪河口裸地，因受風力之滾動、跳動及飛揚，河床即掀起漫天風砂，嚴重造成臨近之區域住戶及國小飽受塵土飛揚之苦。

#### 2. 材料

由於不同的地表覆蓋，導致各種地覆對於光譜中吸收和反射的波段均不相同。以綠色植物而言，因其有吸收藍光、紅光及強烈反射紅外光之特性，故應用

多光譜資訊於植物之探測，可分辨植生地覆、水體或裸露地之差異 (林昭遠、林文賜, 2001)。考量揚塵潛在區位劃定需於揚塵發生前導入防治工法，本研究選用購於中央大學太空遙測中心之 2004 年 12 月 18 日 SPOT5 Level 10 衛星影像，其空間解析度為 10 公尺 (圖 2)，主要原因有，一、因高解析度 (如 IKONOS、Quick Bird) 其價格不菲，且須事先預訂拍攝日期，對於需長期拍攝或即使資料分析上，時有不便之處，若再採用次一級之衛星影像，以 SPOT5 較於其它影像為佳；二、本研究期於揚塵發生前，供管理單位導入

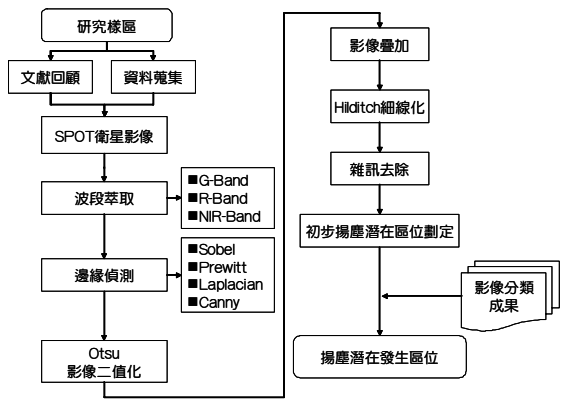


圖 1 研究流程

Fig.1 Flowchart of the study

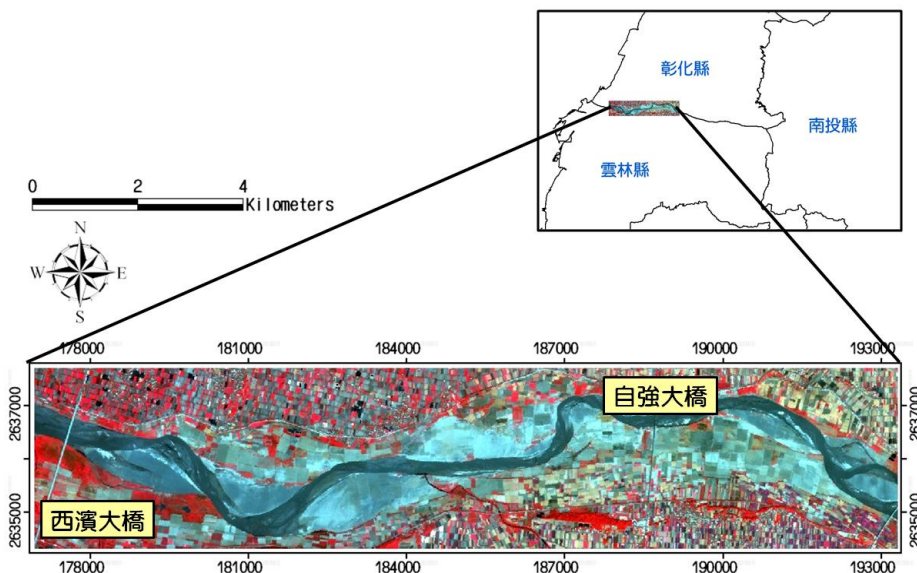


圖 2 研究樣區

Fig.2 Study area

防治工法，一般時間常位於瓜田整地初期或河床裸露地最多之時期（約每年 12 月），故本研究採用 2004/12/18 之衛星影像進行分析探討。

### 3. 方法

#### (1) 邊緣偵測

對於一個二值化或黑白的影像中，影像的邊緣經常被使用作為影像的分割及其他處理的前置動作。而地物間的邊界為不連續帶，在影像上的灰階剖面呈現梯度特徵，針對這些局部特性偵測與萃取技術，統稱為邊緣偵測 (Edge Detection)(尤姝媚，2009)。邊緣乃存在兩個區域間之邊界連接像素，一般而言，若屬同一區域之影像灰度值較為相近，其影像灰度值差較小，反之，當位於兩區域間之邊界（即邊緣），則因隸屬不同色塊，故影像灰度值差異較大，其差值較大，因此，可從向量分析上，以一階微分之梯度運算進行邊緣檢測，即影像上  $f(x, y)$  在位置  $(x, y)$  的梯度被定義為向量  $\nabla f$  (Gonzalez 和 Woods, 2002)。

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

從上式可知，梯度向量是指  $f$  在座標  $(x, y)$  處之最大改變率的方向。

較常見邊緣萃取方法有 Sobel、Prewitt、Laplacian 及 Canny 等，主要以影像梯度之差異來進行邊緣之偵測。故本研究是針對邊緣偵測技術 Sobel、Prewitt、Laplacian 及 Canny 四種邊緣偵測處理及 Gonzalez 和 Woods (2002) 空間與影像增強，做影像邊緣處理，將針對濁水

溪潛在揚塵區位進行劃定，瞭解各種方法於潛在揚塵發生區位之適用性。其各邊緣偵測原理如下：

#### ① Sobel (Gonzalez 和 Woods, 2002)

Sobel 運算是以兩個  $3 \times 3$  的遮罩進行梯度運算子計算，其中對  $x$  方向取偏微稱  $G_x$ ，對  $y$  方向取偏微稱  $G_y$ ， $G_x$  及  $G_y$  分別負責檢知  $X$  與  $Y$  方向的邊緣變化，若  $G_x$  與  $G_y$  皆為零，即一個點與其相鄰的八個點都是相同值，表示沒有邊緣變化，其值也會是零。如果左右的值不同， $G_x$  輸出結果就不會是零，但  $G_y$  仍可能為零，反之垂直方向的變化也會導致  $G_y$  的輸出不為零。對於每一點的  $G_x$  與  $G_y$  計算結果會累加起來存於另一張圖上，以確保兩個方向的邊緣變化都會被找到。由於不同土地用類別於交界處常因色階梯度上之不同，可透過此方法對於鄰近色階有差異處進行萃取 (黃朝群，2001)。  $G_x$  及  $G_y$  計算如下：

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (2) \sim (3)$$

#### ② Prewitt

Prewitt 是利用圖 3 所示之八種邊界方向相對應的遮罩圖 (mask)，先將影像輸入及其相鄰影像的灰階值與遮罩圖例值相乘後，再求和，並比較八種方向計算結果，取最大遮罩值作為邊界的方向，再將其計算的結果值當作該點邊界的強度值 (吳上立與林宏墩，2006)。

|       |                          |                         |                         |                         |                          |                           |                            |                           |
|-------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 遮罩圖形式 | A                        | B                       | C                       | D                       | E                        | F                         | G                          | H                         |
|       | 1 1 1<br>1-2 1<br>-1-1-1 | 1 1 1<br>1-2-1<br>1-1-1 | 1 1-1<br>1-2-1<br>1 1-1 | 1-1-1<br>1-2-1<br>1 1 1 | -1-1-1<br>1-2 1<br>1 1 1 | -1-1 1<br>-1-2 1<br>1 1 1 | -1 1 1<br>-1-2 1<br>-1 1 1 | 1 1 1<br>-1-2 1<br>-1-1 1 |
| 對應的邊界 |                          |                         |                         |                         |                          |                           |                            |                           |

圖 3 Prewitt 運算子示意圖

Fig.3 Illustration of Prewitt operators

③ Laplacian

Laplacian 運算子為二階微分  $L(x, y)$ ，係將影像中之梯度、變化率再求一次微分，其對雜訊偵測敏感性高，用來求出輪廓的強度 (不求方向)，故對影像中兩個變數  $(f(x, y))$  之函數可表示如下：

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (4)$$

為讓影像上處理之便利性，計算方程式必須以離散形式來表達，在考量  $x$  及  $y$  方向之計算，其偏微二階導數表示如下：

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y) \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y) \quad (6)$$

將兩式相加即可推導出：

$$\nabla^2 f = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y) \quad (7)$$

由於此方程式僅對 90 度增量旋轉有等方向性之結果，若考量對角方向 (45 度)，則可藉由下列之 3x3 移動視窗進行實現結果 (圖 4)。

④ Canny

Canny Edge Detection 為目前廣受應用的物件邊緣偵測法，由 John Canny (1986) 所提出，其將邊緣偵測視為一訊號處理，進而發展出一套最佳化的邊緣偵測器，此方法主要的步驟是：

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| -1 | 8  | -1 |
| -1 | -1 | -1 |

圖 4 Laplacian 的微分運算子

Fig.4 The differential operator of Laplacian

- a. 高斯平滑化 (Gaussian Smoothing)：藉由高斯遮罩 (Gaussian Mask) 來做平滑化的處理。
- b. 計算影像的梯度強度：藉由 Sobel Operator 與做完高斯平滑化的影像進行摺積運算得到  $G_x$  與  $G_y$  方向的梯度，再將  $G_x$  與  $G_y$  相加得到  $G_{xy}$ ，也就是對應到水平、垂直、正對角線、反對角線方向的梯度強度。
- c. 找尋影像梯度之間的方向：
 
$$\theta = \tan^{-1} \frac{G_x}{G_y} \quad (8)$$
- d. 決定梯度之間的方向：知道其中一個像素梯度的方向之後，再來要決定其相鄰像素的梯度方向。
- e. 抑制非邊界的演算法：決定完梯度方向之後，就要判定何者為影像邊緣，將可能為邊緣的像素值設為 1，非最大值的設為 0。
- f. 複合臨界值 (hysteresis thresholding)：進行完上述步驟之後，所得物件的輪廓線，並非皆為所需之邊界，因此藉由閾值 (threshold) 設定，進一步決定所需的輪廓線。

Canny Edge Detection 的方法裡主要有兩個參數  $\sigma$  和閾值， $\sigma$  是高斯遮罩 (Gaussian mask) 的標準差，值越高，影像越平滑，Canny Edge Detection 最大的優點就是設有閾值，當影像灰階值所算出的梯度大小值超過閾值，灰階值將被認定為邊界，反之，則不然。因此可就此方式萃取出所需之邊界。而本研究 Canny Edge detection 計算乃是採用 MATLAB 7.0 所得。

(2) 影像二值化

經由邊緣萃取所得之影像為灰階影像 (0-255)，為便於後續影像分割，需將影像轉為 0 或 1 之影像，Otsu (1979) 二值化為影像處理中最為常見之方式，其原理是將灰階分佈圖分成兩集群，藉由此兩群變異數加權總合為最小，即為最佳門檻值。假設影像灰階  $1 \sim L$ ，影像像素點總和為  $N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_L$ ，而灰階機率密度函數 (probability density function) 可如下所示：

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (9)$$

$C_0$  為灰階值 1~k 群集,  $C_1$  為灰階值 k+1 ~L 群集, 各群集所產生的機率為與  $W_0$  與  $W_1$ 。

$$W_0 = \sum_{i=1}^k P_i = w(k) \quad (10)$$

$$W_1 = \sum_{i=k+1}^L P_i = 1 - w(k) \quad (11)$$

兩群集  $C_0$  與  $C_1$  產生的平均數 (mean) 分別為  $\mu_0$  與  $\mu_1$ , 計算如下:

$$\mu_0 = \frac{\sum_{i=1}^k iP_i}{W_0} \quad (12)$$

$$\mu_1 = \frac{\sum_{i=k+1}^L iP_i}{W_1} \quad (13)$$

兩群集  $C_0$  與  $C_1$  的變異數 (variance) 分別為  $\sigma_0$  與  $\sigma_1$ , 計算如下:

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (i - \mu_0)^2 P_i}{W_0} \quad (14)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum_{i=k+1}^L (i - \mu_1)^2 P_i}{W_1} \quad (15)$$

最後進行群集變異數的加權總和:

$$\sigma_w^2 = W_0 \sigma_0^2(k) + W_1 \sigma_1^2(k) \quad (16)$$

找出能使群集變異數的加權總和最小值, 即為適當門檻值。

### (3) 影像細線化

Hilditch 細線法是從 3×3 moving window 將輪廓影像點 P 與其周圍八個點之關係, 判斷該點 P 是否該消除。首先定義連結關係數  $N_c$ , 其中

$$N_c(P) = \sum_{k=0-7} \{(P - P_k) - (P_k \times P_{k+1} \times P_{k+2})\} \quad (17)$$

當下標 (K+1) 及 (K+2) 的值大於 7 時, 則取該值除以 8 的餘數, 亦即當 K=7 時  $P_{K+1}$

為  $P_0$  點的像素值,  $P_{K+2}$  為  $P_1$  點的像素值。依據 Hilditch 細線法, 當  $N_c$  等於 1 時表示該點 P 為邊界點, 也是待消除點, 但並不是所有邊界點皆可消除, 若同時  $B(P)=1$  則表示該點 P 為線寬端點, 此時點 P 需保留不能消除。因此消除點需符合以下兩個條件:

①  $N_c = 1$ , P 為邊界點。

②  $B(P) > 1$ , P 為非端點。

其中:  $B(P)$  為點 P 周圍八個點中為 1 的個數和;  $N_c$  為連結關係數。

透過以上的方法消除邊界點, 則消除後的線段為僅具有一個像素點寬度的線段。

### (4) 雜訊去除

影像細線化後常易產生未完整之斷線或孤立點, 在進行邊緣偵測時, 其目的為求得物件之輪廓, 故需將其未完整之線段或孤立點進行去除, 本研究採用 3×3 之移動視窗, 進行鄰近網格統計, 將鄰近網格中少於 3 點之中心網格視為雜訊並設為 0, 重複檢查直到沒有雜訊為止。

### (5) 揚塵在發生區位初步萃取

揚塵潛在發生區位常呈現不規則形狀且面積較一般農地廣大, 屬於裸露區位之一種, 因此, 將細線化及雜訊除後之影像進行區塊面積統計並進行篩選, 將面積過小之區塊加以剔除, 即初步篩選出揚塵潛在發生區位。

## 四、結果與討論

### 1. 邊緣萃取

濁水溪河口內含多種土地利用, 為瞭解各邊緣萃取運算子於土地利用之偵測結果, 本研究以農地、河道與裸露地及瓜田進行圖面檢視及探討, 以瞭解其邊緣偵測結果及劃定揚塵潛在區位之適用性 (圖 5)。圖 5 中, 農地因屬高灘地或堤內, 土地利用上常呈坵塊狀或四邊形, 且分布上常呈密集狀, 面積與河道、裸露地或瓜田相比, 面積較小; 裸露地主要則分布於河道兩旁, 形狀主要呈現不規則狀, 常落於河道之凹凸岸; 河道則呈現長條狀, 主要座落於堤外; 瓜田則分布於河道兩側, 顏色近似灰色且形狀似方格狀。藉由上述之各項特性, 利用邊緣偵測及影像處理技術, 可萃取出濁水溪揚塵潛在發生區位供後續揚塵防治或治理單位參考使用。

## (1) 農地

農地於濁水溪河口主要呈現四邊形或坵塊狀，本研究所定義之農地主要包含水田、旱地及有作物覆蓋之一般農地，利用 Sobel、Prewitt、Laplacian 及 Canny 進行邊緣偵測、影像二值化、細線化及雜訊去除後可發現 (圖 6) Sobel 及 Prewitt 可將大部分之農地邊緣有效萃取出來，其中 Sobel 在邊緣偵測上具有較佳之結果。從圖 6 (b) 及圖 6 (c) 之虛線及實線範圍可見，Sobel 在農地邊緣偵測上，無論是有作物覆蓋之一般農地、水田、旱田上，均可將其邊緣劃定出，但 Prewitt 運算子則於旱田上會有部分缺漏，但 Prewitt 整體表現乃屬不錯。再將二階微分之 Laplacian 及 Canny 進行比較，Laplacian 則產生許多邊緣，主要係二階導數之運算子在邊緣之偵測較一階導數 (Sobel 或 Prewitt 運算子) 強烈許多，以致在影像上產生更強烈之細節或雜訊之增強，因此在圖 6 (d) 上可發現，無論是農地或是其他土地利用類別，均可發現多餘之邊緣線條，無法將合理之邊緣進行劃定；再由圖 6 (e) 發現，以 canny 進行劃定時，因其進行邊緣偵測時，先利用高斯平滑化進行摺積運算，將影像中之大部分雜訊予以去除後，再進行邊緣偵測，雖已可萃取出農地輪廓線 (邊緣)，但對於水田、旱田等色差較不明顯之物件或類別 (圖 6 (e))，仍無法合理偵測出。再與 Sobel、Prewitt 結果比較，發現 Canny 所得之物件輪廓較為平滑且為

封閉物件，為其之優勢。綜合比較 Sobel、Laplacian、Prewitt 及 Canny 等四種邊緣偵測方法顯示，Sobel 運算子所偵測劃定之邊緣線於農地使用上較為適宜。

## (2) 瓜田

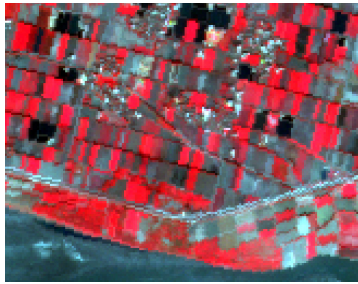
如何儘早將河床潛在揚塵發生區位劃出，供河川揚塵抑止管理之用極為重要，河床揚塵發生初期，瓜田區位正從事整地工作，其於衛星影像光譜反射值與裸露地甚為接近，採用傳統之影像分類則因瓜田與裸露地光譜甚近，無法將其有效劃定，故利用邊緣偵測技術來加以區隔，亦為本研究之重點。以 Sobel、Prewitt、Laplacian 及 Canny 邊緣偵測技術進行萃取 (圖 7)，發現 Laplacian 因屬二階微分運算子，對於較細膩或雜訊之區位過於敏銳，於影像上容易形成過多之不適宜之輪廓線 (圖 7 (d))，再由 Canny 運算子所得結果 (圖 7 (e))，雖經由高斯平滑化將雜訊去除，但亦將瓜田及裸露地之邊緣資訊予以模糊化，以致在瓜田與裸露地區位無法有效劃定。再將一階微分之 Sobel 及 Prewitt 運算子進行比較，發現 Prewitt 雖可將部分瓜田及裸露地區隔，但效果仍屬有限 (圖 7 (c))，反觀 Sobel 運算子所得結果 (圖 7 (b))，確實可將大部分瓜田與裸露地輪廓線予以劃定，並形成封閉曲線供後續使用。從圖 8 之虛線及實線處可發現，以 Sobel 所得之邊緣線最為合理，其次為 Prewitt，最差則為 Laplacian。



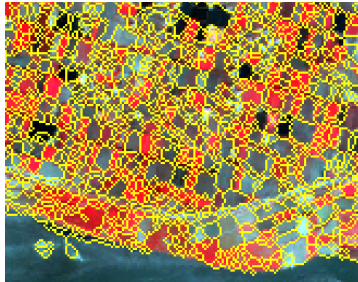
圖 5 各類土地利用區位

Fig.5 Sites for each land cover.

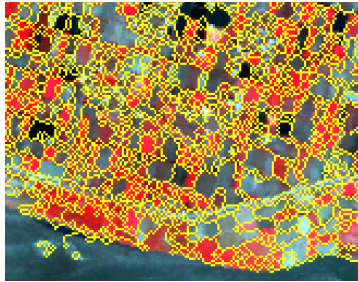




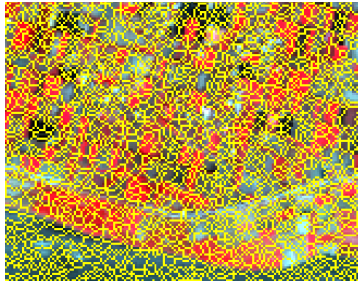
(a) SPOT 衛星影像



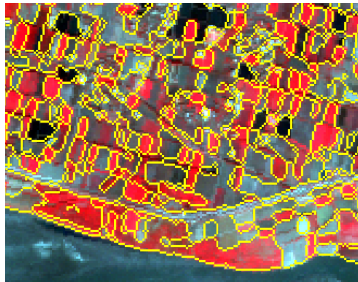
(b) Sobel operator



(c) Prewitt operator



(d) Laplacian operator



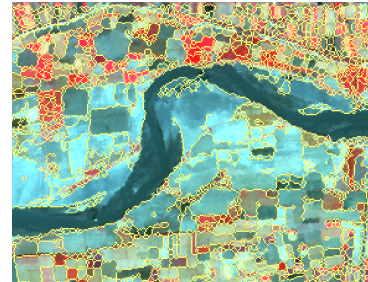
(e) Canny operator

圖 6 農地邊緣偵測結果

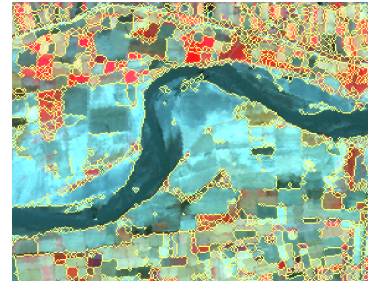
Fig.6 Results of edge detection for farmlands.



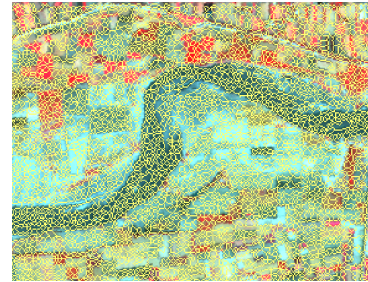
(a) SPOT 衛星影像



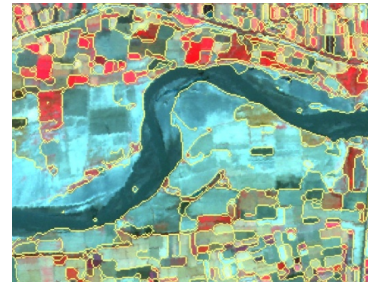
(b) Sobel operator



(c) Prewitt operator



(d) Laplacian operator



(e) Canny operator

圖 7 瓜田邊緣偵測結果

Fig.7 Results of edge detection for melon lands.



### (3) 河道與裸露地

河道與裸露地邊緣偵測部分 (圖 8), 可發現 Laplacian 運算子所得結果與農地或瓜田之結果相同, 均受影像雜訊所致, 於影像呈現多處不合理之輪廓線 (圖 8(d)); 再經由圖面檢視, 分別比較 Sobel、Prewitt 及 Canny 運算子所得結果 (圖 8 (b)~圖 8 (d)), 發現因水域與裸露地於各波段之光譜較接近, 若於土壤水分含量較高之裸露地區位或兩土地利用類別之邊界色澤相近時, 則無法將其區隔 (如圖中之黑色虛線區位處)。但整體而言, Sobel 運算子於水域與裸露地之邊緣偵測屬於較佳結果並可獲得較完整之封閉區塊。

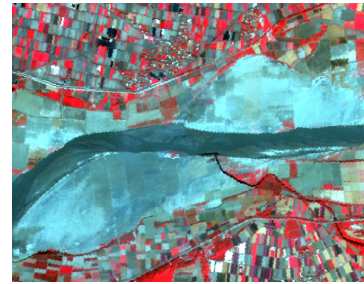
## 2. 揚塵潛在發生區位萃取

揚塵發生成因, 係裸露地組成為粒徑小之細砂, 且易於東北季風來臨時, 隨風飛揚以致塵土飛揚, 另農民於瓜田種植前須進行整地, 整地易導致土壤擾動及表面結殼破壞, 以致增進揚塵料源。由於空氣中懸浮微粒主要來自河川裸露地, 且河道凸岸為淤積段, 易形成大面積之河床裸露地, 本研究利用邊緣萃取技術, 劃定裸露地區位, 其合理萃取出揚塵潛在發生區位。

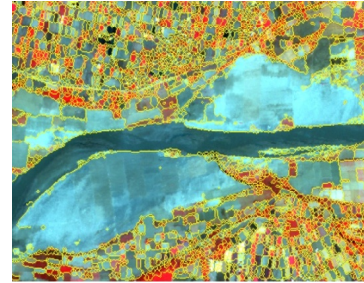
因 Laplacian 屬二階微分運算子, 於影像處理上過於細緻或雜訊處易過於敏銳, 導致多處不合理之輪廓線 (邊緣), 無法進行下一步之揚塵潛在發生區位萃取, 故僅以 Sobel、Prewitt 及 Canny 所得結果進行探討。

因農地、瓜田於濁水溪河口之土地利用多屬四邊形或坵塊狀, 且與裸露地或水域相比, 其面積差異甚大, 故本研究利用面積準則, 採用試誤法, 選定合理之面積門檻值 (Area threshold) 進行揚塵潛在發生區位之萃取。結果顯示 (圖 9~圖 11), 農地部分, 三種方法均可將農地與其他土地利用加以區隔; 但在水域與裸露地則無論何種運算子均無法對其有效進行邊界萃取, 使其呈完整之封閉曲線, 以致揚塵潛在發生區位均包含水域範圍, 主要是利用影像處理技術將衛星影像分類為植生、水域及裸露地三大覆蓋類別, 將水域萃取出來, 以進行第二階段水域扣除後, 即可獲得有效之揚塵潛在發生區位 (圖 12~圖 14), 。

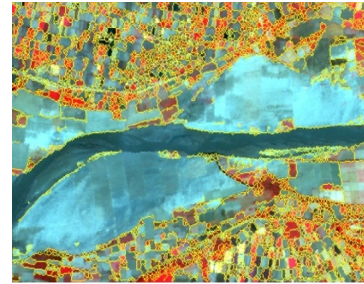
再經由圖面檢視, 發現 Prewitt 及 Canny 所得之初步揚塵潛在發生區位於於裸露地、水域及瓜田部分, 因邊緣偵測時, 無法將其輪廓合理劃定, 以致進行面



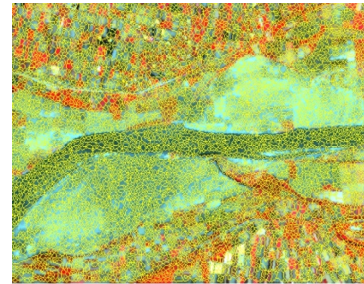
(a) SPOT 衛星影像



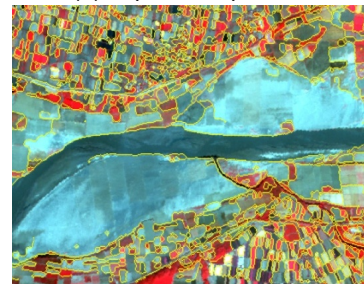
(b) Sobel operator



(c) Prewitt operator



(d) Laplacian operator



(e) Canny operator

圖 8 河道及裸露地邊緣偵測結果

Fig.8 Results of edge detection for bare lands and water.

積門檻篩選時，將部分瓜田予以納入，(圖 12~14 之虛線區位)；另 Sobel 運算子，則因可將部分揚塵潛在發生區位形成封閉曲線或橋樑有效偵測出輪廓，則導致部分區位遺漏 (實線處區位)。整體而言，各種運算

子均有其優劣，應進一步加入適宜之指標或光譜資訊，期將各土地利用之輪廓邊緣更明確萃取，以利揚塵潛在發生區位之萃取。

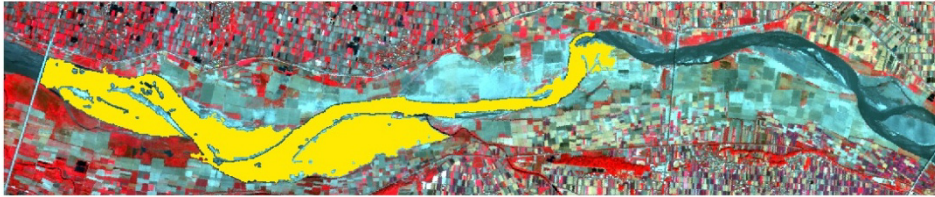


圖 9 以 Sobel 初步萃取揚塵潛在發生區位

Fig.9 Preliminary results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Sobel edge detection.

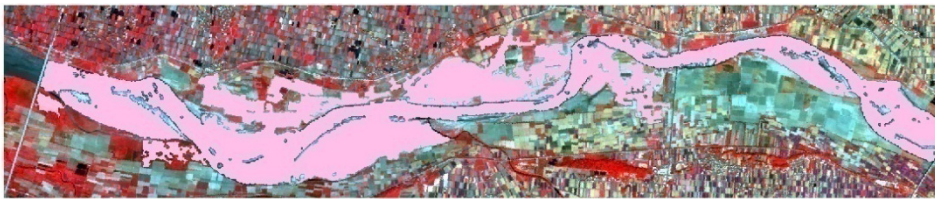


圖 10 以 Prewitt 初步萃取揚塵潛在發生區位

Fig.10 Preliminary results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Prewitt edge detection.

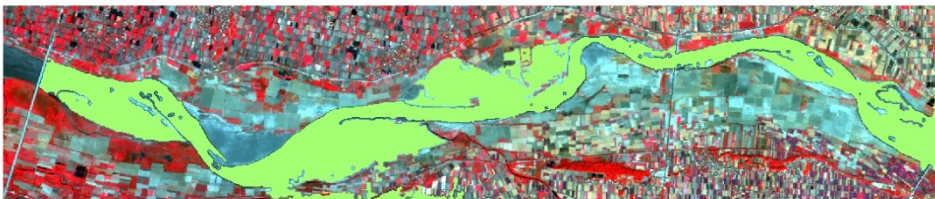


圖 11 以 Canny 初步萃取揚塵潛在發生區位

Fig.11 Preliminary results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Canny edge detection.

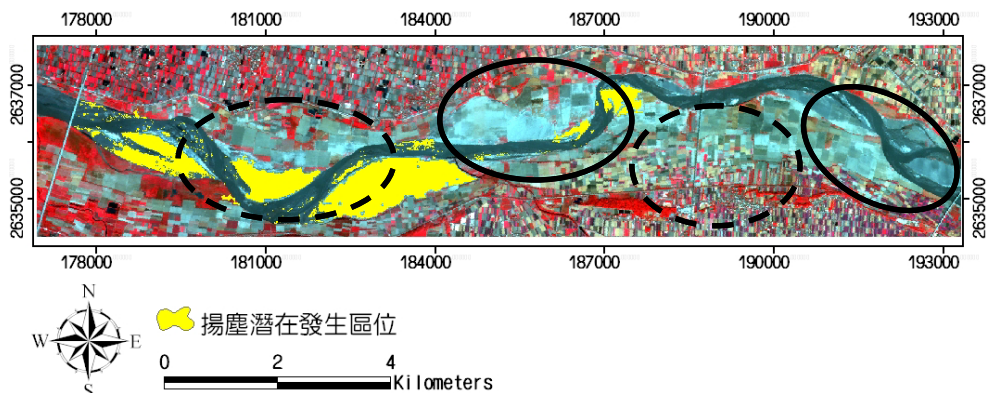


圖 12 以 Sobel 萃取揚塵潛在發生區位

Fig.12 Results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Sobel edge detection.



## 五、結論與建議

一般影像邊緣萃取技術主要應用於灰階影像，本研究初步嘗試利用多光譜衛星影像及邊緣偵測技術 (Sobel、Prewitt、Laplacian 及 Canny) 於濁水溪河口揚塵潛在發生區位萃取，在各土地利用邊緣偵測上，以 Sobel 運算子具有最佳之輪廓線萃取結果，而 Prewitt 及 Canny 則各有優劣，最差為 Laplacian。Sobel 於邊緣萃取雖有較佳之結果，但於裸露地及水域部分，則因兩者光譜接近，且若於土壤水分含量較

高之裸露地區位，則無發將裸露地及水域加以區隔，以致在後續之揚塵潛在發生區位萃取時，若利用面積門檻無法合理萃取出揚塵潛在發生區位，建議未來可考量增加其他光譜資訊，如短近紅外光、土壤水分含量或常態化水指標 (Normalized Difference Water Index, NDWI)，以提升水域與裸露地之邊緣偵測準確性。另二階微分之 Laplacian 運算子，因易受較細膩或雜訊之區位過於敏銳，於影像上易形成過多之不適宜之輪廓線，故在本研究樣區並不適用，應可考慮先藉由影像平滑化後，先將雜訊去除，再進行邊緣偵測。

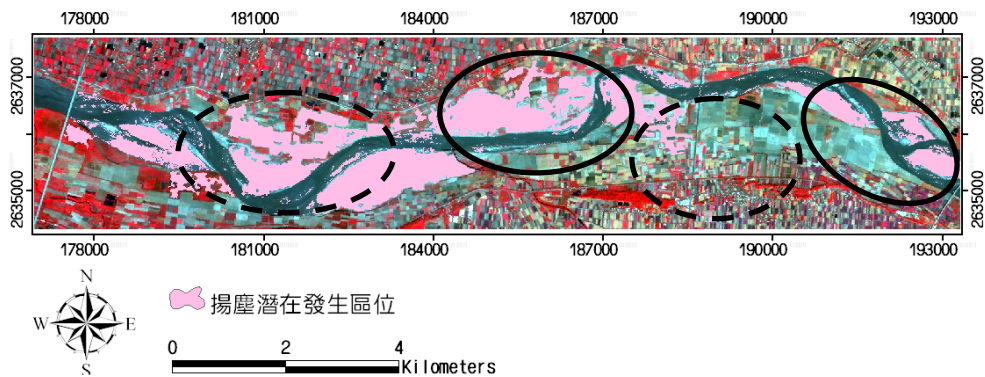


圖 13 以 Prewitt 萃取揚塵潛在發生區位

Fig.13 Results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Prewitt edge detection.

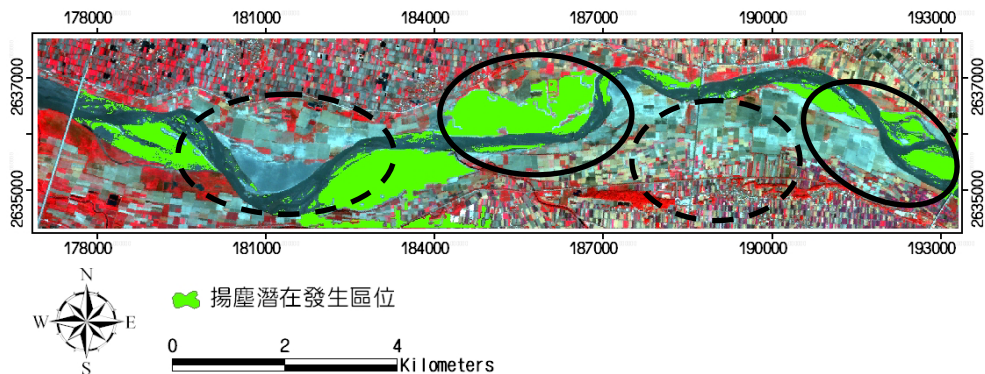


圖 14 以 Canny 萃取揚塵潛在發生區位

Fig.14 Results of potential areas of aeolian dust occurrence by using Canny edge detection.

## 參考文獻

1. 尤姝媚 (2009), 「應用多時序遙測影像於海岸濕地監測與評估」, 成功大學衛星資訊暨地球環境研究所碩士論文. (Yu, S. M. (2009) *Coastal Wetland Monitoring and Evaluation with*
2. 王佐成、唐素、薛麗霞、冀志敏 (2010), 「多方向模糊形態學彩色圖像邊緣檢測演算法」, 計算機應用研究, 27(10):3971-3973. (Wang, Z. C.,

*Multitemporal Remote Sensing Images*, Master thesis, National Cheng Kung University. (in Chinese))

- Su, T., Xue, L. X. and Ji, Z. M. (2010) "Multi-directions Algorithm of Fuzzy Mathematical Morphology for Color Edge Detection," *Application Research Of Computers*, 27(10):3971-3973. (in Chinese))
3. 王勝益 (2006) ,「半自動化數值航空影像建物測繪品質提昇之研究」, 中興大學土木工程學系碩士論文. (Wang, S. Y. (2006) *A Study on Quality Refinement of Semi-Automatic Building Mapping Using Digital Aerial Images*, Master thesis, National Chung Hsing University. (in Chinese))
  4. 吳上立, 林宏墩 (2006) ,「C 語言數位影像處理」, 全華科技圖書股份有限公司, 台灣, pp.47. (Lin, S. H. (2001) *Digital image processing with C language*, Chuan Hua Book Co. Ltd., Taiwan, pp.47. (in Chinese))
  5. 林昭遠、林文賜 (2001) ,「集水區資訊系統 (Wingrid) 入門」, 暉帥股份有限公司, 台灣, pp.6-16. (Lin, C. Y. and Lin, W. T. (2001) *Wingrid*, Wei Shuai Book Co. Ltd., Taiwan, pp.6-16. (in Chinese))
  6. 林昭遠、莊智瑋 (2009) ,「濁水溪揚塵潛在發生區位劃定之研究」, 中華水土保持學報, 40(3):277-285. (Lin, C. Y. and Chou, C. W. (2009) "Potential areas of the Aeolian dust occurrence in the Zhuoshui River," *Journal of Chinese Soil and Water Conservation*, 40(3):277-285. (in Chinese))
  7. 林昭遠、李承禱、莊智瑋 (2009) ,「濁水溪河口揚塵潛在區位地覆類別判釋之研究」, 水土保持學報, 41(2):125-138. (Lin, C. Y., Li C. C. and Chou, C. W. (2009) "A study of landcover pattern recognition at the dust emission potential areas in the estuary of Jhuoshei River," *Journal of Chinese Soil and Water Conservation*, 41(2):125-138. (in Chinese))
  8. 洪瑞鄉 (2006) ,「SPOT 衛星影像應用於桃園海岸林植生監測」, 台灣大學森林環境暨資源學系碩士論文. (Hung, J. H. (2006) *The Application of SPOT Satellite Imagery on Monitoring Vegetation Change in Taoyuan Coastal Forest*, Master thesis, National Taiwan University. (in Chinese))
  9. 陳怡睿、謝舜傑、陳信達 (2005) ,「應用知識庫分類法判釋 SPOT 衛星影像坡地崩塌之研究」, 2005 年台灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集, pp.1-10. (Chen, Y. R., Hsieh, S. C. and Chen, H. D. (2005) "Applying Knowledge-Based Classification to Aid Interpretation of Slope Failures by Using SPOT Images," *Taiwan Geographic Information Society*, Taipei, Taiwan, pp.1-10. (in Chinese))
  10. 曾振德、黃繼興、劉嫻好、陳世欽 (2005) ,利用衛星海面水溫影像以 Canny 邊緣偵測法自動測繪海洋鋒面之研究, 水產試驗所, pp.1-2. (Tzeng, J. D., Huang, J.S., Liu P.Y. and Chen, S. C. (2005) "Using satellite images of Sea surface temperature by Canny edge detection method of automatic mapping of ocean front," *Fisheries Research Institute*, pp.1-2. (in Chinese))
  11. 鄭志祥 (2002) ,「影像次像素應用在米粒檢測之研究」, 國立中興大學農業機械工程研究所碩士論文. (Chen, C.H. (2002) *The Study on Image Inspection of Rice using Subpixel Measurements*, Master thesis, National Chung Hsing University. (in Chinese))
  12. 劉傑、程海峰、徐志揚、趙德招 (2009) ,「應用 MODIS 遙感影像反演長江口表層泥沙場」, 水運工程, 2009(10):58-60. (Liu, J., Cheng, H.F., Xu, Z. Y. and Zhao, D. Z. (2009) "Using MODIS Imagery to Map Concentrations of Suspended Sediment in Yangtze Estuary," *Port & Waterway Engineering*, 2009(10): 58-60. (in Chinese))
  13. 蕭國鑫、劉進金、何心瑜、楊孟學 (2010) ,「多時影像與 DEM 資料應用於頭前溪口變遷分析」, 地籍測量：中華民國地籍測量學會會刊, 29(1):1-12. (Hsiao, K. H., Liu, J. K., Ho, H. Y. and Yang, M. S. (2010) "Change Analysis of the Estuary of Tou-Chien River Using Multi-temporal Images and DEM Data," *Journal of Cadastral Survey*, 29(1):1-12. (in Chinese))
  14. Gonzalez, R. C. and Woods. R. E. (2002) *Digital Image Processing 2/e*, Prentice Hall, pp.75-146, 519-596.
  15. Canny, J. (1986) "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6):679-698.
  16. Kokaly, R. F., Despain, D. G., Clark, R. N.

- and Livo, K. E. (2003) "Mapping vegetation in Yellowstone national park using spectral feature analysis of AVIRIS Data," *Remote Sensing of Environment*, 84(3):437-456.
17. Otsu, N. (1979) "A Threshold Selection Method from Gray Level Histograms," *IEEE Transactions on systems, Man and Cybernetics*, SMC-9, pp.62-69.
18. Yuan, Fei, K. E. Sawaya, B. C. Leoffelholz, and Bauer, M. E. (2005) "Land cover classification and change analysis of the Twin cities (Minnesota) Metropolitan area by multitemporal Landsat remote sensing," *Remote Sensing of Environment*, 98(2-3): 317-328.
- 
- 2010年11月30日 收稿  
2011年02月22日 修正  
2011年03月01日 接受
- (本文開放討論至 2011 年 12 月 31 日)