

應用類神經網路及模糊理論於崩場地萃取模式建立之研究

林文賜^[1] 林昭遠^[2] 黃碧慧^[3] 周文杰^[4]

摘要 崩場地為坡地災害治理之重要課題，本研究利用多期 SPOT 衛星影像資料結合植生指標及影像相減法，建立崩場地之光譜影像，並以自我組織圖網路將複雜之衛星影像資料分類為具有相似特性之神經元，再結合模糊理論之模糊隸屬函數概念，計算各神經元之崩場地隸屬度，由神經元之模糊隸屬函數值選定適合門檻值，可迅速評估九二一地震後之崩場區位。本研究以九份二山為樣區，選用地震前（1999/4/1）、初期（1999/9/27）及六年後（2006/3/11）之衛星影像資料萃取崩場地，分析結果顯示，地震後六年內之崩場裸露面積，已由初期之 215.68 公頃減少為 113.36 公頃，兩期崩場地之 Kappa 精度分別為 94.53% 及 90.63%，約有 47.44%（102.36 公頃）之崩場區位逐年復原。本研究建立之模式可精確及迅速萃取崩場區位，作為崩場地治理之參考依據。

關鍵詞：崩場地萃取、自我組織圖、模糊隸屬函數。

Model Establishment for Landslide Extraction Using Self-Organizing Map and Fuzzy Theory

Wen-Tzu Lin^[1] Chao-Yuan Lin^[2] Pi-Hui Huang^[3] Wen-Chieh Chou^[4]

ABSTRACT Landslide is an important issue in hazard mitigation on hillslope. This study developed a self-organizing map (SOM) and fuzzy theory combined model for effective landslide extraction from multi-temporal SPOT satellite images. First, landslide spectral can be derived using pre- and post-quake images coupled by NDVI-based index and image subtraction. Second, by SOM neural network, similar imagery data can be clustered as neighboring neurons. Third, the fuzzy membership value of neurons belonging to landslide can be calculated using the fuzzy membership function derived from the fuzzy c-mean algorithm. Then, after comparing with ancillary data such as aerial photos and field survey, a suitable threshold of fuzzy membership value was determined from the neurons of the SOM for landslide identification. In this study, the Chiufengershan area was chosen as the study area for landslide hazard assessment. The analyzed result shows the landslide areas had been reduced from 215.68 ha on September 27, 1999 to 113.36 ha on

[1] 明道大學環境規劃與防災學系副教授（通訊作者）

Associate Professor, Department of Environment and Disaster Management, Ming Dao University, Changhua County 523, Taiwan, R.O.C. (Corresponding Author)
E-mail: aiken@mdu.edu.tw

[2] 國立中興大學水土保持學系教授

Professor, Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

[3] 逢甲大學土木及水利工程研究所博士生

Doctoral Program, Graduate Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Feng Chia University, Taichung City 407, Taiwan, R.O.C.

[4] 中華大學土木與工程資訊學系副教授

Associate Professor, Department of Civil Engineering and Engineering Informatics, Chung Hua University, Hsinchu City 300, Taiwan, R.O.C.

March 11, 2006. After 6 years of monitoring, about 47.44% (102.36 ha) of landslide damage had been restored. The corresponding Kappa coefficients are 94.53% and 90.63%, respectively. The established model can be used to effectively extract accurate landslides as a reference for landslide hazard mitigation.

Key Words: landslide extraction, self-organizing map (SOM), fuzzy theory.

一、前言

九二一集集大地震造成台灣中部地區坡地嚴重崩塌裸露，農委會林務局及水土保持局在地震後藉由衛星影像資料進行崩塌地監測，發現中部六縣市約有 2365 處崩塌，總崩塌裸露面積為 14347 公頃 (Chang, 2000)。由於九二一地震後至今已滿七年，但其所引發崩塌地仍然存在甚至不斷擴大，在颱風豪雨期間造成嚴重土石災害，如 90 年 7 月 30 日桃芝颱風、93 年七二水災及 93 年 7 月 1 日敏督利颱風均造成中部山區部落地區嚴重之水土災害，顯示坡地災害防治為當前重要課題。由於地震造成之崩塌區位分布遼闊且零散，若採用現地調查或航照判釋不但費時費力，亦難以監測及評估大範圍崩塌區位之變遷情形。而衛星影像具有多時攝像、大面積涵蓋及快速分析等優點，其可與舊有影像比對，進而得知其變遷資訊 (蕭國鑫等, 1994)。

近年來隨著電腦及衛星科技之快速發展，多時期之遙測衛星影像可迅速獲取，其適合用於崩塌地災害之監測與評估 (Hartle and Viberg, 1988; Mantovani *et al.*, 1996; Dhakal *et al.*, 2000; Shou and Wang, 2003; Lin *et al.*, 2005)。而地理資訊系統 (geographic information systems, GIS) 具有處理地理空間資料之工具，已被廣泛應用於環境災害之資料萃取與分析，目前已有甚多研究應用 GIS 技術於災害之評估 (Gupta and Joshi, 1990; Van Westen, 1994; Dikau *et al.*, 1996; Binaghi *et al.*, 1998; Perotto-Baldviezo *et al.*, 2004)。而傳統應用於衛星影像分類方法如 ISODATA、最短距離法 (minimum distance)、Mahalanobis Distance 及最大概似法 (maximum likelihood, ML) 為明確集合之分類理論，較不適合應用於分類非均質及複雜區域之影像；而類神經網路或模糊分類為近年來常用於資料分類之方法，雖在使用時需考量模式參數之最佳化及收斂情形，已有甚多研究指出其可適用於混合像元或地覆較為破碎之影像 (Harris, 1985; Andrefouet *et al.*, 2000; Keuchel *et al.*, 2003; Gómez and Kavzoglu, 2005)，因此可適用於台灣

地區之衛星影像地覆分析。

由於不同分類方法各有其優缺點，對崩塌地之萃取而言，若能選用適合之分類方法，輔以變遷分析理論，可迅速獲取高精度之崩塌地影像。因此實際應用在崩塌地萃取，類神經網路模式或模糊分類法之隸屬函數值可有效地分離崩塌地之影像，而自動變遷分析之影像相減法可較分類後比較法簡易而快速。本研究提出可迅速應用於高精度崩塌地萃取之方法，首先利用非監督性自我組織圖分類器，將複雜之衛星影像資料分類為具有相似特性之神經元，並結合模糊理論之模糊隸屬函數 (fuzzy membership function) 概念，計算各神經元之崩塌地隸屬函數值，亦即影像像元被分類為崩塌地之機率，使用者由神經元之崩塌地隸屬函數值指定門檻值，據此可由神經元快速萃取崩塌地區位，並評估不同時期崩塌地之變遷情形，作為崩塌地治理之參考依據。

二、研究地區

1. 地理位置

九份二山崩塌地位於南投縣國姓鄉崁斗山山麓一帶，韭菜湖溪自南往北於崩塌處與支流澀仔坑溪匯流，西折繞流至中興橋後，直下西南興橋與北山坑溪匯流進入南港溪，最後注入烏溪。崩塌地位於大岸山向斜之西翼，東距水里坑斷層約 2 公里，西距雙冬斷層約 6 公里，且向斜之北段由於兩翼岩層在軸部似有錯移而不圈合的現象，故推測向斜軸部有小規模斷裂，向斜軸向北漸變為一斷層。

2. 地形

而崩塌範圍北起海拔 650 公尺之太平角至海拔 1040 公尺之崁斗山南稜沿順向坡向東南崩塌，南界韭菜湖溪堰塞湖海拔 530 公尺，東起中興橋前，西迄崁斗山南稜，呈西北向東南傾斜約 28 度，面積廣達 200 多公頃 (行政院農業委員會水土保持局, 2001)。

3. 地質及土壤

崩塌地位於西部麓山帶地質區內，主要位於大岸山向斜之西翼，東距水里坑斷層約 2 公里。出露地層