

# 類神經網路應用在土石流發生可能性分析

研究生：翁鄭啟志

指導教授：單信瑜 博士

國立交通大學土木工程學系

## 摘要

近年來台灣集水區土石流災害頻傳，基此本研究嘗試透過內業處理的方式，取代部份土石流現場調查工作。期能提升土石流防治工作之效率，以為未來判定並提供集水區整治優選決策之參考。研究範圍鎖定南投縣一百九十九條潛勢溪流，應用地理資訊系統軟體—Arc View<sup>®</sup>3.2 為主軸，建立有關地質、水文及地文方面之土石流發生因子資料庫；再藉以類神經網路(ANN)判定土石流發生的可能性。分析結果顯示：訓練數據集正確率達 89.2%；測試數據集正確率達 83.4%。



關鍵字：地理資訊系統，類神經網路。

# Assessment of Debris-Flow Possibility

## Using Artificial Neural Network

Student: Chii -Jyh Weng Cheng      Advisor: Dr. Hsin-Yu Shan

Department of Civil Engineering

National Chiao Tung University

### **Abstract**

In Taiwan, the frequency and magnitude of debris flow have both increased recent years. The government identified 1,420 watershed as high debris flow potential areas. However, the investigation and identification process is far from complete. Since most of the debris flow prone watersheds are in rural areas, the investigation of the natural conditions to assess the potential of occurrence has been difficult. It is crucial to establish a systematic approach using computer analytical tools to assess potential of debris flow more easily and more accurately. In this research a debris flow potential assessment model was developed. The geographic data of the watershed were analyzed by geographical information system (GIS) to enhance the accuracy and efficiency. A total of 199 stream watersheds in Nantou County were used as samples for developing and testing of the artificial neural network (ANN) assessment model. For each watershed, 13 parameters, representing the geographical, geological, hydrological condition of the watershed were analyzed by the artificial neural network to establish the model. The accuracy rate of the ANN model tested with the training data set and the simulation data set were 89.2% and 83.4%, respectively.

Keywords: GIS, ANN.

## 誌謝

學校是培養「求知心」與「學習的習慣」；再者，是培養「思考能力」。

求知心及學習習慣是兩項基本，

在學校若沒能培養前兩項，便完全浪費時間。

至於思考的能力，

是內部化及整理的能力，讓你以後可以做些與他人不同的事。

~張忠謀

研究論文期間，難為指導教授單老師如茫茫海中的引航燈塔，善誘研究方向不致因背離正軌，而迷途失返。更銘記老師虛懷若谷的風範，除了學術的受教外，更有甚者是重新定位生活的方向。這段學旅雖是短暫卻是永恆地成為我內心溫暖的回憶。並且感謝劉家男及賴俊仁教授，百忙中仍撥冗且不吝地指導學生的口試，使本文更臻完善。

藉著難得的誌謝，最最感謝母親無我的付出與充滿希望的生活態度，為父親十二年癱瘓在床的灰色歲月頻添曙光。女友慧敏六年多來的忍氣吞聲，還是不忘為我注入不可或缺的生活動力。好友弘煜、大丙及老姐在我人生高低潮時，陪我喝采為我打氣。黃主任淮彬及林副座春暉的暗渡陳倉，讓我得以兼顧學業。冠銜、韓哥、瑞郎、志民、財哥不形於色的欺上瞞下，為我闢路造橋。另外，感謝倪地質師、水保技師學能、水利會玉袁、水保局川舜及中央大學遙測中心劉若瑜小姐熱心地支援我論文中所需的相關資料。謝謝你們！我畢業了！

遠在天國的爺爺及父親，祈願您們

「離苦得樂，清淨自在」。

登高一馬當先，

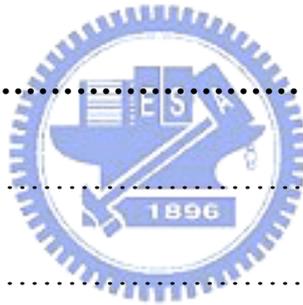
豈敢冒充少年；

只因唯恐落後，

只有拚命向前。

# 目 錄

<u>章節</u>	<u>頁次</u>
中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
1.1 前言.....	1
1.2 研究動機與目的.....	3
1.3 研究範圍.....	3
1.4 研究方法與流程.....	3
<b>第二章 土石流簡介與前人研究.....</b>	<b>7</b>
2.1 土石流簡介.....	7
2.1.1 土石流定義.....	7
2.1.2 土石流特徵.....	7
2.1.3 土石流分類.....	9
2.1.4 前人相關研究.....	11



2.1.5	台灣土石流潛勢溪流之判定方法.....	12
2.2	土石流發生條件.....	17
2.2.1	土石流發生條件.....	17
2.2.2	土石流基本條件.....	18
2.2.3	土石流誘發條件.....	19
2.3	本研究採用之土石流發生因子.....	19
2.3.1	地質相關因子.....	19
2.3.2	水文相關因子.....	21
2.3.3	地文相關因子.....	24
2.3.4	誘發條件因子.....	25
2.4	類神經網路簡介.....	26
2.4.1	適合使用類神經網路解決的問題.....	26
2.4.2	倒傳遞網路.....	26
2.4.3	參數設定限制.....	30
2.4.4	網路架構設定條件與限制.....	30
2.4.5	提昇網路廣義化能力.....	32
2.4.6	類神經網路的範例型態.....	32
<b>第三章</b>	<b>研究方法.....</b>	<b>33</b>
3.1	研究區域概述.....	33

3.1.1	研究區域地理概述.....	33
3.1.2	研究區域地質概述.....	33
3.2	建置土石流發生因子資料庫.....	34
3.2.1	Arc View 簡介.....	34
3.2.2	資料庫取樣數量.....	34
3.2.3	收集基本資料圖層.....	35
3.2.4	獲得資料庫的流程.....	38
3.3	本研究倒傳遞網路參數設定.....	47
3.3.1	決定網路結構及最佳性能比.....	47
3.3.2	決定網路輸出結果.....	47
<b>第四章</b>	<b>結果與討論.....</b>	<b>49</b>
4.1	最佳性能比.....	49
4.2	最佳網路結構.....	51
4.3	本研究土石流發生因子影響土石流發生之重要性.....	56
4.4	類神經網路分析土石流相關研究之綜合討論.....	57
4.4.1	資料來源.....	59
4.4.2	研究範圍.....	59
4.4.3	範例數量.....	60
4.4.4	取樣方式.....	60

4.4.5 土石流發生因子.....	60
4.4.6 分析方法.....	62
4.5 小結.....	62
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>64</b>
5.1 結論.....	64
5.2 建議.....	64
參考文獻.....	66
附錄 A 土石流發生因子資料庫.....	70
附錄 B 雨量資料.....	99
附錄 C Arc View®3.2 操作程序.....	120
附錄 D 集水區地質因子資料庫.....	124
附錄 E 網路結構最佳性能比.....	137
簡歷.....	153



## 表目錄

頁次

表 1.1 臺灣歷年土石流災害表.....	1
表 1.2 本研究採用二十個南投縣雨量測站.....	6
表 2.1 土石流分類方式.....	10
表 2.2 台灣地區目前土石流危險溪流與山坡崩塌地數量.....	13
表 2.3 南投縣一九九條潛勢溪流土石流災害歷史表.....	14
表 2.4 前人研究土石流發生因子.....	17
表 2.5 地質年代評分表.....	20
表 4.1 各網路結構之最佳性能比.....	52
表 4.2 網路訓練 1000 次之輸出結果.....	54
(訓練數據集固定取樣；測試數據集隨機取樣)	
表 4.3 網路訓練 1,000 次之輸出結果.....	55
(訓練及測試數據集皆採隨機取樣)	
表 4.4 本研究輸入因子影響土石流發生之重要性.....	56
表 4.5 本研究與前人研究之區別.....	58

## 圖目錄

頁次

圖 1.1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 土石流流動過程包含發生區、流動區及堆積區.....	8
圖 2.2 土石流流動之縱斷面及橫斷面示意圖.....	8
圖 2.3 台灣土石流潛勢溪流判定方法.....	12
圖 2.4 台灣地區土石流發生特性與基本概念.....	23
圖 2.5 集水區形狀係數示意圖.....	25
圖 2.6 多層前饋式網路.....	27
圖 2.7 BP 演算法之正向傳播與負向傳播圖.....	27
圖 2.8 人工神經元模型.....	28
圖 2.9 倒傳遞演算法流程.....	29
圖 2.10 Cosine 函數過度調適之範例.....	31
圖 3.1 南投縣內地質分佈圖.....	36
圖 3.2 南投縣六十七個雨量測站分佈情況.....	37
圖 3.3 地文因子資料庫建置流程圖.....	38
圖 3.4 南投縣 40m×40m 網格圖層(nato.grd).....	40
圖 3.5. nato.grd 經 Fill 後之圖層(Filled DEM).....	41
圖 3.6 流向圖層(Flow Direction).....	41

圖 3.7 流量圖層(Flow Acc).....	42
圖 3.8 門限流量 50 河川密度圖.....	42
圖 3.9 門限流量 100 河川密度圖.....	43
圖 3.10 門限流量 150 河川密度圖.....	43
圖 3.11 新世紀台灣地區交通路網數值圖層.....	44
圖 3.12 南投縣土石流災害溪流圖層.....	44
圖 3.13 利用 Basin.avx 描繪出集水區面積.....	45
圖 3.14 切割各集水區地質條件.....	45
圖 3.15 集水區與雨量測站圖層之套疊.....	46
圖 3.16(a) 本研究網路訓練之活化函數(Tan-sigmoid).....	48
圖 3.16(b) 本研究採用判定土石流發生與否之活化函數(Hardlims)...	48
圖 4.1 無隱藏層網路訓練結果.....	49
圖 4.2 一層隱藏層一個神經元網路訓練結果.....	50
圖 4.3 一層隱藏層四個神經元網路訓練結果.....	50
圖 4.4 一層隱藏層五個神經元網路訓練結果.....	51
圖 4.5 一層隱藏層四個神經元網路訓練結果.....	53
圖 4.6 兩層隱藏層三及六個神經元網路訓練結果.....	53
圖 4.7 一層隱藏層網路訓練結果.....	54
圖 4.8 各因子影響土石流發生之重要性 .....	57