



行政院農業委員會水土保持局

108年創新研究計畫 應用人工智慧結合紅色地圖 判釋集水區內地質災害潛勢 專題分享簡報

執行單位：國立成功大學

計畫主持人：劉正千 主任/特聘教授

共同主持人：陳培殷 電機資訊學院 副院長/特聘教授

專案經理：賴建志

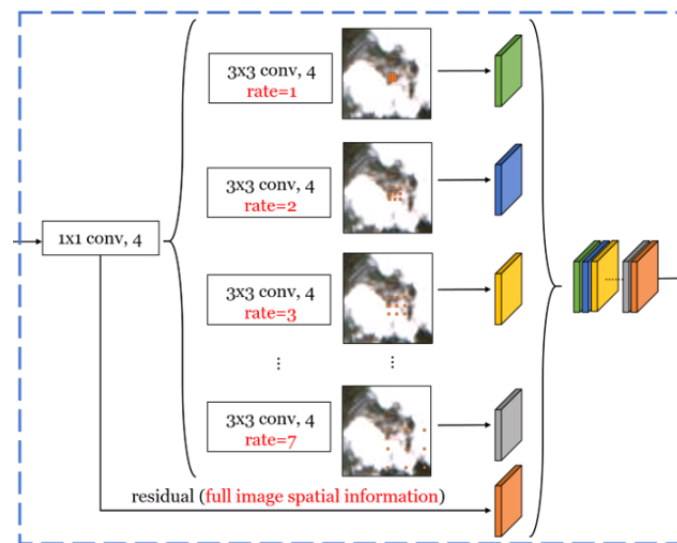
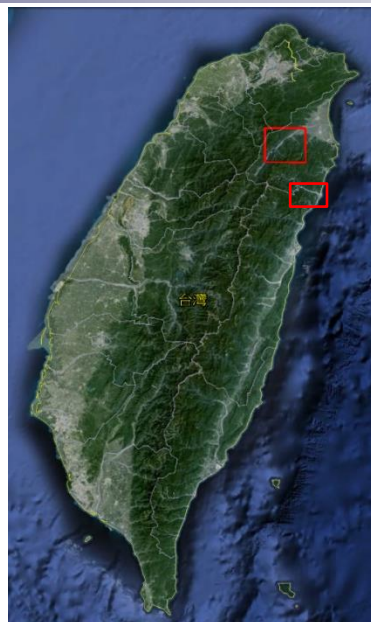
民國109年06月02日



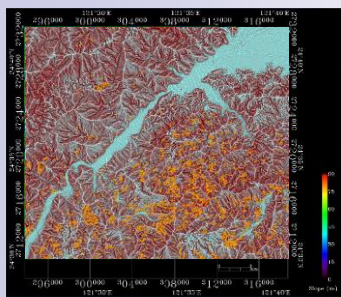
報告綱要

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論

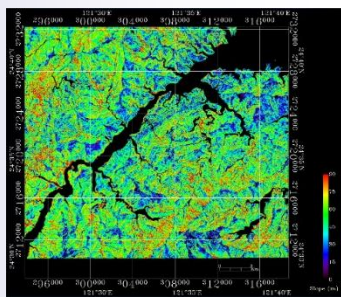
- 緣起目標
- 研究材料
- 研究方法
- 研究流程
- 研究成果
- 討論結論



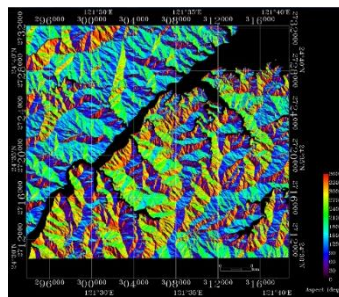
CloudNet深度學習架構



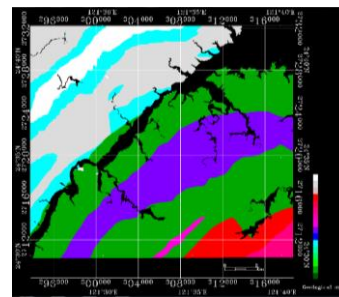
紅色地圖



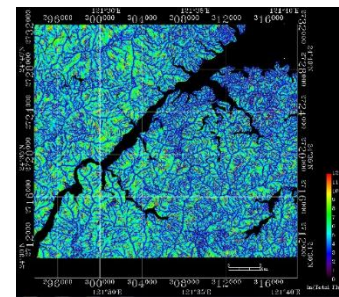
坡度圖



坡向圖



岩性圖



累積流量圖



緣起目標 – 研究回顧

崩塌目錄

緣起目標
研究回顧
研究目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論

崩塌分析系統 (Landslide Analysis System; LAS)

基本圖資 潛勢因子 崩塌潛勢 誘發因子 崩塌危害 風險分析 版權資訊

基本設定

工作目錄: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\ 檢視

崩塌目錄: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\ 檢視

水體遮罩: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\Mask

潛勢因子

數值高程: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\DEM

坡度坡向: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\SlopeAspect

地形特徵: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\TF

地質組成: D:\WorkRepos\LSV02.Data\20190412_LSN\LS\GM

深度學習

預備深度學習所需檔案

存放目錄: c:\Working\DL\

大小: 224

間隔: 224

Google Earth

Liu, C.-C.*, Luo, W., Chen, M.-C., Lin, Y.-T., and Wen, H.-L. (2016) A new region-based preparatory factor for landslide susceptibility models: the total flux. *Landslides*.13:1049 (doi:10.1007/s10346-015-0620-3)



緣起目標 – 研究回顧

潛勢因子

緣起目標

研究回顧

研究目標

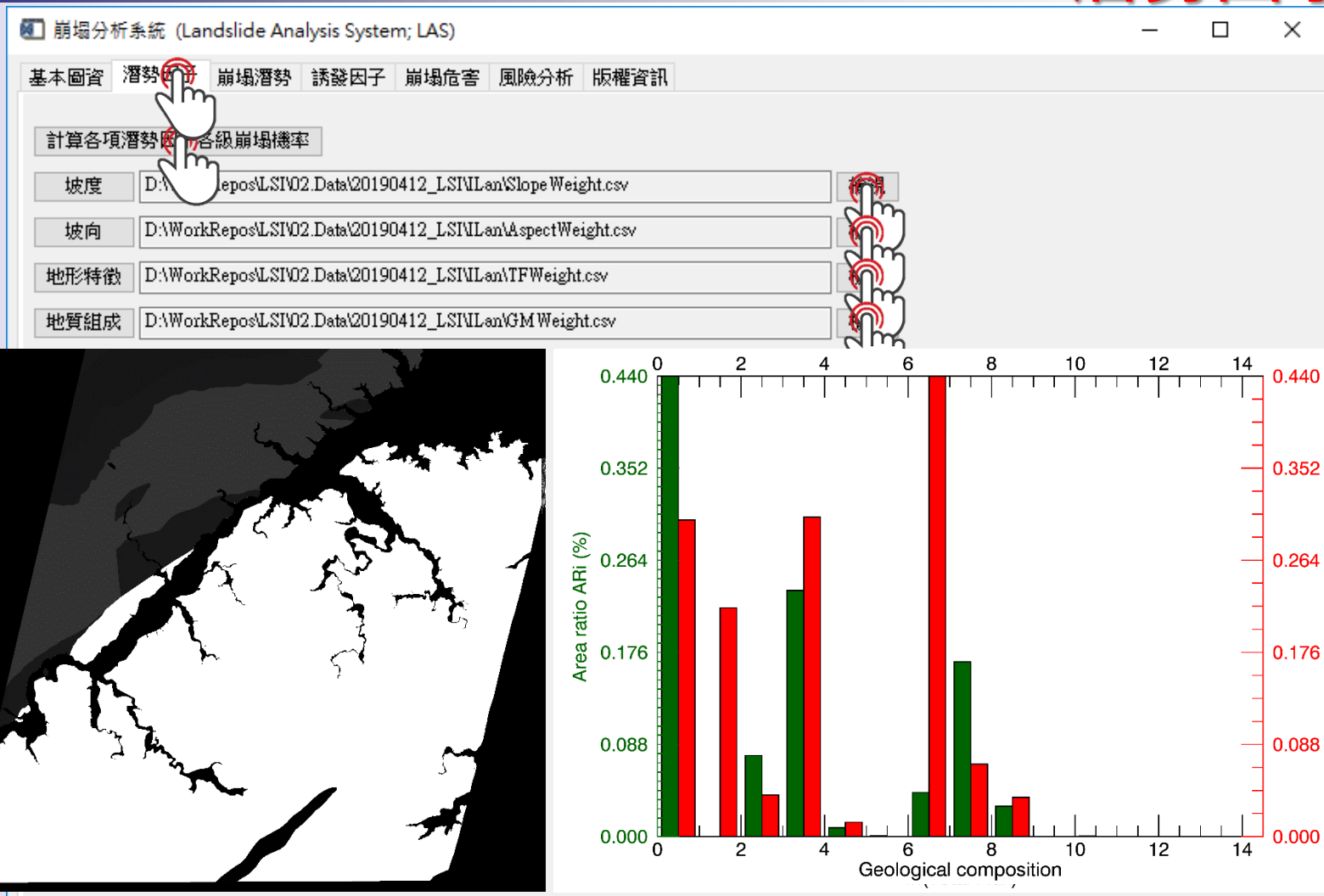
研究材料

研究方法

研究流程

研究成果

討論結論



Liu, C.-C.*, Luo, W., Chen, M.-C., Lin, Y.-T., and Wen, H.-L. (2016) A new region-based preparatory factor for landslide susceptibility models: the total flux. *Landslides*.13:1049 (doi:10.1007/s10346-015-0620-3)



緣起目標 – 研究回顧

崩塌潛勢

緣起目標

研究回顧

研究目標

研究材料

研究方法

研究流程

研究成果

討論結論

崩塌分析系統 (Landslide Analysis System; LAS)

基本圖資 潛勢因子 崩塌潛勢 誘發因子 崩塌危害 風險分析 版權資訊

一般定性崩塌潛勢模型：

算數模型 $LSI = 0.25 * Slope + 0.25 * Aspect + 0.25 * TF + 0.25 * GM$

檢視

群組分析

幾何模型 $LSI = Slope^{0.25} * Aspect^{0.25} * TF^{0.25} * GM^{0.25}$

檢視

群組分析

非定性崩塌潛勢模型： 直方圖區間數 特徵長度尺度

四參數算數模型 $LSI = 0.250000 * Slope + 0.250000 * Aspect + 0.250000 * TF + 0.250000 * GM$; 疊代0次; 目標值

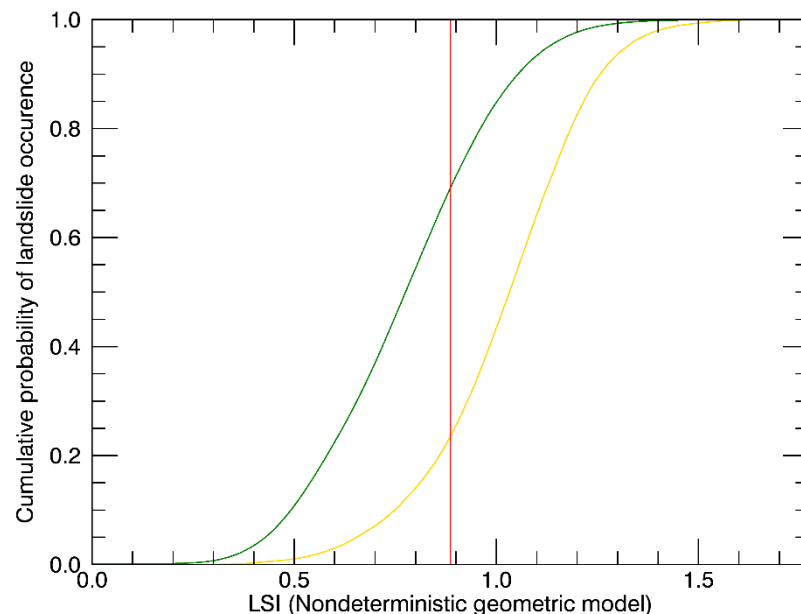
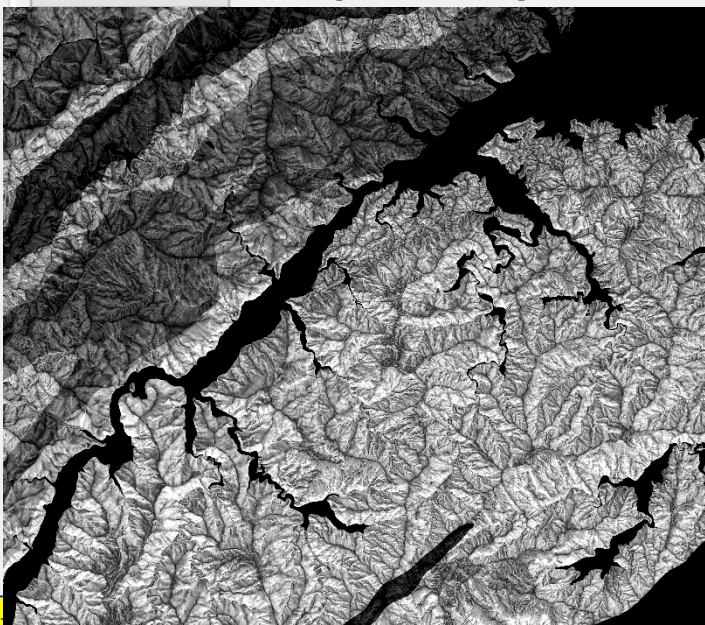
檢視

群組分析

四參數幾何模型 $LSI = Slope^{0.250399} * Aspect^{0.281639} * TF^{0.241436} * GM^{0.264188}$

檢視

群組分析





緣起目標 – 研究目標

緣起目標

研究回顧

研究目標

研究材料

研究方法

研究流程

研究成果

討論結論

- 分析長期**崩塌目錄**，評估大區域範圍**崩塌潛勢**，建置**崩塌潛感指標模型**，提高防減災能力，並作為緊急應變時的決策依據。
- 運用**深度學習**之全卷積類神經網路，建置與最佳化**崩塌潛感指標模型**，並引進**紅色地圖**特徵。

- 於本團隊過去執行水保局計畫案建置崩塌預警模式區域中選定兩處研究區域 (宜蘭太平山、花蓮和中)，整理建置完整13年期崩塌目錄
- 整理研究區域建立崩塌潛感模式所需之基本資料庫，其中包括：崩塌目錄、岩性圖、坡度圖、坡向圖、累積流量圖與紅色地圖等
- 應用深度學習之卷積類神經網路演算法，建置與最佳化崩塌潛感指標模型，並引進紅色地圖特徵，評估是否可以提升精度
- 比較本研究所產出之崩塌潛感指標模型與本團隊過去所建置之模型的表現差異，未來實際應用於崩塌災害臨近預報工作

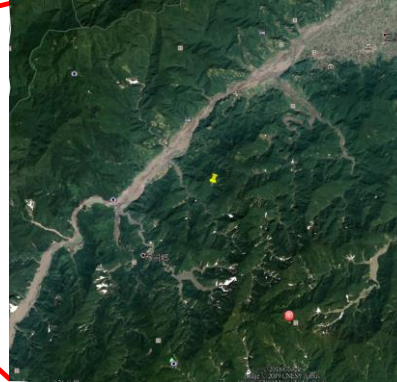
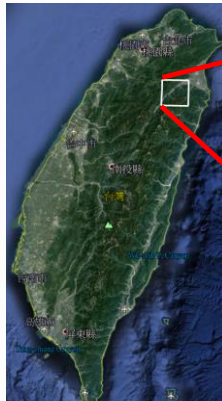




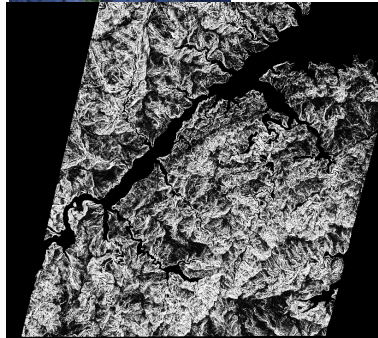
研究材料—潛勢因子

宜蘭地區

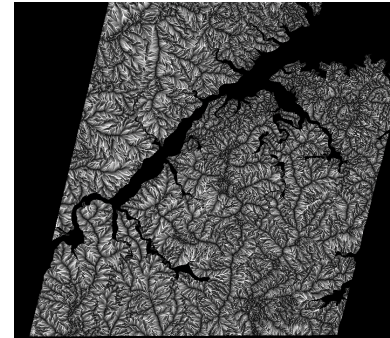
緣起目標
研究材料
潛勢因子
紅色地圖
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論



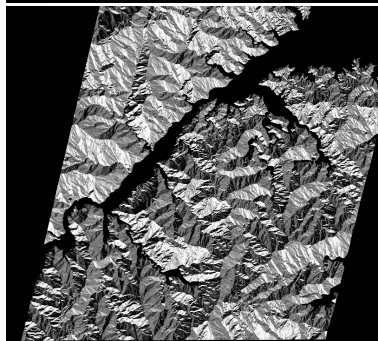
坡度



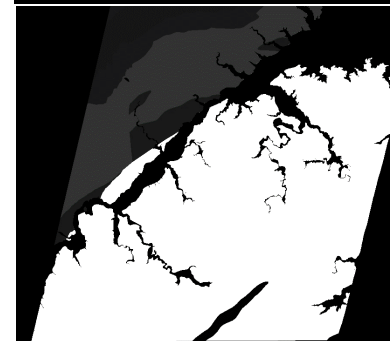
累積
流量



坡向



岩性

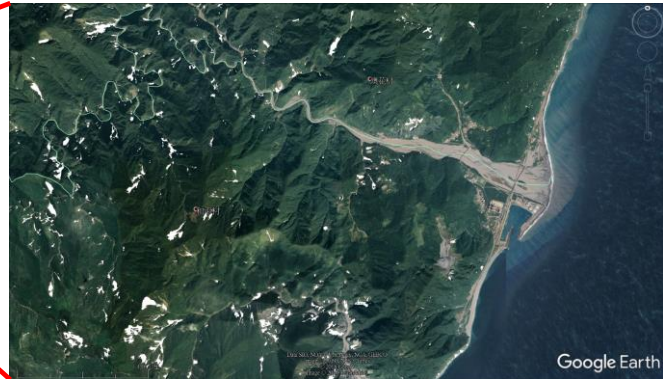




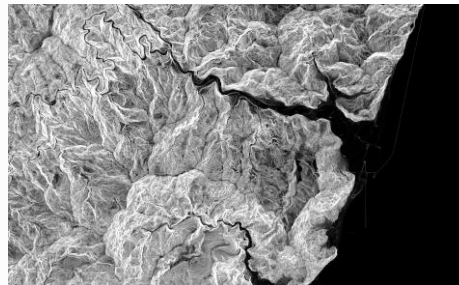
研究材料—潛勢因子

和中地區

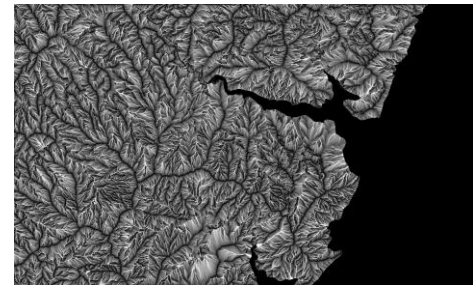
緣起目標
研究材料
潛勢因子
紅色地圖
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論



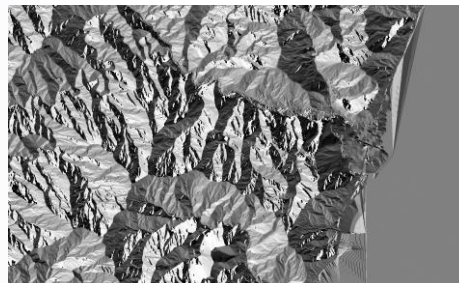
坡度



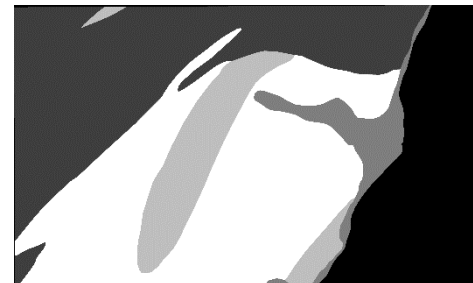
累積
流量



坡向



岩性

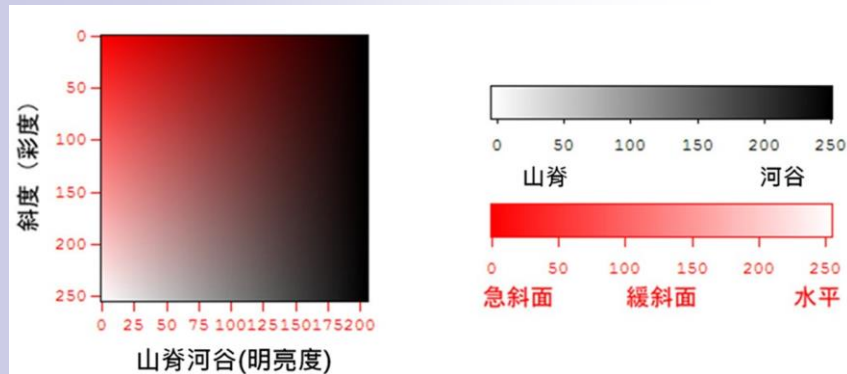




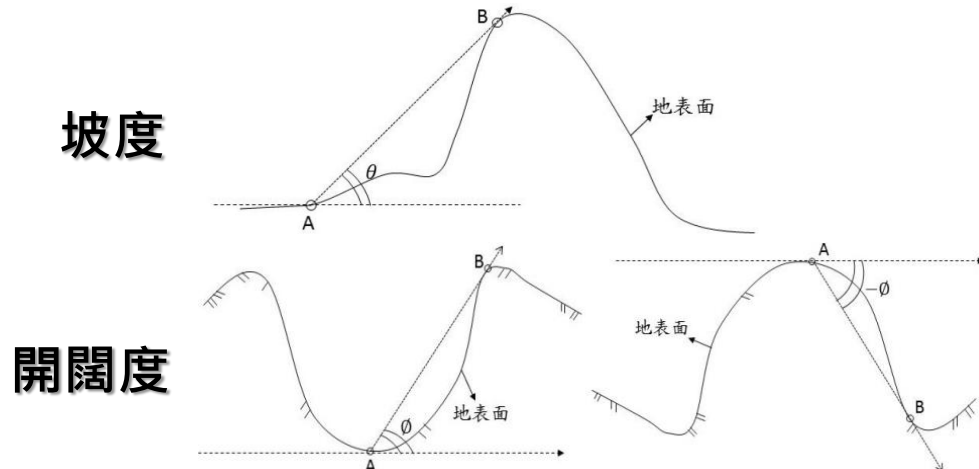
研究材料—紅色地圖

緣起目標
研究材料
潛勢因子
紅色地圖
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論

- 原理：使用人類眼睛感受最豐富的色調(紅色)與明亮度(黑白)分別呈現地形特徵坡度與正負開闊度。
- 優點：不受入射光方向影響，也不需任何額外裝置即可有3D視覺效果



水土保持局，2015



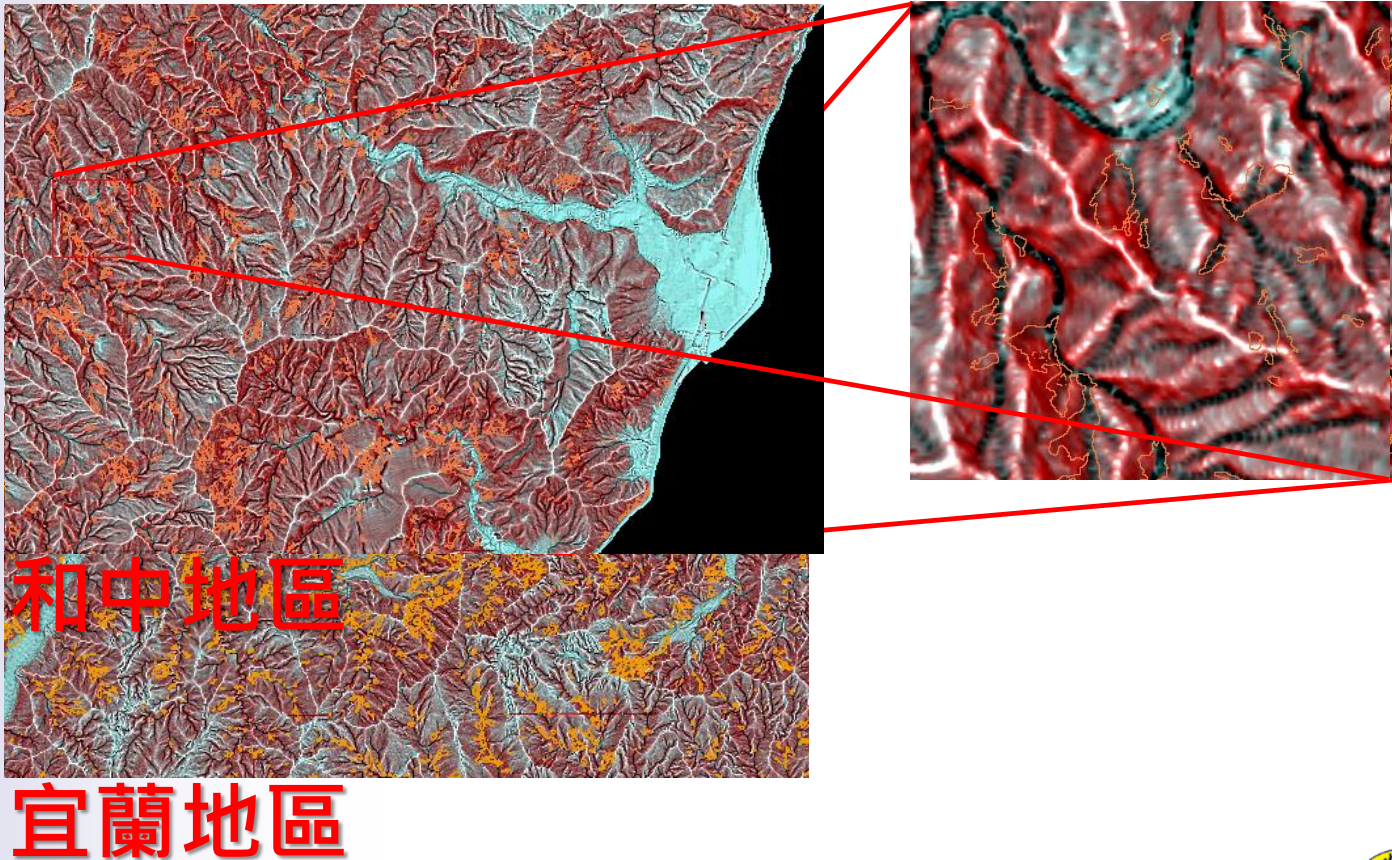
蕭宇伸，2017



研究材料—紅色地圖

緣起目標
研究材料
潛勢因子
紅色地圖
研究方法
研究流程
研究成果
討論結論

- 運用紅色地圖較佳的視覺化優勢增進深度學習崩塌潛感指標模型的表現

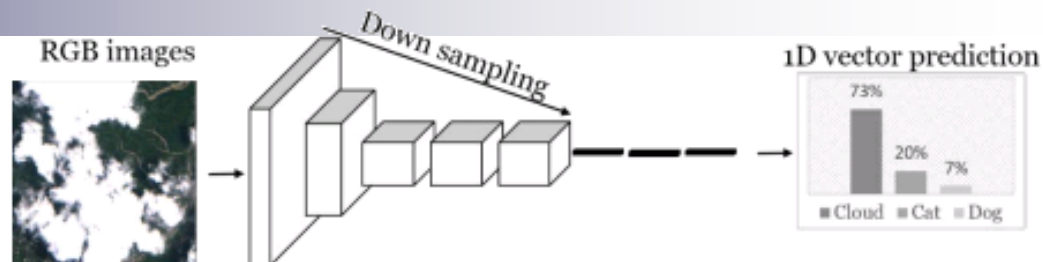




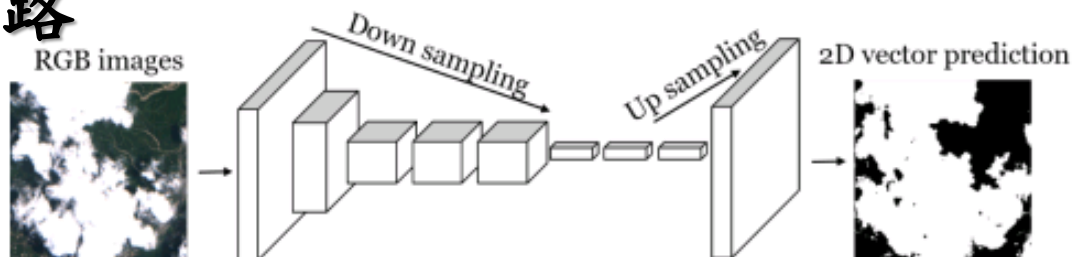
研究方法—設計AI架構

緣起目標
研究材料
研究方法
設計AI架構
建構AI平台
研究流程
研究成果
討論結論

■ 卷積神經網路 (CNN)

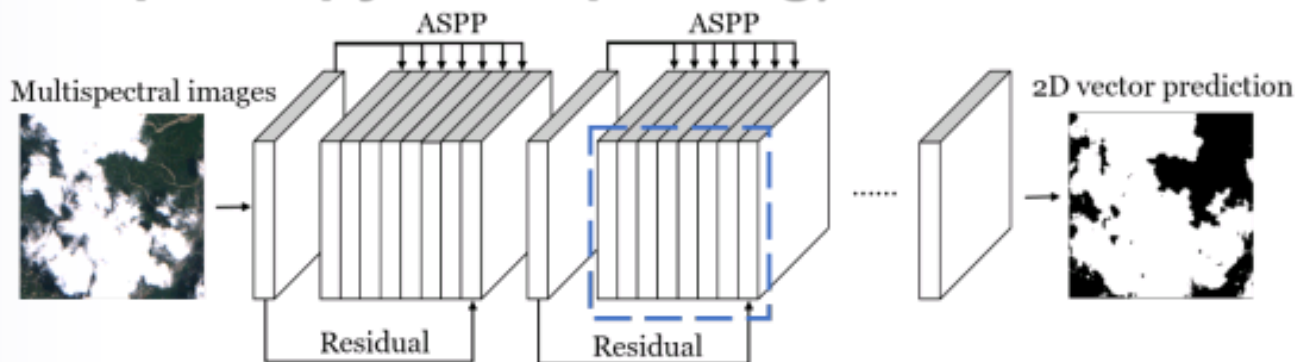


■ 全卷積神經網路 (FCN)



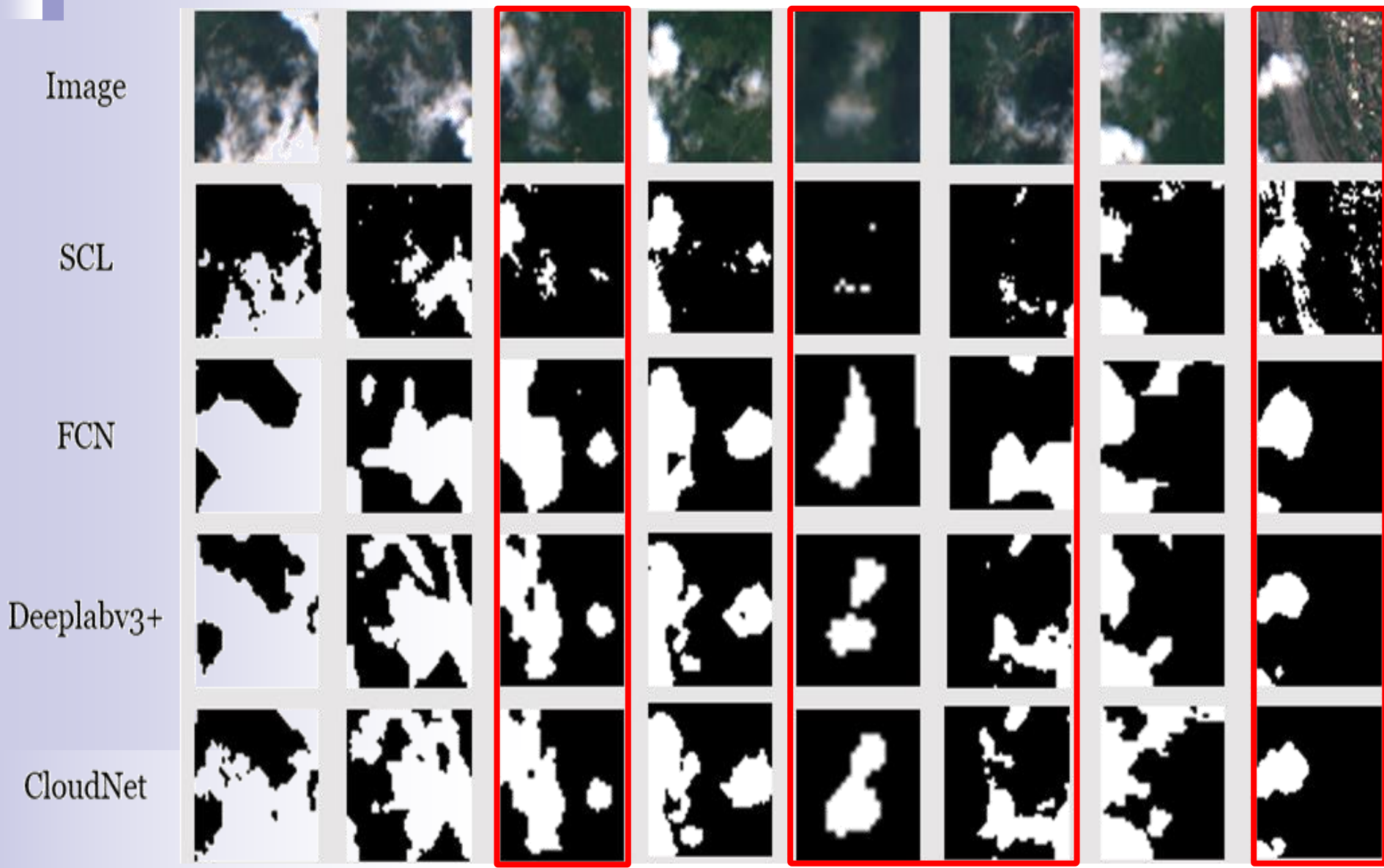
■ CloudNet

□ 結合殘差訓練 (Residual) 和空洞空間金字塔池化層 (atrous spatial pyramid pooling)





CloudNet 深度學習架構在提升判釋精度 與保存空間細節之優勢





研究方法—建構AI平台

緣起目標
研究材料
研究方法
卷積網路
建構AI平台
研究流程
研究成果
討論結論

■ 建構 AI 深度學習之軟硬體平台

□ 架構於Tensorflow下
之開源神經網路套件

Keras model

□ 由google所開發之
深度學習函式庫



Tensorflow



Python

□ 配合nvidia CUDA 套件
，將程式編譯至GPU
(顯示卡)進行加速運算



+





研究流程—資料準備

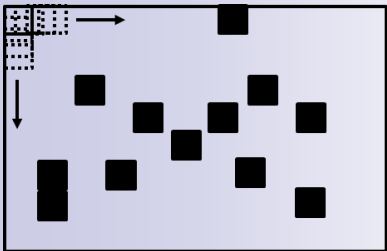
緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 資料格式

- 宜蘭太平山地區 4982 x 4775 tiff檔案
- 花蓮和中地區 4568 x 2791 tiff檔案

■ 考量

- 訓練影像大小：56 像素 x 56 像素
 - 崩塌相對於影像佔據區域過小
 - 減少每次訓練的記憶體用量
- 驗證影像挑選：分層隨機挑選10%影像
 - 訓練資料與測試資料的崩塌分佈相似



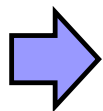


研究流程—資料準備

■ 資料編碼處理

□ 岩性進行獨熱編碼 (one-hot encoding)

分類	型態
1	板岩偶夾變質砂岩
2	礫石、砂、泥
3	變質砂岩
4	硬頁岩偶夾變質砂岩
5	變質砂岩偶夾板岩
6	片岩
7	板岩
8	硬頁岩
9	變質砂岩偶夾硬頁岩
10	滑動岩體或塊石
11	礫石層



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論





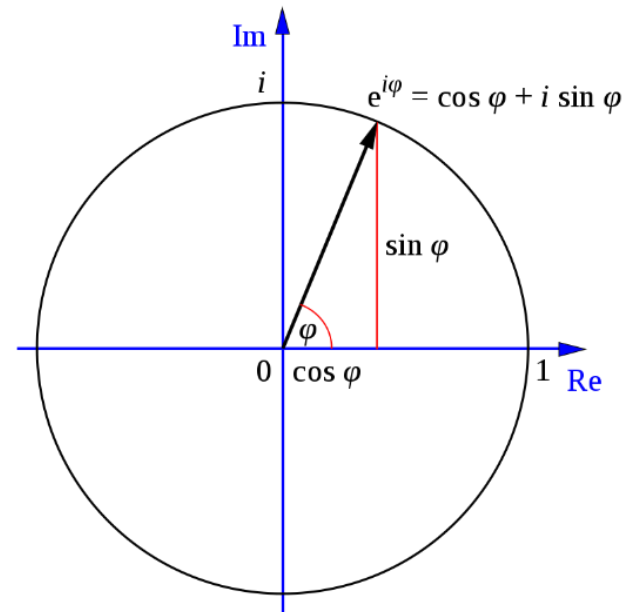
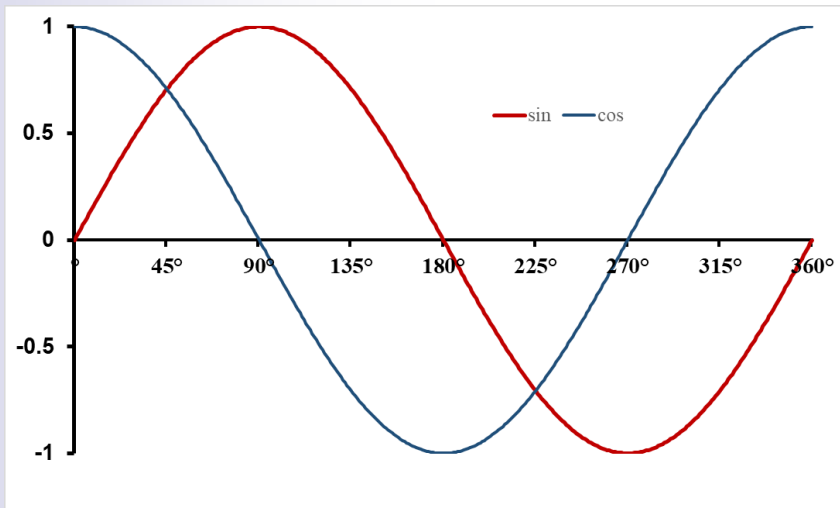
研究流程—資料準備

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 資料編碼處理

□ sin函數編碼呈現東西向的差異

□ cos函數編碼呈現南北向的差異



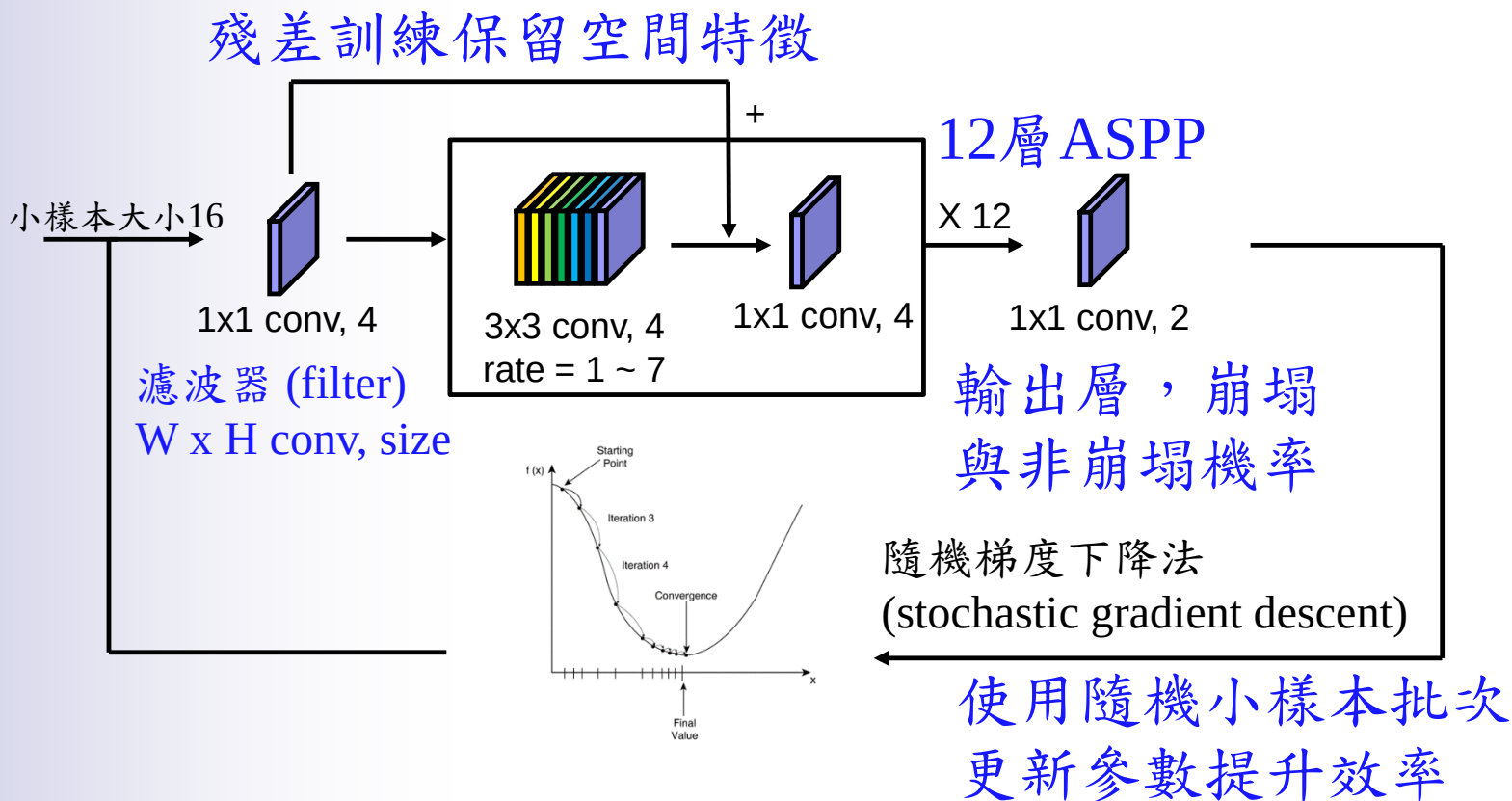
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AC%A7%E6%8B%89%E5%85%AC%E5%BC%8F>





研究流程—模式訓練

■ 模式架構：CloudNet (Liu et al 2019)

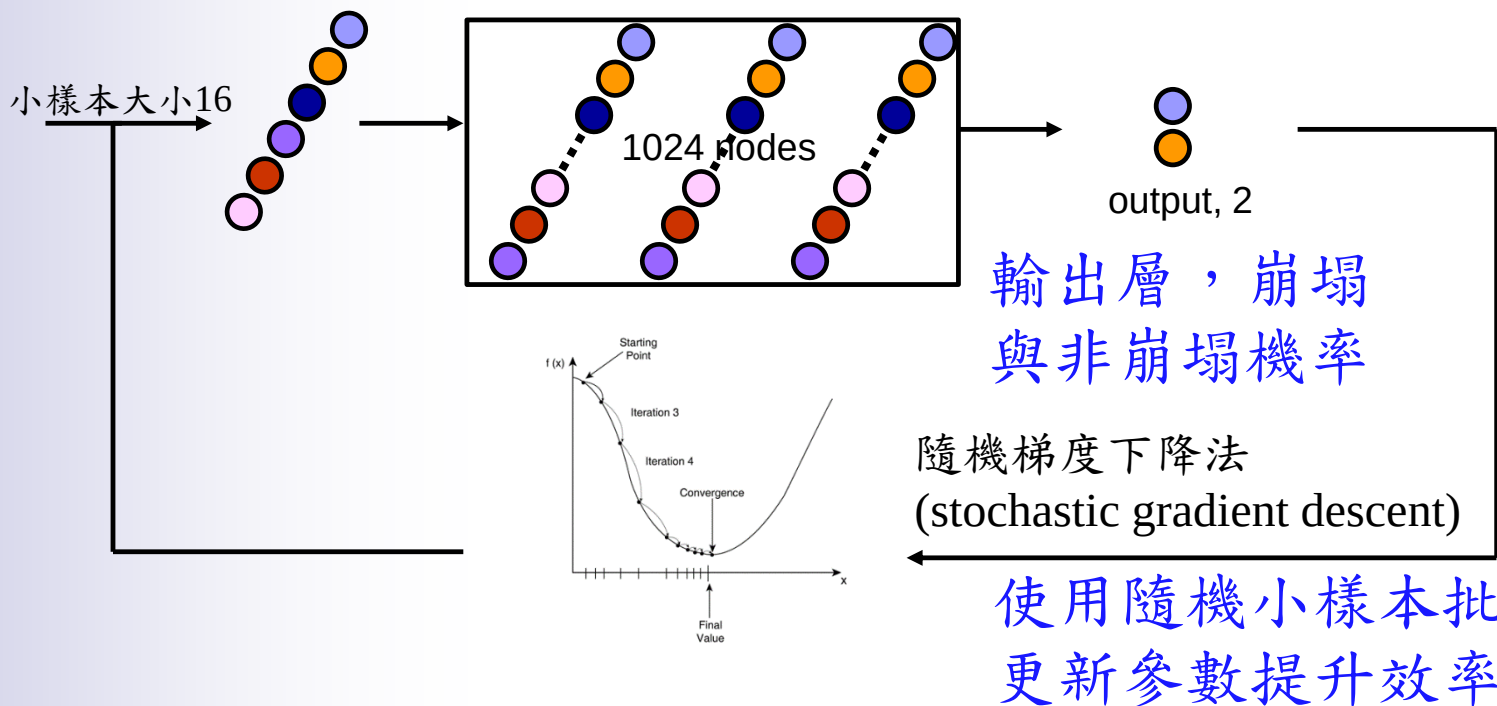




研究流程—模式訓練

■ 模式架構：深度類神經網路

1維的深度類神經網路，無空間相關性



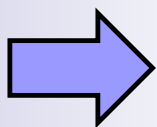


研究流程—模式訓練

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 模式架構：CloudNet

- 2種因子組合數 $C_2^6 = 15$
- 3種因子組合數 $C_3^6 = 20$
- 4種因子組合數 $C_4^6 = 15$
- 5種因子組合數 $C_5^6 = 6$
- 6種因子組合數 $C_6^6 = 1$



總共57種組合





研究流程—模式訓練

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 損失函數權重：Focal Loss

□ *Cross Entropy:*

- $CE(p_t) = -\log(p_t)$

□ *Balanced Cross Entropy:*

- $CE(p_t) = -\alpha_t \log(p_t)$

□ **Focal Loss**

- $FL(p_t) = -\alpha_t (1 - p_t)^\gamma \log(p_t)$

p_t : 預測為崩塌的機率

α_t : 權重因子

γ : focusing parameter



研究流程—模式訓練

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 損失函數權重：Frequency Loss

□ *Frequency Balanced Cross Entropy:*

$$\blacksquare FBCE(p_t) = -\frac{f_n}{f_l} \log(p_t)$$

□ *Multiplied Frequency Balanced Cross Entropy*

$$\blacksquare MFBCE(p_t) = -\alpha_t x \log(p_t)$$

p_t : 預測為崩塌的機率

f_n : 非崩塌區域頻率

f_l : 崩塌區域頻率

x : 權重加乘倍數



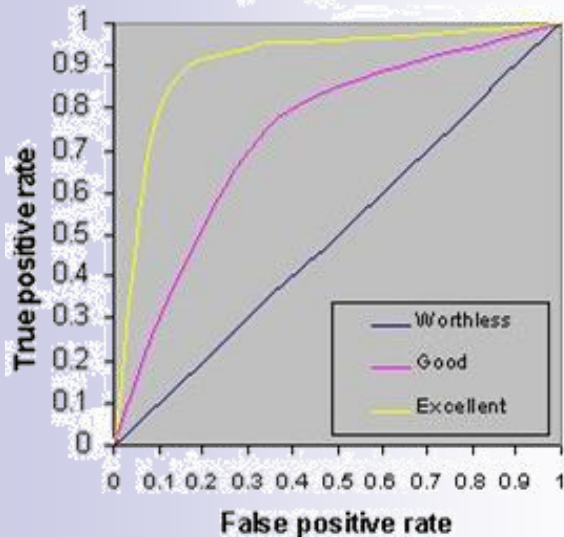
研究流程—模式驗證

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

■ 接收者操作特徵曲線 (Receiver operating characteristic; ROC)

- 第二次世界大戰中的發明，最初用在1941年的珍珠港事件
- 原理係利用信號強弱設定閾值，以作為軍事行動判斷依據
- ROC分析用於無線電、生物學、犯罪心理學領域，而且最近在machine learning和data mining也得到了很好的發展

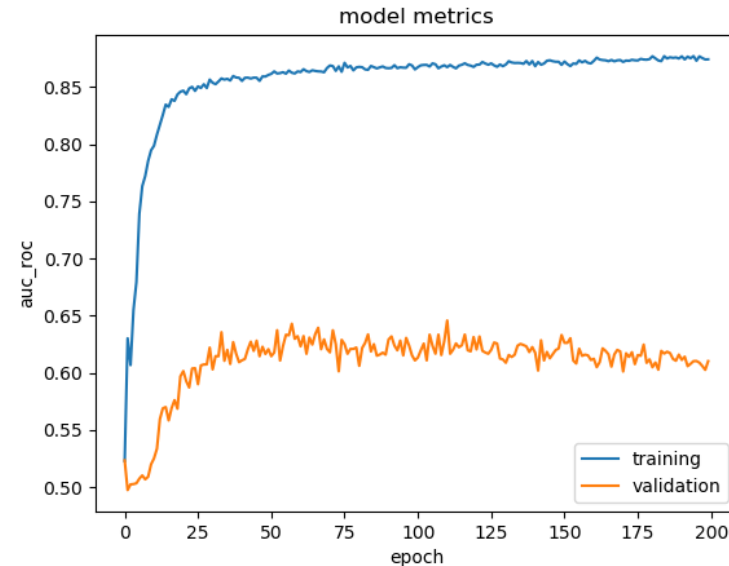
Comparing ROC Curves



計算ROC曲線下面積
(Area under curve; AUC)



取AUC最高時之參數
為最佳模式參數組合

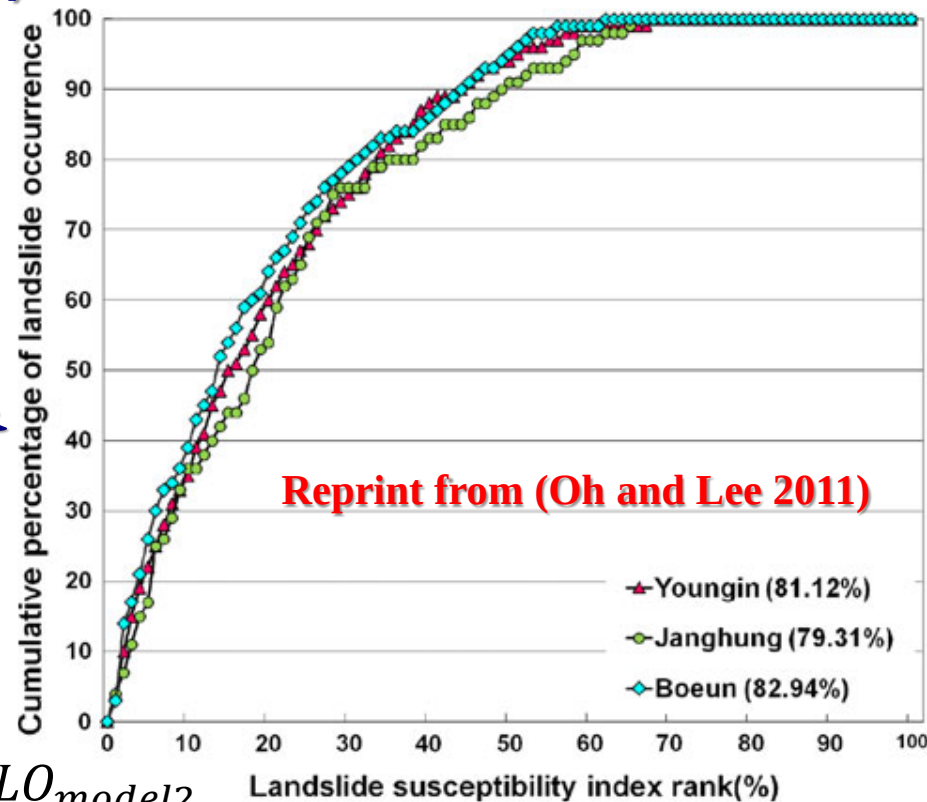




研究流程—效能評估

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
資料準備
模式訓練
模式驗證
效能評估
研究成果
討論結論

- 成功率曲線 (Successful rate curve): CPOLO-LSI
 - 累積崩塌百分比 (Cumulative percentage of landslide occurrence; CPOLO)
 - 越陡峭越好
- 曲線下面積 AUC (Area under curve)
 - 可作為模式預測準確度的定量評估
- 崩塌發生基準的率定
 - 若為求高CPOLO值來決定崩塌發生基準，會在原本沒有發生崩塌的區域，造成很多 false alarms
- 改善率



$$\rho \equiv \frac{CPOLO_{model1} - CPOLO_{model2}}{CPOLO_{model2}}$$





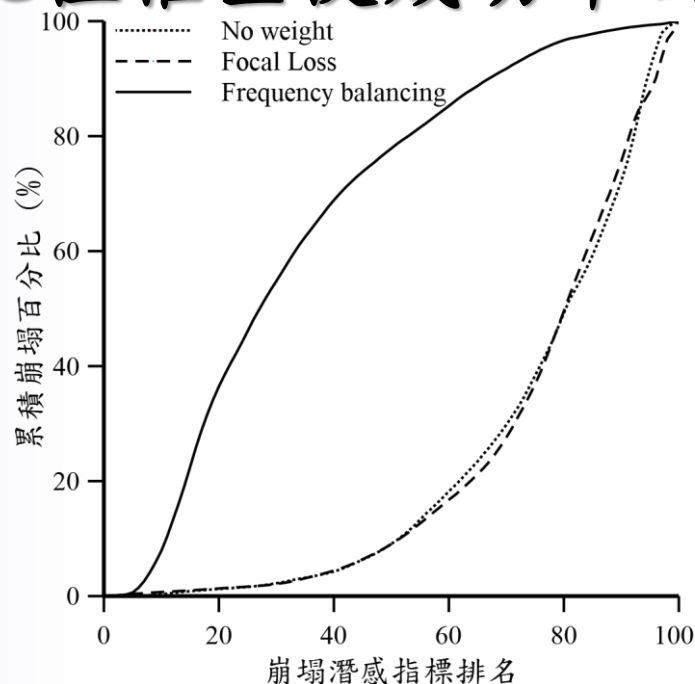
研究成果—損失 (Loss) 權重調整

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
論文發表
討論結論

■ Focal Loss

- 使用作者建議的參數 $\alpha_t = 0.25; \gamma = 2$
- 訓練後模式表現無提升

■ 頻率比值權重使成功率曲線大大提升





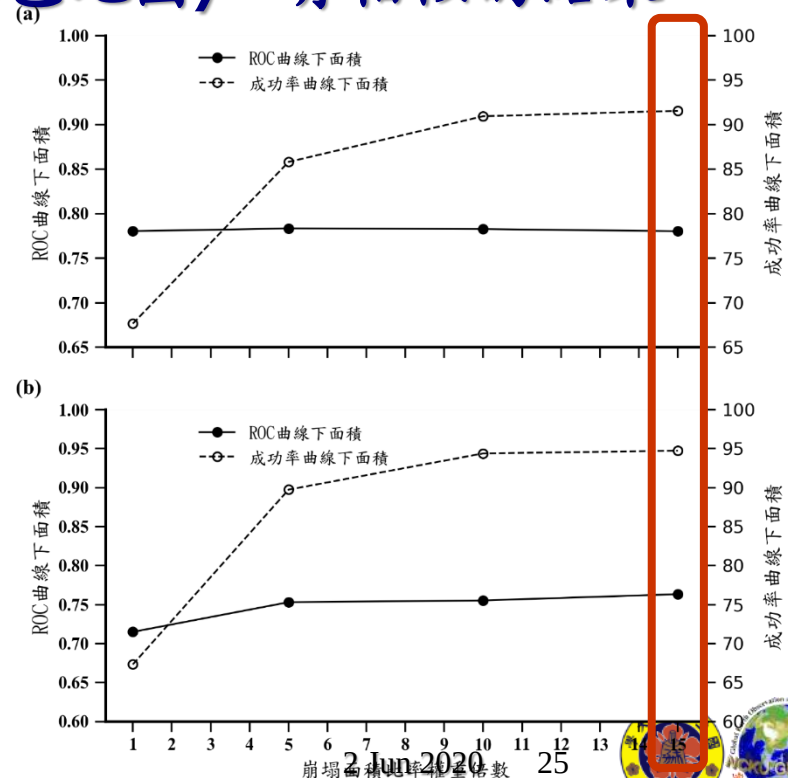
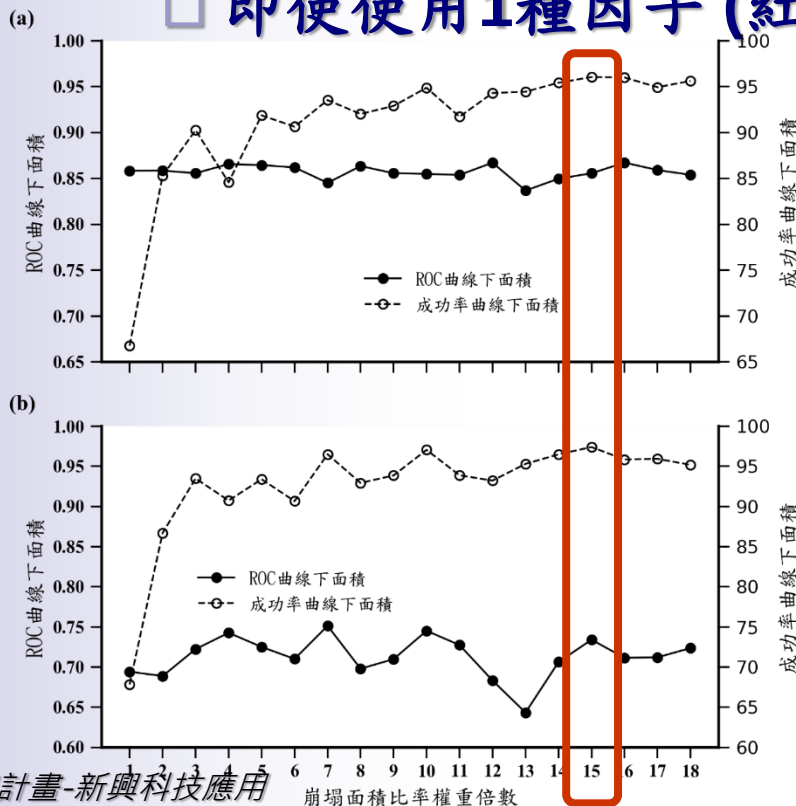
研究成果—損失 (Loss) 權重調整

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
論文發表
討論結論

■ 頻率比值權重加乘倍數

□ 加乘至15倍可讓AUC ROC和成功率曲線下面積表現最好

□ 即使使用1種因子 (紅色地圖)，有相似的結果





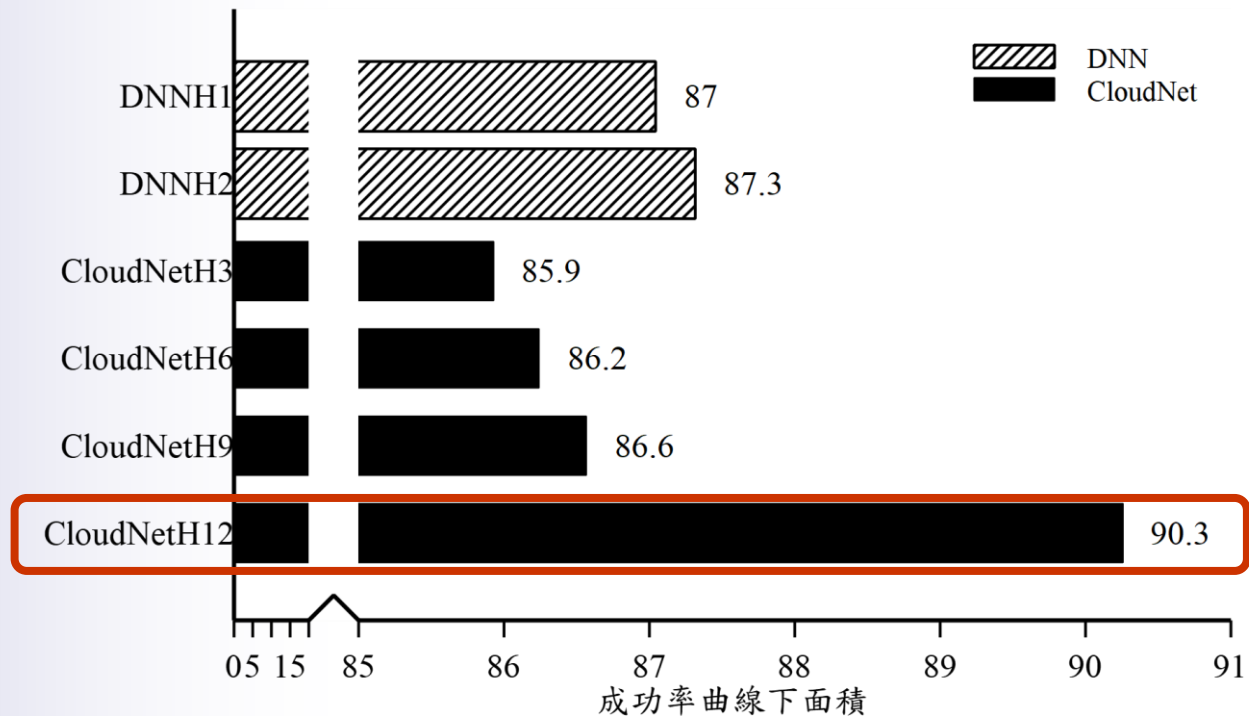
研究成果—模式深度

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
論文發表
討論結論

■ CloudNet 架構深度越深模式表現越好

□ CloudNet比深度類神經網路好

□ 加深至12層表現越好





研究成果—模式深度

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究

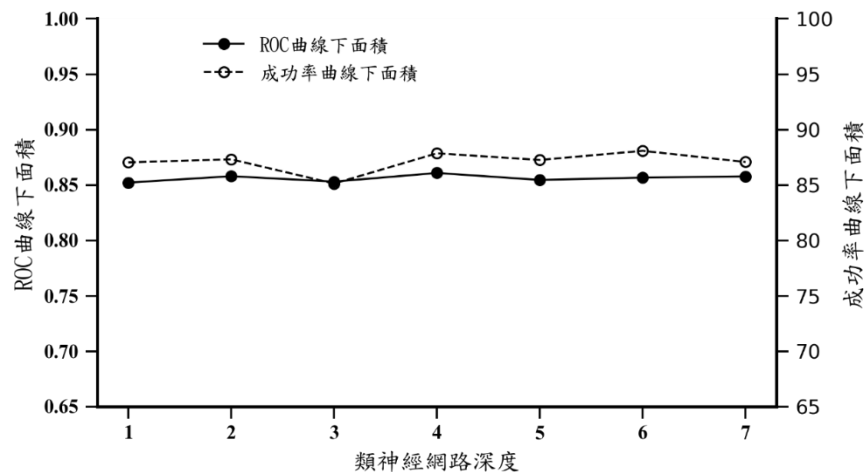
■ 深度類神經網路

- 模式參數增漲速度快
- 模式加深表現並無增進

模式		總參數量	待訓練參數量	訓練時間 (分鐘)
深度類神經網路				
	1	27,650	25,602	65
	2	1,081,346	1,077,250	121
CloudNet				
	3	3,986	3,786	227
	6	7,862	7,470	271
	9	11,738	11,154	336
	12	15,614	14,838	450

39倍

3.9倍

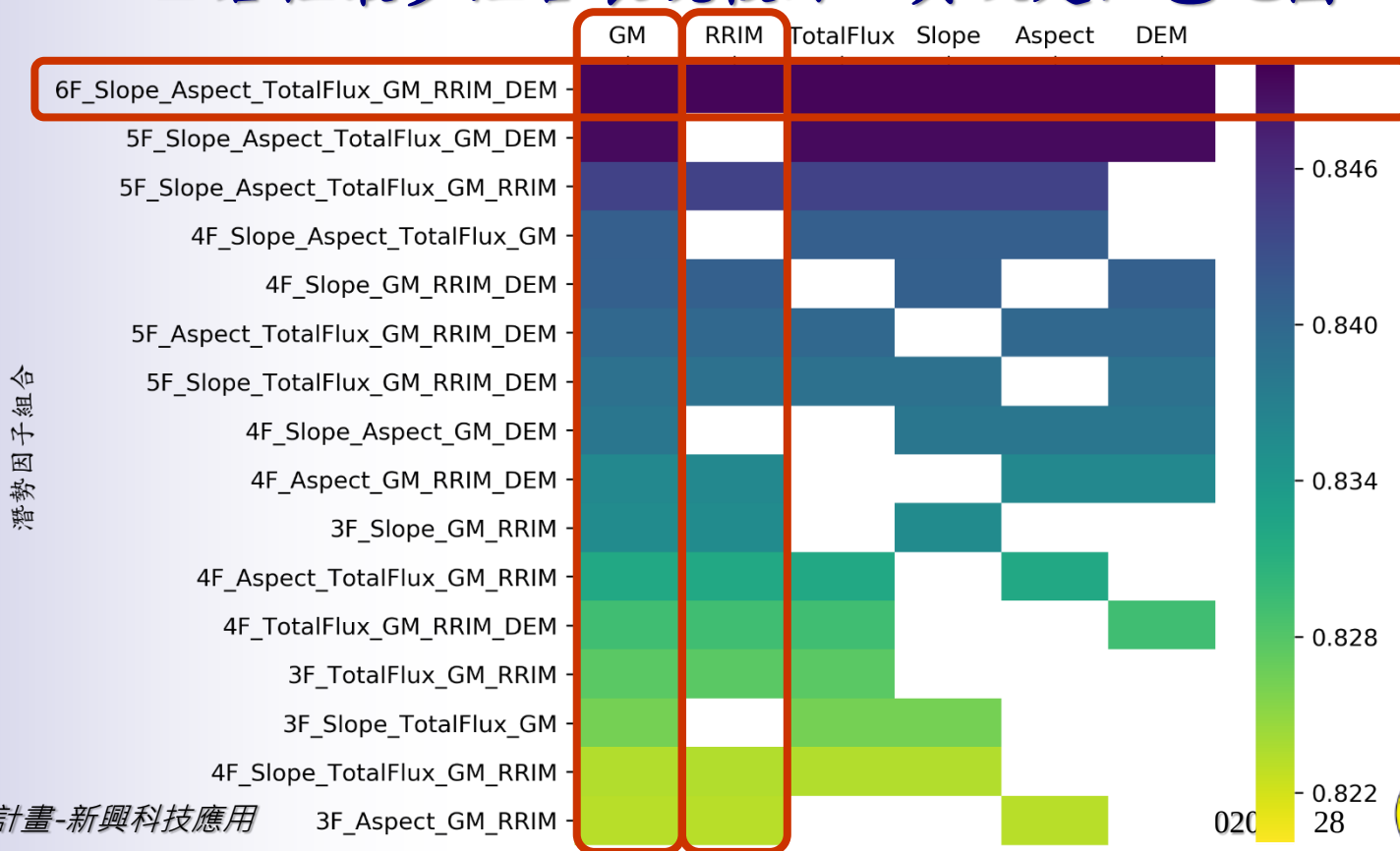




研究成果—消融研究

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
討論結論

- 以宜蘭太平山地區資料驗證57種組合
 - 6個因子的AUC ROC表現最好
 - 岩性最多組合表現較好，其次是紅色地圖

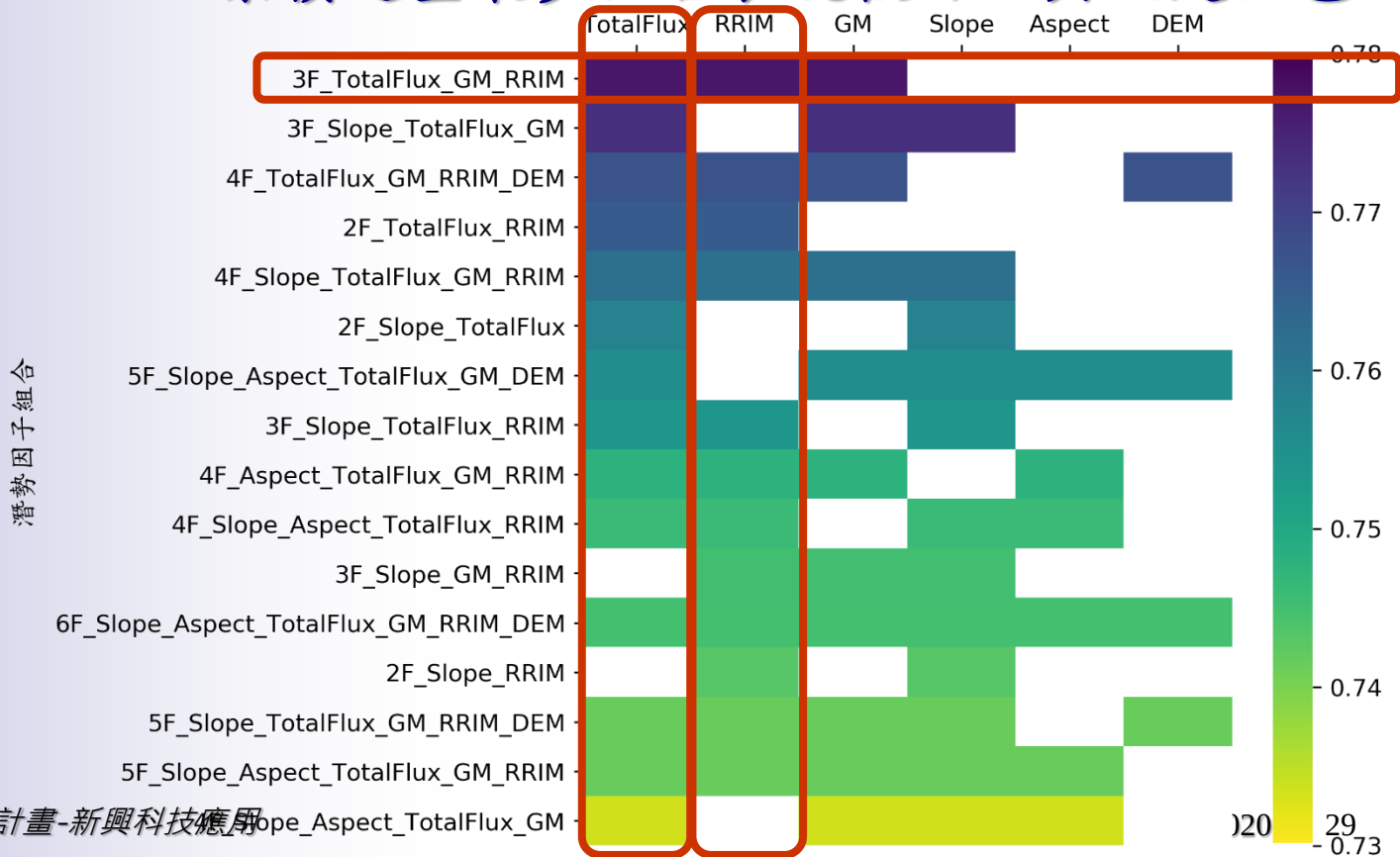




研究成果—消融研究

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
討論結論

- 以花蓮和中地區資料驗證57種組合
 - 3個因子的AUC ROC表現最好
 - 累積通量最多組合表現較好，其次是紅色地圖



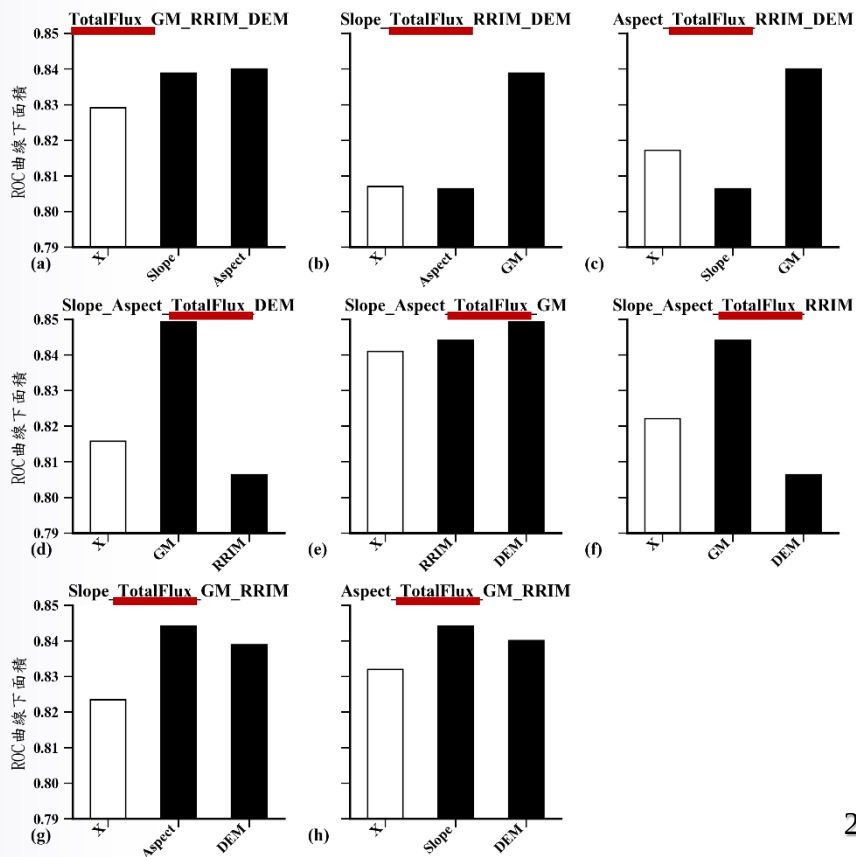


研究成果—消融研究

緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
討論結論

■ 因子間的比較

- 排除了AUC ROC低於0.80的4因子與5因子模式
- 留下的都是含有累積通量的模式



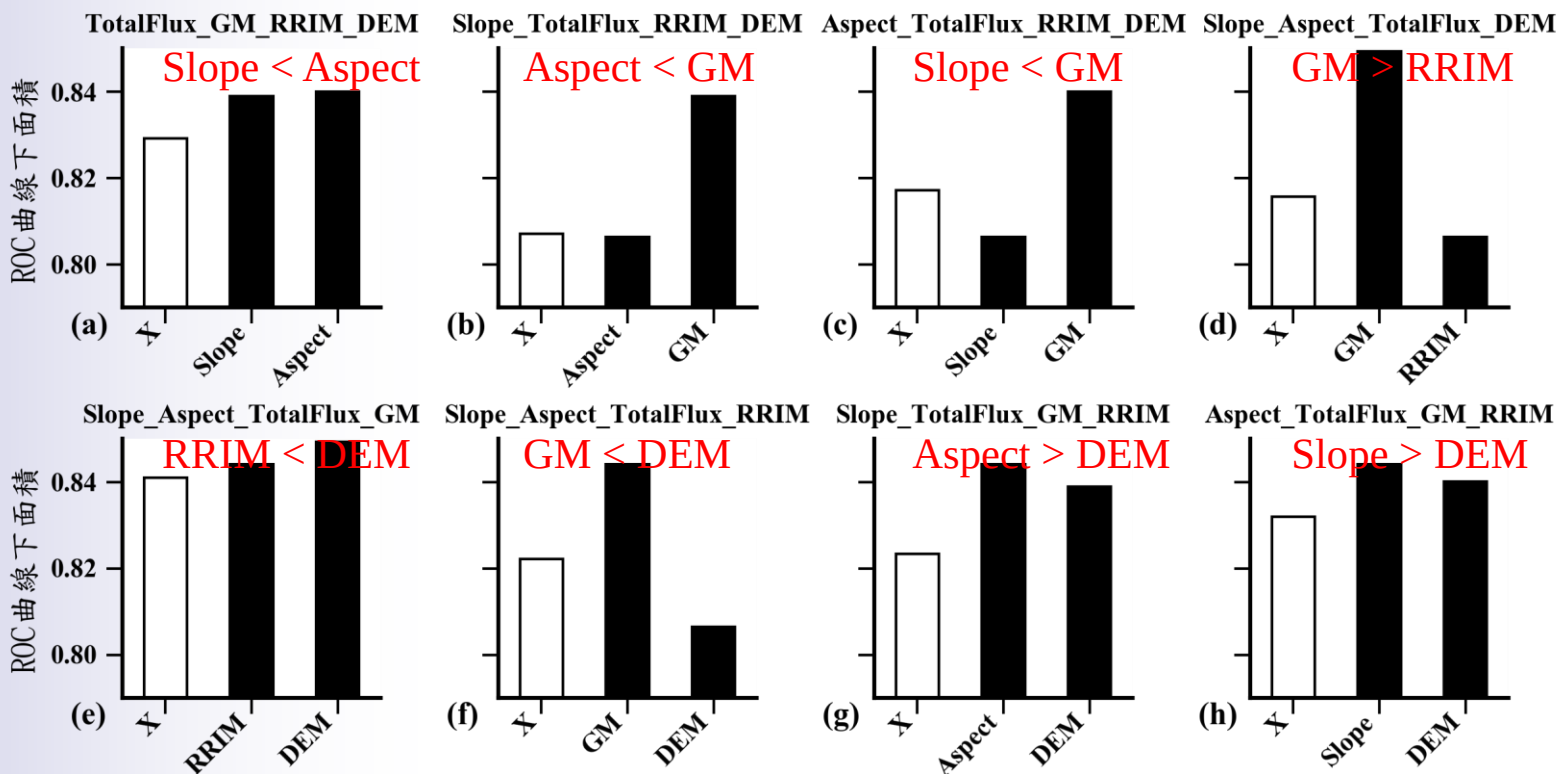


研究成果—消融研究

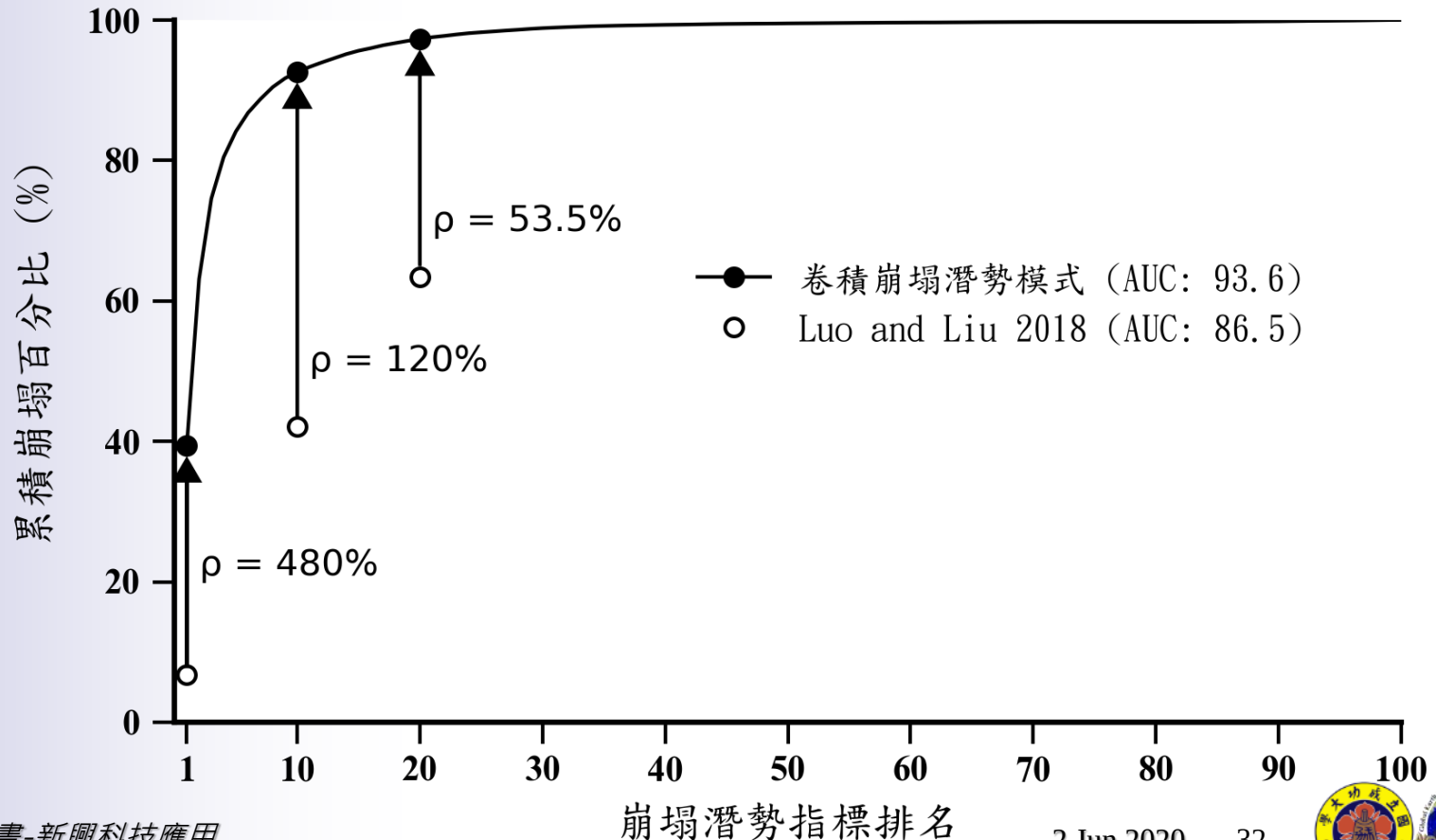
緣起目標
研究材料
研究方法
研究流程
研究成果
損失權重
模式深度
消融研究
討論結論

■ 因子間的比較

□ 其他因子的比較：岩性顯著較其他因子重要性高

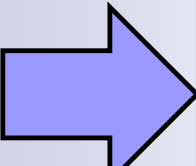


■ 卷積崩塌潛勢模式可有效提升崩塌潛勢指標的表現



討論結論

- 接收者操作曲線下面積最高~0.85
 - 研究目標屬性的關係：崩塌受到誘發因子的影響
- 坡度、坡向、數值高程在區域性可提高模式表現；累積流量、岩性、紅色地圖通用性較佳。
- 累積崩塌百分比前20%可捕捉到至2016曾發生崩塌區域的97.3%



結合其他因子：水文、氣象、地震等，可望建立更準確的崩塌臨近預報系統



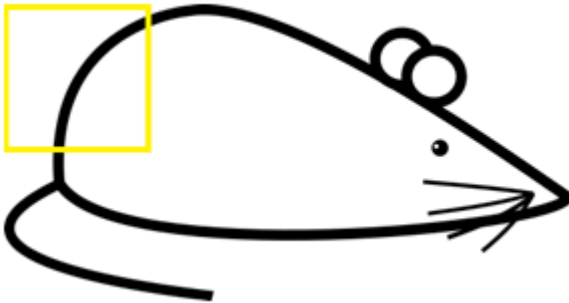
報告完畢，敬請指教

執行單位：國立成功大學
計畫主持人：劉正千 主任/特聘教授
共同主持人：陳培殷 電機資訊學院 副院長/特聘教授
專案經理：賴建志

民國109年06月02日

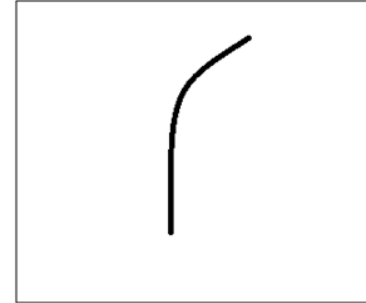


卷積神經網路



0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter



Visualization of a curve detector filter



Visualization of the receptive field

0	0	0	0	0	0	30
0	0	0	0	50	50	50
0	0	0	20	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0

Pixel representation of the receptive field

*

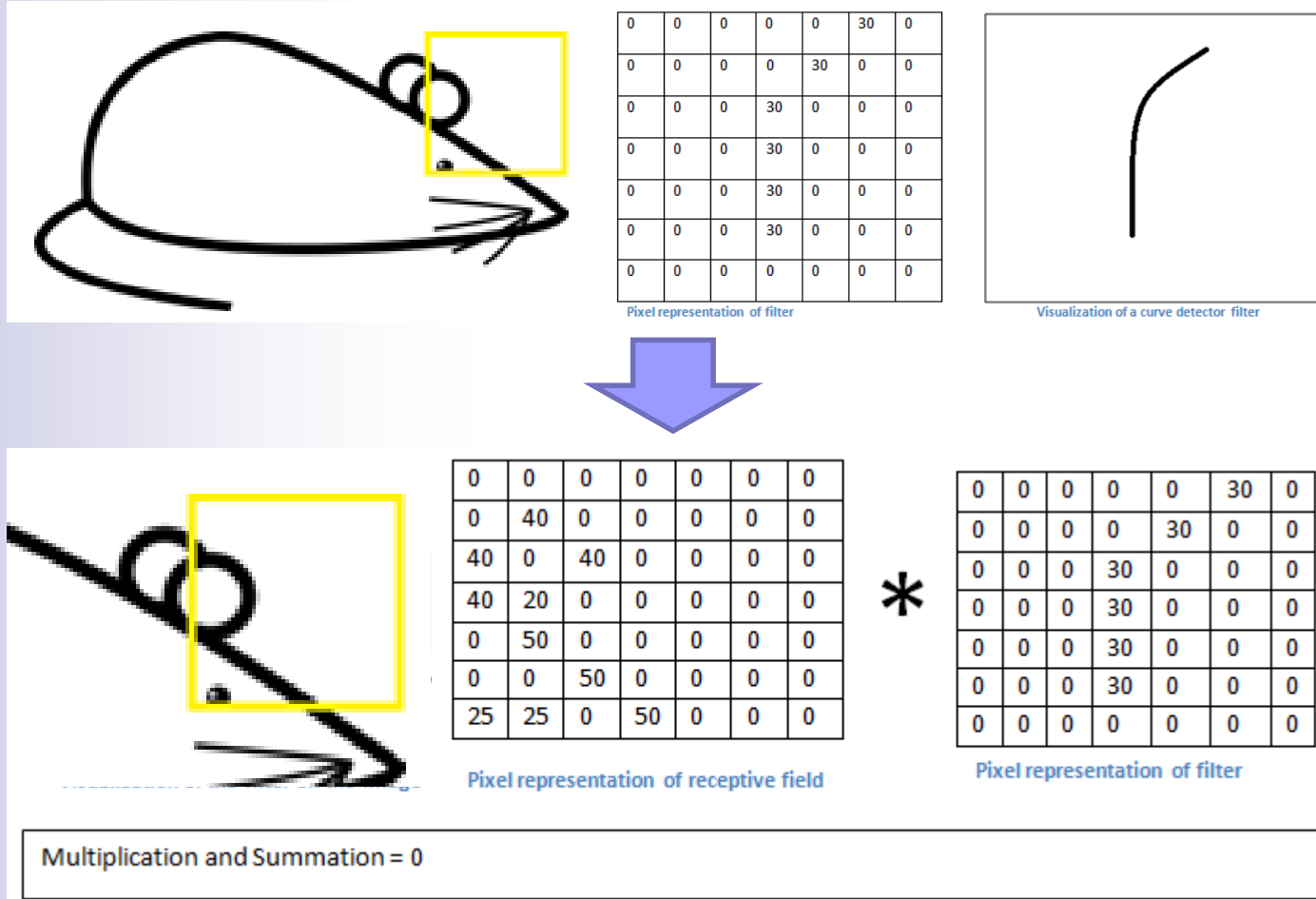
0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter

Multiplication and Summation = $(50 \times 30) + (50 \times 30) + (50 \times 30) + (20 \times 30) + (50 \times 30) = 6600$ (A large number!)

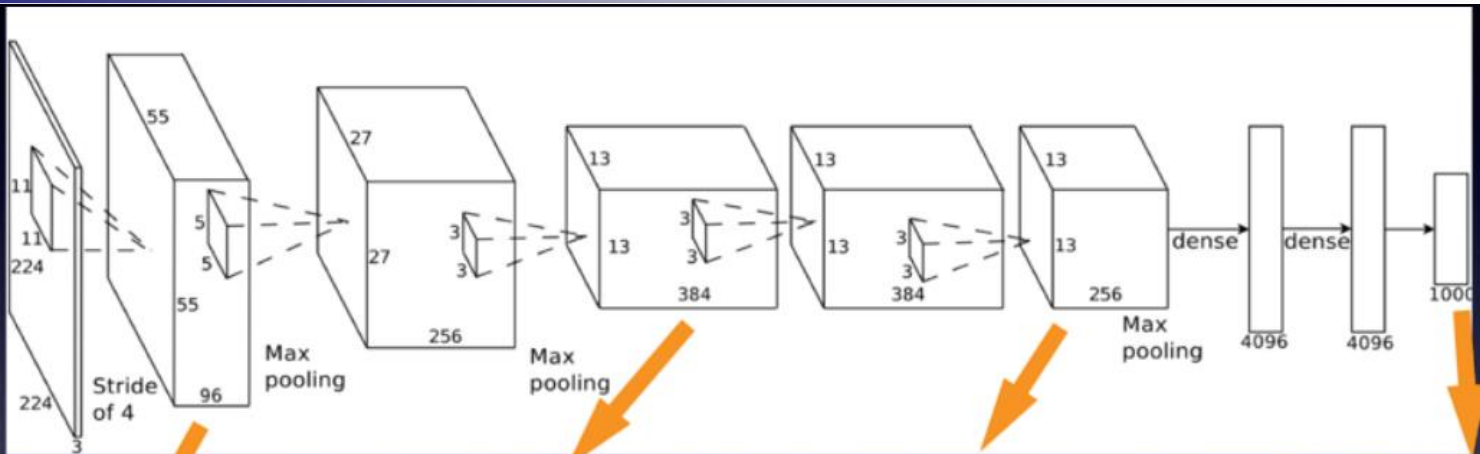
<https://adeshpande3.github.io/A-Beginner%27s-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/>

卷積神經網路

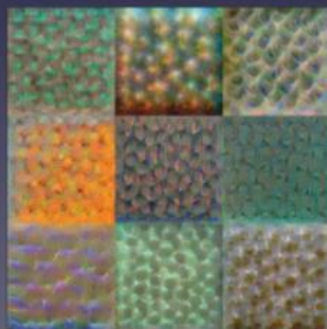


<https://adeshpande3.github.io/A-Beginner%27s-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/>

什麼是卷積運算



Conv 1: Edge+Blob



Conv 3: Texture



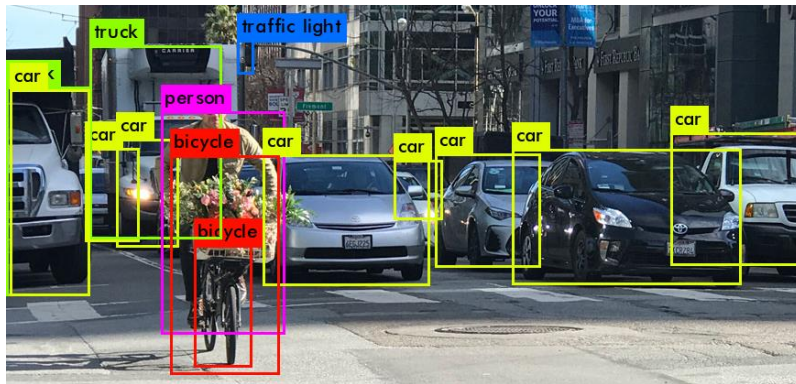
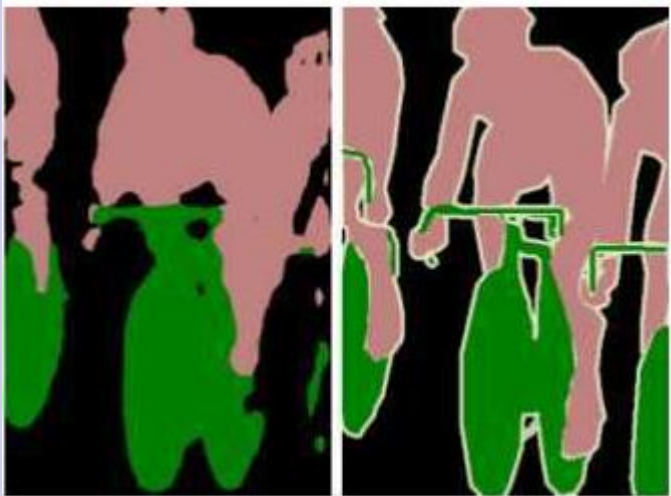
Conv 5: Object Parts



Fc8: Object Classes



<https://www.slideshare.net/albertycchen/practical-computer-vision-a-realworld-problemdriven-approach-to-learning-cvml>



<https://medium.com/@baubibi/%E9%80%9F%E8%A8%98ai%E8%AA%B2%E7%A8%8B-convolutional-neural-networks-for-computer-vision-applications->

深度學習在4G網絡建電宜慶城區館場縣市7標圖

2 Jun 2020

