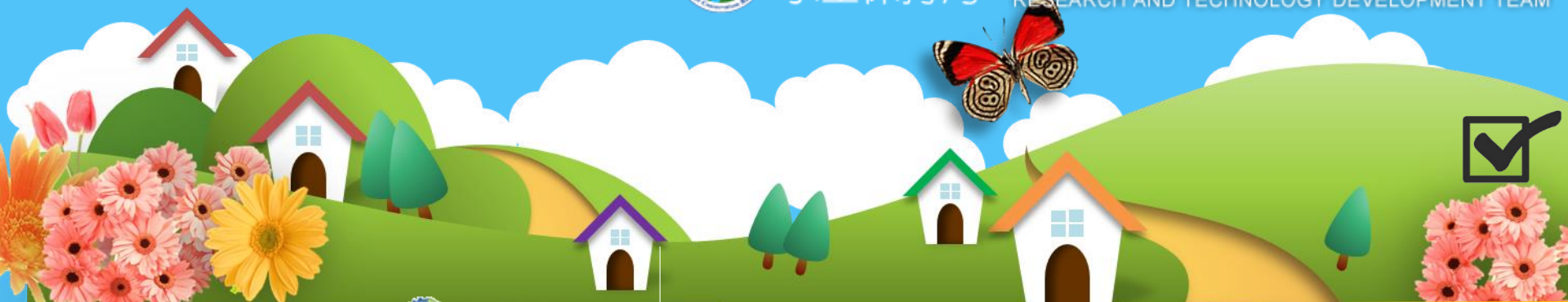


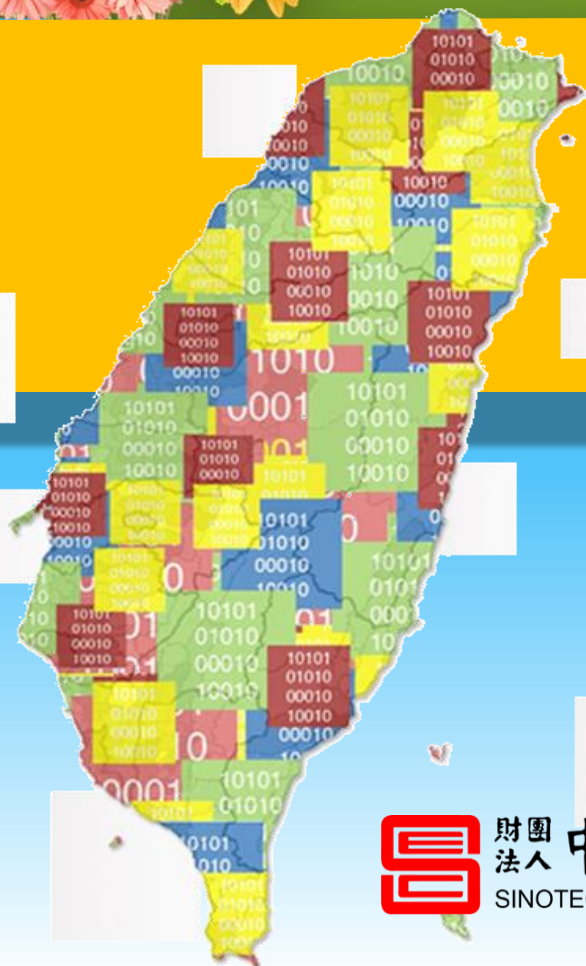


行政院農業委員會
水土保持局

技術研究發展小組
RESEARCH AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT TEAM



坡地智慧防災新技術



財團法人 中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

簡報者：紀柏全

中華民國107年3月27日

臺灣ICT+NGIS優勢

創造「效率善治」與「永續防災」的社會

智慧國土

收集國土巨量資訊

各類感應器 & Human Interface 技術

巨量
資料

開放
資料

NGIS

- 各類感應器
- 物聯網(IoT)
- 智慧型監測裝置
- 監控攝影機
- UAV
- 衛星遙測影像

災害分析及警戒預測

IT平台技術、API

TGOS

雲端

- 巨量資料分析技術
- 無限通訊技術 • 人工智慧技術
- 空間資訊LBS • 影像識別
- 災害警戒模式
 - ✓ 地震預警 ✓ 坡地災害
 - ✓ 颱風洪水 ✓ 土石流警戒模式

智慧防災解決方案

能源・氣象



農業保險



保險產險



企業風險管理



防災・安全



警消醫療



保全物流



交通運輸



山、河、陸、橋、人、災全方面監測

NGIS2020

國家時空資訊雲-落實智慧國土



透過各單位情境式策略規劃與共同推動，
期望NGIS 2020 落實智慧國土，達成在**資料面**、**決策面**、**產業面**、**應用面**和**維護面**的目標：

Better connection

- 資料間能夠輕易串聯

better decision

- 政府有用的決策資訊

better business value

- 產業有價值的資訊

better business value

- 民眾有感的施政資訊

better performance

- 資料維護管理的高效率

坡地智慧防災物聯網規劃

巨量資料

- 動態資訊
 - 即時/預測資訊
- 靜態紀錄
 - 基本資料
 - 歷史紀錄
- 資料協定

雲端運算

- API開發
- 資料分析
 - 災害分析
 - 模擬預測
 - 警戒操作
- 網路協作平台

物聯與互聯

- 區域通報
 - 推播系統(內+外)
 - 遠端控制
- 資訊流通
 - 民眾x政府x企業
- 資訊串流與發佈平台

感測網絡

- 有線感測器
- 無線感測器
 - 無線傳輸
- 低功耗+長距離
- 現有資訊蒐集管道
- 通訊協定

群眾智慧與開放資料

- 群眾智慧
 - GPS定位
 - 即時災情資訊
- 政府開放資料
 - 基礎x災害圖資
 - 長期觀測紀錄

簡報大綱

物聯網感測網絡

大數據分析應用

雲端運算

人工智慧應用

電腦視覺化技術

1. 土石流疏散避難動態指示牌



VS

25度C
濕度40%
氣壓1010百帕
雨量0mm

土石流黃色警戒
居民請準備避難

土石流紅色警戒
居民請速離避難

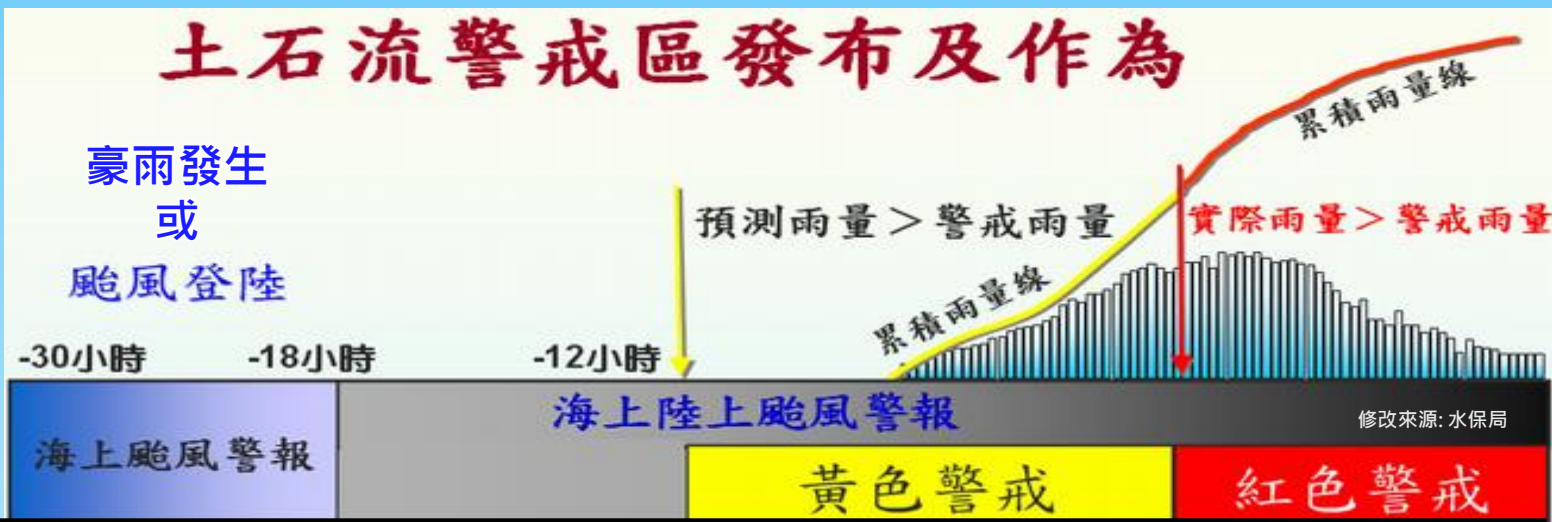
開發動機

以最快速、最直接的方式將疏散資訊傳遞到居民面前



傳統靜態指示牌

土石流警戒區發布及作為



本研究之
智能
災害
指示牌

雨量
sensor

災害分
析核心

訊息顯
示面板

現場雨量即時紀錄&分析

土石流
發生路段



平時靜態顯示

現場即時資訊顯示

土石流
危險路段
請勿
逗留

土石流
發生路段
禁止
通行

警戒時，動態、閃爍強調災害指示訊息

開發動機

中央氣象局雨量測站涵蓋範圍與尺度
不完全適用於社區疏散避難。

中央
氣象局

160mm

≠

300mm

社區雨量

設計概念

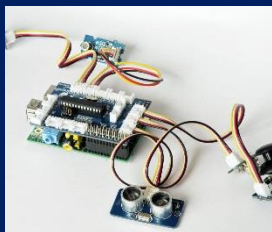
開發者：
紀柏全、沈哲緯、歐宗樺等人



雨量相關感測器



低成本
高效能
高彈性



即時分析

歷史資料分析

災害分析計算核心

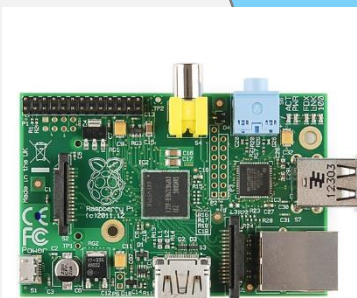
協助



散避難動態指示牌

基礎平台: Raspberry Pi

自製電源、機殼模組



災害訊息顯示器

設計架構

量測模組

溫濕度量測

溫度壓力量測

加速度量測

雨量量測

資料處理

資料傳輸模組

預測計算核心

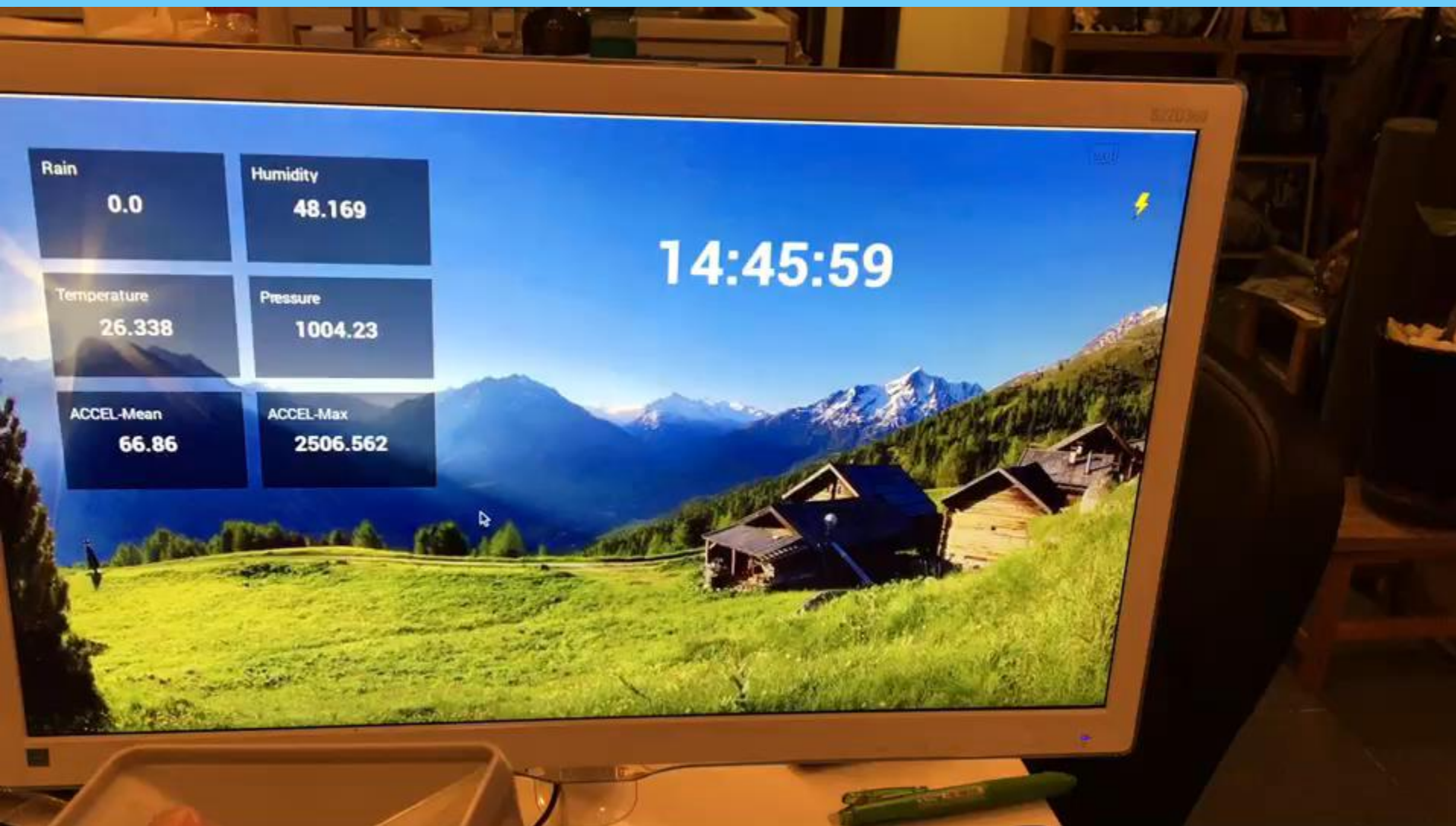
警報模組

面板顯示介面

音訊警報模組

其他警報模組

動態警示介面



成品機安裝(實測)



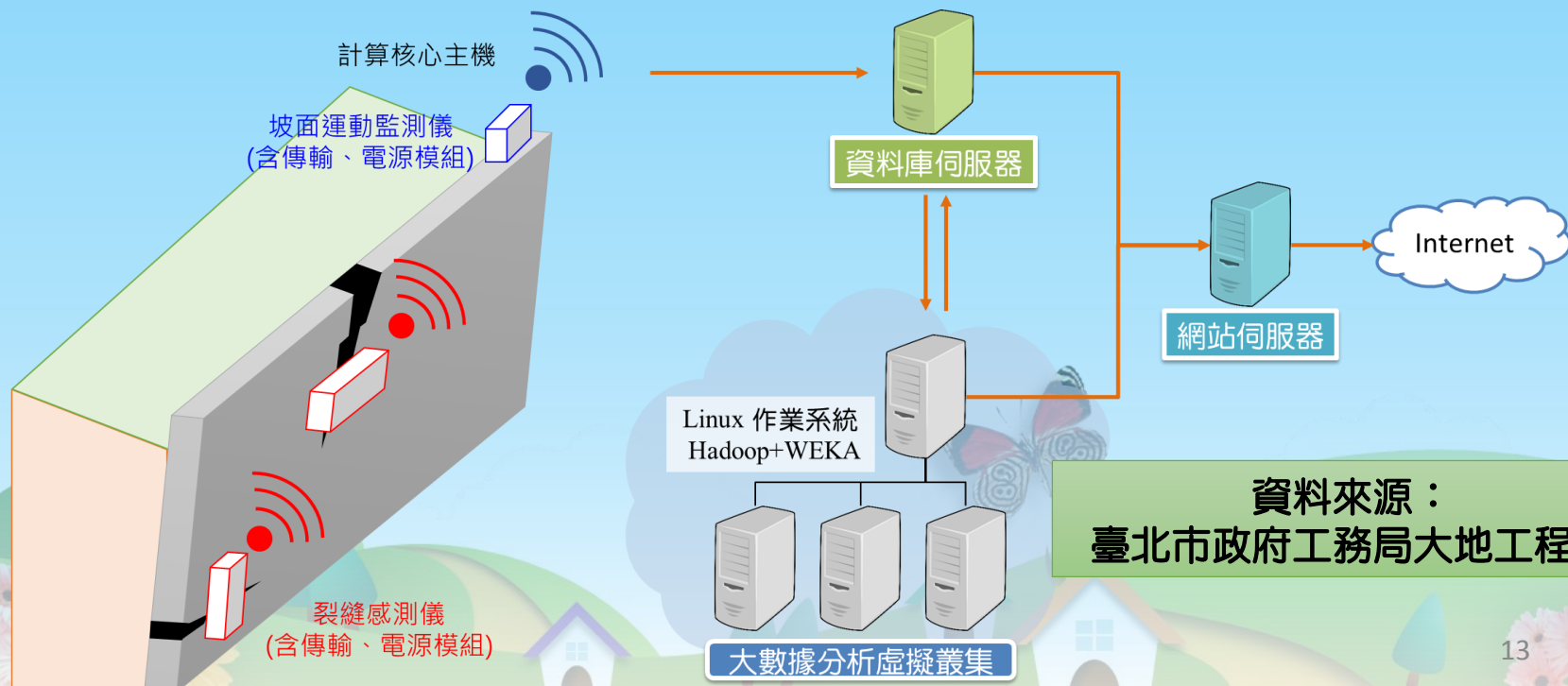
2. 物聯網邊坡監測系統與視覺化數據展示平台

建置重點：

- 局部邊坡監測 → 局部邊坡特性
- 多物理量 → IoT物聯技術
- 山坡地社區可負擔 → 低成本
- 可散佈於邊坡各處 → 低功耗

量測標的：裂縫、傾斜

量測組件：MEMS、微控制器、無線傳輸



監測元件



監測目的

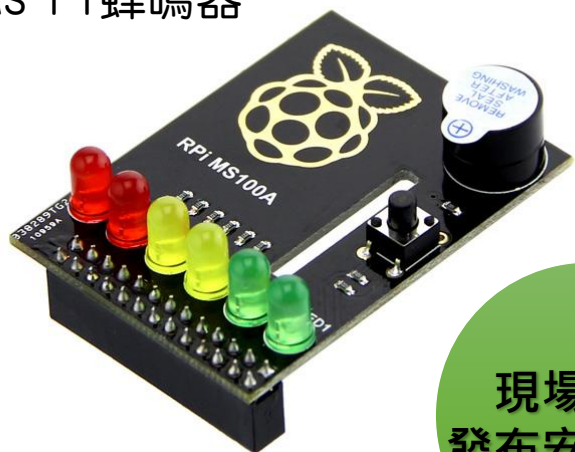
即時蒐集人工邊坡傾斜、加速度、裂縫變異、溫度濕度壓力與雨量等環境資料，並配合物聯網技術進行控制與傳輸，達到災害預警、掌握人工邊坡風險。

儀器規格	裂縫計	加速度 傾斜儀	微型 雨量筒	溫濕壓感測器
精度	0.3mm	0.01° 0.01g	0.3 mm	溫±0.5°C 濕±2% 壓±1hPa
量測範圍	6cm~6m	±180° ±2g	-	溫-40~+85°C 濕0~100% 壓300~1100hPa
量測方式	超聲波 測距	三軸向	傾斗式 雨量計	一體式晶片 BME280

監測架構



Ras Pi蜂鳴器



現場即時
發布安全警示

陣列式LED指示牌



大地工程學會山坡地監測準則

感測器	黃色警戒 (預警值)	紅色警戒 (警戒值)
裂縫計	0.5mm/月	2mm/月
傾斜量	0.3°/月	0.5°/月



一體適用?

預警行動管理操作建議 (參考自建研所，2017)



警戒操作：社區執行疏散避難，儘早撤離或前往避難處所避難。

預警操作：加強社區巡邏，隨時觀察邊坡動態，聯絡家庭計師或專業人員現勘並實施邊坡改善作為。

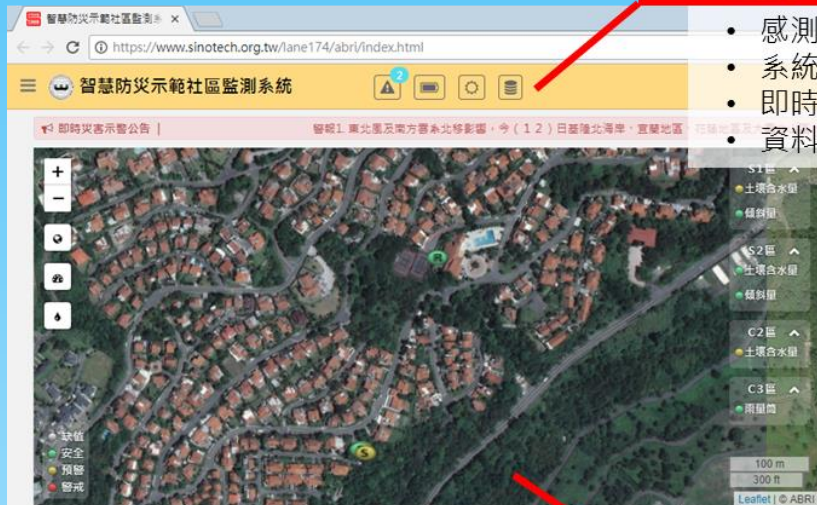
整備操作：社區防災安全教育，定期關注及紀錄邊坡變化，委請地方主管機關或專業人員協助評估邊坡安全。

系統示警資訊

- 感測器警報
- 系統電量狀態
- 即時天氣概況
- 資料庫連結

災害示警資訊

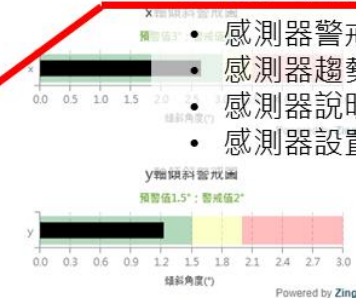
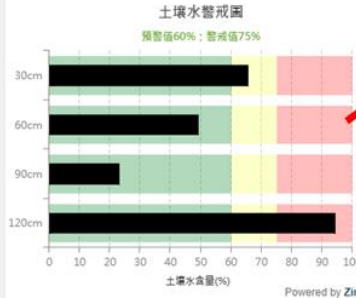
- NCDR CAP
- 即時災害示警



S1區 - 邊坡獨立智能感測器

感測警戒儀表

- 感測器警戒圖
- 感測器趨勢
- 感測器說明
- 感測器設置圖



監測系統地圖

- 感測器位置
- 即時警戒燈號
- 即時監測資訊

監測歷時變化

- 傾斜量
- 裂縫計
- 加速度
- 歷時變化
- 警戒狀態



系統示警資訊

顯示感測器警戒數量、感測器警戒等級、以及監測資料時間

顯示即時天氣概況。包含10分鐘降雨量、氣溫及相對溼度。

顯示監測系統供電狀態。當電量 11V 以下時，進入紅色警戒。

點選後可前往山坡地社區建築管理系統

災害示警訊息

- S1 土壤含水量達到預警等級
2017-11-10 10:04:30
- S2 土壤含水量目前很安全
2017-11-12 10:49:11
- C2 土壤含水量達到預警等級
2017-11-12 10:44:40
- C3 降雨狀況目前很安全
2017-11-12 10:42:25

目前天氣概況



監測系統電量狀態



資料來源：
內政部建築研究所

自動監測
數據

資料庫

發布

展示平台(APP)

成果展示：智慧防災APP

自動派發
警戒與通報

- 1.管理單位
- 2.開發單位
- 3.社區管理中心

首頁

地圖

警戒

檢查

資訊

關於

- 警告圖示(社區)與警戒提示設定
- 中央氣象局天氣預報、天氣警特報

- 底圖(街景、地形、衛星)
- 防災圖資(避難場所、監測儀器、水保設施、建築物)
- 定位功能

- 警告圖示(單一監測儀器)
- 監測儀器資訊與讀數折線圖
- 有警戒通告時自動派發

- 供民眾自主檢查並回傳紀錄
- 危險徵兆示意圖與參考圖片
- 資料庫自動派發通報紀錄

- 新北市政府官網及全國各相關防災資訊網

- 管理單位與開發單位資訊
- 免責聲明

使用端回傳

資料來源：
新北市政府工務局

- 以開源(open source)軟體與計算框架建立大數據分析雲端運算服務

→ Hadoop + WEKA

- 即時監測數據介接

→ 監測數據 $\xleftrightarrow{80\text{ port}}$ 資料庫

- 邊坡穩定分析(崩塌預測)

→ 決策樹 (J48 Algorithm)

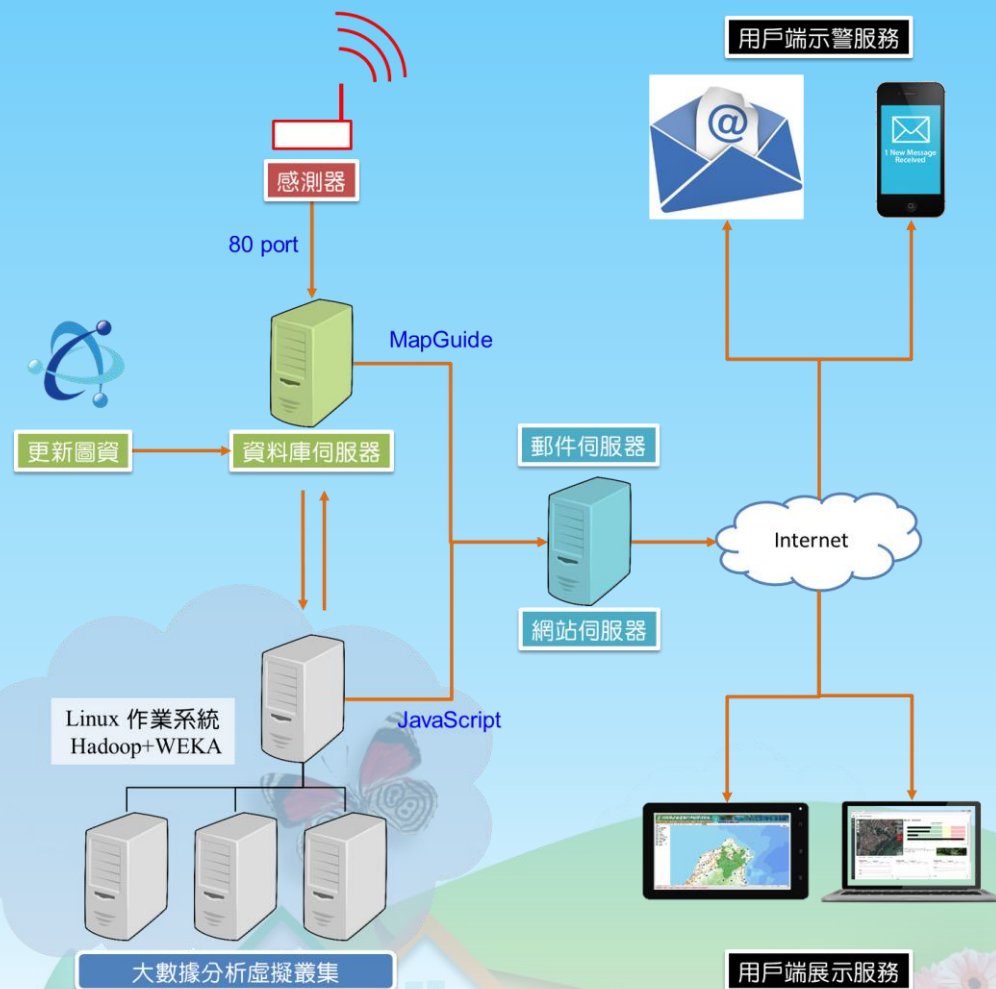
- 監測與分析成果視覺化服務

→ MapGuide、Leaflet、
Highcharts、ZingChart...

- 監測示警服務

→ Python (E-mail、SMS)

邊坡即時監測與 大數據分析平台建置



1. 大數據：決策樹的應用實例

Google AlphaGo對弈機器人

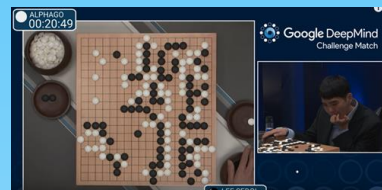
- Hadoop系統+決策樹方法
- 透過決策樹決定勝率最高的棋步
- 實際運算後取得各條件下的勝率
(發生‘勝’的機率))

MLB大聯盟進攻防守策略研擬

- 決策樹方法
- 因子：球員、左打右打、球種、球速等
- 以決策樹方法**進攻**
 - 找出打擊球員偏好球路打擊機率
 - (對應投手採不同打者)
 - 對應打線組合提升進攻上壘機率
 - (特定球路之打擊機率為何)
- 以決策樹方法**防守**
 - 特定投手面對不同打者之好球/出界/接殺機率
- 按**對應優勢(勝率高)**調配球員**上場順序(策略)**

Game AI: Why Go is challenging

To understand how AI is capable of playing games such as chess and Go, we have to understand the game tree. A game tree represents game states (positions) as nodes in a tree. The root of the tree represents the state at the beginning of the game. The next level represents the possible states after the first move, etc. For simple games such as Go, it is possible to represent all possible game states (the complete game tree) visually.

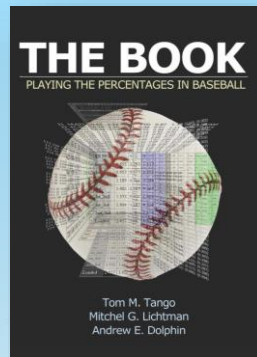


決策樹優勢：

1. 因子選取：**純粹歸納法**
 - 電腦自動分析區別能力
 - 自動決選因子非人工
 - 不考慮物理意義
- 解決回歸偏態誤差**
- 真實發生機率，非回歸
 - 無回歸偏態、偏離值

配合Hadoop優勢：

1. 運算效率高
 - 分散式檔案系統
2. 機器自動讀取運算
3. 可介接即時資料入庫

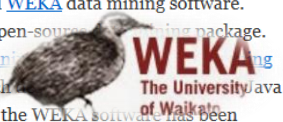


資料來源：農委會水土保持局「集水區保育治理巨量資料分析先期示範計畫」

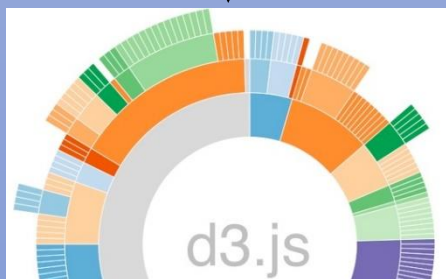
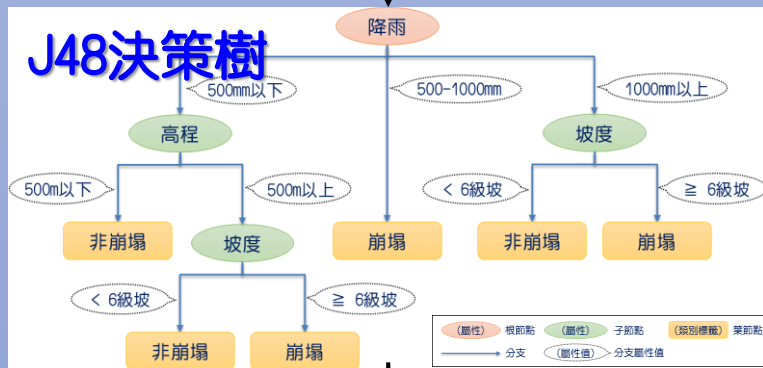
WEKA wins 2005 SIGKDD Data Mining and Knowledge Discovery Service Award

Posted on July 18, 2005 by stepheng

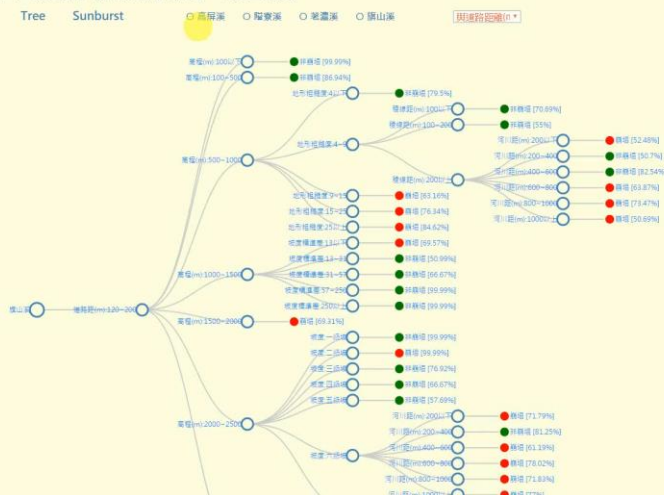
A long time ago (circa 1994-96) in a galaxy far, far away ([Waikato University](#), Hamilton, NZ) I was involved in the team that created the original [WEKA](#) data mining software. Since then the software has evolved into a significant open-source machine learning package. [Ian Witten](#) and [Eibe Frank](#) published the book [Data Mining: Tools and Techniques with Java Implementations](#) which describes the original version (WEKA 3) (Second edition info [here](#)), and now the WEKA software has been awarded the [ACM SIGKDD Service Award](#). From the award notice,



J48決策樹



中尺度崩塌關聯規則 - 旗山溪

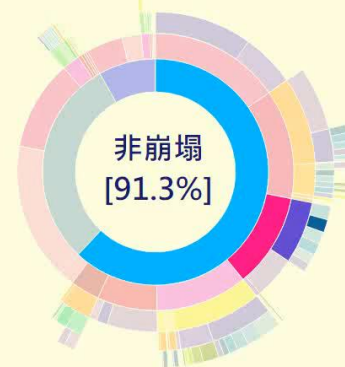


中尺度崩塌關聯規則 - 旗山溪集水區 612豪雨

Tree Sunburst 高屏溪 隘寮溪 荖濃溪 旗山溪 降雨事件

本規則涵蓋

24331 筆紀錄
(1.18%)



Legend

- 降雨
- 坡向弱強
- 坡向正強
- 高程
- 斷層距
- 坡度
- 河川距
- 道路距
- 地形曲率
- 地形粗糙度
- 坡度
- 坡度標準差
- TPI
- TRI
- 坡向
- 地層
- 斷向坡向
- 道路類型

資料來源：農委會水土保持局「集水區保育治理巨量資料分析先期示範計畫」

崩塌關聯規則彙整

• 荖濃溪集水區

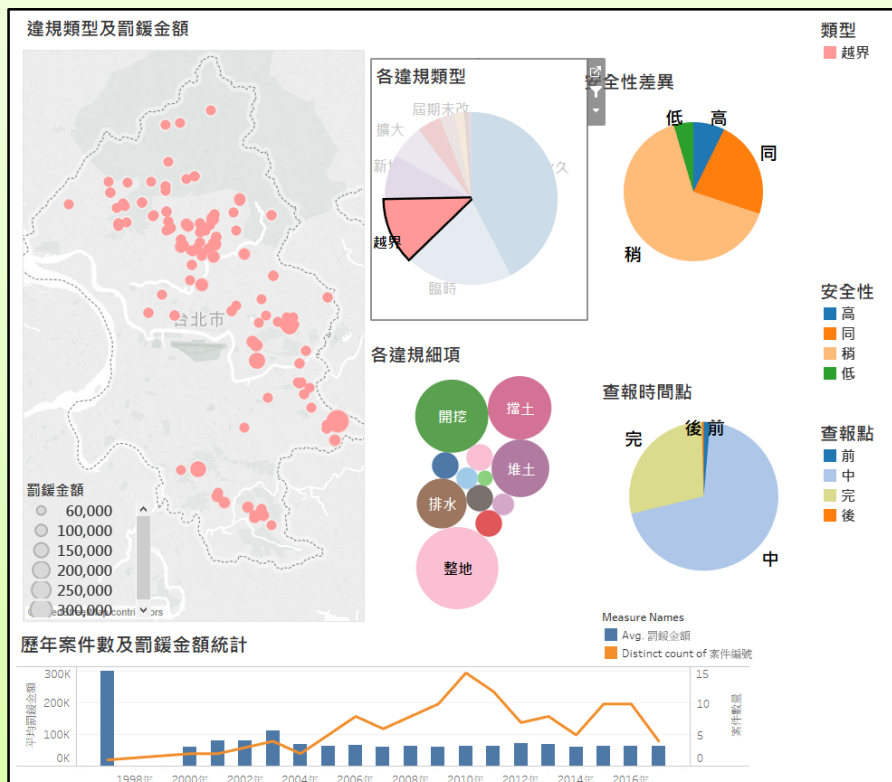
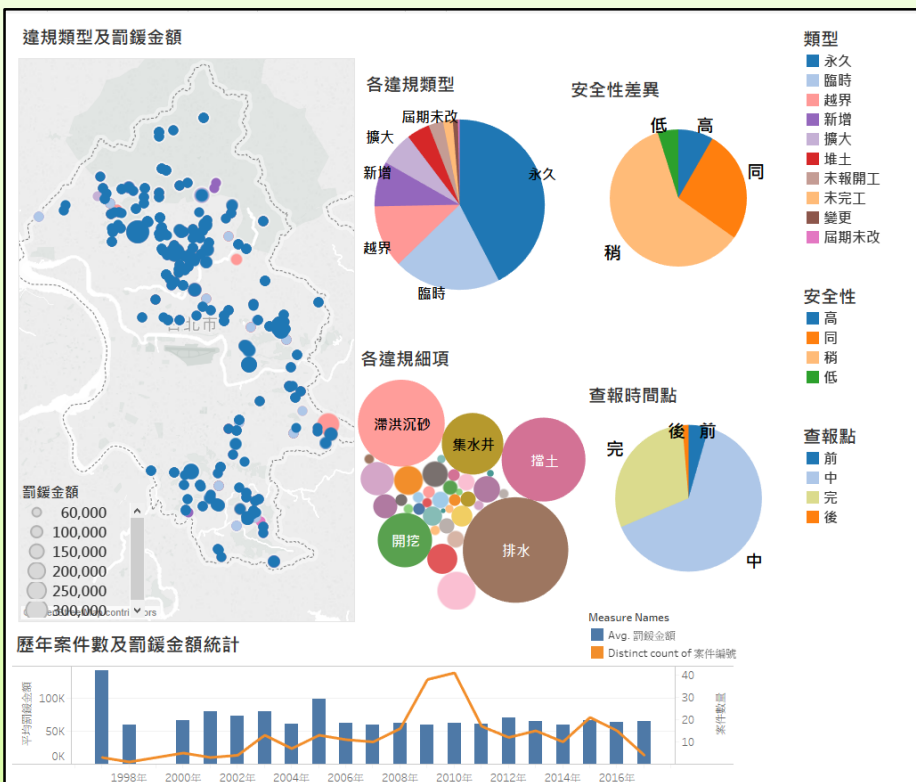
重要性	因子	崩塌好發特性
1	雨量(mm)	200以上
2	稜線距(m)	200以上
3	道路距(m)	200以上
4	坡度	六級坡、七級坡
其他	地形崎嶇指數(m)	2.80-4.54
	坡向	東向、東南向、南向

- 雨量200mm以下：不易崩塌
- 雨量200~300mm：距稜線200m以上且地形崎嶇指數高之區域易崩塌
- 雨量300~400mm：距道路200m以上易發生崩塌，
且地形崎嶇指數越高，崩塌機率越高
- 雨量400~500mm：距道路200m以上、為東/東南/南向坡，則易崩塌

總結歸納

2. 資料視覺化與資料採礦

106年曾受大地處委託義務針對**水土保持違規案件**進行數據挖掘分析與視覺化，利用**Tableau**互動響應顯示違規案件之類型趨勢、空間分布、案件違規特性。



Useful
knowledge
(patterns)

易違規特性：樣態、廠商、事項、好發時間、災害關聯性
→ 掌握重要巡查項目、改善機制或主動查報

大地工程可靠度分析平台

GeoRASS

主頁

案例簡介

邊坡 ▾

擋土牆 ▾

參數優選

聯絡我們

登入

中文

English



開發者：
卿建業、紀柏全、沈哲緯、
胡毓港、呂昱達

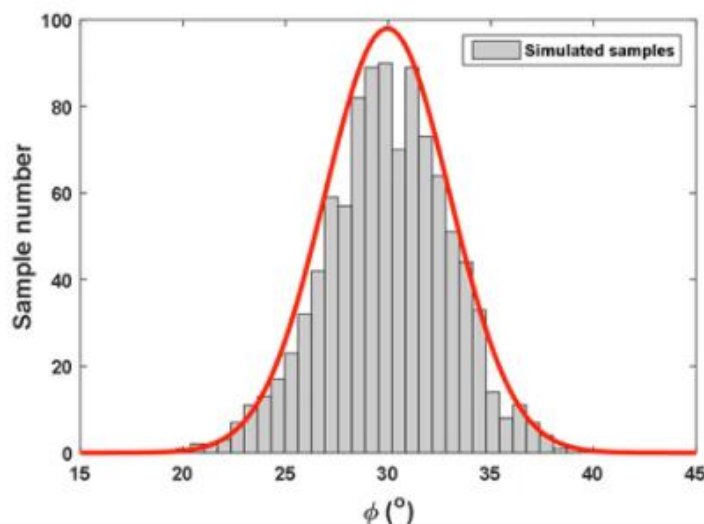
GeoRASS

— 明日生活的安好與甜蜜，用可靠度承接我們對生命安全的期望。

GeoRASS (geo-reliability analysis on the stabilities of retaining walls and infinite slopes)是一個估算擋土牆與無限邊坡穩定性可靠度的分析軟體，此軟體主要藉由Microsoft ASP.NET、Visual Basic .NET (VB.NET)與MATLAB撰寫而成。ASP.NET為Microsoft所開發整合Web應用程式之類別庫，提供網頁生成與處理、HTTP通道通訊等工作，VB.NET是Microsoft .NET Framework中的一個高階程式語言，支持面向對象程序設計OOP (object-oriented programming)，而MATLAB則由美國The MathWorks公司所開發之商用數學與數值分析軟體，目前已廣泛應用於多種領域當中。開發GeoRASS的主要目的是希望提供使用者一個友善的互動式分析介面，以伺服器提供分析服務為主，透過網頁輸入參數後直接提交分析需求，分析完成後亦將直接由伺服器回傳結果至使用者網頁上，供使用者判斷與進行後續設計之用。本系統可大幅簡化如資料輸出入等繁瑣之工程數值分析流程，又因網頁瀏覽器具備高普及性，可達到免安裝軟體、免軟體升級維護與跨平台使用，具有高度之便利性與運用能力。GeoRASS主要架構可分為三個部分：使用者界面，核心分析模組和結果輸出。現階段而言，GeoRASS提供無限邊坡與擋土牆兩種主要分析模組，透過一階可靠度分析方法FORM (first-order reliability method)與蒙地卡羅演算法MCS (Monte Carlo simulations)可估算擋土牆與無限邊坡之破壞機率。藉由GeoRASS平台所提供之可靠度分析功能，我們將使得可靠度分析更能應用於大地工程領域當中。

蒙地卡羅演算法(Monte Carlo simulations: MCS)

以機率統計理論為基礎之統計模擬方法，透過使用亂數與執行大量模擬，由取樣所得之樣本進行概算評估資料或系統之統計特性。假設淺基礎分析所需參數(c , ϕ , V)為常態隨機變數(normal random variables)並且取樣 N 個隨機樣本(舉例來說：如下圖中的灰色直方圖為1000 ($N = 1000$)個 ϕ 的隨機模擬樣本分佈圖)。這些隨機樣本可以藉由機率密度函數(probability density function: PDF)來描述，即PDF是一個可以描述隨機變數輸出值其出現的可能性的函數。藉由同樣方式，也可模擬 N 個(c , V)樣本，亦可模擬 N 個(ϕ , V)樣本。



輸入變數包括：

變數	描述	分佈	統計性質
c	有效凝聚力	常態	$\mu_c = 20 \text{ kN/m}^2$ $\text{COV}_c = 0.3$
ϕ	有效摩擦角	常態	$\mu_\phi = 30^\circ$ $\text{COV}_\phi = 0.1$
V	垂直呆載重	常態	$\mu_V = 500 \text{ kN}$ $\text{COV}_V = 0.05$
B	淺基礎寬度	定值	3 m
γ	土壤單位重	定值	18 kN/m ³

註： μ = 期望值； COV = 變異係數

隨機分佈函式除了常態分佈之外，不同數據或不同系統特徵亦有不同之隨機分佈型態。分析時使用何種隨機分佈函數，得視問題、參數真實特性或假設與分析需求而定。另可使用下列二種機率分佈：對數常態隨機分佈(Lognormal distribution)與Beta隨機分佈(Beta distribution)，如下圖所

ChatBot聊天機器人

流程

Chatfuel

+

 api.ai

開發者平台

中文字串處理及
語意分析：
FUKUBALL或是
JEI BA

NoSQL



資料庫

Odie Ouyang 未指派

www.BANDICAM.COM

哈囉

Hi, Odie!
歡迎使用阿不災機器人，防災知災報災的好幫手。請問您有遇到什麼災情嗎？

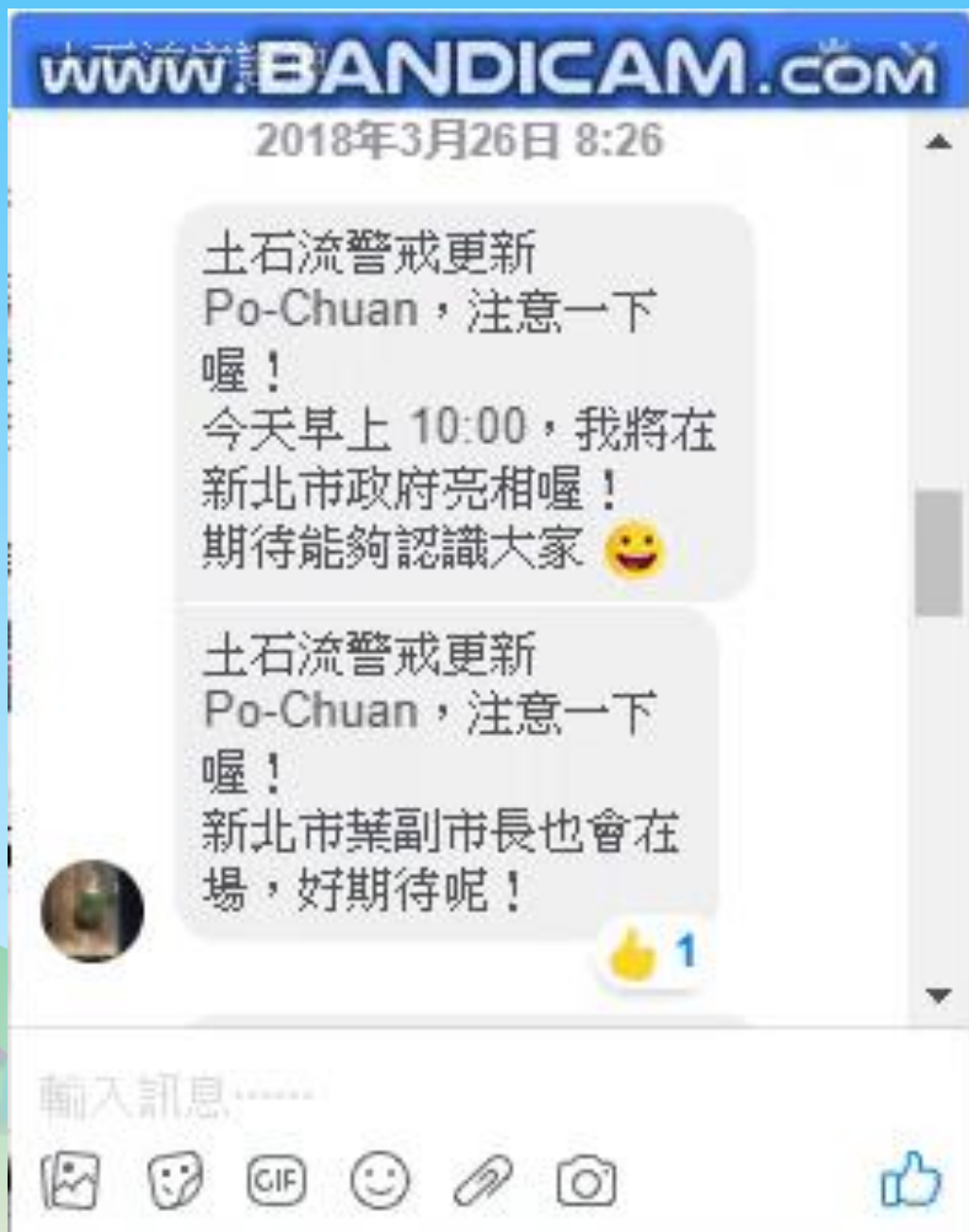
水災
土地災情
公共災害

水災

請問是什麼形式的水災呢？

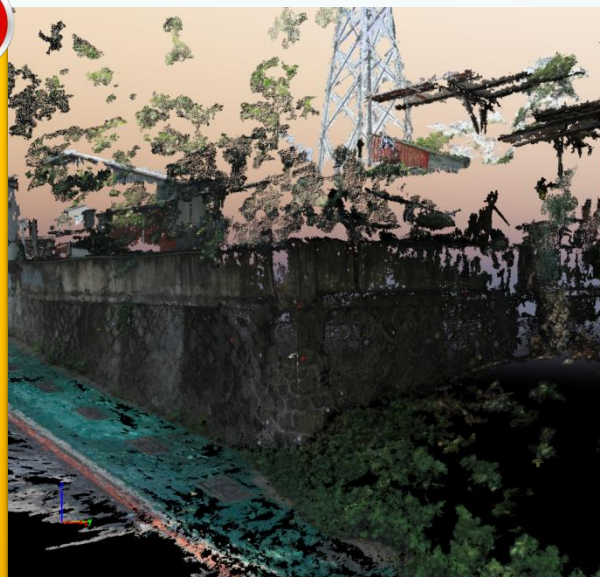
淹水
溪水暴漲
土石流

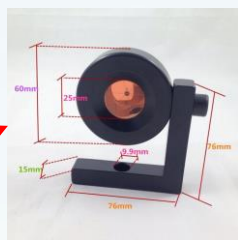
答覆-----



資料來源：
新北市政府農業局
土石流守護神

人工邊坡數位化巡勘技術

1**照片紀錄配合定性描述****2****照片紀錄配合量化描述****3****照片紀錄+點雲(每個點雲都可以量)****4****照片紀錄+點雲+模型**



拍攝照片
或錄影

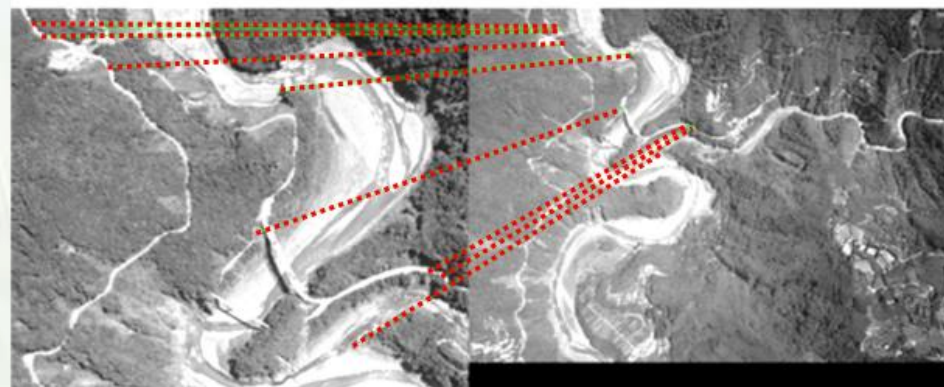
影像匹配
(共軛點)

求解
旋轉及平移矩陣

參考點
或參考尺寸

密集匹配產生點雲

三維模型
(3D Mesh Model)



非常規攝影量測作業流程

開發者：
蕭震洋、紀柏全、周立生、沈哲緯

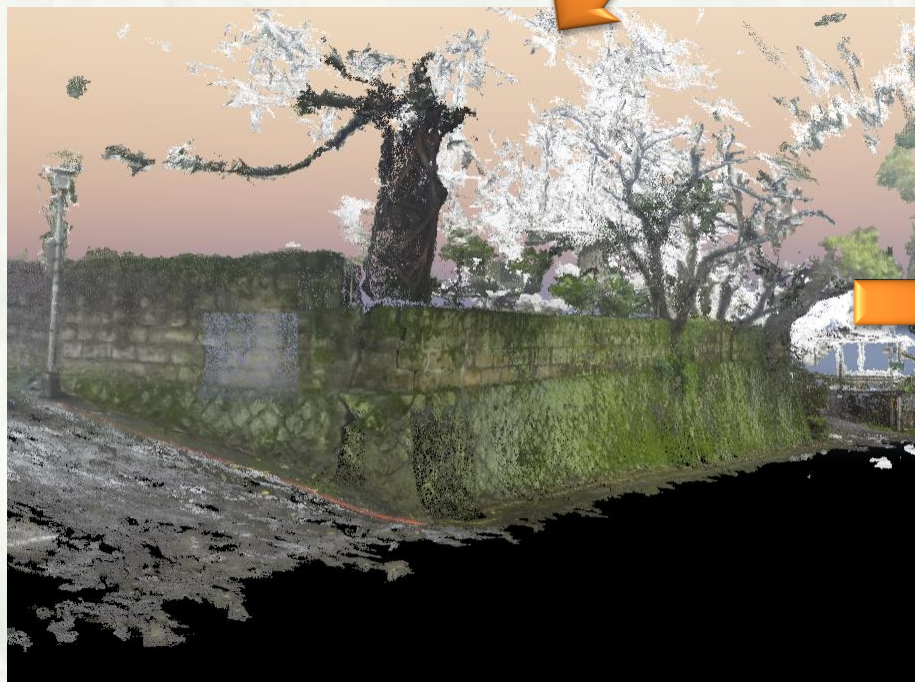
士林區永公路
4358-SL-GMS-0063

照片



資料來源：
臺北市政府工務局大地工程處

點雲



模型



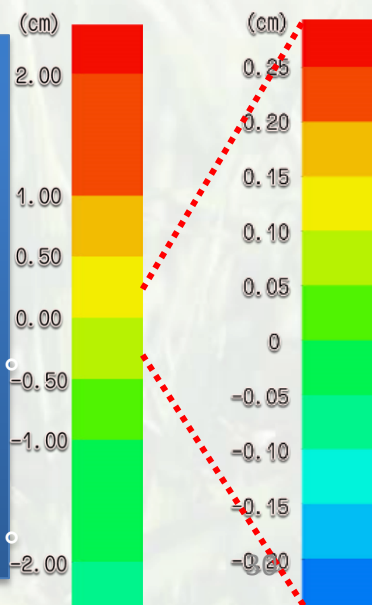
經緯儀測量及重建點雲成果誤差比較表

研究場域	點號	經緯儀測量(m)			重建點雲(m)			差量(mm)			誤差 檢核 (mm)
		E	N	H	E	N	H	E	N	H	
行義路	123	303293.447	2781080.868	179.189	303293.45	2781080.87	179.19	-3	-2	-1	3.7
	127	303281.821	2781081.951	178.773	303281.82	2781081.95	178.77	1	1	3	3.3
	130	303279.558	2781087.863	178.943	303279.55	2781087.86	178.94	8	3	3	9.1
	135	303274.722	2781096.232	179.299	303274.72	2781096.23	179.3	2	2	-1	3.0
永公路	223	305786.582	2778591.158	265.32	305786.59	2778591.16	265.32	-8	-2	0	8.2
	225	305762.467	2778565.429	264.459	305762.47	2778565.43	264.46	-3	-1	-1	3.3
	231	305751.234	2778551.144	262.235	305751.24	2778551.15	262.23	-6	-6	5	9.8
萬美街	335	306675.184	2766421.578	72.051	306675.19	2766421.59	72.05	-6	-12	1	13.5
	337	306681.122	2766418.823	73.047	306681.13	2766418.83	73.05	-8	-7	-3	11.0
	343	306677.709	2766419.356	67.292	306677.71	2766419.36	67.3	-1	-4	-8	9.0

經緯儀測量稜鏡成果基線比較表

研究場域	起訖點 號	基線長度(m)			基線差異(mm)		
		第一次	第二次	第三次	第一及 第二次	第二及 第三次	第一及 第三次
行義路	111-112	15.9241	15.9247	15.9250	-0.6	-0.3	-0.9
	111-113	11.4008	11.4011	11.4010	-0.3	0.1	-0.2
	112-113	8.5635	8.5642	8.5643	-0.7	-0.1	-0.8
永公路	211-212	19.8911	19.8899	19.8902	1.2	-0.3	0.9
	211-213	57.8066	57.8032	57.8037	3.3	-0.5	2.9
	212-213	38.0682	38.0663	38.0664	2.0	-0.1	1.8
萬美街	312-330	2.7386	2.7388	2.7383	-0.2	0.5	0.3
	312-338	21.4045	21.4062	21.4050	-1.7	1.2	-0.5
	330-338	23.6194	23.6209	23.6188	-1.5	2.1	0.6

1. 重建點雲成果誤差表示單期資料精度。
2. 基線差異表示兩期比較上的系統可能造成的最小誤差。
3. 精度表示有很多種，在表示兩期比較，一般都用較差。



士林區永公路
4358-SL-GMS-0063

5m

正面

3月17日~5月27日

Scale : mm等級

3月17日~10月1日

(cm)

0.25

0.20

0.15

0.10

0.05

0

-0.05

-0.10

-0.15

-0.20

文山區萬美街
4438-WS-PTA-0031

[- -] 滲水點周緣

[---] 地錨錨座

比較值得注意的是牆面右側上方錨座及左側下方牆面呈現持續往外凸變形，但是否仍屬於誤差或真的持續向外凸出，考量上方為重要公共設施，建議應使用更精準的測量方式進一步監測評估。

3月17日~10月1日

(cm)

0.25

0.20

0.15

0.10

0.05

0

-0.05

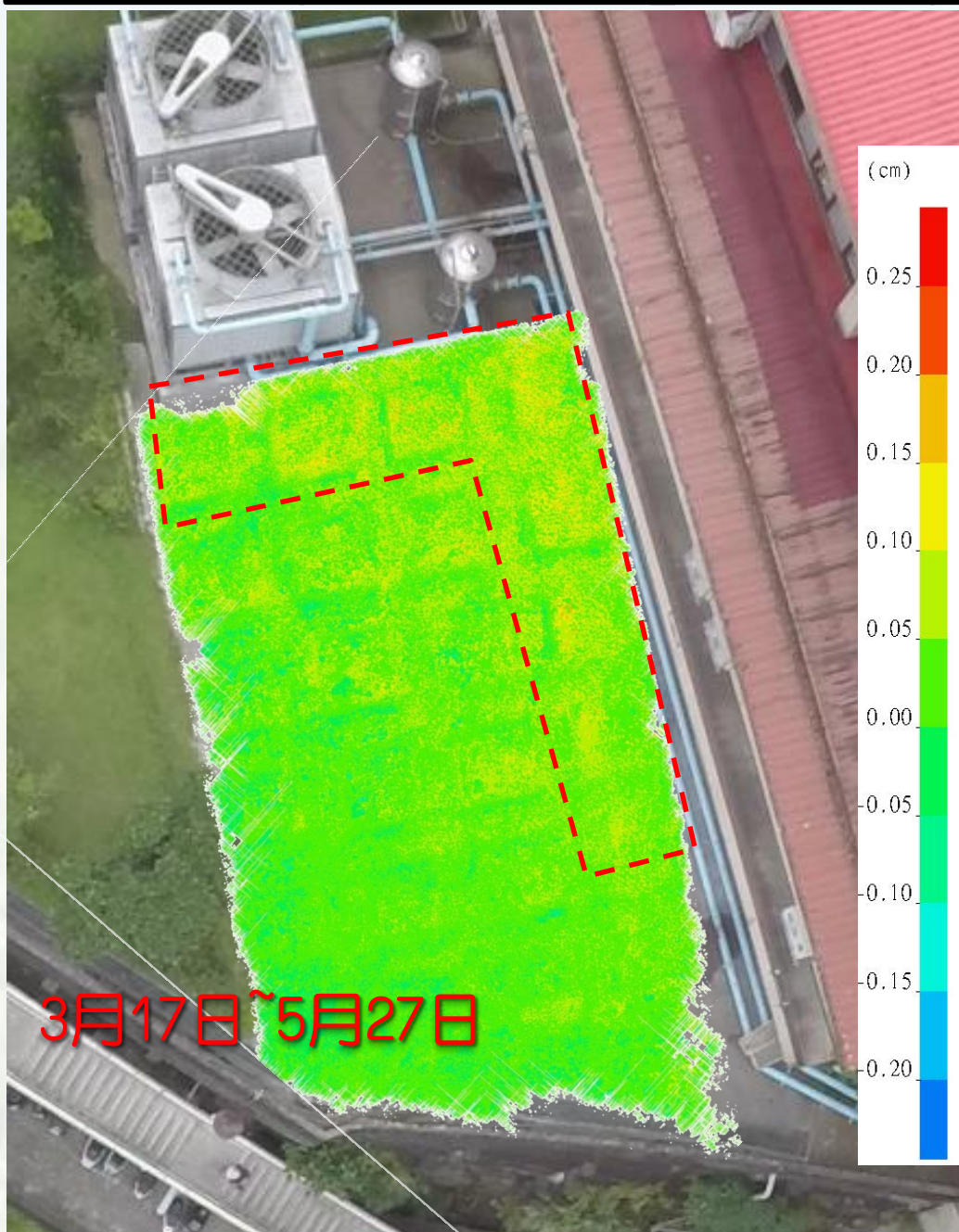
-0.10

-0.15

-0.20

Scale : mm等級

5m



坡頂鄰近冷卻水塔及建築物間之區域發現0.10至0.20cm之變化量(外凸)；7月12日現勘時發現該區域磁磚明顯隆起，部分因踩踏而破裂。



Scale：mm等級