

颱風時期空間致災 風險推論系統之建置研究



A STUDY ON THE ESTABLISHMENT OF RISK ASSESSMENT METHOD FOR
DEBRIS FLOW DISASTER DURING TYPHOON PERIOD

陳昶憲 教授

逢甲大學水利工程與資源保育學系



日期 2019年 01 月 08 日

簡報大綱

1

緒論

2

研究方法

3

結果分析

4

模式應用

5

結論與建議



1

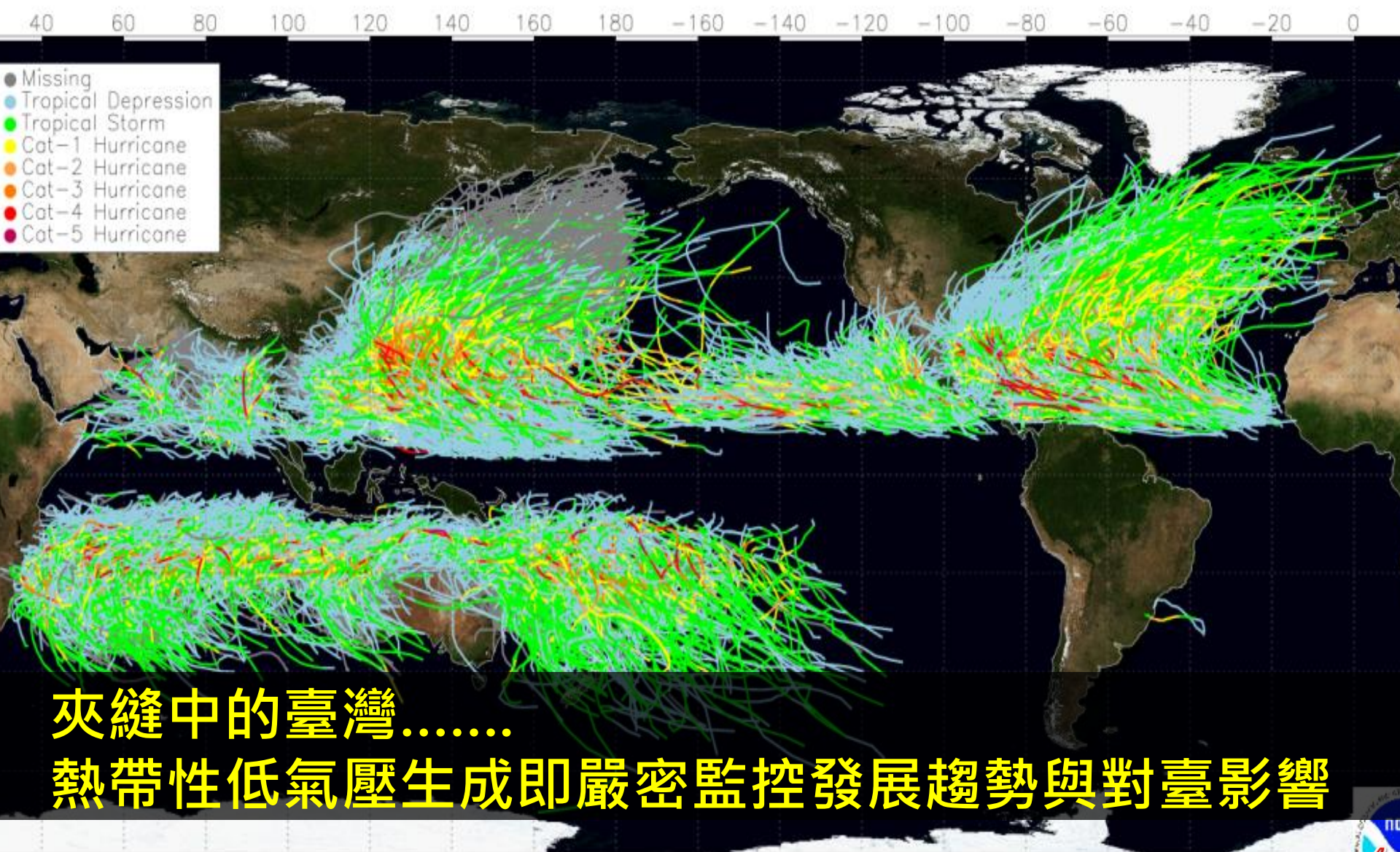
緒論

- 動機與目的
- 研究流程
- 研究區域

1

緒論

動機與目的



夾縫中的臺灣.....

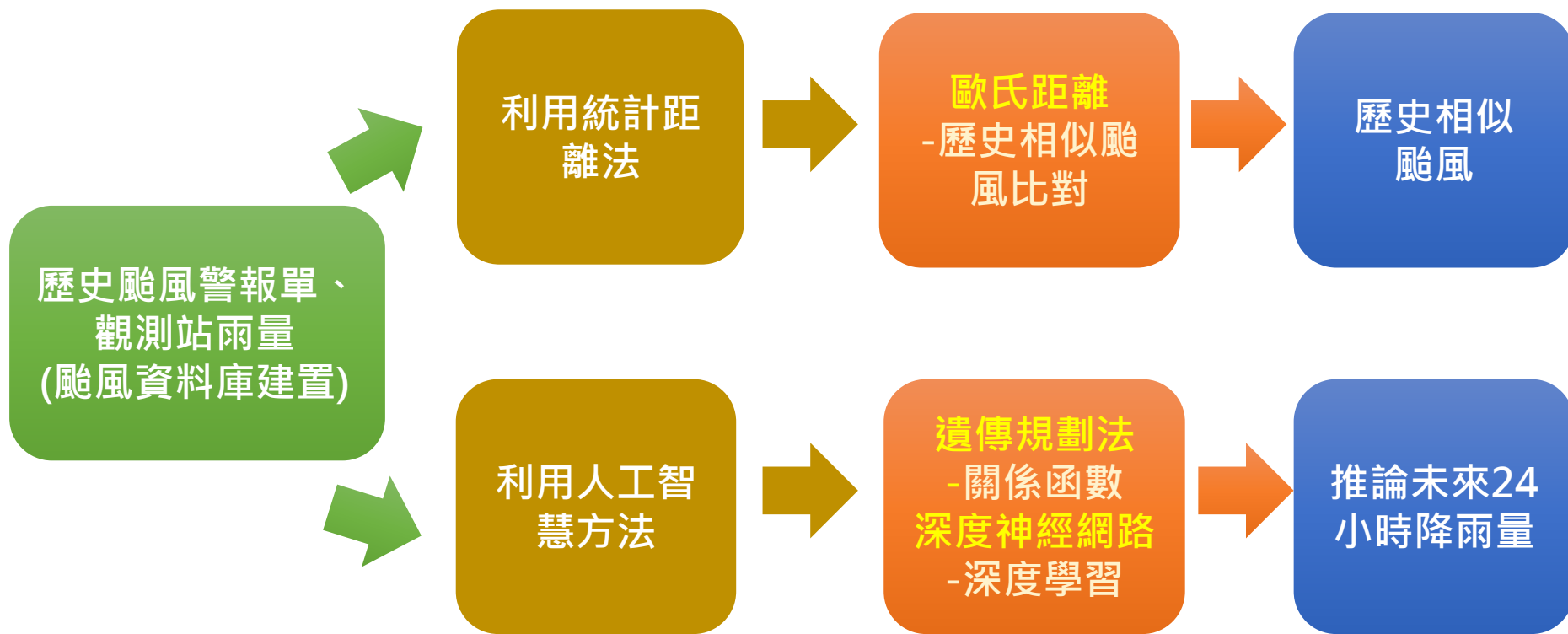
熱帶性低氣壓生成即嚴密監控發展趨勢與對臺影響

1

緒論

研究流程

防災避難預警系統



提供決策者兩類訊息，供颱風應變參考

1 緒論

研究區域

臺中市山區

民國93年7月3日敏督利颱風-松鶴部落



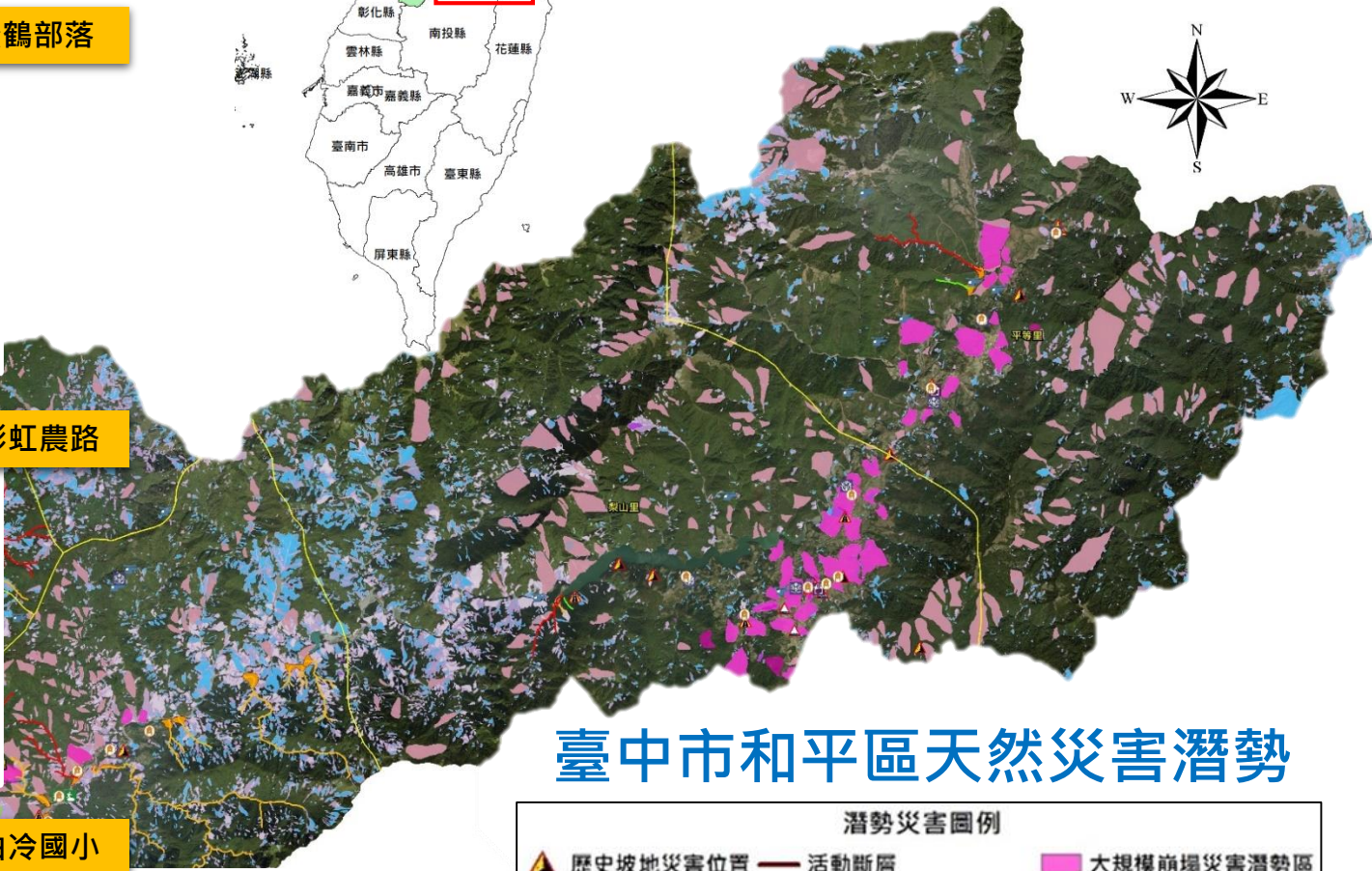
民國102年8月29日康芮颱風-彩虹農路



民國102年7月13日蘇力颱風-白冷國小



資料來源：土石流防災資訊網



臺中市和平區天然災害潛勢



2

研究方法

- 颱風資料庫建置
- 颱風相似度比對方法
- 颱風降雨量預測模式
- 防災預警燈號

2 研究方法

颱風資料庫建置-氣象資料

考量1989年後才有颱風中心氣壓之氣象參數，建置年份資料為1990至2016年。

海上颱風警報
中央氣象局 民國 101 年編號第 9 號颱風警報 第 1 報 7 月 30 日 20 時 30 分發布

颱風強度及命名：輕度颱風，國際命名：SAOLA，中文譯名：蘇拉。

中心氣壓：975百帕。

中心位置：30日20時的中心位置在北緯 20.6 度，東經 124.6 度，即在鵝鑾鼻的東南東方約 410 公里之海面上。

暴風半徑：7級風暴風半徑 200 公里，10級風暴風半徑 50 公里。

預測速度及方向：以每小時9公里速度，向北北西進行。

近中心最大風速：每秒 30 公尺(約每小時 108 公里)，相當於 11 級風。

瞬間之最大陣風：每秒 38 公尺(約每小時 137 公里)，相當於 13 級風。

預測位置：31日20時的中心位置在北緯 22.3 度，東經 124.1 度，即在鵝鑾鼻的東方約 330 公里之海面上。

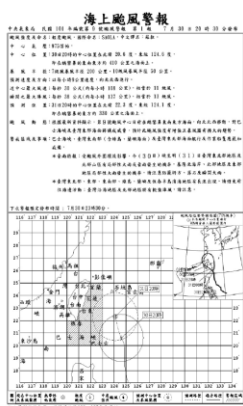
颱風動態：根據最新資料顯示，第9號颱風中心目前在鵝鑾鼻東南東方海面，向北北西移動，對巴士海峽及臺灣東部海面將構成威脅，預計此颱風強度有增強且暴風圈有擴大的趨勢。

警戒區域及事項：巴士海峽、臺灣東南部(含綠島、蘭嶼海面)及臺灣東北部海面航行及作業船隻應加戒備。

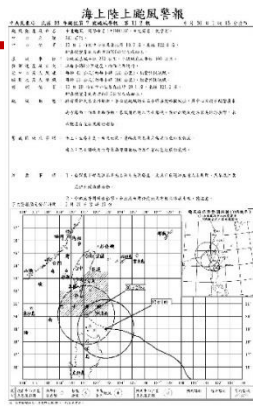
水害雨特報：受颱風外圍環流影響，今(30日)晚至明(31日)日臺灣東北部地區及北部山區有局部性大雨或豪雨發生的機率，基隆北海岸、北部地區及東部地區局部性大雨發生的機率，請注意防範坍方、落石及瞬間大雨。

水臺灣東北部、東部、東南部、綠島、蘭嶼及恆春半島濱海地區有長浪出現，請避免前往海邊活動；臺灣沿海地區及北部地區將有較強陣風，請注意。

下次警報預定發布時間：民國 101 年 7 月 31 日 00 時 30 分



海上警報單



海上陸上警報單

2 研究方法

颱風資料庫建置-雨量資料

利用高程劃分平地、
山區之雨量站



利用徐昇多邊形法計算
逐時平地與山區平均降雨量



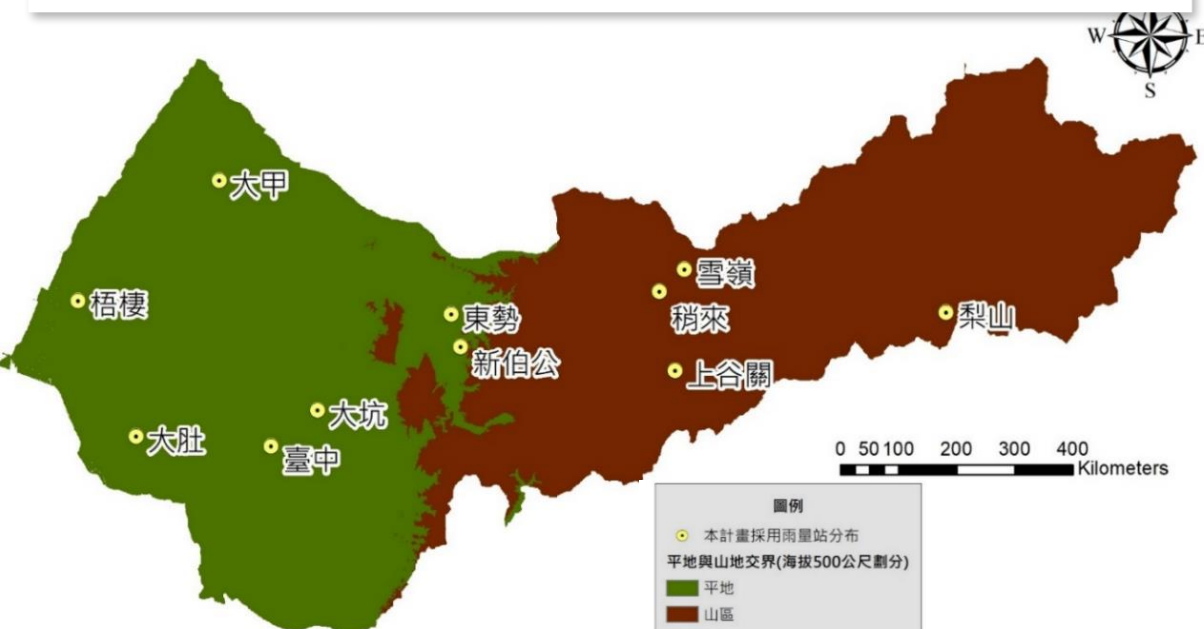
平地與山區
未來24小時累積降雨量

◆ 平地與高山劃分依據如下：

1. 水土保持局土石流防災中心氣象資訊，於應變期間提供未來降雨時間與空間分布報告(周仲島，2014)
2. 淹水潛勢圖製作手冊(經濟部水利署，2015)

山區降水(研究標的)：指高程**500公尺以上**區域之降水

平地降水(特性討論)：指高程**500公尺(含)以下**區域之降水



中央氣象局降雨量資料

站號	站名	海拔高度(m)	起始日期	屬性
467770	梧棲	31.7	1976/11/1	平地
467490	臺中	84	1896/01/01	
C0F930	大甲	100	1990/7/21	
C0F970	大坑	145	1992/5/1	
C0F000	大肚	273	1992/7/1	
C0F850	東勢	379	1990/7/21	
C1F911	新伯公	417	1990/7/21	
C1F871	上谷關	1000	1990/7/21	
C1F891	稍來	2205	1990/7/21	山區
C0F861	梨山	2215	1990/7/21	
C1F941	雪嶺	2620	1990/7/21	

2 研究方法

颱風資料庫建置-雨量資料

對應颱風警報單時刻

未來24小時累積降雨量
山區平均降雨

未來24小時累積降雨量
平地平均降雨

平地當下降雨值

山區當下降雨值

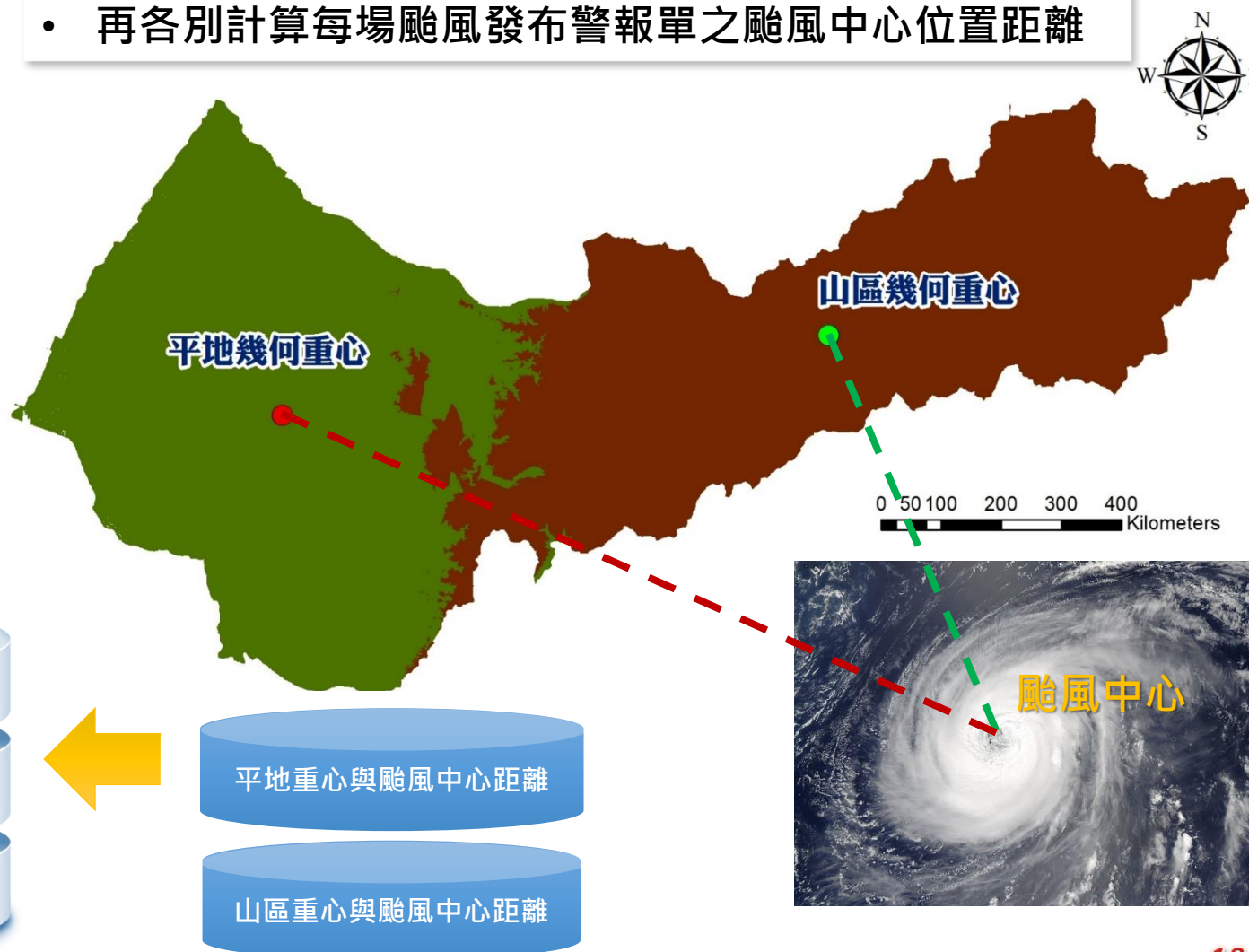
DataBaes

DataBaes

DataBaes

颱風中心位置影響臺中市距離

- 先計算平地與山區面積幾何重心
- 再各別計算每場颱風發布警報單之颱風中心位置距離



2 研究方法

颱風相似度比對方法

颱風警報單資料庫

現況颱風警報單資料

歷史相似颱風比對

歐氏距離比對

$$ED_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_j - x_{ij})^2} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

n : 颱風因子個數

D_j : 目前發生颱風與歷史第 i 個歷史颱風警報單之歐式距離

x_j : 目前發生颱風第 j 個颱風因子

x_{ij} : 歷史第 i 個歷史颱風警報單第 j 個颱風因子

標準化公式

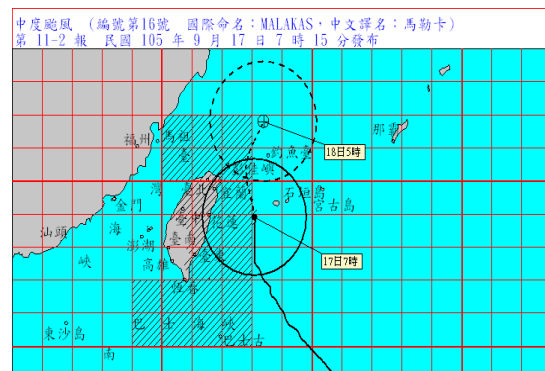
$$x^* = (x - \mu) / \sigma$$

x : 標準化前的值

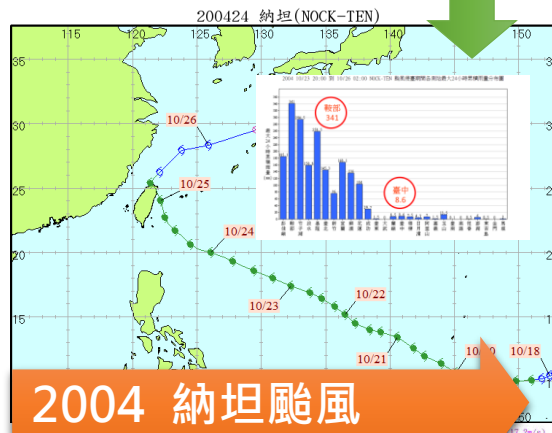
σ : 分量的標準差

μ : 分量的平均值

x^* : 標準化後的值



馬勒卡颱風目前狀態



2004 納坦颱風

2 研究方法 颱風降雨量預測模式

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

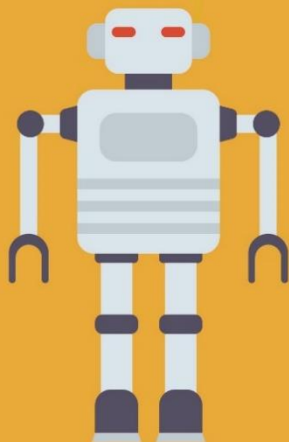
人工智慧 目標



MACHINE LEARNING

機器學習 手段

支撐向量機、模糊理論
遺傳規劃法等...



DEEP LEARNING

深度學習

類神經網路



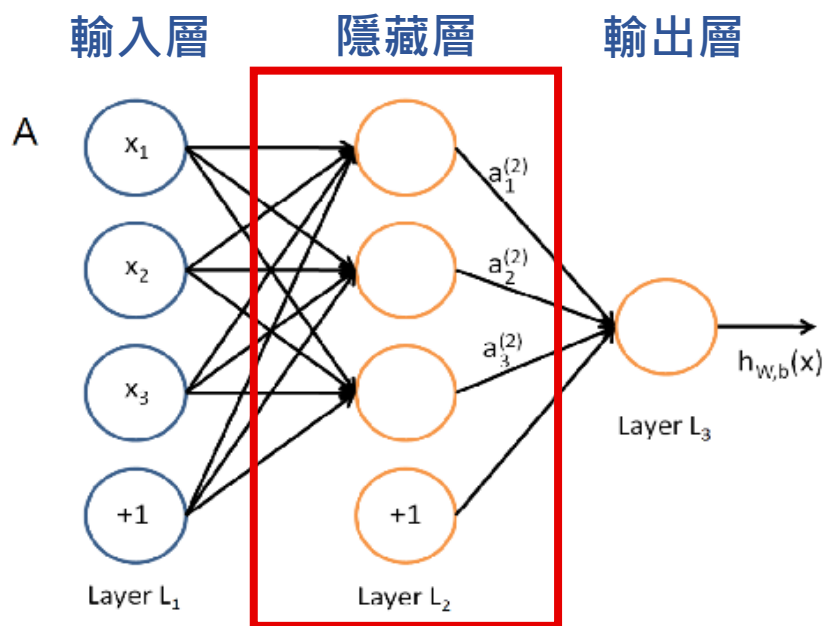
DNN (Deep Neural Network)
CNN (Convolutional Neural Network)
RNN (Recurrent Neural Network)



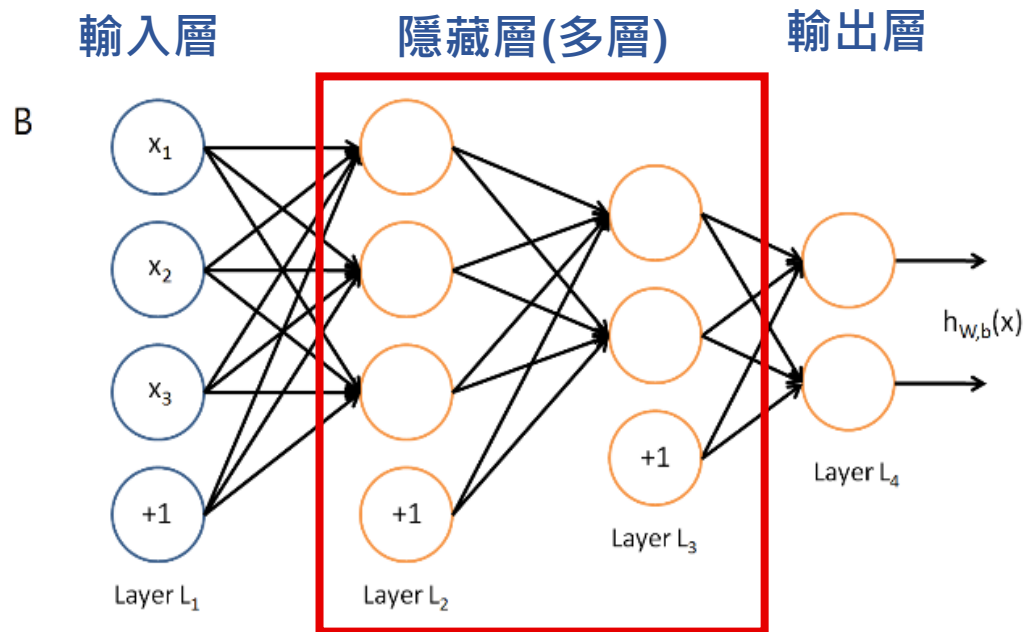
2 研究方法 颶風降雨量預測模式

類神經網路 V.S 深度神經網路

- 類神經網路典型架構中，含**輸入層**、**隱藏層**、**輸出層**三層架構
- 深度學習由**Hinton(2006)教授**和學生Salakhutdinov提出的概念
- 深度學習透過**隱藏層多層**處理而進行複雜判斷-逐層預訓練之技術



A. 類神經網路(淺層)

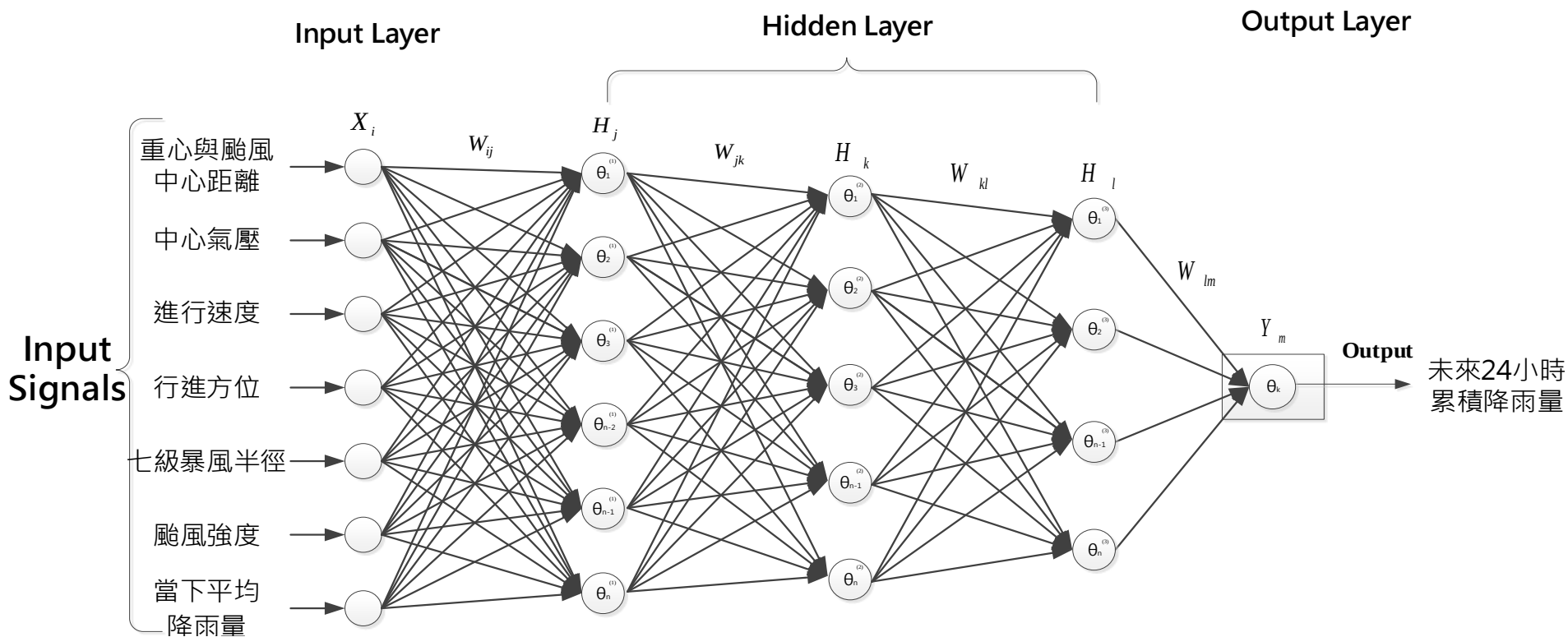


B. 深度神經網路(Deep Neural Networks, DNN)

2 研究方法 颱風降雨量預測模式

深度神經網路

篩選海上陸上警報作為分析資料



深度學習網路(DNN)架構示意圖

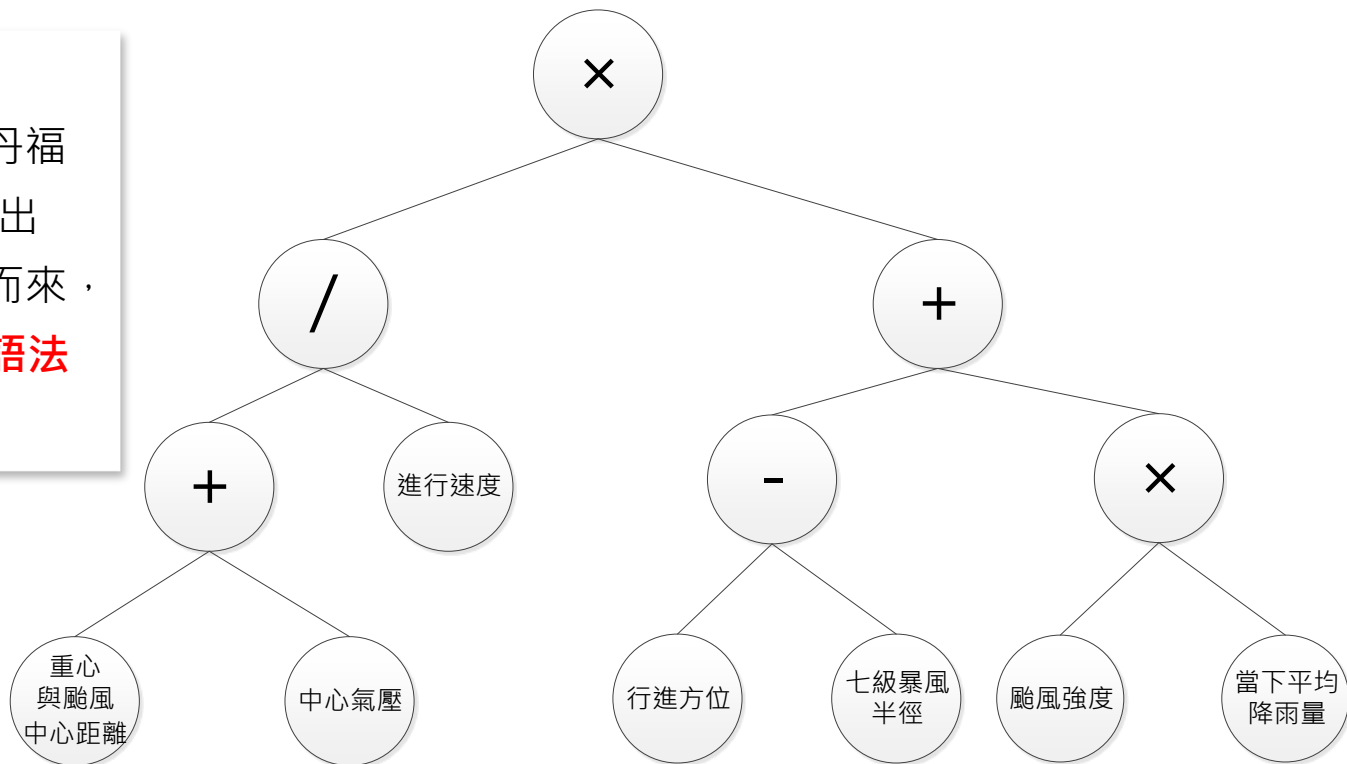
2 研究方法 颶風降雨量預測模式

遺傳規劃法

篩選海上陸上警報作為分析資料

• 遺傳規劃法

- 由1992年美國史丹福大學Koza教授提出
- 沿襲遺傳演算法而來，以基因樣式，用**語法樹**來取代之



未來24小時累積降雨量 = ((重心與颱風中心距離+中心氣壓)/(進行速度))×((行進方位-七級暴風半徑)+(颱風強度×當下平均降雨量))

Output

Input Signals

遺傳規劃法架構示意圖

2 研究方法 颱風降雨量預測模式

評鑑指標

► 效率係數(Coefficient of Efficiency, CE)

$$CE = 1 - \frac{\sum (R_{obs} - R_{est})^2}{\sum (R_{obs} - \bar{R}_{obs})^2}$$

CE值越接近1則是表示其誤差越小，代表該模式越佳。

► 平均絕對值誤差(Mean Absolute Error, MAE)

$$MAE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |R_{obs(i)} - R_{est(i)}|$$

預測值與觀測值的離散程度，MAE值愈小，代表模式愈佳。

► 均方誤差(Mean Squared Error, MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_{obs(i)} - R_{est(i)})^2$$

預測值與觀測值的離散程度。MSE值愈小，代表模式愈佳。

2 研究方法 防災預警燈號

配合行政院公告各類災害警戒之顏色及燈號，統一各單位發布警戒值標準。

顏色燈號	啟動時機		開設狀況	管制方案
	氣象預警	土石流預警		
綠色 ●	一般狀況、平時、整備作業			
黃色 ●	1.中央氣象局發布熱帶性低氣壓特報(威脅臺灣或鄰近海域或增強為輕度颱風之可能)且大雨警報。 2.預測降雨模式推估未來24小時累積降雨量超過80毫米以上。	黃色土石流潛勢溪流警戒發布 預測未來24小時累積降雨量>警戒值 (臺中市行政區土石流潛勢溪流警戒值300至600毫米)	二級開設	注意、警戒、通知、警告
橙色 ●	1.中央氣象局發布海上颱風警報且豪雨等級。 2.預測降雨模式推估未來24小時累積降雨量超過200毫米以上。	—	一級開設 整備階段	加強注意
紅色 ●	1.中央氣象局發布海上陸上颱風警報且大豪雨等級。 2.預測降雨模式推估未來24小時累積降雨量超過350毫米以上。	紅色土石流潛勢溪流警戒發布 實際雨量>警戒值	一級開設 應變階段	禁止、封閉、強制

備註：行政院於101年3月27日院臺忠字第1010126718A號意函

氣象預警依據中央氣象局颱風警報及豪雨特報警戒顏色燈號訂定標準

土石流預警依據行政院農業委員會水土保持局土石流黃色、紅色警戒顏色燈號訂定標準

3

結果分析

- 颱風資料庫建置
- 颱風相似度比對方法
- 颱風降雨量預測模式

3 結果分析

颱風資料庫建置



颱風資料庫建置(擷取部分建置成果)

年份	中文名稱	英文名稱	月	經度	緯度	中心氣壓(毫巴)	侵臺強度	預測進行速度(KM/HR)	中心最大風速(m/s)	預測進行方位	七級暴風半徑(KM)	重心與颱風中心距離(山區)	重心與颱風中心距離(平地)	當下平均雨量(山區)	當下平均雨量(平地)	未來24小時累積降雨量(山區)	未來24小時累積降雨量(平地)
1992	歐馬	OMAR	9	125.1	22.6	970	2	11	33	0.8536	180	447.54	486.28	0.00	0.00	34.18	1.58
1992	歐馬	OMAR	9	124.5	22.7	970	2	10	33	0.8536	180	387.20	425.09	0.54	0.00	34.33	1.66
1992	歐馬	OMAR	9	123.6	22.8	970	2	10	33	0.9619	180	301.51	336.99	1.44	0.00	33.02	9.79
1992	歐馬	OMAR	9	123.1	23	970	2	10	33	0.9619	180	246.57	281.30	2.98	0.00	16.35	10.69
1992	歐馬	OMAR	9	121.9	23.2	970	2	15	33	0.9619	180	142.84	167.50	0.92	0.06	7.18	10.69
1992	歐馬	OMAR	9	120.3	23.6	980	2	15	28	0.9619	180	111.01	77.49	0.00	0.00	4.89	10.61
1992	歐馬	OMAR	9	119.2	24.1	980	2	15	23	0.9619	150	195.32	150.48	0.00	0.30	2.15	1.07
1992	寶莉	POLLY	8	127.3	20.6	995	1	20	18	0.9619	200	756.45	791.57	0.00	0.00	27.81	3.77
1992	寶莉	POLLY	8	126.5	21.3	992	1	18	18	0.9619	200	644.07	680.06	0.00	0.02	32.81	2.37
1992	寶莉	POLLY	8	125.1	21.7	992	1	18	18	0.9619	200	498.19	532.27	1.61	0.20	24.39	0.98
1992	寶莉	POLLY	8	124.2	22.2	992	1	18	18	0.9619	200	407.55	445.92	1.24	0.02	19.97	0.67
1992	寶莉	POLLY	8	123.1	22.5	992	1	18	18	0.9619	200	212.97	251.85	0.23	0.00	24.47	0.05
1992	寶莉	POLLY	8	125	22.8	985	1	15	20	0.9619	200	429.09	468.62	0.75	0.00	39.31	0.05
1992	寶莉	POLLY	8	124.1	23.3	983	1	15	20	0.9619	200	292.11	335.78	0.00	0.00	70.45	2.03
1992	寶莉	POLLY	8	123.4	23.5	982	1	13	25	0.9619	200	247.52	286.41	1.15	0.00	94.40	24.57
1992	寶莉	POLLY	8	122.7	23.6	982	1	15	23	0.9619	200	177.67	216.85	0.92	0.00	95.13	46.94
1992	寶莉	POLLY	8	122.3	23.7	980	1	15	20	0.9619	200	174.64	214.64	4.30	0.00	118.30	61.56
1992	寶莉	POLLY	8	121.6	24.1	978	1	11	20	0.8536	200	52.78	94.68	1.93	0.27	134.56	50.14
1992	寶莉	POLLY	8	121	25	978	1	11	20	0.8536	200	81.95	93.62	9.68	2.72	98.07	33.24
1992	寶莉	POLLY	8	120.2	25.7	978	1	18	20	0.6913	200	183.53	172.06	6.51	1.70	44.12	13.77
1992	泰德	TED	9	124.8	18.4	990	1	15	25	0.8536	200	754.17	772.72	0.00	0.00	15.90	0.30
1992	泰德	TED	9	123.8	19	990	1	15	25	0.8536	200	646.27	661.31	0.00	0.00	22.48	1.50
1992	泰德	TED	9	123.1	19.3	990	1	15	25	0.8536	200	587.18	598.55	0.31	0.00	25.71	1.52

• 年份：1990年~2016年
 • 颱風場次：100場歷史颱風
 • 警報單：共計3,884筆

2016	梅姬	MEGI	9	116.7	24.90	988	2	10	23	0.69	180	452.77	410.30	0.00	0.00	1.84	0.05
2016	梅姬	MEGI	9	116.5	24.80	988	2	10	23	0.69	180	471.51	428.60	0.00	0.00	2.04	0.09
2016	梅姬	MEGI	9	116.5	24.90	988	2	10	23	0.69	180	472.84	430.27	0.00	0.00	2.04	0.97

3 結果分析

歷史相似颱風比對

警報單資訊

名目尺度量化

分析結果比對

颱風因子

颱風中心位置

颱風中心氣壓

颱風中心最大風速

颱風形成月份

七級暴風半徑

颱風行進方向

颱風行進速度

颱風強度

颱風強度量化

颱風強度

輕度

1

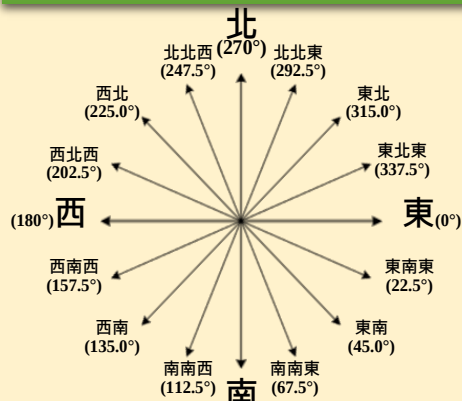
中度

2

強度

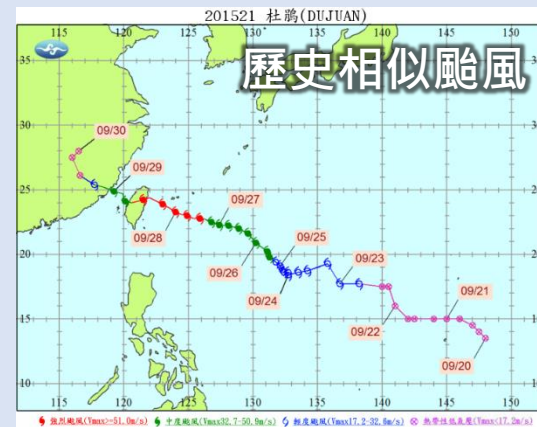
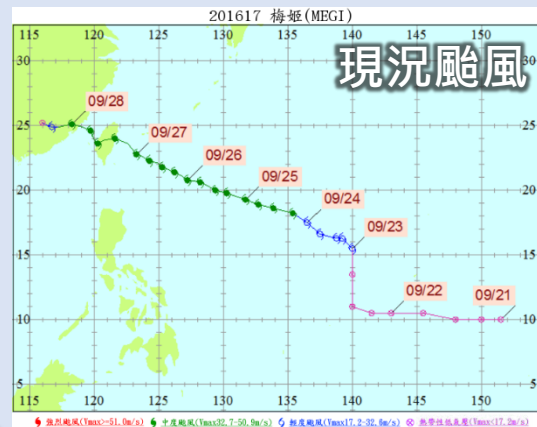
3

行進方向量化



轉換公式： $(1 - \cos \theta) / 2$

兩階段比對

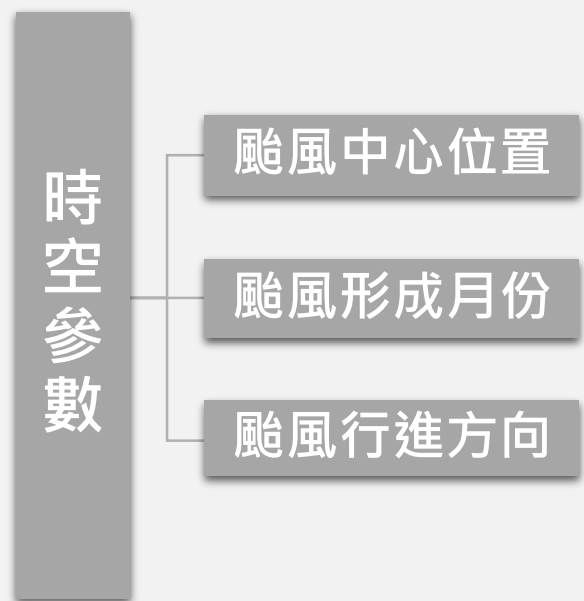


3 結果分析

颱風相似度比對方法

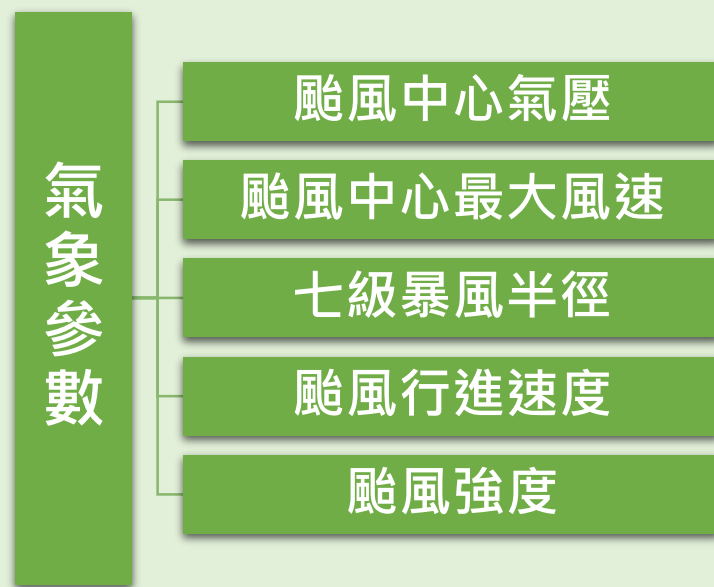
各颱風因子間**尺度不同**，導致部分颱風因子的**敏感度較低**，就各因子進行**標準化分析**，並考量各因子權重，故本計畫**分兩階段**將各颱風因子分為**時空參數**及**氣象參數**，進行兩階段歐氏距離分析。

第一階段



篩選出**10**個相似颱風

第二階段



10個相似颱風相似性程度排序

3 結果分析

颱風相似度比對方法

本計畫進行兩階段歐式距離分析，第一階段篩選颱風場次需達到一定數量。

現況颱風			篩選5場歷史相似颱風			篩選10場歷史相似颱風			篩選20場歷史相似颱風		
年份	名稱	報數	年份	名稱	報數	年份	名稱	報數	年份	名稱	報數
2016	尼伯特	1	2005	海棠	1	2005	海棠	1	2005	海棠	1
2016	尼伯特	3	2005	海棠	2	2005	海棠	2	2005	海棠	2
2016	尼伯特	15	2008	鳳凰	12	2008	鳳凰	12	2008	鳳凰	12
2016	尼伯特	21	2008	鳳凰	18	2008	鳳凰	21	2008	鳳凰	21
2016	尼伯特	27	1994	提姆	6	1994	提姆	6	1994	提姆	6
2016	尼伯特	39	1996	葛樂禮	19	1996	葛樂禮	18	1996	葛樂禮	18
2016	尼伯特	45	2008	鳳凰	40	2008	鳳凰	36	2008	鳳凰	36
2016	尼伯特	51	1996	葛樂禮	19	2008	鳳凰	40	2008	鳳凰	40
2016	尼伯特	63	2014	麥德姆	36	2014	麥德姆	36	2014	麥德姆	36
2016	莫蘭蒂	4	2013	天兔	5	2013	天兔	5	2013	天兔	5
2016	莫蘭蒂	10	2013	天兔	15	2013	天兔	15	2013	天兔	15
2016	莫蘭蒂	17	2001	利奇馬	26	2001	利奇馬	26	2001	利奇馬	26
2016	莫蘭蒂	29	2001	利奇馬	52	2001	利奇馬	52	2001	利奇馬	52
2016	莫蘭蒂	35	2001	利奇馬	68	2001	利奇馬	63	2001	利奇馬	63
2016	莫蘭蒂	41	2001	利奇馬	81	2001	利奇馬	81	2001	利奇馬	81
2016	莫蘭蒂	53	2007	韋帕	38	2007	韋帕	36	2007	韋帕	36
2016	梅姬	4	2003	杜鵑	10	1990	楊希	2	1990	楊希	2
2016	梅姬	8	1990	楊希	2	1990	楊希	2	1990	楊希	2
2016	梅姬	14	2008	薔蜜	14	2015	杜鵑	10	2015	杜鵑	10
2016	梅姬	26	2015	杜鵑	21	2015	杜鵑	21	2015	杜鵑	21
2016	梅姬	33	2015	杜鵑	30	2015	杜鵑	30	2015	杜鵑	30
2016	梅姬	40	2015	杜鵑	36	2015	杜鵑	36	2015	杜鵑	36
2016	梅姬	52	1990	黛特	10	1990	黛特	10	1990	黛特	10
2016	梅姬	58	2015	杜鵑	48	2015	杜鵑	48	2015	杜鵑	48

3 結果分析

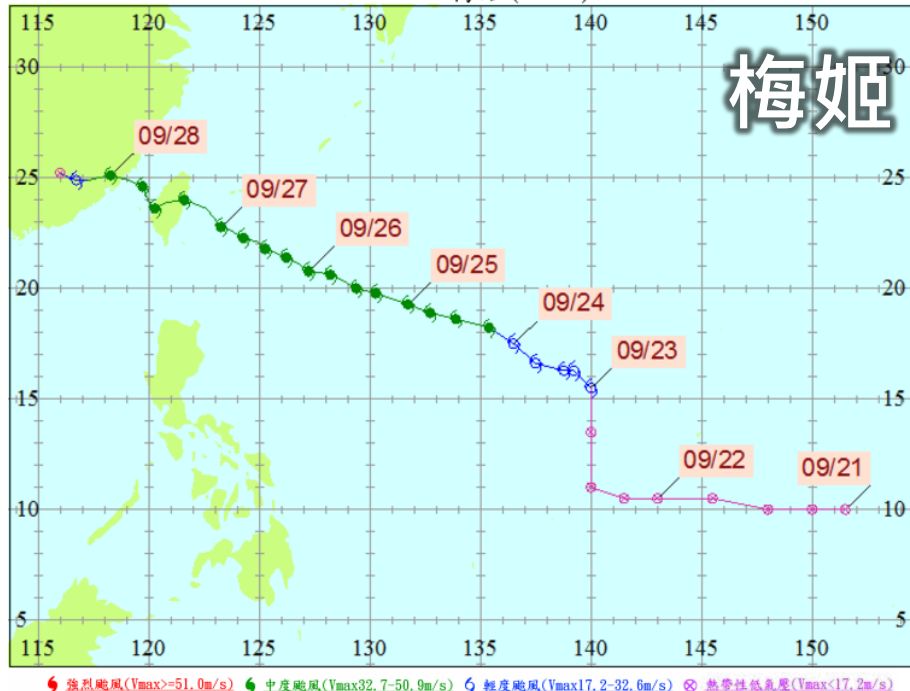
颱風相似度比對方法

分析結果有**良好的相似性**，當篩選量不足，結果較差。

現況颱風

201617 梅姬 (MEGI)

梅姬

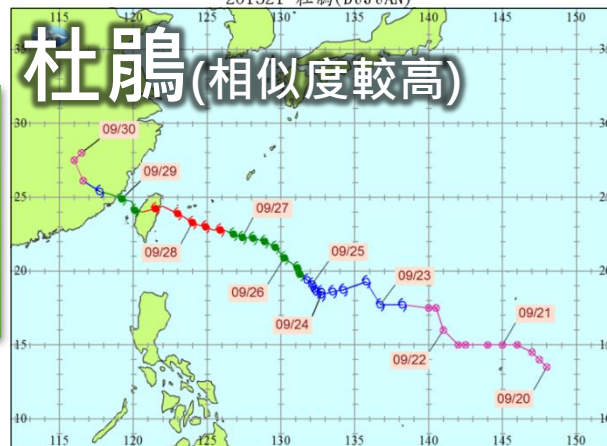


篩選
10場

歷史相似颱風

杜鵑 (相似度較高)

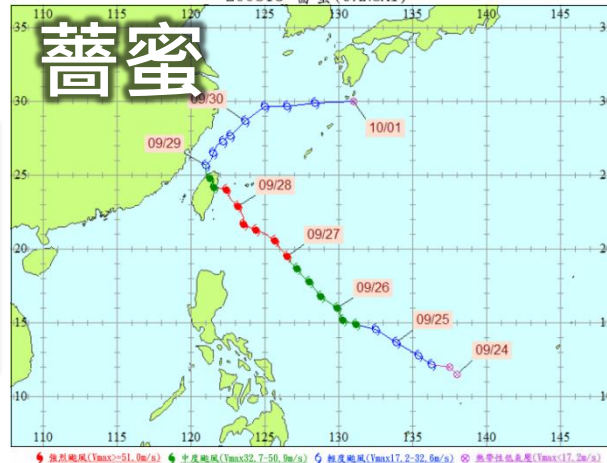
201521 杜鵑 (DUJUAN)



篩選
5場

薔蜜

200815 薔蜜 (JANGMI)

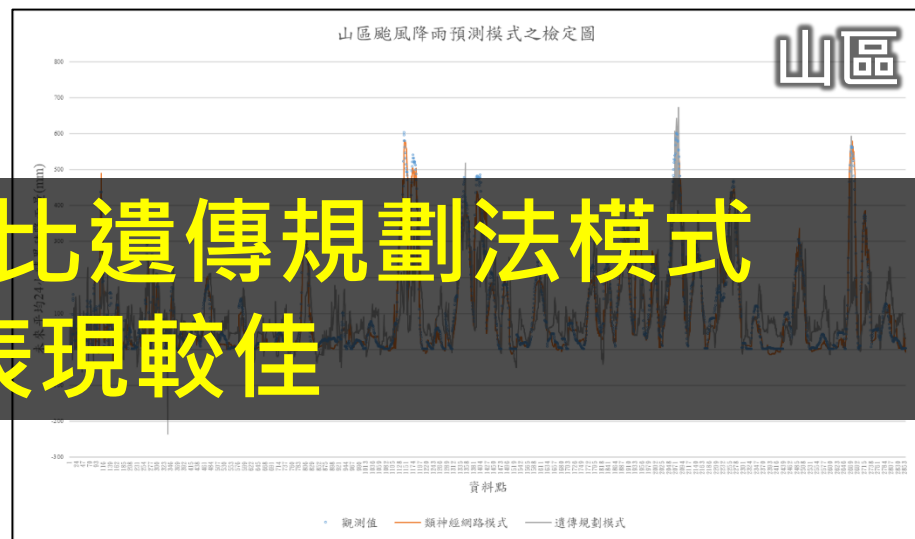
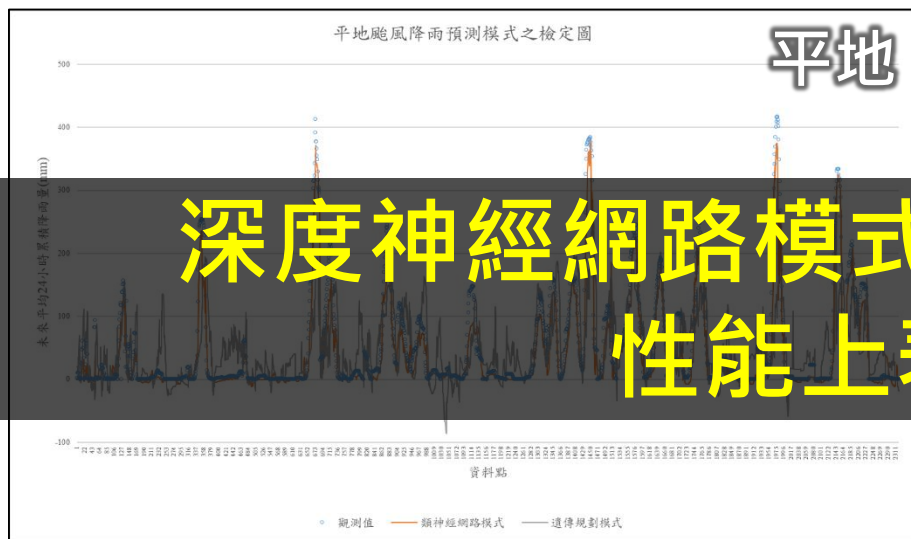


年份	颱風名稱	颱風強度	月份	中心氣壓 (毫巴)	緯度	經度	預測進行速度 (KM/HR)	方向	中心最大風速 (m/s)	七級暴風半徑 (KM)
2016	梅姬	中度	9	950	21.8	125.3	21	西北西	43	250
2015	杜鵑	強烈	9	925	22.8	125.4	21	西北西	51	220
2008	薔蜜	強烈	9	925	21.2	124.9	17	西北西	53	280

3 結果分析

颱風降雨量預測模式

平地以1992年至2013年作為檢定資料，共計**56場**颱風事件、**2,321筆**輸入資料
山區以1990年至2013年作為檢定資料，共計**77場**颱風事件、**2,857筆**輸入資料



深度神經網路模式比遺傳規劃法模式
性能上表現較佳

地區	深度神經網路模式			遺傳規劃模式		
	CE	MAE	MSE	CE	MAE	MSE
平地	0.92	13.72	540.33	0.45	39.61	3618.96
山區	0.95	20.65	883.97	0.53	60.93	7832.02

3 結果分析 颱風降雨量預測模式

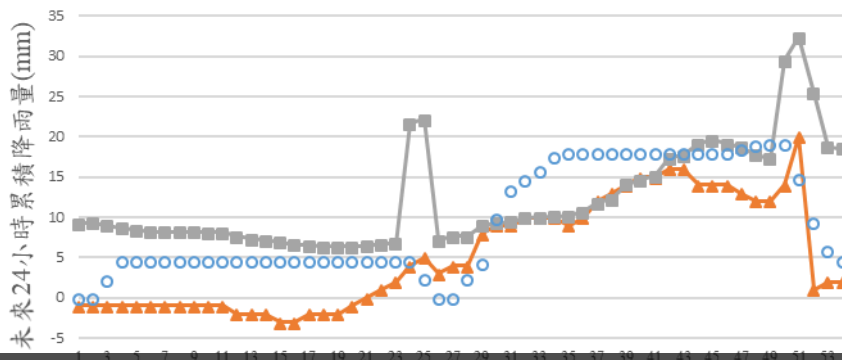
本計畫選取**2014年至2016年**間**鳳凰颱風**、**蘇迪勒颱風**、**杜鵑颱風**、**尼伯特颱風**、**莫蘭蒂颱風**及**梅姬颱風**，共計**六場**颱風**作為驗證**。

平地	颱風事件	深度神經網路模式			遺傳規劃模式		
		CE	MAE	MSE	CE	MAE	MSE
	鳳凰	0.41	4.74	26.84	-0.06	5.19	48.47
山區	蘇迪勒	-0.14	15.20	380.75	0.22	13.05	260.06
	杜鵑	0.32	18.08	504.55	-0.29	26.08	940.45
	尼伯特	-101.59	13.83	250.23	-60.35	11.34	149.64
	莫蘭蒂	-14.54	13.82	269.67	-6.68	10.37	133.21
	梅姬	0.20	16.39	527.16	-0.14	19.29	563.04
	颱風事件	深度神經網路模式			遺傳規劃模式		
		CE	MAE	MSE	CE	MAE	MSE
	鳳凰	0.88	6.74	63.44	0.43	13.67	304.45
	蘇迪勒	0.41	41.93	2749.36	0.04	55.15	4466.18
	杜鵑	0.88	22.34	820.51	-0.13	74.78	7748.59
	尼伯特	-5.21	38.12	2281.91	-3.64	36.65	1706.87
	莫蘭蒂	-7.42	57.99	7391.70	-0.36	28.39	1196.79
	梅姬	0.09	48.46	5590.56	-0.29	83.31	10453.56

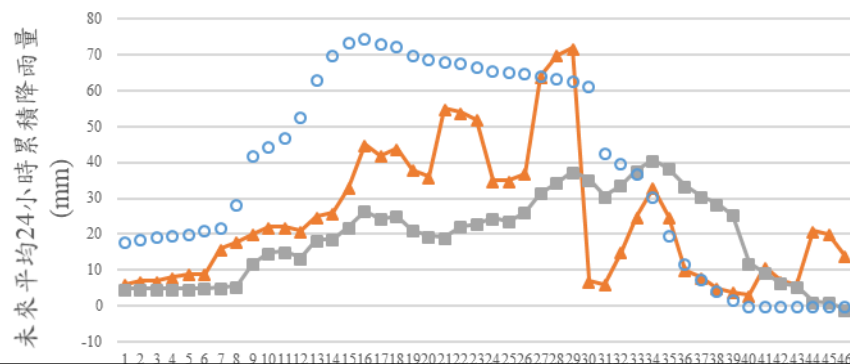
3 結果分析

颱風降雨量預測模式

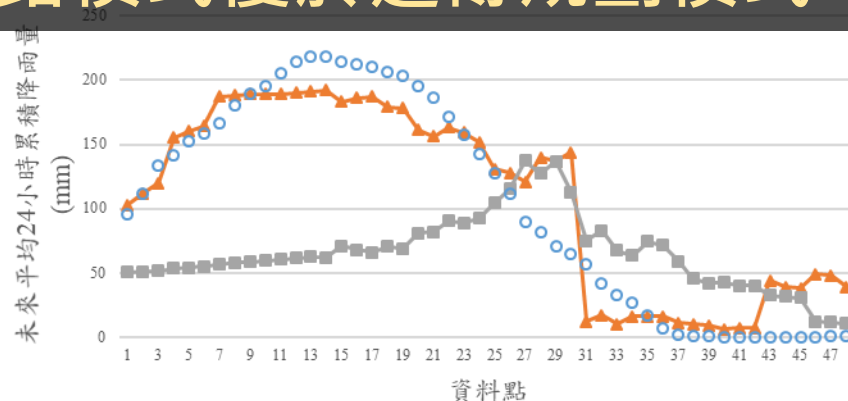
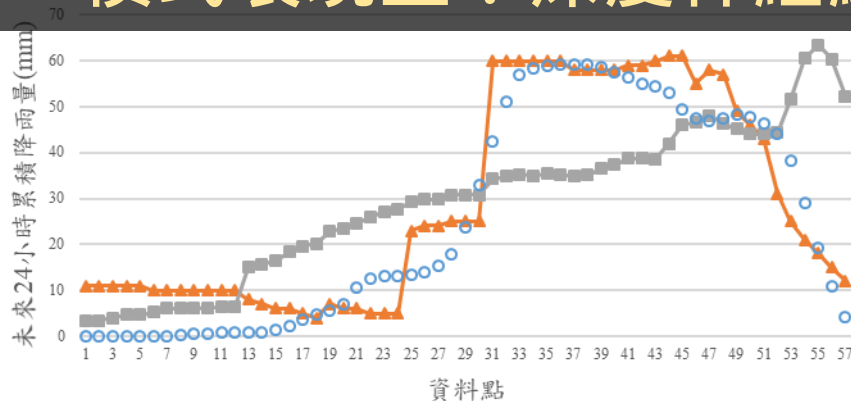
鳳凰颱風



杜鵑颱風



區域特性上：山區優於平地颱風降雨量預測模式
模式表現上：深度神經網路模式優於遺傳規劃模式



○ 觀測值 —▲— 深度神經網路模式 —■— 遺傳規劃模式

3 結果分析

颱風降雨量預測模式

► 山區推論優異於平地原因：

- 山區降雨情形較為明顯
- 颱風大氣環流場受限於地形影響，對於山區較有直接相關性

► 深度神經網路模式表現優於遺傳規劃模式原因：

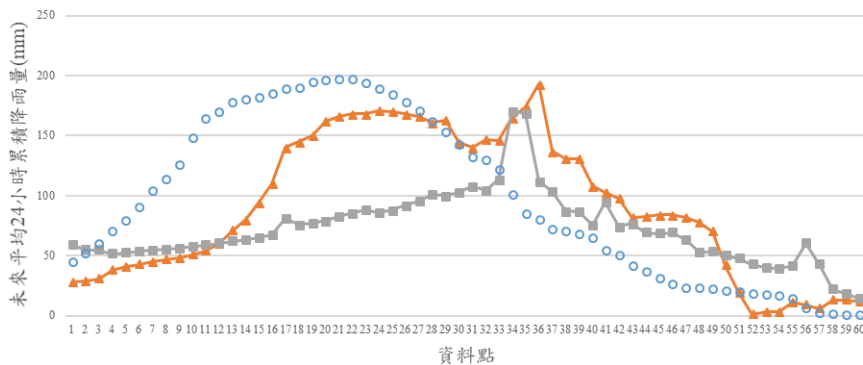
- 遺傳規劃法得到之結果僅為一單純的輸入與輸出映射函數。
- 深度神經網路採用深度學習，利用隱藏層的多層化進行訓練，具有分類推論能力，較能夠詮釋自然訊號中變異特徵。

3 結果分析

颱風降雨量預測模式

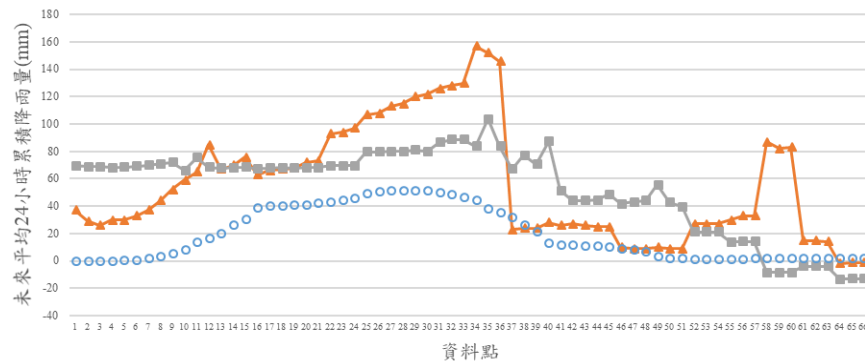
蘇迪勒颱風

蘇迪勒颱風



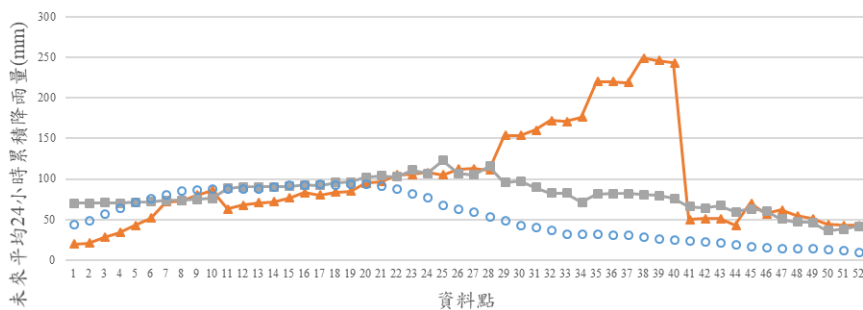
尼伯特颱風

尼伯特颱風



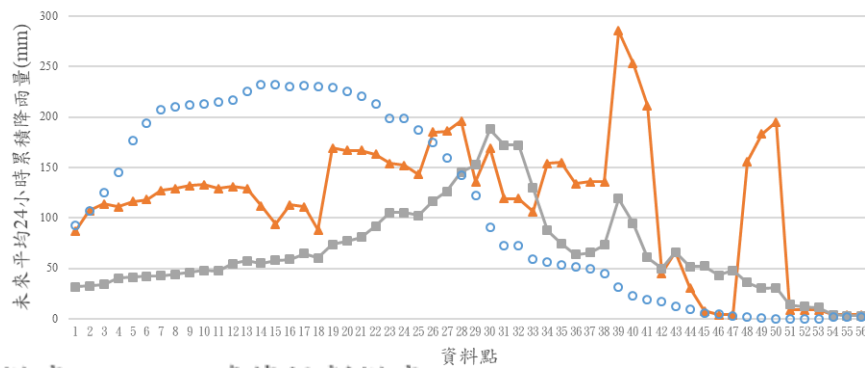
莫蘭蒂颱風

莫蘭蒂颱風



梅姬颱風

梅姬颱風



○ 觀測值 —▲— 深度神經網路模式 —■— 遺傳規劃模式

颱風氣象、雨量因子似乎仍不足以描述大氣環流場

4

模式應用

- 防災避難預警系統說明
- 操作案例

4 模式應用

防災避難預警系統說明

颱風相似度比對方法



歷史相似颱風



供決策者在相似颱風因子下，
防範歷史災害重演

颱風降雨量預測模式

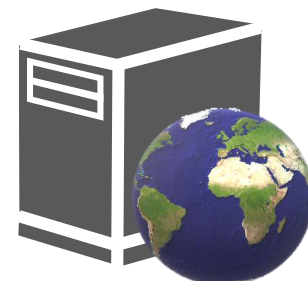


未來24小時累積降雨量



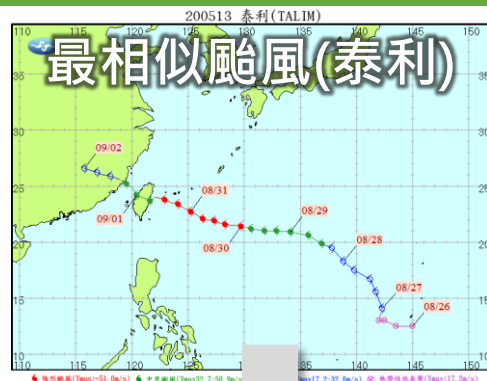
4 模式應用

操作案例



杜鵑颱風為例(2015/9/28 09:00)

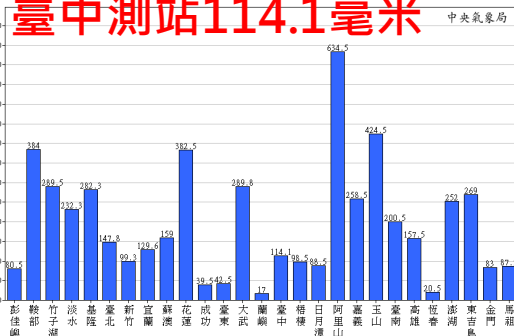
歷史相似颱風比對



最大24小時累積雨量

2005 08/30 08:00 到 09/01 23:00 TALIM 颱風侵臺期間各測站最大24小時累積雨量分布圖

臺中測站114.1毫米



山區颱風降雨量推估模式



5

結論與建議

- 本計畫建置相似度颱風比對方法，以兩階段歐氏距離方式篩選資料庫中最相似之歷史颱風，驗證其篩選結果良好。
- 遺傳規劃法與深度神經網路模式比較，分析結果以深度神經網路模式於預測山區結果表現較為優異，其模式預測與觀測值趨勢上相符合。
- 地球大氣環流場解析為一複雜科學，以既可取得的颱風特徵因子及資料樣本，深度學習架構確可提供一定詮釋能力的推論模型。
- 本計畫所建立模式及方法以提供決策者初步實際運用於颱風時期，以過去相似颱風之相關致災紀錄事件及利用降雨預測模式擬合警戒標準給予決策者建議燈號，實施減災應變等作為。

- 人工智慧預測學習訓練資料量仍有限，近年已有神經網路不需要太大訓練資料，如**生成對抗網路**(Generative Adversarial Network, GAN)利用既有資料特徵大幅度**生成深度學習所需之資料量**。
- 颱風警報單氣象因子不足以描述地球大氣環流場，就目前現有氣象測站給予資訊與收集資料量仍有限，建議**後續考慮氣象測站觀測因子，作為模式資料學習數據**，以詮釋颱風期間所造成的降雨量情形。
- **颱風資料庫持續更新讓資料庫更加完善**，未來可進一步將颱風資料庫、相似度比對方法與降雨預測**模式介面化**，以作為颱洪應變期間主管機關決策制定之參考基礎。

5 致謝

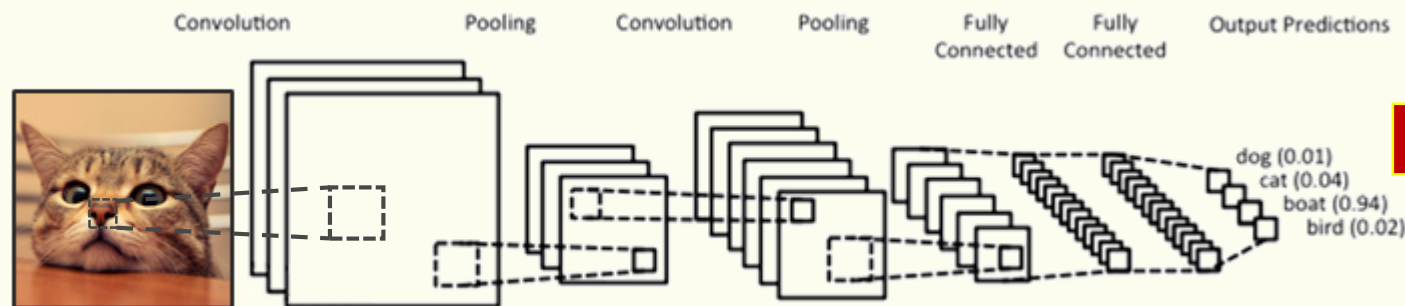
本論文發表學術研討會、期刊

- 2017臺灣災害管理研討會-2017-臺北-應變決策支援資訊建置先期研究 (P747-P754)
- 臺灣水利-2018-颱風時期空間致災風險推論系統之建置研究 (Vol 66(4) P53-P66)

5 後續研究 深度學習

CNN(Convolutional Neural Network)

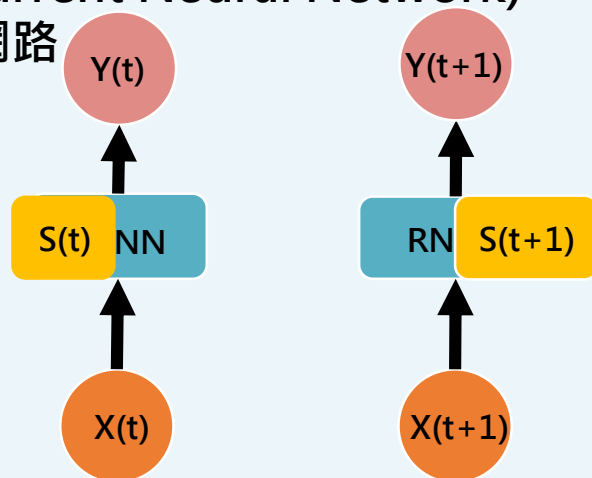
卷積神經網路



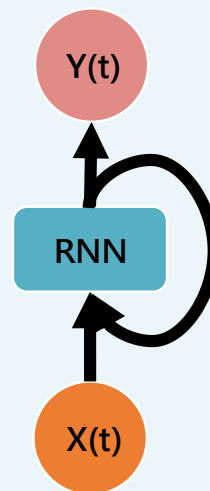
影像辨識、
頻率分析、
...

RNN(Recurrent Neural Network)

遞迴神經網路



=



時間序列、
語音辨識、
...

深度學習CNN、RNN各有主流及發展

5 後續研究 深度學習

卷積神經網路(Convolutional Neural Network)

資料蒐集

本研究以**臺中市水情監測系統**提供之歷史監測影像CCTV及水位紀錄，作為模式可行性測試驗證。

台中市水情監測系統
Taichung city of the Flood Monitoring System

即時新聞

水情狀態 設備狀態 紀錄查詢

首頁 > 水情狀態

地圖版

水位觀測站 雨量觀測站 行動設備 淹水站 外部整合

不分區

觀測站名稱	代號	量測時間	觀測水深/高程(m)	二級/一級(m)	警戒	燈號
1 霧峰後溪底排水中游	W01JD02	11-02 11:36	0.25/38.95	2.30 / 2.64	無	— —
2 霧峰頭前溪支線上游	W01JC13	11-02 11:31	0.29/50.29	1.02 / 1.36	無	— —
3 霧峰乾溪下游	W01JB01	11-02 11:30	<0.25/51.00	5.00 / 5.50	無	— —
4 霧峰北溝溪下游	W01JA01	11-02 11:32	0.40/56.40	2.50 / 3.00	無	— —
5 霧峰車籠潭排水下游	W01JC01	11-02 11:31	<0.30/40.30	4.00 / 4.50	無	— —

龍井大排支流CCTV影像

龍井龍井大排支流 · 一詳細資料

紅燈: 黃燈:

最新畫面



更新頻率: 不更新

即時狀態
時間查詢
即時串流

2018/11/02 11:46

最新畫面

最近十分鐘畫面

最近一小時畫面

觀測站代號: W01JJ21

護岸高度值: 2.00m

一級警戒值: 1.60m

二級警戒值: 1.2m

隨地雨量計: W01JJ21

5 後續研究

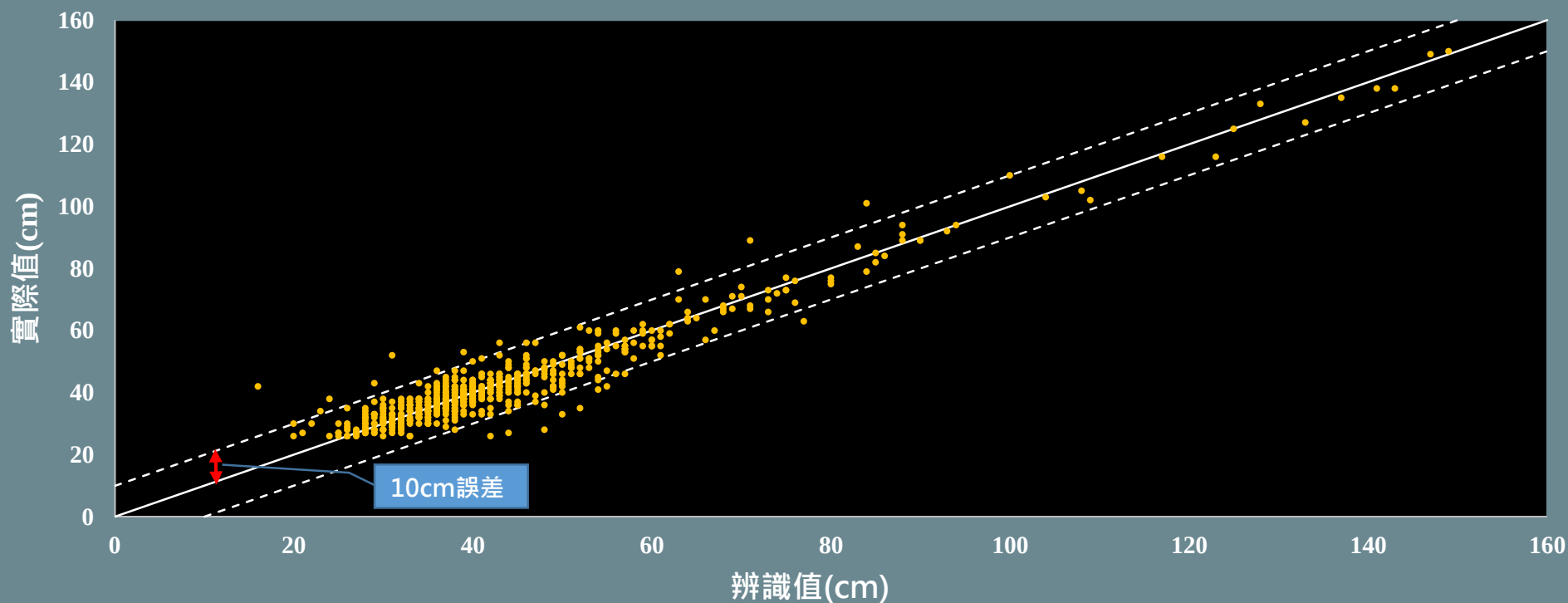
深度學習

卷積神經網路(Convolutional Neural Network)

► AlexNet模型測試

準確率
96.8%

模式測試



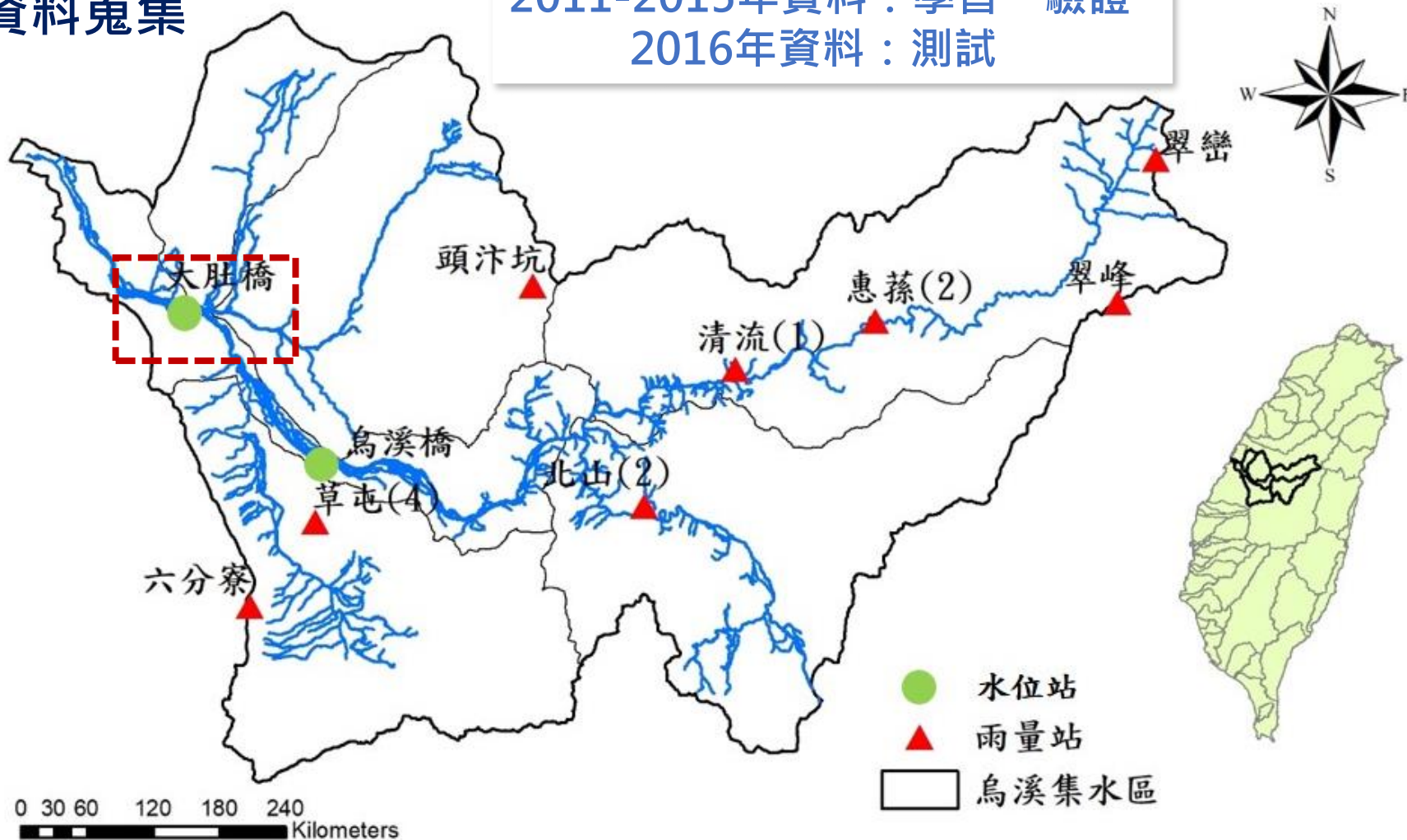
5 後續研究

深度學習

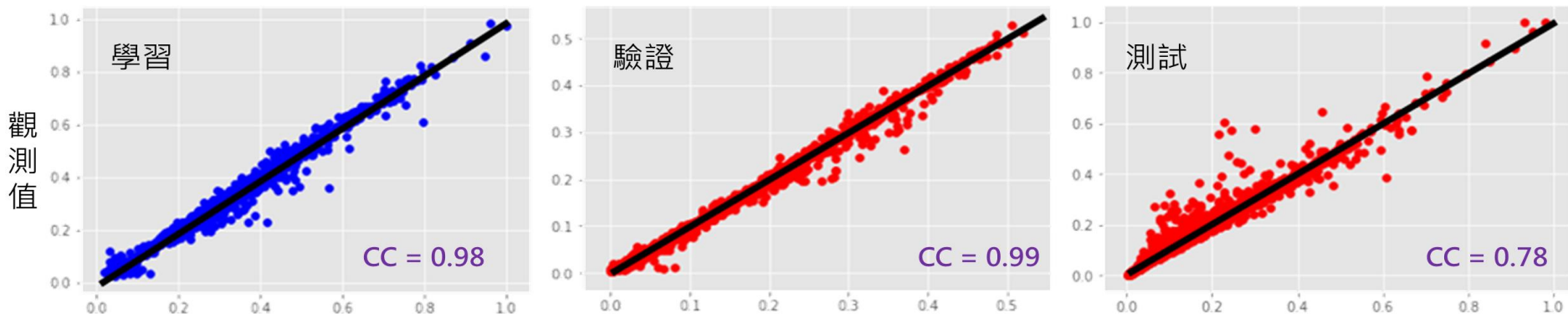
遞迴式神經網路(Recurrent Neural Network)

資料蒐集

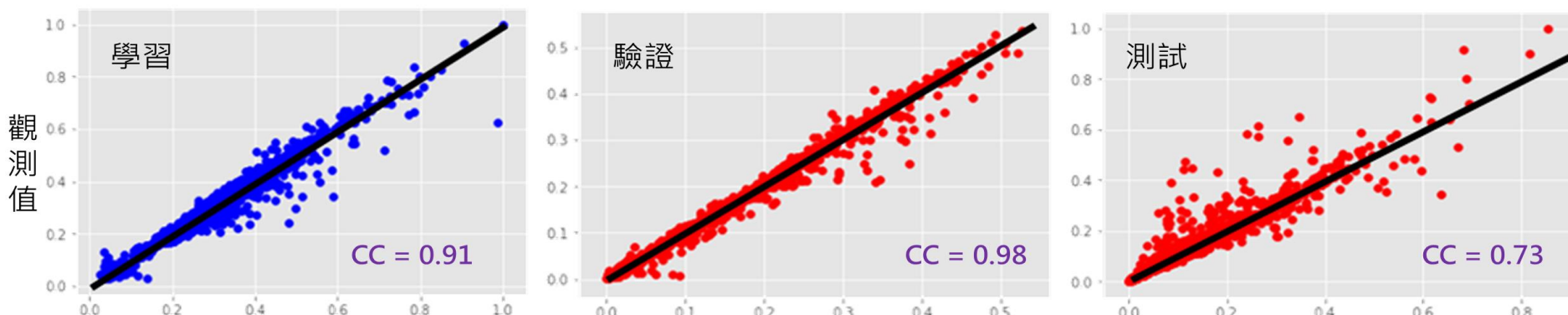
2011-2015年資料：學習、驗證
2016年資料：測試



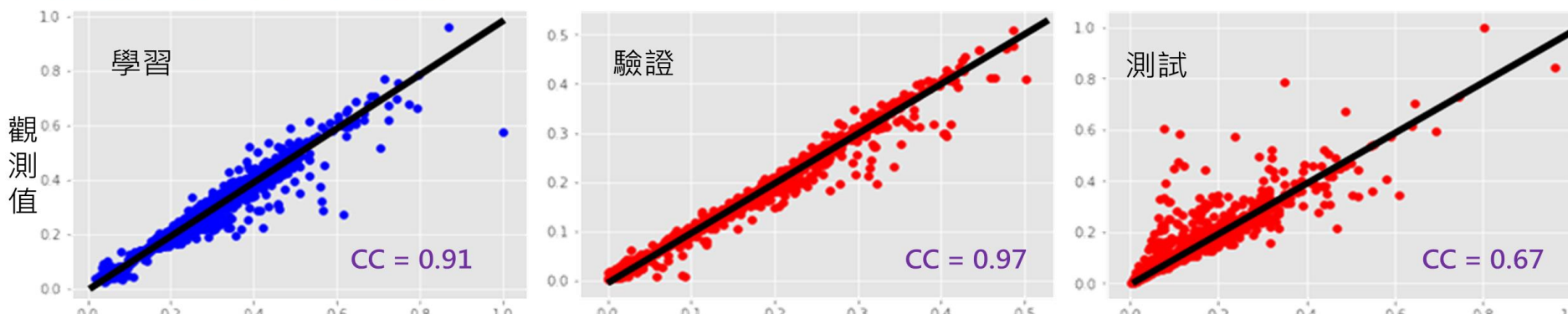
大肚橋水位站 - 未來1小時預測



大肚橋水位站 - 未來2小時預測



大肚橋水位站 - 未來3小時預測



預測值

5 未來...

物聯網 IoT (Internet of Things)



人工智慧 AI (Artificial Intelligence)



巨量資料分析



逢甲大學水利工程與資源保育學系
陳昶憲 教授

THANKS