



魏志強 教授 海洋AI應用研究室

學 歷：國立臺灣大學土木工程學系 工學博士

經 歷：國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系 系主任

國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系 教授

國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系 副教授

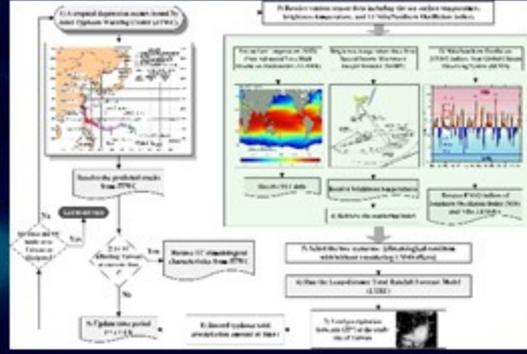
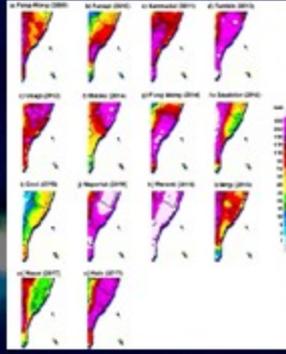
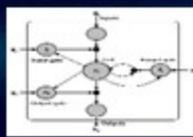
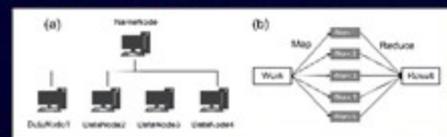
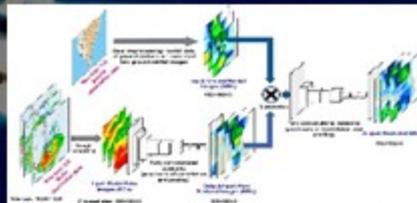
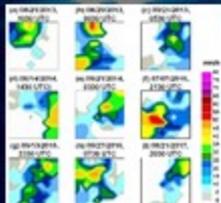
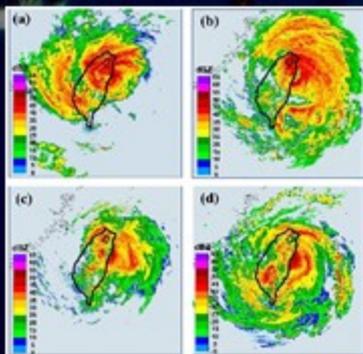
University of California, Los Angeles (UCLA) 訪問學者

研究領域：AI在海洋上的應用、深度學習與機器學習、Big Data技術應用、天氣分析與預測、颱風風浪研究、海岸災害預警系統

研究內容：

• 近年研究主題為有關颱風氣象預測、大氣及海洋科學、衛星&雷達遙測應用、海陸風力潛能評估、太陽輻射能源推估、氣候變遷下海洋水文環境等。關注水文氣象、大氣及海洋科學、工程災防預警上所面臨的問題，並研究以學術理論發展一套系統最佳化方法。本研究室的資訊技術發展重心如下：

- 1) 應用最新AI人工智慧技術，包括Machine Learning、Deep Learning、Image Recognition、Convolutional & Recurrent Neural Networks、Data Mining等。從資料中挖掘趨勢、特徵或相關性並進一步分類或預測。運用AI最新技術解決海洋環境所面臨的問題，提升AI資訊技術在海洋上的應用。
- 2) 應用最新Big Data技術，包括Hadoop Spark、Web crawler、HDFS & MapReduce、Database System、Distributed Computing等。透過各種感測儀器收集的資料持續巨量成長，使得資料量日益增大，在合理計算時間內擷取、處理、搜尋、管理並即時解讀成有用的資訊，為另一發展重點。



Chih-Chiang Wei, Professor

Laboratory of AI Technology Applied in Marine

Education:

- Ph.D., Department of Civil Engineering, National Taiwan University (NTU)

Professional experience:

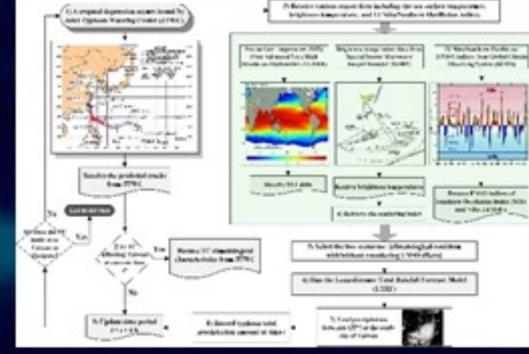
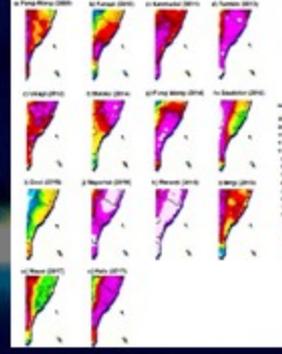
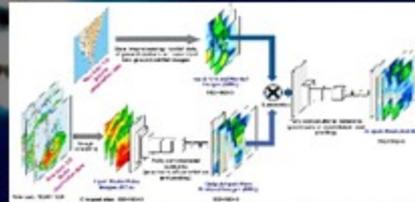
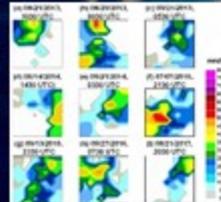
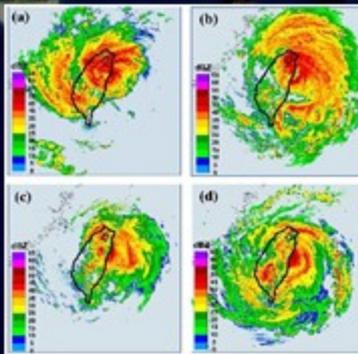
- Chairman, Department of Marine Environmental Informatics, National Taiwan Ocean University (NTOU)
- Professor, Department of Marine Environmental Informatics, NTOU
- Associate Professor, Department of Marine Environmental Informatics, NTOU
- University of California, Los Angeles (UCLA), Visitor Scholar

Expertise:

Marine Artificial Intelligence with Applications; Deep Learning & Machine Learning; Big Data; Weather and Forecasting; Wind-Wave Research; Typhoon; Disasters and Warning System

Research interests:

- Recently, the major research themes of our lab are to explore weather forecasting, remote sensing applications, ocean and maritime informatics, and coastal disasters and warning system. The Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL)-based Artificial Intelligence (AI) are applied in the research areas. The AI and Big Data technologies of our lab focus on:
 - 1) For AI technologies, the Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), Image Recognition (IR), Convolutional Neural Networks (CNNs), Recurrent Neural Networks (RNNs), and Data Mining (DM) are applied.
 - 2) For Big Data technologies, the Hadoop Spark, Web Crawler, HDFS & MapReduce, Database System, and Distributed Computing are applied.



Article

Forecasting of Typhoon-Induced Wind-Wave by Using Convolutional Deep Learning on Fused Data of Remote Sensing and Ground Measurements

Chih-Chiang Wei ^{*} and Hao-Chun Chang

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; 10881006@mail.ntou.edu.tw

* Correspondence: ccwei@ntou.edu.tw

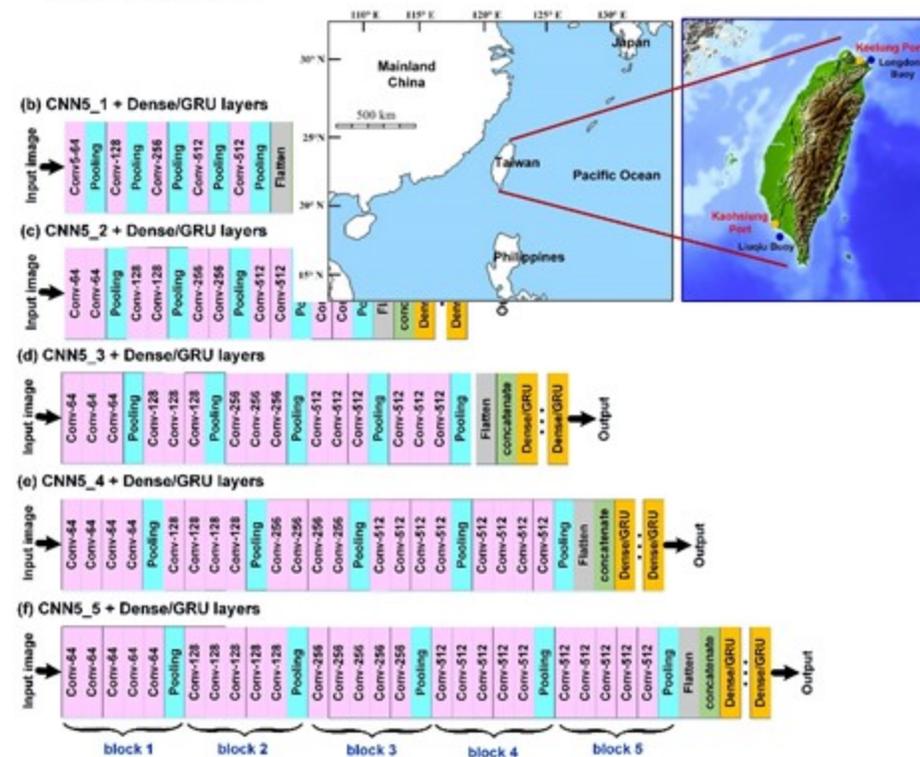
卷積門控循環單元網路預測港口近岸風浪之研究

魏志強^{1,2*}、張浩駿¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 臺灣四面環海，由於經貿活動主要依賴海上運輸且高度倚靠國際貿易。然而臺灣位於西北太平洋颱風發展活動範圍，故常遭受颱風侵襲所帶來的強風、大浪，對港口營運造成相當大的威脅。
- 採用卷積門控循環單元神經網路(Convolutional Gated Recurrent Unit Neural networks)建立風浪預測模式。



Article

Modular Neural Networks with Fully Convolutional Networks for Typhoon-Induced Short-Term Rainfall Predictions

Chih-Chiang Wei ^{*} and Tzu-Heng Huang

Department of Marine Environmental Informatics and Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; Azeros@proguide.com.tw

* Correspondence: cwwei@ntou.edu.tw

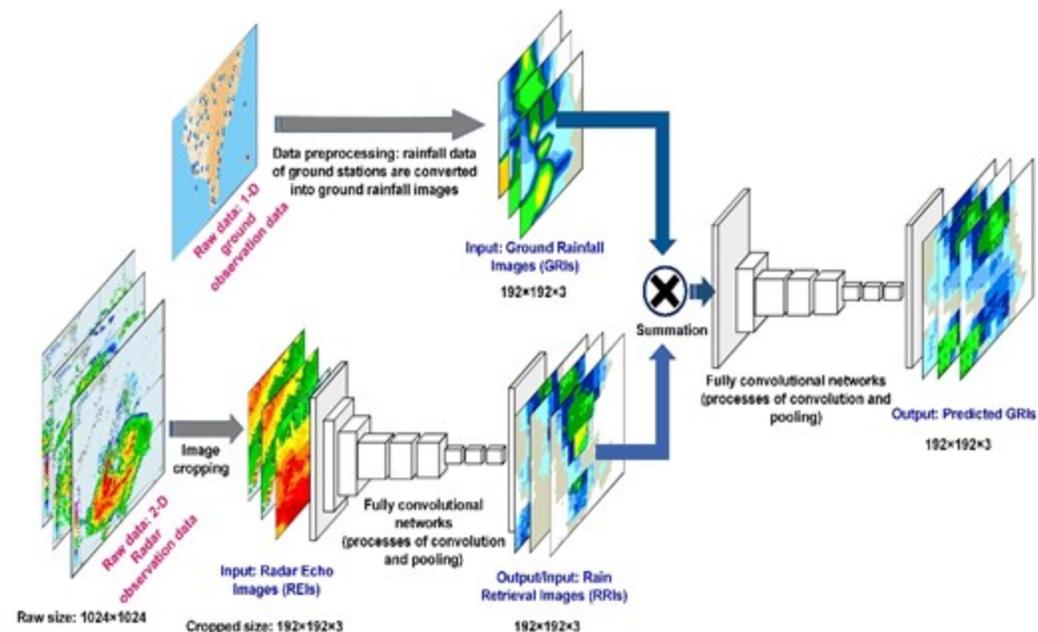
全卷積神經網路結合雷達回波影像於颱風短強降雨預測

魏志強^{1,2*}、黃子恒¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 颱風對台灣造成災害嚴重，若能準確地預測颱風時降雨量，則可降低生命財產的損傷。採用中央氣象局地面測站地面觀測降雨資料和逐時雷達回波影像。
- 利用深度學習影像辨識之Fully Convolutional Networks (FCN)模型預測研究區域的颱風時降雨量。FCN for Semantic Segmentation為Convolutional Neural Networks (CNN)之延伸，改善CNN的缺點並解決了語義分割問題。



COLLAPSE WARNING SYSTEM USING LSTM NEURAL NETWORKS FOR CONSTRUCTION DISASTER PREVENTION IN EXTREME WIND WEATHER

Chih-Chiang WEI*

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering,
National Taiwan Ocean University, 20224 Keelung, Taiwan

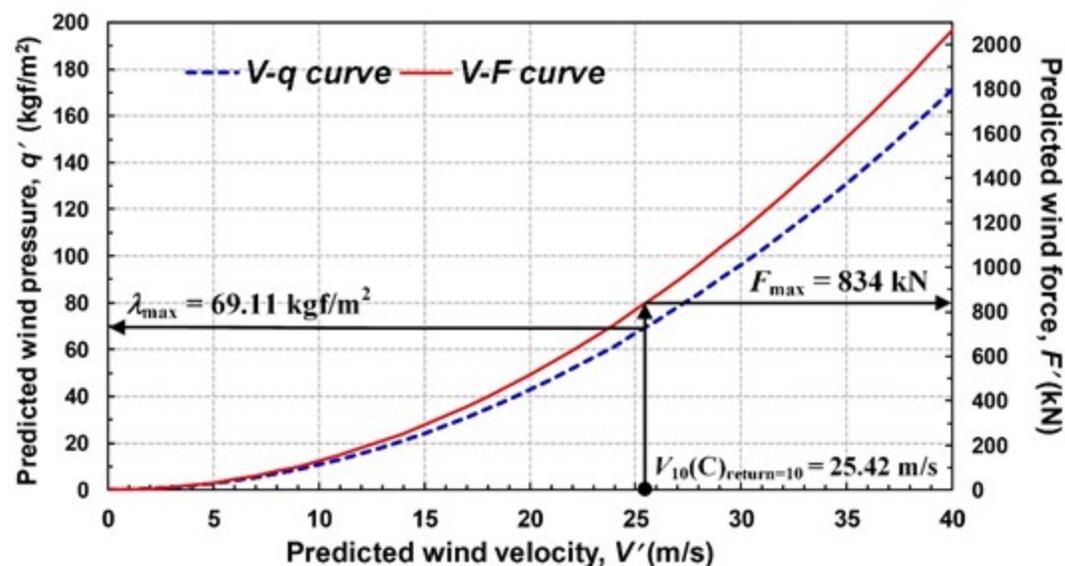
數值智慧型風力預測模式於營建上之應用

魏志強^{1,2*}

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 極端天候強風吹襲是造成外牆框式施工架倒塌的成因之一。研發一施工架颱風風力破壞預警系統(SCTWWS)，評估施工架結構應力是否能擋得住風力作用。
- 即時預測未來可能發生破壞時間點，給予施工單位即時預警前置時間，發布1至6小時施工架可能之破壞時間，並且風速警戒值設定下之有效地提早了預警時間(Alert time)。



Real-Time Rainfall Forecasts Based on Radar Reflectivity during Typhoons: Case Study in Southeastern Taiwan

Chih-Chiang Wei * and Chen-Chia Hsu

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; itriGary6448@itri.org.tw

* Correspondence: ccwei@ntou.edu.tw

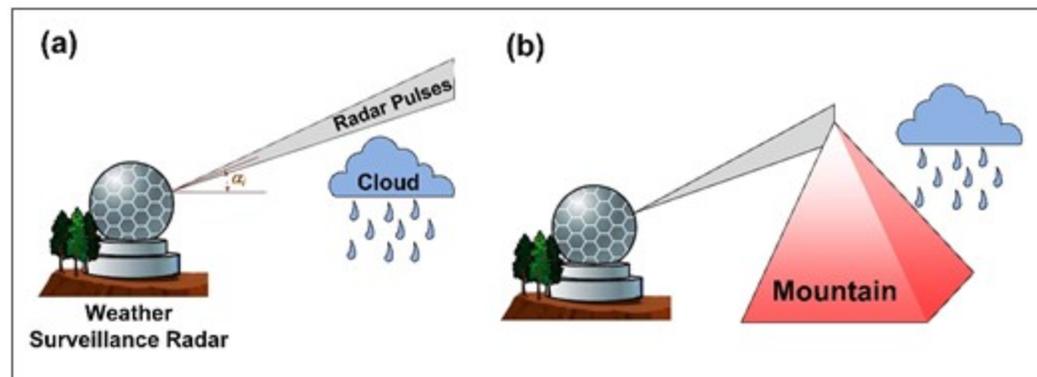
以人工智慧測試最佳仰角回波強度下之降雨預測分析

魏志強^{1,2*}、許振嘉¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 使用台灣都卜勒雷達Volume Cover Pattern VCP21系統中的9種仰角之回波強度和區域內地面氣象資料。由最適仰角下的雷達回波和氣象測站資料所融合之輸入資料集合，對於未來短時距降雨預測具有最佳的結果。
- 先進行降雨反演步驟以決定掃描仰角之最佳角度。接著在預測過程中，由VCP21系統中的各仰角建立單一回波強度下之預測模式以及可能仰角組合下之預測模式。





Article

Comparison of River Basin Water Level Forecasting Methods: Sequential Neural Networks and Multiple-Input Functional Neural Networks

Chih-Chiang Wei  

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering,
National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; ccwei@ntou.edu.tw

基於回波反演降水預測模型推估流量之研究

魏志強^{1,2*}

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 本研究設計序列神經網路(Sequential Neural Networks, SNNs) 和多元輸入功能神經網路 (Multiple-Input Functional Neural Networks, MIFNNs)。首先，SNNs為典型的神經網路結構型態，也就是以序列方式所組成為網路模式。另一為MIFNN模式可用以處理不同來源和不同維度的資料。
- 本研究成功地發展出MIFNN模式可同時使用不同來源、不同維度的資料型態，有效的提高了預測準確性。

Table 4. Average performance levels for 1–6 h predictions.

Measure	REG	SNN-Dense	SNN-LSTM	MIFNN
MAE (m)	0.286	0.289	0.256	0.208
rMAE	0.077	0.078	0.069	0.056
RMSE (m)	0.653	0.480	0.383	0.317
rRMSE	0.176	0.130	0.103	0.086
CE	0.855	0.919	0.949	0.965
R	0.924	0.966	0.977	0.984
EW _p (%)	7.822	10.979	7.686	6.150
TW _p (h)	3.333	1.792	1.417	1.167



Article

Typhoon Quantitative Rainfall Prediction from Big Data Analytics by Using the Apache Hadoop Spark Parallel Computing Framework

Chih-Chiang Wei * and Tzu-Hao Chou

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; 10781001@mail.ntou.edu.tw

* Correspondence: ccwei@ntou.edu.tw

大數據Apache Hadoop Spark平行演算框架下 定量降水預測之計算效率評估

魏志強^{1,2*}、周子皓¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 對於颱風降雨預測準確性和時效性實為亟需加強之議題。本研究發展一大數據技術Hadoop Spark分散式框架以加速颱風降雨預測模式之計算效率。
- 為了測試Hadoop分散式框架之運算能力，設計了單機電腦(Standalone computer)及叢集系統(Cluster system)之運行效能。分別測試三種電算環境，一為僅用1台I7 CPU之Standalone system、二為僅用1台E3 CPU之Single server以及三為使用4台E3 CPU所組成的Hadoop system。

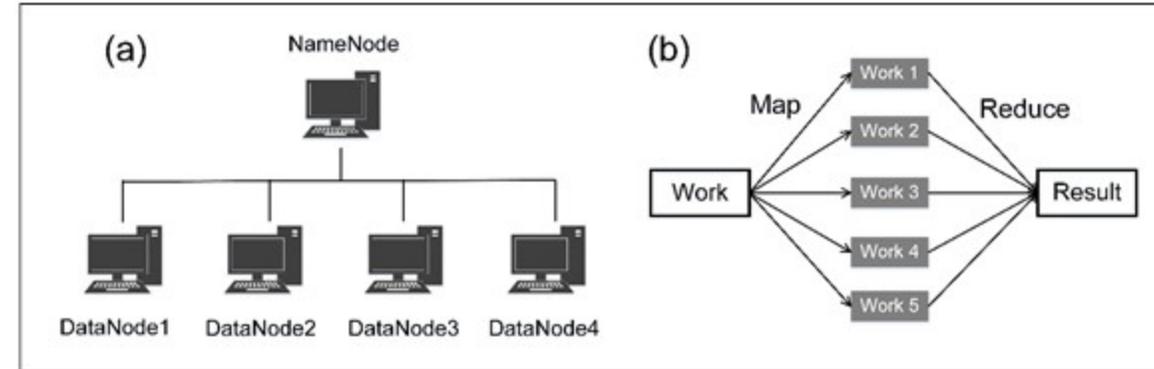


Table 3. Hardware equipment of the experimental systems.

Equipment	Cluster System	Standalone PC
Brand and model	ASUS-TS300E9	GIGABYTE-P55
CPU	E3-1240v6 (3.5GHz)	I7-6700HQ (3.5GHz)
Chipset	Intel C236 Chipset	Intel C236 Chipset
Memory	DDR4-240016G	DDR4-240016G
Number of computers	4	1



Research Article

Development of Stacked Long Short-Term Memory Neural Networks with Numerical Solutions for Wind Velocity Predictions

Chih-Chiang Wei

Department of Marine Environmental Informatics and Center of Excellence for Ocean Engineering,
National Taiwan Ocean University, Keelung City, Taiwan

Correspondence should be addressed to Chih-Chiang Wei; ccwei@ntou.edu.tw

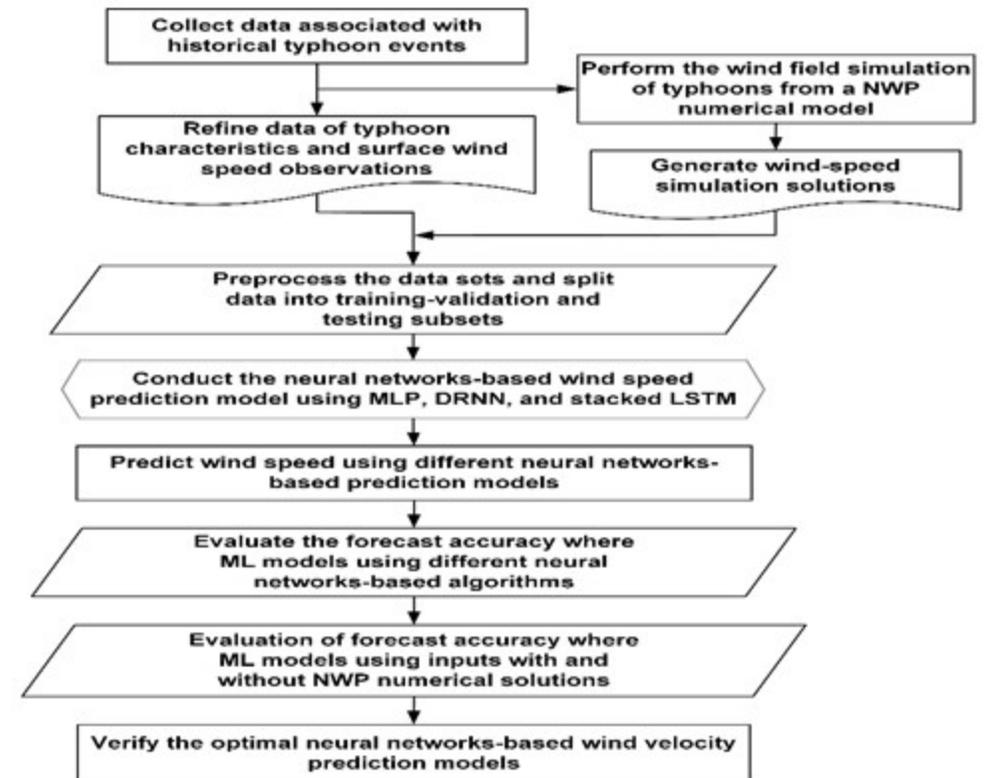
NWP氣候數值模擬分析下之颱風風速LSTM預測

魏志強^{1,2*}

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 利用機器學習理論進行建立颱風風速預測模式。建模過程中，使用Numerical Weather Prediction (NWP) WRF模式模擬值作為輸入資料以加強風速預測的準確度。
- 採用深層神經網路結構，MultiLayer Perceptron (MLP)、DRNNs (Deep Recurrent Neural Networks)和Stacked Long Short-Term Memory (LSTM)。這三種模型結構中以有無記憶能力來區分時，MLP屬於無記憶能力的模型網路、DRNNs和stacked LSTM則屬於有記憶能力的模型網路。



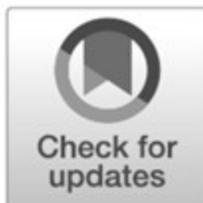
Real-time Extreme Rainfall Evaluation System for the Construction Industry Using Deep Convolutional Neural Networks

Chih-Chiang Wei¹

應用深度卷積神經網路於營建施工時期極端降雨 量推估

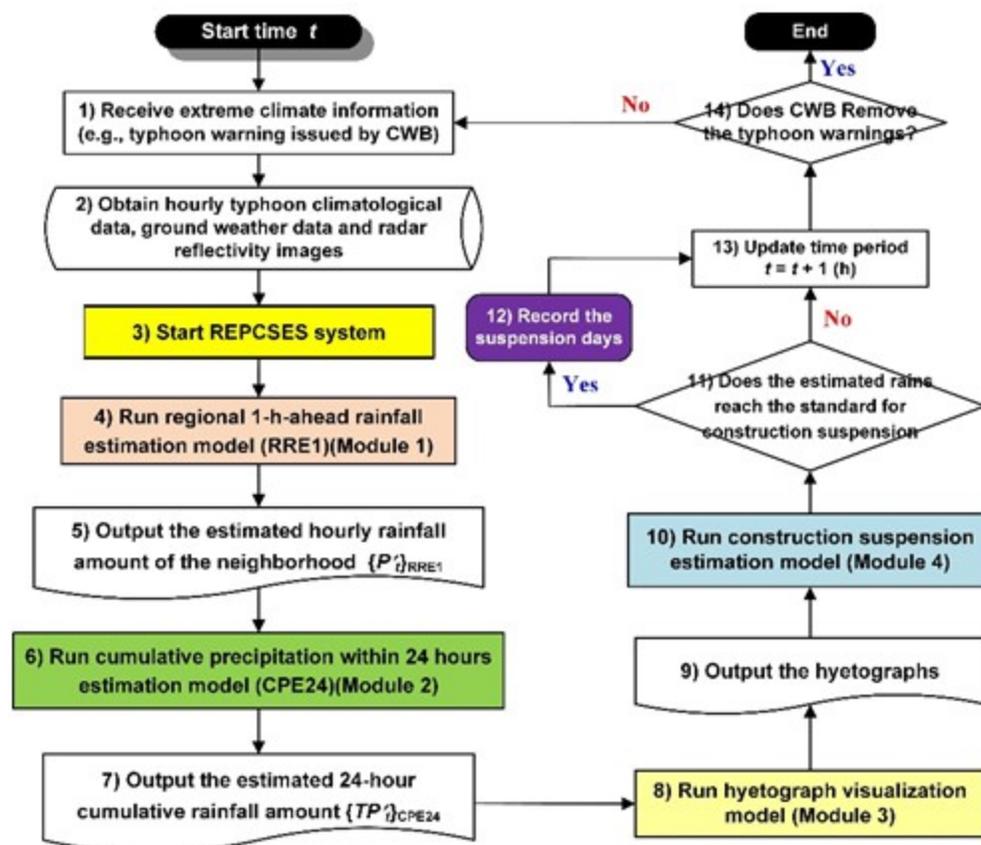
魏志強^{1,2*}

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心



重要研究成果

- 研發一套營建施工時極端降雨推估和施工停工之評估系統(REPCSES)。
- REPCSES可分為兩個部分，一為極端氣候降雨量預估，包含模組一鄰近區域平均時雨量推估模型；以及模組二24小時累積雨量推估模型；另一為營建停工評估，包含模組三雨量歷線圖示化模型、以及模組四停工評估模型和決策。





Article

Extreme Gradient Boosting Model for Rain Retrieval using Radar Reflectivity from Various Elevation Angles

Chih-Chiang Wei * and Chen-Chia Hsu

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; itriGary8448@itri.org.tw

* Correspondence: ccwei@ntou.edu.tw

極限梯度提升演算法進行颱風即時降雨預測之研究

魏志強^{1,2*}、許振嘉¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 本研究以氣象雷達站(Weather Surveillance Radar, WSR)之VCP21系統(Volume Cover Pattern)所提供的9個雷達掃描仰角之回波因子。
- 以多種機器學習演算法建立案例模式，包含Linear Regression (REG)、Support Vector Regression (SVR)和eXtreme Gradient Boosting (XGBoost)以及Marshall-Palmer formula (MP)。

Table 5. Evaluation of the optimal models using Case 3 data under each angle.

Angle	Chenggong Station		Lanyu Station	
	Optimal Model Case	RMSE (mm/h)	Optimal Model Case	RMSE (mm/h)
0.5°	XGBoost with Case 3	2.827	XGBoost with Case 3	2.391
1.4°	XGBoost with Case 3	2.750	XGBoost with Case 3	2.102
2.4°	XGBoost with Case 3	2.832	XGBoost with Case 3	2.087
3.4°	XGBoost with Case 3	2.782	XGBoost with Case 3	2.227
4.3°	XGBoost with Case 3	2.636	XGBoost with Case 3	2.016
6.0°	XGBoost with Case 3	2.520	XGBoost with Case 3	2.289
9.9°	XGBoost with Case 3	2.584	XGBoost with Case 3	2.093
14.6°	XGBoost with Case 3	2.649	XGBoost with Case 3	2.802
19.5°	XGBoost with Case 3	2.761	XGBoost with Case 3	2.532
All	XGBoost with Case 3	2.723	XGBoost with Case 3	3.050
Average of all subcases		2.706	Average of all subcases	2.359

Article

Estimation of Hourly Rainfall During Typhoons Using Radar Mosaic-Based Convolutional Neural Networks

Chih-Chiang Wei * and Po-Yu Hsieh

Department of Marine Environmental Informatics & Center of Excellence for Ocean Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224, Taiwan; 10681002@email.ntou.edu.tw

* Correspondence: ccwei@ntou.edu.tw

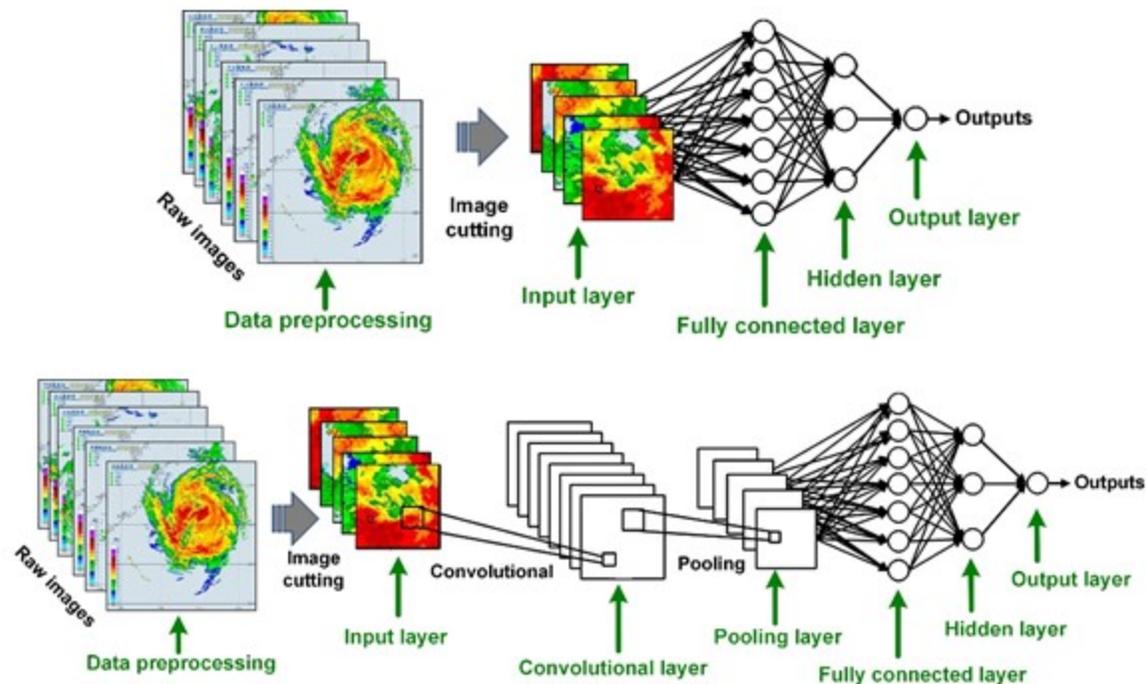
卷積神經網路框架下回波影像特徵提取之颱風降水量

魏志強^{1,2*}、謝博宇¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 颱風由東向西接近台灣時，在未受地形影響前的颱風路徑通常較穿越中央山脈後的颱風軌跡容易掌握，也較能預期風雨可以及早防備。相反的，在颱風經過中央山脈時，移動路徑會變得難以捉摸，預測風雨狀況來臨時間的不確定，降雨時間的延遲也變得難以掌握。
- 採用人工智慧Convolutional Neural Networks (CNNs)模型結合雷達回波影像推估颱風降雨量，有效地推估地面降水。



Nearshore two-step typhoon wind-wave prediction using deep recurrent neural networks

Chih-Chiang Wei and Ju-Yueh Cheng

ABSTRACT

Because Taiwan is located within the subtropical high and on the primary path of western Pacific typhoons, the interaction of these two factors easily causes extreme climate conditions, with strong wind carrying heavy rain and huge wind waves. To obtain precise wind-wave data for weather forecasting and thus minimize the threat posed by wind waves, this study proposes a two-step wind-wave prediction (TSWP) model to predict wind speed and wave height. The TSWP model is further divided into TSWP1, which uses data attributes at the current moment as input values and

Chih-Chiang Wei (corresponding author)
Ju-Yueh Cheng
Department of Marine Environmental Informatics
& Center of Excellence for Ocean Engineering,
National Taiwan Ocean University,
Keelung City,
Taiwan
E-mail: cwei@ntou.edu.tw

深度學習法之深度神經網路預測近岸颱風風浪

魏志強^{1,2*}、鄭茹月¹

1. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系
2. 國立臺灣海洋大學海洋工程科技中心

重要研究成果

- 臺灣本島地理位置屬副熱帶氣候且位於西太平洋颱風的主要路徑上，兩者互相影響，易導致極端氣候的產生，強風不但挾帶豪雨，也助長巨大風浪的形成。
- 以深度神經網路(Deep Neural Networks, DNNs)建立模式達到預測功能以降低風浪造成的威脅。基於DNN模型架構設計二種方案：直接預測浪高(一階段預測)及先預測風速再預測浪高(二階段預測)。

