

# 氣象資料視覺化設計與服務開發

王璿璋 林欣弘 陳奕如 朱容練 黃麗蓉 陳淡容 于宜強  
國家災害防救科技中心

## 摘要

臺灣在颱風或豪雨事件發生時常伴隨重大災害，其中复合型災害發生頻率也越來越高。不同類型的災害在短時間內發生，對防救災人員應變過程產生相當大的威脅。透過視覺化設計將複合性及多維度的資料進行整合展示，將有助於防災人員快速研判災害發生的可能性。

本研發工作嘗試將跨尺度、不同屬性的大量氣象資訊加以整合，並將結果以視覺化的方式呈現，讓各領域的防災人員和民眾可透過現行便利的寬頻服務，使用各種可上網的裝置，即可取得直觀且易於應用的防災資訊，期能同時展示多種氣象預警的防災資訊，提高相關人員的應變效率。此外，使用開放資料(Open Data)方法發布氣象數據，對於非氣象的使用者是不易了解與使用的資訊。為了降低資料使用門檻，嘗試提供資料視覺化開源工具進行繪圖處理，讓民眾及相關人員進行加值應用。

**關鍵字：**視覺化、開放程式碼

## 一、前言

國家災害防救科技中心氣象組過去所發展預警技術的落實方式，以「天氣與氣候監測網」網頁使用方式開發。發項目包含了氣象觀測及預報資料整合產品、氣象及災害模式的引進落實、部會署需求技術開發、以及各種災害性預警技術開發等，落實項目眾多。研發過程中所產製資料與產品模組數量龐大，對使用者而言，很難從龐大的網頁架構中找尋自己所需資料。使用者雖然可以透過 google earth, windy 及 openstreemap 取得一些公開的基本資訊，或是使用 ArcGIS 及 QGIS 等圖資軟體進行資料的加值處理。但是對於使用者來說，解讀這些複雜的資訊不是一件容易的事情。

對於未來多元天然災害可能造成的衝擊影響，不僅只是影響國人生命，甚至對於經濟、民生、交通、公衛健康等議題，將會越來越重要。如何利用視覺化技術將異質資料轉化成使用者可以理解的防災資訊，將是防災領域持續努力的方向。

本研究主要工作是從使用者的立場出發，針對需求進行視覺化設計開發，將數量龐大且複雜的氣象資訊轉化成使用者容易理解的視覺化圖表，讓各領域的民眾透過網路服務取得易於理解的防災預警資訊。

## 二、開放資料與視覺化

近幾年，政府積極推動開放資料(Open Data)政策，將

各部會署的資訊陸續公布於「政府資料開放平台」網站上供大家使用。在這些開放資料的獲取上，過去往往因為詮釋資料格式的問題而造成介接上的困擾，透過 API 的使用，則提高了資料提取的效率與靈敏度，使用者可透過 API 輕易從資料庫中取得。災防科技中心配合政府政策，長期透過「災害防救資料服務平台」，將各類的防災資料以 API 方式提供外界使用，包含水文、災害示警、社會經濟、基礎圖資、監測、災害潛勢以及氣象等，其中又以颱風災害資料的使用率較高。現階段 API 的開放資料已廣泛涵蓋各種領域，但對一般使用者來說，解讀這些多種時空尺度資料是相對困難的事情。

氣象資料會依照天氣系統的規模，分成不同的時空尺度，空間上從數公里到數百公里，時間上從幾小時的對流系統到數週的預報。是以天氣現象為主體，著重於天氣系統現況及預報的描述。但是防災資料是以人為主體，考慮對民眾的衝擊及影響層面。空間上在意的是所在地點及鄉鎮縣市，時間上是考慮的是現在和未來數小時。氣象與防災資料兩者存在尺度上的差異，整合這些資訊需要使用跨尺度的方法。

隨著大數據(Big Data)時代來臨，為了能分析及應用這些多尺度且巨量的資料，近年來將「科學視覺化」、「資訊視覺化」和「可視分析學」三大領域整合再一起應用，發展新興的科學「資料視覺化」(Lewis Chou 2019)。

資料視覺化的流程為先將數據轉變為圖表等視覺形式，再加入相關資訊整合。過程中考慮設計美學和認

知科學，並融合各種視覺效果，可以有效地傳達資料特徵及，以輔助使用者進一步了解、判斷及進行決策。

### 三、視覺化與服務設計

氣象防災資訊的提供方式大部分使用網頁或是移動裝置 APP 的瓶式呈現，防災中心所開發「天氣與氣候監測網」就是使用網頁的方式提供資訊(圖 1)，項目包含了氣象觀測及預報資料整合產品及災害模式等等。此外，災防科技中心也嘗試開發「落雨小幫手」APP(圖 2)，使用的是全台 9 座雷達觀測資料，透過外延法及資料同化技術，進行全台網絡區域的預報雨量估算。對個人化服務設計，導入適地性服務(Location-Based Service, LBS)定位技術，找出使用者所在的地理資訊，對使用者進行下大雨的個人化提醒。

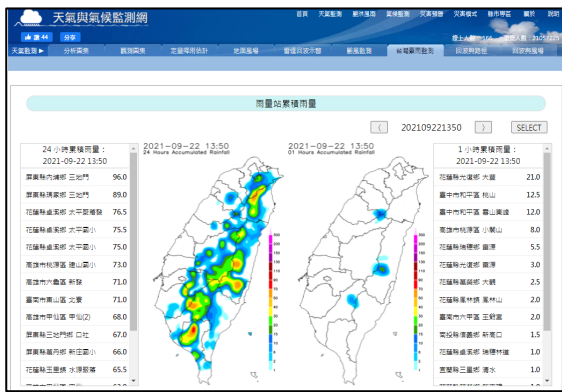


圖 1 天氣與氣候監測網氣象圖像與數據展示方式。  
<https://watch.ncdr.nat.gov.tw/>



圖 2 落雨小幫手 APP 主畫面(左)與動態轉場畫面(右)

以上產品都是直接將資料圖表呈現給使用者，使用者無須額外的選擇及互動。因為大數據資料的演進與開

放資料政策的推動下，使用者除了可以直接取得網頁上的服務外，也可以從開放資料中獲取大量的數據資料。然而對於非資訊專業的使用者而言，將龐大的資料可視化不是容易的事。在推廣與擴大開放資料使用組群的目標下，以開放原始碼(Open Source)的方式，提供使用者容易操控的程式語言，直接將開放資料進行視覺化的加值使用。

本節會介紹目前開發系統中針對不同需求所進行的規畫設計：

#### (1) 多層次細節技術 LOD (Level of Details)

在處理資料視覺化的過程，會需要整合多種尺度相異的資料。LOD (Level of Details)多層次細節技術是一種常用的處理方法，根據資料模型的焦點在顯示環境中所處的位置和重要度，來決定物體渲染的資源分配，降低非重要物理的面數或是節點數，從而獲得高效率的展示計算，此方法多應用於複雜圖層資料的細分展示。

以圖 3 為例，原始資料是全台民生公共物聯網的空品微型感測器(14000 站點)，在大範圍(全台)展示時，先使用尺度調整(升尺度)方法將全部站點進行萃取，只呈現重要的 1400 個代表站點。隨著使用者關心的範圍進行調整，當放大到縣市或是鄉鎮範圍時，才呈現該區域的全部站點。此方法可以避免大量資料的載入，也可以降低使用者在解讀不同空間尺度所需的資訊量。而且可以在使用者關心的空間尺度上，提供完整的站點資料。

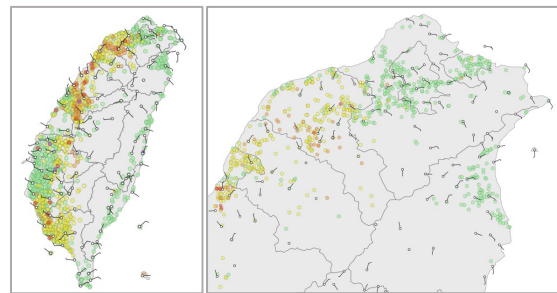


圖 3 使用多層次細節技術(LOD)方法，進行大量數據點的展示。左方台灣上方只有顯示 1/10 的資料點。右方放大至區域後提供完整的資料點位

利用多維度展示技術(LOD)，可以將種類繁多的氣象資訊及不同空間尺度的資料進行整合。災防科技中心開發的全球跨尺度展示介面(圖 4)就是使用此技術，使用者可以針對不同空間尺度需求自由切換，系統會根據使用者選取的資料類型自動調整視域範圍。

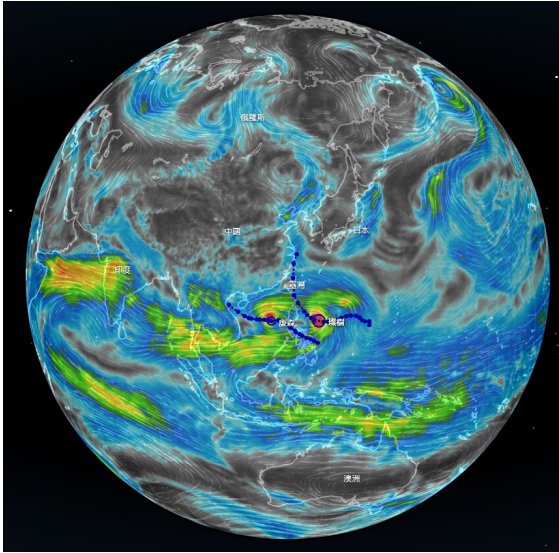


圖4 全球展示介面展示全球模式資料及颱風路徑資訊

### (2) 動態效果與多媒體整合展示

動態網頁是視覺化常使用的方法，目的在於呈現直覺的內容、快速的傳遞訊息。在許多網頁平台上，只需要在螢幕上移動不同的物件就可以讓操作者了解彼此的關聯及演變過程。目前最常使用的程式語言是 JavaScript，他可以在網頁中實現出複雜的功能，使網頁不只呈現靜態的內容，另外提供即時更新、地圖互動、繪製 2D/3D 圖形，影片播放控制等等功能。由於個人設備的運算能力越來越高，網頁瀏覽器的即時運算效果也能滿足即時動態效果的處理，越來越多的氣象資訊都是以即時運算的動態效果呈現。因此在動態效果的設計上也引用即時運算的方式，將數位化資料經由瀏覽器計算分析後即時動態繪圖於網頁上。圖5 整合衛星紅外線觀測資料與模式分析流場即時繪製動態效果。

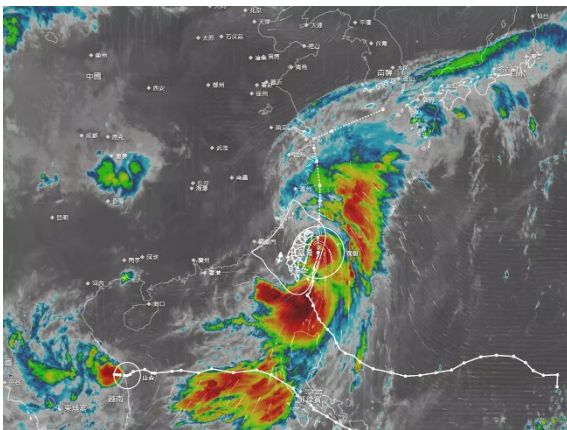


圖5 衛星雲圖與分析流場動態效果

颱風路徑的預報呈現上，過去多由一張路徑圖呈現

颱風在不同時間點的位置。然而利用動態效果的時序呈現，更能讓人清楚了解颱風的時序演進，以提供全面的颱風防災預警訊息。因此在颱風路徑動態網頁展示技術，在各國颱風預警路徑圖上(圖4)，以物件的動態移動效果呈現颱風過去及預報的狀況。相關人員可以從網頁上的動態效果了解颱風強度及移動速度的變化。然而對於現行網路訊息傳遞平台的資訊呈現，以網頁技術開發將會被侷限於該服務網頁上，不利於防災訊息的傳遞。因此開發將動態效果以可以單獨發放的 mp4 及 gif 的媒體傳播格式製作，並提供兩種擷取範圍給外界下載使用。

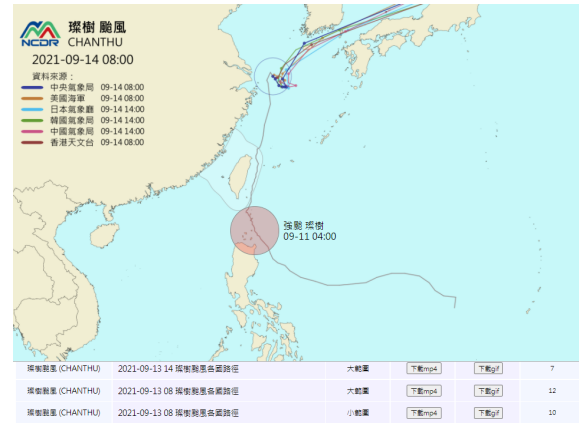


圖6 颱風動態展示介面與多種動態媒體效果下載

過去在提供颱風警示資訊的介面，會使用衛星雲圖或是雷達觀測來描述颱風的動態，兩者遙測資料雖然可以分別表示颱風的大小及強度，但是很難整合在同一張圖中，只能單獨使用。為了整合兩種資料的優點，透過不同媒體檔案的整合開發，以同時呈現不同的動態視覺效果(圖7)。利用視覺化中常用的空間疊合概念，將雷達與衛星遙測資料數位化後進行整合，呈現於展示系統中，並疊上模式估算的地面風場。此介面可以清楚了解颱風的強度及影響範圍。

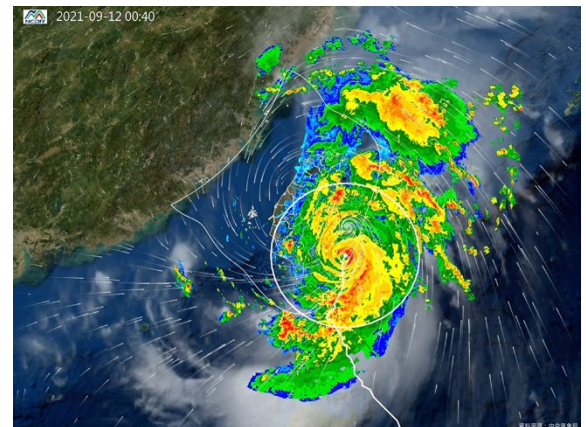


圖7 回波與雷達整合並套疊模式風場

### (3) API 應用及視覺化的開源工具(Python)

在大數據分析應用的趨勢下，開放資料(Open Data)的概念開始受到重視。災防科技中心配合政府政策，為了滿足外界防災資料的使用需求，於今年起，陸續推出氣象預警資料應用程式介面(API)供民眾申請，氣象的資料類型包括雨量、溫度、雷達回波、風以及降雨動能五大類型，主要資料來源來自系集預報產品以及雷達資料的相關應用。雖然 API 為現在最流行的公開資料方式之一，但對於許多使用者來說，需要具備程式撰寫的能力及知識，造成使用 API 時，入門門檻較高，因此需要開源工具進行資料讀取及應用的輔助。

近年來全球的主要氣象研究中心積極發展開源(Open Source)工具處理原本的數據資料，目的就是要降低一般使用者接觸及分析這些數據的門檻。Python 是近年資料科學領域上最廣為使用的開源程式，由於 Python 具有高效能的資料結構和簡單又有效的物件導向方法，讓一般使用者可以輕鬆上手使用。此外，Python 擁有一個強大及廣域的 library，提供了大量的應用模組套件，供大眾免費下載使用。

我們熟知的氣象單位美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)將其處理網格的 wgrib2 改寫並提供 Python 版本(pywgrib2)。氣象常用的繪圖工具 Grads 及 NCL，也發展出對應的 Python 版本(GradsPy、PyNCL)。歐洲中期天氣預報中心(ECMWF)則是利用 Python 模組開發使用者介面，增加處理資料的效率。

災防科技中心提供廣為使用且取得方便的語言程式 Python 程式所撰寫的工具程式。讓民眾可以利用 Python 工具讀取 API 資料，進行基本資料分析及繪圖，目前提供的套件有一維時序圖(圖 8)、二維分布圖及三維風場(圖 9)。以 Python 開放程式碼的方式提供視覺化的工具，不僅提供更彈性的需求選擇，還能讓使用者進行細節分析，甚至將開放資料 API 導入與整合進自有的防災系統之中。

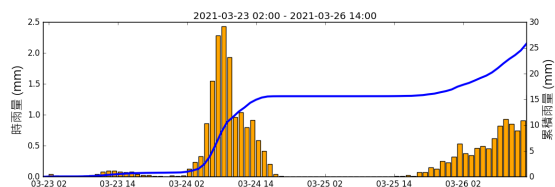


圖 8 雨量的一維時序圖，左邊從軸為時雨量、右邊從軸為累計雨量，橫軸為觀測或是預報資料的時間。

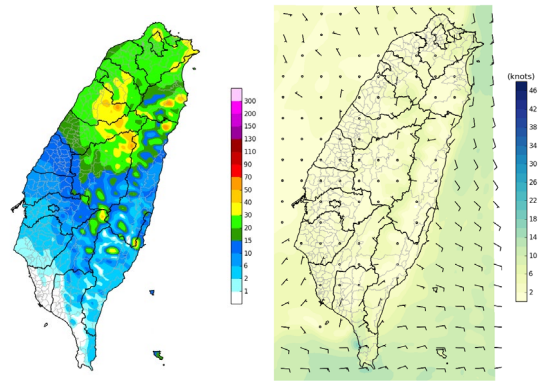


圖 9 左方為雨量空間分布圖；右方為三維風場資料(地面)

## 四、結論

防災應變過程中，若能掌握更多的氣象預警資訊，就越能針對不同災害情境進行準備。災防科技中心提供多種防災資料，無論是風災、水災、坡地災害、寒害或是高溫，皆可提供各類災害的氣象情境預警資訊。利用視覺化方法將即時與多重時空尺度特性資料整合展示，有助於防災人員進行快速災害研判。

開放資料 API 是近年來大數據資料傳播的重要概念，災防中心將各類的防災資料以 API 方式提供外界使用，並提供開源工具(Python)，方便一般使用者進行資料下載以及繪圖分析。希望民眾能利用這些防災資訊，進行更完善的防災準備，以降低災害可能造成的損失。

## 參考文獻

- Lewis Chou, 2019: 9 Data Visualization Tools That You Cannot Miss in 2019. Web document, <https://towardsdatascience.com/3ff23222a927>. Accessed: Sep 15, 2021
- 吳佳純、黃麗蓉、林欣弘、朱容練、王璿瑋、林冠伶、林忠義、廖信豪、吳宜昭、于宜強，2021：氣象資訊之視覺化與互動式展示技術開發。國家災害防救科技中心，NCDR 109-A13
- 江宙君、徐理寰、朱容練、林欣弘、林忠義、黃麗蓉、陳淡容、于宜強、黃淳茂，2021：防災氣象開放資料簡介。國家災害防救科技中心災害防救電子報，193
- 政府開放平台：<https://data.gov.tw/>
- 民生公共物聯網：<https://ci.taiwan.gov.tw/>
- 災害防救資料服務平台：  
<https://datahub.ncdr.nat.gov.tw/>

## **Abstract**

In Taiwan, we experience several disasters such as typhoons or heavy rainfall events that caused considerable casualties of life and damages to property. Due to the increased frequency of complex disasters, the authorities had a big challenge for reducing disaster risk and enhancing emergency preparedness. It is helpful for assessment of the disaster by using the visual design of composite and multi-dimensional data for integrating display.

The goal of this research and development is to combine multiple scales and different types of meteorological data and present those data by visualization technology. The authorities and people can easily get assessment information for disasters prevention through any online device. In addition, open data is broadly used for data application. However, it is not easy to be used for non-meteorologist. In order to improve the usability of weather data, we try to provide open source tools for data visualization, allowing person to perform additional applications.

**Keywords:** Visualization, Open Source