

「LoRa長距離低功耗物聯網」 在地表氣象觀測之應用

財團法人資訊工業策進會／黃鼎傑



一、前言

臺灣位處於天然災害頻仍之地帶，平均每年約遭遇3.5個颱風侵襲，由於地處琉球群島與菲律賓群島之間，山地地形佔總面積將近70%，且具有坡度陡峭、地質脆弱和水流湍急等不利條件，加上地震、暴雨集中及人為過度開發等外在因素，以致颱風侵襲後往往伴隨著水災、崩塌、地滑、土石流、山地洪災等。有鑑於此，臺灣民間許多企業，可以體認到相關氣象經濟的重要性，而國外許多的氣象經濟研究也宣稱，氣象投入與產出比為1：98，即企業在氣象預測方面投資1元，可以得到98元的經濟回報。所以，觀測氣象無論是對民間企業或是公部門單位，都是有其必要性。

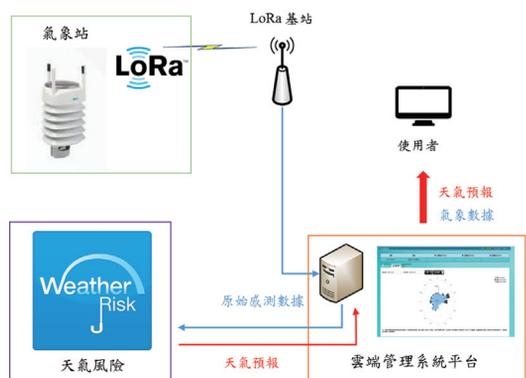
在過去，建置氣象觀測站最麻煩的和最花人力的事項就是搜集資料，光是為了將線路牽到氣象站就耗去大量人力和經費。為了減少耗費線材和建置的成本，我們利用LoRa無線網路長距離低功耗的特性，直接將資料上傳至雲端，加速佈建氣象站之速度，並串接專家級天氣預報資料，以提供加值服務。

二、LoRa地表氣象站

LoRa是美國Semtech公司採用和推廣的一種無線通訊技術，適合低功耗的廣域網路(LPWAN)應用。其傳輸距離超過15公里。因需要滿足

低功率與遠距的優點，所以最大數據傳輸率限制在50 Kbps之內。正因為LoRa長距離低功耗的優勢，非常適合用於廣域的監控網路，所以，我們利用LoRa來傳送氣象站之原始數據，資料包含：雨量、溫度、濕度、壓力、風向和風速等，各項數據統一彙整於地表氣象雲端管理系統平台，以產出完整的氣象預測報表。

本系統之架構如圖1所示，其中左上角為氣象站感測器，資料將透過LoRa無線模組上傳至LoRa基站，接著透過HTTP Push功能，將資料收集在雲端平台上匯整，如圖右下區域。此外，為了提供加值之服務，雲端平台亦將原始感測數據傳至天氣專家預測分析，如圖中左下區域。而使用者若欲觀看天氣預報或是現地的氣象數據，可以直接上雲端管理系統平台上查看。



▲ 圖1 地表氣象站系統架構圖



而本系統在應用場域建置上，主要以校園為示範場域，針對北臺灣校園的氣象資料觀測，氣象站架設地點分別位於頂樓和平地，配置圖如圖2和圖3所示。



▲ 圖2 頂樓LoRa氣象站之佈建(三聯科技提供)



▲ 圖3 平地LoRa氣象站之佈建(三聯科技提供)

三、雲端平台氣象觀測

本應用服務觀測的氣象即時資料以圖4為例，由圖中可以看出每小時累積雨量，每五分鐘累積雨量，溫度、濕度、壓力、風向和風速等資訊，這些原始資料皆是透過LoRa無線網路傳回，針對各站點也可以看到其相對的位置。



▲ 圖4 氣象站感測資料

目前管理人員，可以透過其雲端的管理平台，觀看各自的氣象資料，本系統也提供Restful API，方便終端開發者資料的介接；另外，MQTT協定的提供，亦方便物聯網開發者介接相關環境的資料使用。本雲端管理平台功能共分為10大項，各項功能如表1。

▼表1 地表氣象站功能表

系統功能	功能項說明
現地氣象資料串接功能	搜集雨量LoRa站和氣象站之資料，包含雨量、溫度、濕度、壓力、風向和、風速。
在地型資料和區域型資料整合技術	整合在地型氣象站和NCDR所提供之區域型資料。
支援多地區資料整合和權限控制	支援多站點氣象資料整合，而且特定使用者登入，可以看到特定之站點資料，管理者也可以只給予特定站點之權限。
支援MQTT物聯網協定	提供MQTT Broker 供使用者subscribe各氣象站之資料。
防災事件處理引擎與通報技術	根據在地型感測資料或是區域型資料發佈Email示警。
開放式RESTful資料平台	提供在地型資料的Restful API 供其他服務串接資料。
用戶允入控制與管理技術	提供帳號權限管理機制，依不同權限發送警示訊息。
提供網路拓撲管理功能	提供各站點和感測器之網路拓撲資料顯示。
應用服務管理架構	提供在地型資料串接，和LoRa站點管理的功能。
專家系統、智能決策系統等功能	將搜集之資料透過HTTP Post 傳送給天氣風險公司，並從天氣風險公司取得預報資料。

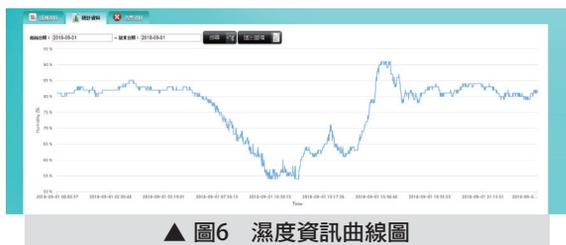
四、氣象加值應用分析

考量到加值應用的部分，本系統應用 LoRaWAN 所提供之 HTTP Push 功能，將資料收集在雲端平台上，並且轉傳氣象資料至天氣風險公司，經天氣風險公司之專家氣象資料分析之後，在經由本雲端平台呈現天氣預報之內容，氣象預報如圖5所示。

時間	氣溫(攝氏)	天氣描述	降雨機率(%)
2018-12-13	16°C-18°C	短暫雨	40%
09:00	16°C-18°C	多雲	20%
12:00	16°C-18°C	陰	20%
15:00	16°C-18°C	陰	30%
18:00	16°C-18°C	短暫雨	30%
21:00	17°C-18°C	短暫雨	40%
2018-12-14	17°C-19°C	短暫雨	50%
00:00	17°C-18°C	短暫雨	40%
03:00	17°C-18°C	短暫雨	50%

▲ 圖5 串接氣象專家資料

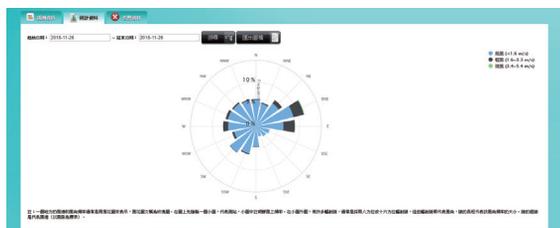
本系統亦提供多樣化之資料圖表呈現，如圖6之現地濕度資訊曲線圖。



▲ 圖6 濕度資訊曲線圖

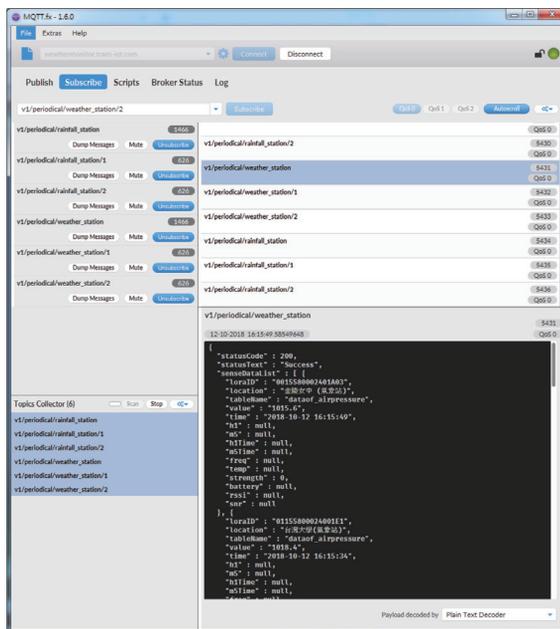
另外，本系統的風速和風向頻率則是用風花圖來表示，風花圖文稱為玫瑰圖。圖7為風向和風速匯整而得之玫瑰圖，同心圓的外圍是標記著風向。所謂的玫瑰圖，是在圖中上先繪製一個小圓，代表測站，小圓中註明靜風之頻

率。在小圓外圍，有許多輻射線，通常是採用八方位或十六方位輻射線，這些輻射線即代表風向，線的長短代表該風向頻率的大小。線的粗細是代表風速（以風級為標準）。



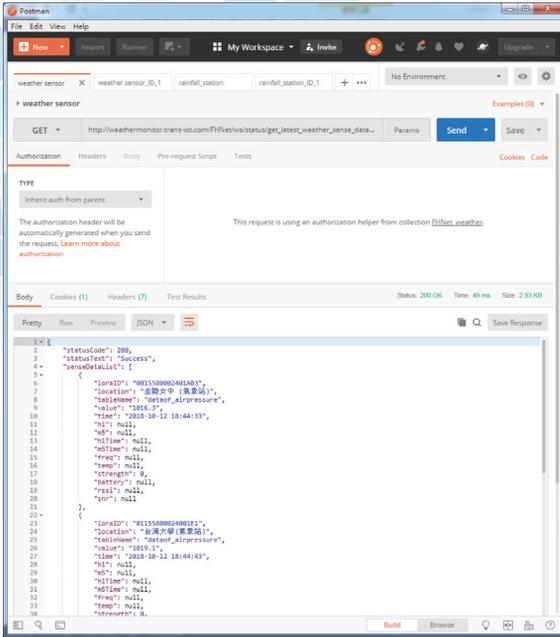
▲ 圖7 風速風向資訊玫瑰圖

其次，本系統亦提供資料串接之加值服務，如MQTT和RESTful API。MQTT的部分，如圖8所示，開發人員可以訂閱感測資料變動通知。當感測資料有變動時，系統將會發送變動資訊給訂閱感測資料變動的終端裝置，列出所有weather_station站點的即時資料。



▲ 圖8 MQTT資料串接

RESTful API的部分，開發人員可以定期和本系統取得最新的氣象資料。如圖9所示。



▲ 圖9 RESTful資料串接

五、結語

在應用LoRa無線傳輸於氣象觀測上，長距離的傳輸有效的擴展了應用的範圍，比較需要考量的點是LoRa封包的遺失率問題，由於LoRa本身考量到省電的機制，因此LoRa本身無法保障資料一定能送達，也沒有封包重傳之機制，所以，如果在訊號不良的區域中，資料有可能無法送達LoRa基站。因此，在資料傳送的设计上，需要考量傳送連續資料時，可能會有資料遺失之問題，若封包遺失會導致功能異常，則不適用LoRa。舉例而言，氣象站中雨量的資料，無法直接回報每分鐘雨量回雲端平台，再由雲端平台加總，因為封包的遺失會嚴重影響

每分鐘雨量加總的結果。所以，在本系統中，封包的設計，特別將雨量回傳之封包資料設計成時雨量和五分雨量，並且封包中也加入了時雨量和5分雨量的觀測時間，以確保每日雨量的加總，只要每小時至少有一個封包傳送回雲端，每日雨量的加總就不會受影響，如圖10所示。



1小時雨量 (毫米)	1小時雨量時間	5分鐘雨量 (毫米)	5分鐘雨量時間	紀錄時間
0.0	2018-12-11 10:00:00	0.0	2018-12-11 11:15:00	2018-12-11 11:20:41
0.0	2018-12-11 10:00:00	0.0	2018-12-11 11:10:00	2018-12-11 11:15:39
0.0	2018-12-11 10:00:00	0.0	2018-12-11 11:05:00	2018-12-11 11:10:35
0.0	2018-12-11 10:00:00	0.0	2018-12-11 11:00:00	2018-12-11 11:05:34
0.0	2018-12-11 10:00:00	0.0	2018-12-11 10:55:00	2018-12-11 11:00:41
0.0	2018-12-11 09:00:00	0.0	2018-12-11 10:50:00	2018-12-11 10:55:34
0.0	2018-12-11 09:00:00	0.0	2018-12-11 10:45:00	2018-12-11 10:50:42
0.0	2018-12-11 09:00:00	0.0	2018-12-11 10:40:00	2018-12-11 10:45:37
0.0	2018-12-11 09:00:00	0.0	2018-12-11 10:35:00	2018-12-11 10:40:33
0.0	2018-12-11 09:00:00	0.0	2018-12-11 10:30:00	2018-12-11 10:35:33

▲ 圖10 雨量封包格式

針對天氣預報資料的延伸應用服務，未來若將預報資料導入科學園區或工業區廠房，可以提供科學園區或工業區廠房的冰水主機，讓其有較高效率的運作方式，也可以節省許多耗電成本。透過專家級的氣象預報和分析，並將資料應用於廠房或是大樓的冰水主機控制，可以有有效的提升冰水主機利用度，在溫溼度低的時候，降低冰水主機的運轉機制，有效地達到節能的目的是。

☒ 參考文獻

- [1] Lora Alliance, <https://lora-alliance.org/>, 2018
- [2] 天氣風險, <https://www.weatherrisk.com/>, 2018
- [3] 黎訓良、彭興華、王丁峰，掌握天機把握節能先機，2016年科學工業園區廠務技術研討會。