

船舶航行安全大數據資料庫應用與分析

Ship navigation safety Application and Analysis Research of Big Data

主管單位：交通部運輸研究所

黃茂信¹

翁健二²

楊烈²

Huang, Mao-Hsing¹ Weng, Chien-Erh² Yang, Lie²

¹交通部運輸研究所港灣技術研究中心

²國立高雄科技大學

摘要

本計畫主要著重在結合人工智慧與大數據分析技術建置一 AI 智慧化船舶航行安全監測與預測系統。透過資料探勘技術挖掘 AIS 資料庫的船舶資訊，藉以研析我國海域範圍內船舶航行資訊以及我國海域船舶航行特性，並將這些分析完的基礎數據，經過資料錯誤整理與動態壓縮處理後取得具有特徵價值的訓練資料，再藉由所建置之預測模型針對海上 AIS 船舶進行航行經緯度座標的預測。接著則進一步針對船舶航行行為進行安全評估，其船舶航行安全評估系統能夠分別饋入即時 AIS 資料與預測系統之預測結果數據進行海上 AIS 船舶航行異常行為的監測與預測應用。

此次整體研究開發成果包括：船舶航行安全預測系統建置、船舶航行安全評估系統建置、船舶航行位置預測、船艙異常監測功能開發、偏離航道監測功能開發及船舶碰撞預測功能開發。藉由系統功能的開發建置，得以有效協助找出船舶航海時的異常行為並評估其潛在的威脅，使船舶違規航行、海上事故、需水上救援等異常情況事件發生前，岸台監控的當值人員能有足夠預警時間反饋給有關單位處理，提升船舶航行安全。其研究成果將可供我國海洋委員會、交通部航港局、海巡署等單位做為一海上航安監測之輔助系統，從而提升我國海洋事務安全管理之效益。

關鍵詞：航行監測、自動識別系統、資料庫、人工智慧、大數據、深度學習、碰撞告警、偏航告警

Abstract

This project is focus on the analysis of ship navigation safety big data database. The content of this project is to extend the research results of the previous year. We use the data mining technology to mine the ship information in the AIS database to study the ship navigation information. After analyzing these basic data, we use the prediction model to predict the latitude and longitude coordinates of the maritime AIS ship. The next step is to further evaluate the safety of the ship's navigation behavior. The ship's navigation safety evaluation system can feed the real-time AIS data and the prediction result data of the prediction system.

The results of the overall research and development include: the construction of a ship

navigation safety prediction system, the construction of a ship navigation safety evaluation system, the prediction of the ship's navigation position, the development of a ship's abnormality monitoring function, the development of a departure channel monitoring function, and the development of a ship collision prediction function. Relevant technological developments such as aviation security monitoring have become one of the issues. The evaluation of the results of this research will effectively assist Taiwan relevant offices in the efficiency of ship navigation safety management.

Keywords : Navigation monitoring, automatic identification system, database, artificial intelligence, Big data, machine learning, collision warning, yaw warning.

一、 前言

在海洋產業方面，蘊藏著許多潛在價值的數據能藉由 AI 大數據進行相關的分析、管理應用，諸如海氣象、船舶交通流、港埠物流及航安管理等方面。我國地理位置居於東北亞和東南亞交會處，往上航運路線通往韓國、日本等東北亞各國，往下航運路線通往菲律賓、印尼、泰國、新加坡及馬來西亞等東南亞各國，可說是東北亞與東南亞海上來往航運的樞紐，根據英國勞氏驗船協會 (Lloyd's Register of Ships, LRS) 之「海難回顧」資料^[1]顯示，以發生海難事件頻率當作海上風險環境之主要評估準則，並且加入天候能見度、海象潮汐變化、航行船舶密度、交通流量複雜度等因素進行全球海域之評估，我國海域被列為中度海上風險環境(Moderate Risk Environment)。本次研究目標主要是為進一步提升船舶於海上航行的安全，針對前期所建置的船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)解碼資料庫進行相關資訊的大數據分析研究，進而建置船舶航行安全大數據資料庫，目的係利用大數據分析方式透過資料探勘技術挖掘 AIS 資料庫的船舶資訊，以取得船舶相關資訊，並過濾掉重複或是數據不正確的資料，進而獲得有效且正確之我國海域船舶航行資訊，再將分析後的基礎資料依據特徵及類別進行分類，完成分類後則運用深度學習演算法建置船舶航行行為預測模型使其能對船舶航行行為異常、偏航、碰撞做出預測判斷。

二、 研究範圍與研究方法

本研究主要是以船舶動態資料及 AIS 資料庫為樣本資料來源，做為建置船舶航行安全大數據資料庫的基礎，並以所建置之資料庫研析船舶航行安全所需之樣本資料的蒐集與分類，從而達到智慧化航安監測與船舶航行行為預測之目標。

2.1 研究範圍

1. 以具備 AIS 系統收發設備並超過 300 噸以上之大型客、貨輪及油輪為研究探討對象。
2. 以 AIS 系統可接收範圍內之資料，包括：船舶識別所用之海上通訊識別碼、航行速度、航向、船舶噸位、船舶長寬、狀態及目的地等資訊為主。
3. 由於目前船舶所回傳之 AIS 資料雖可取得船舶載重噸數據，但在前期研究過程中發現大部分船舶並未即時更新此項資訊，所回傳之船舶載重噸資料多為未知，故研究進行資料蒐集、分類與演算法編譯過程將不主動納入該參數。
4. 資料庫所需之相關船舶的 AIS 參數或資料，是以現階段 AIS 系統資料庫所能取得之資訊為主。

2.2 工作項目

本次研究依據工作項目分為四階段，分別為「船舶航行安全大數據資料庫建置研究」、「AI 智慧化船舶航行安全監測與預測系統建置」、「船舶航行安全大數據資料庫資料應用」及「系統預測精度及預測功能優化評估」。首先以目前國內、外相關研究發展

案例為借鏡，針對目前應用 AIS 系統資料進行船舶航行安全監測或行為預測之相關研究進行探討與研析，並以各研究文獻中所建立的系統模型為參考依據，分析各研究文獻系統模型建置與演算法之優劣處。接著則以 AIS 全解碼資料庫為基礎做為建置機器學習架構建置的樣本資料庫，並以資料探勘方式依據資料類型進行初步的特徵(Features)及標籤(Label)分類。而後再透過機器學習演算法進行船舶航行安全大數據資料的分析與探勘，對樣本資料庫分類完成的特徵(Features)及標籤(Label)資料源進行特徵萃取(Feature Extraction)與資料訓練(Training)，從資料庫裡大量、不完全、模糊或重複性質的數據中挖掘出船舶航行行為預測所需的資料參數，如船舶種類、航向、航速及航行軌跡等資料。接著，則進一步透過深度學習方式依據船舶碰撞危險度分級、船艙異常及偏離航道等參數進行相對應關係的演算法撰寫產生船舶航行安全評估系統模型，其模型即是判斷船舶軌跡是否異常、是否與其它船舶會遇距離持續接近的依據。AIS 資料經過長時間的累積已形成巨量資料的等級，所以分析這些 AIS 資料必須仰賴巨量資料分析從其中獲得關連性，而取得具備運算價值或預測所需的資料參數經演算法與模型的計算後，即可識別船舶在海上行駛的行為模式，進一步提供適當的操作建議。研究開發主軸共包括四個階段，其各階段工作項目區分如下，整體研究流程則如圖 1 所示。

1. 船舶航行安全大數據資料庫建置研究：以 AIS 全解碼資料庫為資料來源，獲取建置船舶航行安全大數據資料庫所需相關數據。並依據所建置資料庫研析船舶航行安全所需之樣本數據的收集與分類，再針對獲取之大量 AIS 資料進行預處理，包括錯誤數據整理與資料壓縮，從而剔除不完整或重複性質高的次要數據，挖掘出設計船舶航行安全預測模型所需數據與參數。
2. AI 智慧化船舶航行安全監測與預測系統建置：AIS 系統的使用累積了大量的船舶航行資訊，這對船舶異常行為進行檢測提供重要的基礎數據。其船舶航安監測與預測系統的建置，主要是透過前述船舶航行安全大數據資料庫完成收集與分類的數據參數做為進行智慧化船舶航行安全監測與預測系統模型建置的資料源。包括應用學習演算法對完成特徵與類別分類的船舶航行安全大數據資料，如船舶動態資訊時間序列、最接近點距離、最接近點時間、航速、航向、船種及區域船舶密度等資料進行相對應關係的演算法撰寫及預測模型的計算，並以此做為後續海上船舶航行行為、碰撞告警、偏航告警預測功能開發的依據。
3. 船舶航行安全大數據資料庫資料應用：在前述船舶航行安全大數據資料庫與預測系統的建置，得以獲取海上船舶航行行為的預測結果，在此階段，研究將進一步應用船舶航行安全大數據資料庫開發船舶碰撞告警、偏航告警預測功能，協助找出船舶航海時的異常行為並評估其潛在的威脅，使船舶違規航行、海上事故、需水上救援等異常情況事件發生前，岸台監控的當值人員能有足夠預警時間反饋給有關單位處理，提升船舶航行安全。
4. 系統預測精度及預測功能優化評估：在完成船舶航行安全大數據資料庫與海上船舶航行行為監測、碰撞告警、偏航告警預測的建置及功能開發後，為判斷系統預測精確度是否可靠以及精確度提高可行性，研究進一步應用深度學習方法增加預測模型的層次架構，使不同參數間相互作用關係計算能更加準確，再以遞迴神經網路架構

將模型的預測結果回饋進行修正逐步收斂預測結果。

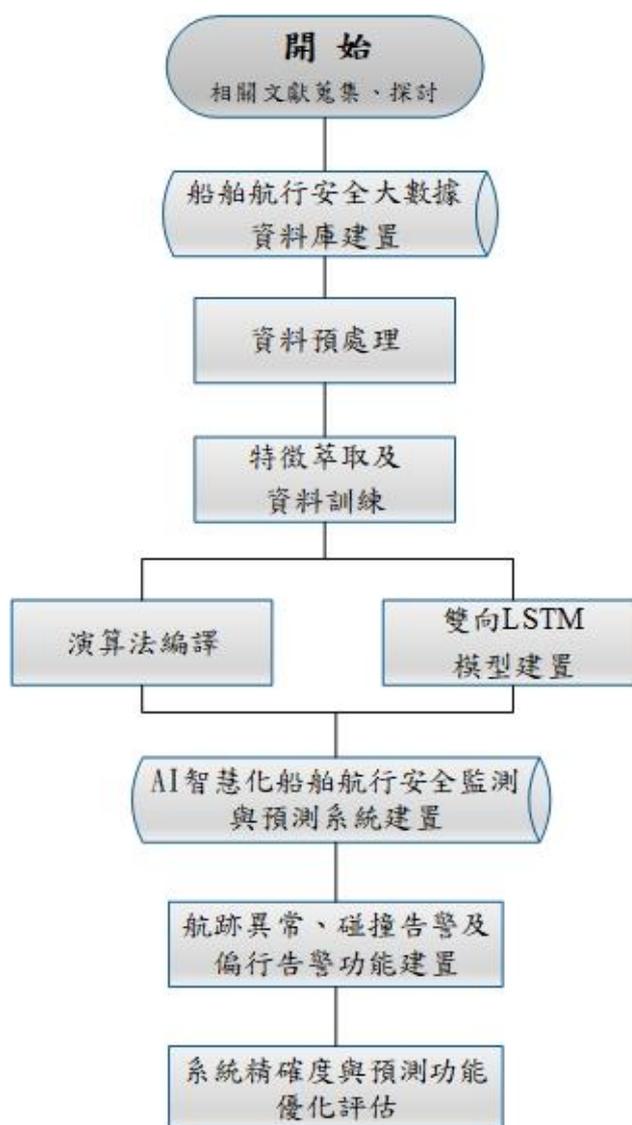


圖 1、系統研究流程

2.3 研究方法

2.3.1 船舶航行安全大數據資料庫建置

本研究應用 AIS 資料庫之數據做為後續輸入船舶航行安全監測與預測系統的樣本數據。樣本數據品質對於系統預測模型的影響性相當大，樣本源若有太多錯誤數據，將會嚴重影響訓練資料階段的數據品質。基此，在船舶航行安全大數據資料庫的建置階段需要先進行 AIS 資料的預處理。AIS 資料預處理分兩步驟，第一步驟是錯誤數據整理。研究在 AIS 資料預處理過程中，發現於部分欄位上仍有誤差值產生，究其原因可能在於岸台基地的訊號接收效能不佳導致資料接收完整度受影響。然對於系統的學習模型來說輸入數據十分重要，數據的品質及特徵的選取往往決定了系統學習模型的上限。

首先，將 MMSI 長度不足 9 碼、座標位置未處於東經 117 至 123 之間，以及北緯

20 至 27 之間的範圍、航速大於 30 節等異常數據進行剔除。依據國際電信聯盟規範，全球船舶之 MMSI 識別碼為固定 9 碼，因此未符合 9 碼長度 MMSI 的 AIS 數據即被視為異常數據。而東經 117 至 123 之間，以及北緯 20 至 27 之間的範圍則是我國鄰近海域範圍，未處於該範圍內之船舶則未被系統納入進行預測分析。由於本次研究主要預測船舶種類為大型客、貨、郵輪等船舶，依據資料顯示其航速大多落於 20 節以下，航速大於 30 節之狀況極為罕見，因此系統亦會將視為數據異常。

1. MMSI 欄位不足 9 碼：海上船舶所回傳之 AIS 資料中，須具備水上行動業務識別碼 (MMSI)，做為船舶識別與資料來源的判斷依據，在進行錯誤數據整理階段，發現部分 AIS 資料出現 MMSI 不足 9 碼之狀況。且從圖 3 的資料接收時間可以發現，AIS 資料回傳頻率並不穩定，35 分鐘的時間區段僅回傳 10 筆資料，時間間隔亦較不固定。

MMSI	SOG	Longitude	Latitude	COG	Record_Time
168	8.5	120.169502	26.672772	213.1	2018-08-09 07:09:37.043
168	8.5	120.161657	26.664860	221.6	2018-08-09 07:14:04.417
168	8.4	120.150367	26.653270	231.4	2018-08-09 07:20:31.563
168	8.7	120.139978	26.644100	224.4	2018-08-09 07:26:03.813
168	8.5	120.134350	26.638742	233.4	2018-08-09 07:29:04.637
168	9.0	120.127948	26.633943	232.2	2018-08-09 07:32:06.313
168	8.9	120.125640	26.630868	207.0	2018-08-09 07:33:39.967
168	9.1	120.122063	26.625528	217.3	2018-08-09 07:36:09.770
168	9.0	120.109307	26.611402	237.9	2018-08-09 07:43:34.107

圖 2、MMSI 欄位不足 9 碼

2. AIS 資料重複性問題：除前述在相同接收時間(Record_Time)出現 AIS 資料重複性問題外，亦存在不同接收時間的 AIS 資料欄位數據相同的狀況。此狀況將導致同一接收時間下，該船舶具有兩筆不同 AIS 資料的問題。

MMSI	Lon	Lat	Ship_and_Cargo_Type	COG	SOG	Boat_L	Boat_W	Record_Time
457610000	121.762185	25.309038	80	268.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:50
457610000	121.762167	25.309033	80	214.1	1.3	120	19	2019-07-01 13:13:51
457610000	121.762167	25.309033	80	214.1	1.3	120	19	2019-07-01 13:13:51
457610000	121.762185	25.309038	80	268.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:52
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:53
457610000	121.762167	25.309033	80	214.1	1.3	120	19	2019-07-01 13:13:53
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:53
457610000	121.762185	25.309038	80	268.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:54
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:54
457610000	121.762167	25.309033	80	214.1	1.3	120	19	2019-07-01 13:13:55
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:55
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:55
457610000	121.762172	25.309048	80	282.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:57
457610000	121.762175	25.309038	80	273.8	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:58
457610000	121.762172	25.309048	80	282.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:58
457610000	121.762172	25.309048	80	282.6	0.4	120	19	2019-07-01 13:13:59

圖 3、AIS 資料重複性問題

3. 船舶航速(SOG)異常：本次研究進行船舶航行行為預測之船舶種類係以大型客、貨、油輪為主，平均航速多低於 20 節以下，70 節航行速度以超出多數大型船舶能力範圍。其中若 AIS 船舶未提供航速(SOG)數據，原始預設值則為 102.3 節。

MMSI	SOG	Longitude	Latitude	COG	Ship_and_Cargo_Type	boat_length	boat_width	Record_Time
373698000	78.8	120.367167	22.934667	218.0	80	106	16	2018-01-30 22:16:16.283000000
373698000	80.8	120.362667	22.929333	218.0	80	106	16	2018-01-30 22:16:31.917000000
373698000	77.4	120.353167	22.918500	218.0	80	106	16	2018-01-30 22:17:12.090000000
667003031	89.0	120.458983	24.259258	219.0	80	108	15	2018-01-03 05:51:03.927000000
667003031	89.0	120.458892	24.257247	221.8	80	108	15	2018-01-04 08:22:15.883000000
667003031	89.0	120.458842	24.258225	222.2	80	108	15	2018-01-03 10:45:43.840000000
667003031	89.1	120.458762	24.257328	225.1	80	108	15	2018-01-03 00:41:05.313000000
355239000	102.2	120.076817	23.780183	226.0	81	180	32	2018-01-03 09:49:06.883000000

圖 4、船舶航速異常

4. 船舶航向(COG)異常：船舶正常航向區間範圍為 0 至 359.9 度，其中若 AIS 船舶未提供航向(COG)數據，原始預設值則為 360.0 度。從圖 5 的數據可以得知，該船舶在 2 秒間，船舶航行方向變動範圍達到 150 至 180 度。

MMSI	Lon	Lat	COG	SOG	Boat_L	Boat_W	Record_Time
413365980	118.102080	24.384075	360.0	0.0	120	20	2019-07-01 12:47:43
413702870	118.183527	24.366830	360.0	0.0	113	24	2019-07-01 12:47:36
477047100	120.124335	22.730833	360.0	102.3	148	24	2019-07-01 12:46:04
416005369	118.287392	24.416723	360.0	0.0	42	10	2019-07-01 12:51:52
416004734	120.385187	22.352322	360.0	0.0	28	6	2019-07-01 12:51:14
414400840	119.769642	25.701402	360.0	0.0	86	20	2019-07-01 12:51:07
416004989	120.444935	22.468763	360.0	0.1	28	6	2019-07-01 12:52:19
412362390	120.090123	22.882458	360.0	0.1	85	13	2019-07-01 12:50:52
564270000	121.766433	26.696277	370.6	12.3	112	18	2019-07-01 19:21:28
667001882	120.249612	22.588078	409.5	82.7	74	11	2019-07-01 12:17:13

圖 5、船舶航向異常

接著，在 AIS 資料預處理的第二步驟則是資料壓縮。主要目的是為了刪除僅具備較低船舶行為特徵的資料，使系統負擔能夠有效降低並提升數據品質。研究參考 GAO Miao 等人所提出之資料壓縮演算法^[2]，進行本研究 AIS 資料壓縮之處理。考量到同一船舶連續三筆 AIS 資料間的距離與航向差，若兩者皆未高於閾值，則刪除三筆資料中的第二筆資料，AIS 資料壓縮流程如圖 6 所示。

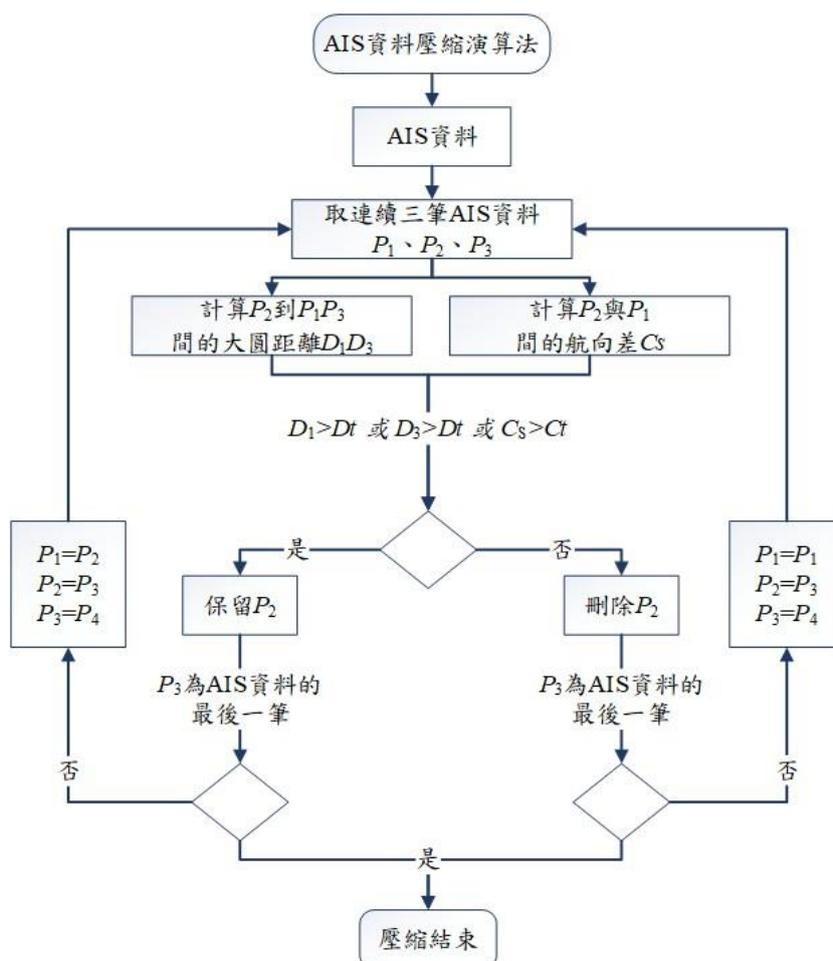


圖 6、AIS 資料壓縮處理流程

首先設初始狀態為連續三筆 AIS 資料(P_1 、 P_2 、 P_3)，計算 P_2 到 P_1P_3 間的大圓距離(D_1 、 D_3)，若 D_1 或 D_3 小於距離閾值 D_t ，則繼續計算 P_2 與 P_1 間的航向差 C_s 是否小於角度閾值 C_t ，如果兩項條件都滿足，則刪除 P_2 達到壓縮效果，並持續循環此流程直到 P_3 為 AIS 資料的最後一筆，其中 D_t 與 C_t 的值可依照需求作更改， D_t 與 C_t 設的越大壓縮率就越大，目前設 D_t 為 84 公尺、 C_t 為 9 度，其設定標準參考^[11]的中等壓縮率數值。圖 7 為本研究使用 AIS 資料庫進行原始資料與壓縮後資料之比較，以茲證明此 AIS 資料壓縮演算法可行性。原始 AIS 資料樣本為 35,683,789 筆，經演算法壓縮後之資料量降至 14,433,211 筆，壓縮率為 60%。

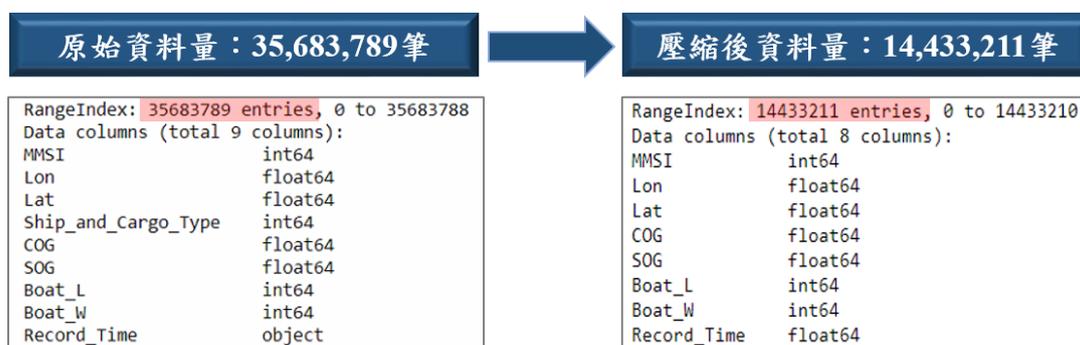


圖 7、AIS 資料壓縮處理

2.3.2 船舶航行安全監測與預測系統

為有效提升船舶海上航行安全與周遭海域船舶活動監測，本研究以 AIS 資料為樣本，收集完整的 AIS 船舶動、靜態資訊，並完成對 AIS 樣本資料進行初步的錯誤數據整理及資料壓縮。接著以人工智慧深度學習演算法為基礎利用完成預處理的 AIS 資料建立海上船舶航行安全預測模型，系統架構如圖 8 所示。

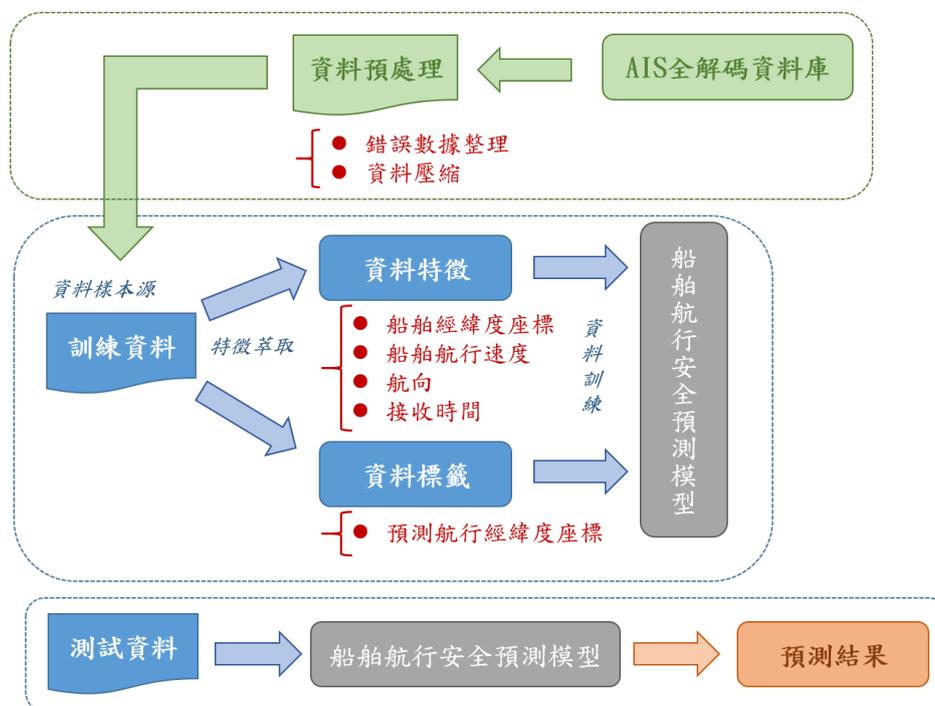


圖 8、系統架構

根據 ITU-R M.1371-5 建議書^[3]，已定義的 AIS 訊息資料類型有 27 種，分別適用於 Class A 和 Class B 資料傳輸使用，而每種資料類型所定義的欄位格式和存放資訊內容又有所差異，以訊息 1 至訊息 3 來舉例，該資料類型為 Class A 進行船舶位置訊息回報所適用，而訊息 5 則用來回報 Class A 靜態或航行相關數據。因每一種資料類型所含的資訊有所不同，AIS 標準中針對每一種資料類型的訊息內容亦分別規劃了不同的訊息格式。因此在完成 AIS 數據整理與壓縮後，研究需要再依據這些資料類型進行初步的訊息內容分類(特徵萃取)。由於模型的目標為學習船舶的航行行為，因此需要將完成預處理的 AIS 資料部分欄位做為資料特徵，在這裡資料特徵可以視作影響預測結果的相關參數，包括船舶經緯度、航向、航速及時間，而標籤則是系統模型之預測結果，亦即代表所預測的船舶經緯度座標。

2.3.3 系統預測精度優化

在系統預測精度優化方式，研究除了持續進行系統預測模型演算法與不同資料組合方式外，並建置另一系統預測模型，並與原預測模型進行參數設定及預測精度之比較與其差異分析。其優化後之船舶航行安全預測模型架構如圖 9 所示。在模型架構方面，增加了第二層雙向 LSTM 的神經元數，藉以提升模型的學習能力，並使用 TimeDistributed 層使雙向 LSTM 的每個時間戳記之輸出應用至全連接層上，提高雙向 LSTM 對模型的影響力。在訓練資料處理方面，則是將最大預測時間改為 10 分鐘，由前一船舶行為預

測系統模型結果可以看出，過高的最大預測時間會大幅降低模型對時間欄位的學習能力，且欲以 AIS 資料特性準確預測 20 至 30 分鐘後的船舶經緯度座標將會產生較大的誤差。

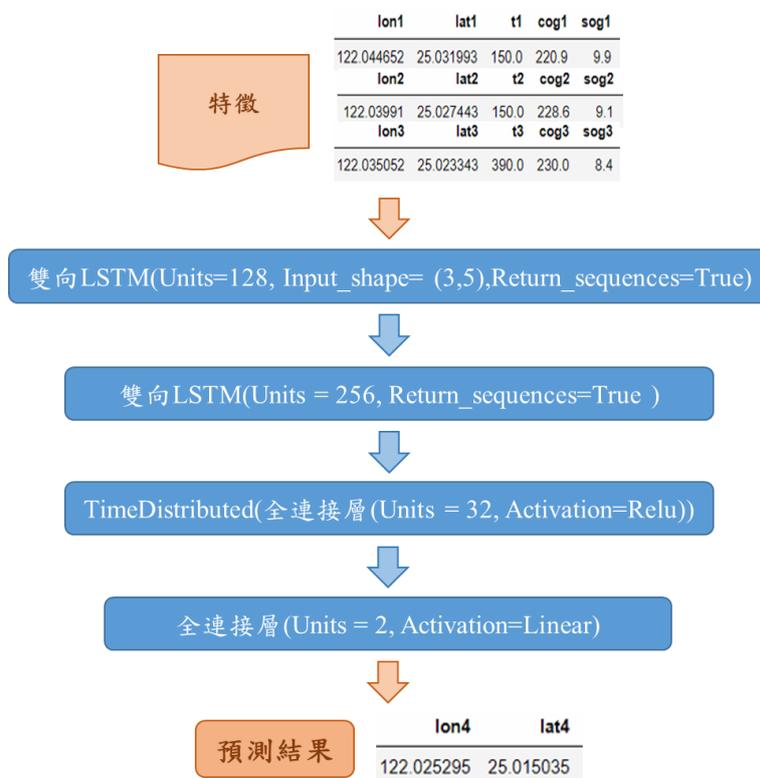


圖 9、系統優化預測模型架構

以下為優化後之船舶航行安全預測模型進行預測之結果，其平均誤差為 119 公尺。其中，t 表示第三筆特徵與標籤的時間差(s)，在預測結果可以發現與優化前的系統預測模型有相同問題，在 $t > 268$ 的預測結果相較於 $t < 268$ 的預測結果來說是較差的，而 $t > 268$ 的預測結果的平均誤差則下降至 157 公尺， $t < 268$ 預測結果的平均誤差則是 106 公尺。在使用優化後的船舶航行安全預測模型能夠大幅的降低平均誤差且差距也能有效縮小。由此可知優化的系統預測模型對 t 數值有著較好的適應能力。

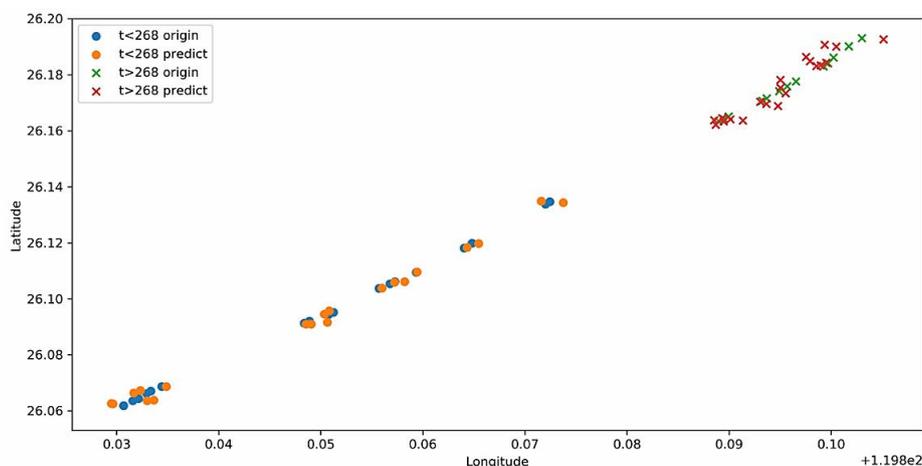


圖 10、系統優化預測模型之預測結果

接著，研究同樣以優化之系統預測模型對進行區域性範圍預測，證明預測區域範圍大小與預測精度之間不具影響關聯。圖 11 為東經 119.5 至 120、北緯 23.5 至 24 做為預測範圍之結果。圖 12 則是以東經 122 至 122.5、北緯 21.5 至 22 做為預測範圍之預測結果。

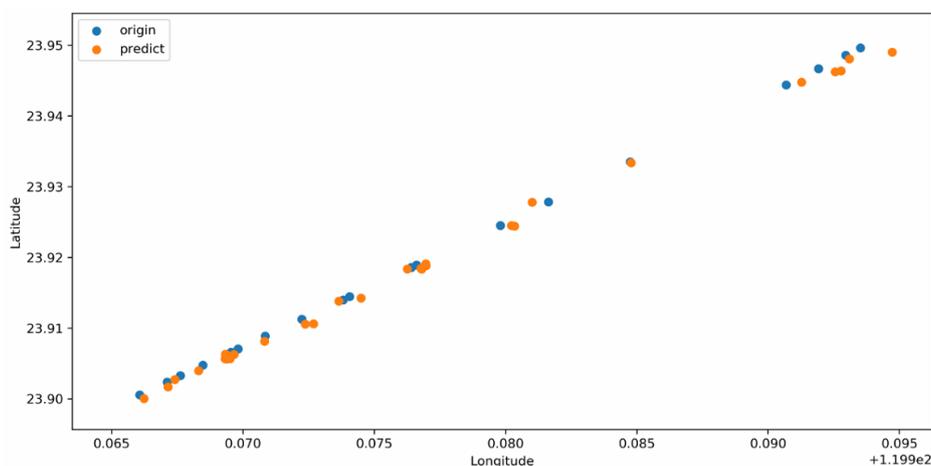


圖 11、系統優化預測模型之區域性範圍預測結果 (a)

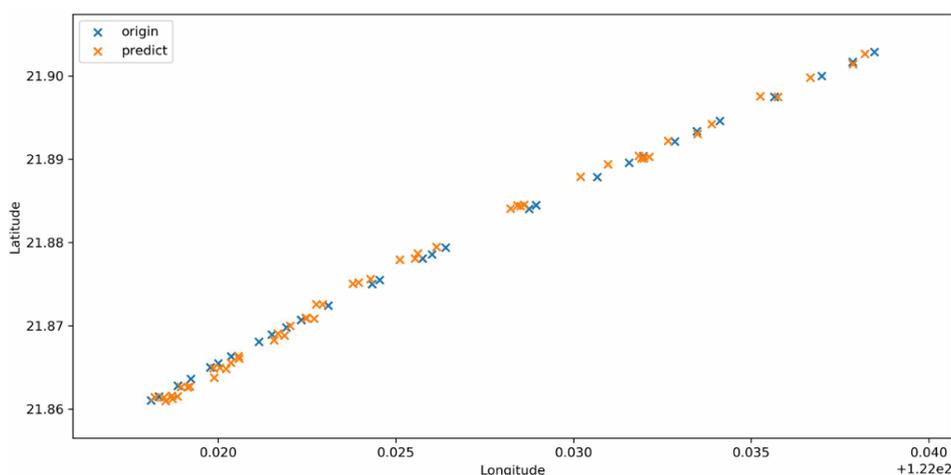


圖 12、系統優化預測模型之區域性範圍預測結果 (b)

三、 研究成果

本次研究在建置船舶航行安全大數據資料庫最主要目的是期望能夠透過監測 AIS 資料中的船舶航行訊息，評估船舶是否發生航行異常與碰撞風險，予以避免海上航行船舶發生事故。基此，研究將以系統預測模型之預測結果結合一船舶航行安全評估系統的方式，進一步針對船舶船艙異常、偏離航道及碰撞風險的監測進行規劃，使系統在獲得船舶未來航行經緯度座標後，進而評估船舶是否有偏離航道與發生碰撞的可能性存在。船舶航行安全評估系統架構，如圖 13 所示。

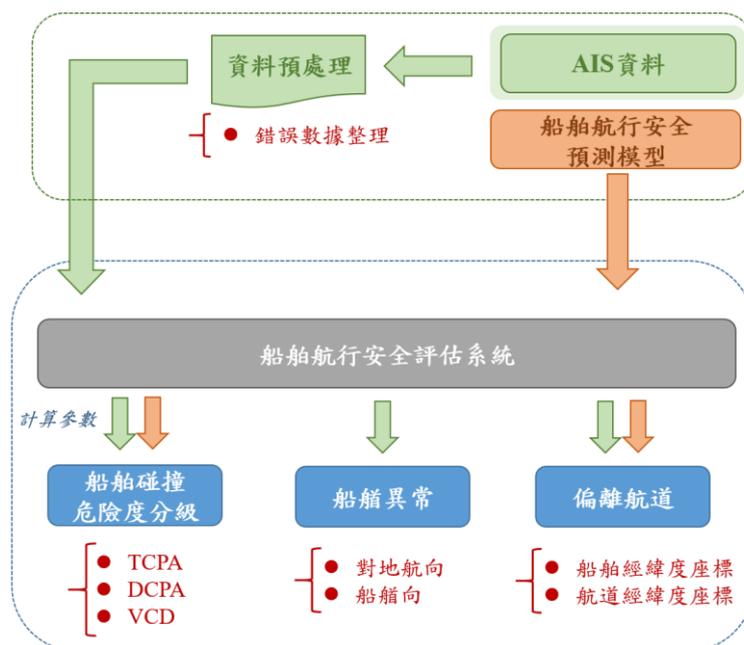


圖 13、船舶航行安全評估系統

3.1 船舶航行異常告警

研究以 AIS 資料做為船舶航行安全評估系統輸入數據，並結合港研中心 AIS 暨 DSC 即時資訊整合系統，展示船舶異常與偏離航道研究成果。船舶航行安全評估系統若判斷船舶出現船舶異常，則將船舶數據包裝為 XML 檔，並傳送至中心 AIS 暨 DSC 即時資訊整合系統顯示，其成果畫面如圖 14 所示。



圖 14、船舶異常船舶資訊

船舶航行安全評估系統若判斷船舶出現偏離航道狀況，則將船舶資訊包裝為 XML 檔，並傳送至港研中心 AIS 暨 DSC 即時資訊整合系統顯示。如圖 15 所示，在系統顯示介面將航道預警的功能開啟後，系統即在介面中顯示出偏離航道之船舶圖示。點選該船

船圖示後則可顯示該艘船舶的詳細資訊。

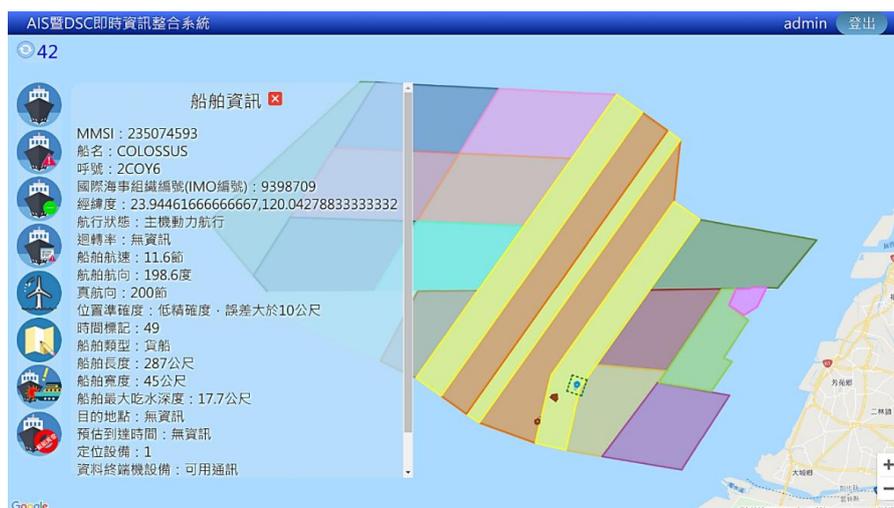


圖 15、偏離航道船舶資訊

3.2 船舶碰撞預警

船舶航行安全評估系統是以兩船間的 DCPA、TCPA 及 VCD 三個碰撞資訊進行計算，評估船舶間的碰撞風險，並給予碰撞危險度分級，使相關人員可以更直觀的了解各船的碰撞危險度。其中 DCPA 與 TCPA 是評估船舶碰撞風險中最具代表性的兩個參數，DCPA 為本船與目標船依現在航線的最接近點距離(浬)，TCPA 為本船航行至最接近點距離的時間(分)。以下將以即時 AIS 資料及船舶航行安全預測模型的預測結果做為船舶航行安全評估系統輸入數據，並結合港研中心 AIS 暨 DSC 即時資訊整合系統進行船舶碰撞危險度分級之研究成果展示。如圖 16 是使用即時 AIS 資料的兩艘船舶碰撞資訊已達中度危險。系統以紅色虛線連接兩船，點選虛線上的警示符號即顯示兩船的 MMSI、DCPA、TCPA、VCD 及碰撞危險度，若需要船舶其它資訊則可點選船舶圖示，如圖 17 所示。



圖 16、可能發生碰撞之兩船資訊



圖 17、個別船舶之資訊

四、 結論與建議

4.1 結論

此次研究之執行主要在於配合我國海洋政策發展進行整體系統之建置，並依據 AIS 全解碼資料庫的船舶資訊，解析我國周遭海域船舶航行特性，以及所設計船舶航行安全預測模型預測船舶航行動向，促進我國周遭海域的航行安全。綜合本次研究相關成果提出下述幾點相關結論：

1. 完成船舶航行安全大數據資料庫建置所需之樣本數據的研析，並從中進行數據的收集、分類，以及針對獲取之大量 AIS 資料進行預處理。主要是因為樣本數據品質對於系統預測模型的影響性相當大，樣本源若有太多錯誤數據，將會嚴重影響訓練資料階段的數據品質，進而造成後續系統預測模型失去其預測精度。
2. 完成船舶航行安全預測系統模型建置，本次研究在建置船舶航行安全大數據資料庫最主要目的是期望能夠透過監測 AIS 資料中的船舶航行訊息，評估船舶是否發生航行異常與碰撞風險，予以避免海上航行船舶發生事故。在船舶航行安全預測系統模型建置完成後得以順利針對海上 AIS 船舶航行經緯度位置進行預測。此外，透過系統預測模型優化亦能將平均誤差縮小於 115~124 公尺範圍，參酌國外相關研究文獻其誤差約坐落於 90~100 公尺，相信未來在改善 AIS 錯誤數據問題與納入海氣象資料後，對於系統預測模型的預測精度將可有更加良好的助益。
3. 完成船舶航行安全評估系統建置，透過前述船舶航行安全預測系統的成果，其預測結果能夠提供船舶航行安全評估系統進行海上 AIS 船舶航行行為的相關監測應用，並能夠以安全評估系統為平台架構針對海上航安進行各項監測與預測功能之開發。

4. 完成船艙異常監測功能開發、偏離航道監測功能開發及船舶碰撞預測功能開發，並結合時間參數與預警時間週期的設定，使系統在監測與預測的分析運算過程，發現船舶可能處於異常行為狀態即發出告警通知，從而提供一輔助性質之船舶航安監測管理應用。

4.2 建議

透過此次執行船舶航行安全大數據資料庫應用與分析之研究開發過程，得以了解現今國內在海上船舶安全監測所面臨之實務問題以及船舶航行安全預警的實際需求。目前研究所完成成果包括：船舶航行安全大數據資料庫建置、船舶航行安全監測與預測系統建置及優化、船舶航行安全評估系統之功能開發。茲就此次研究開發提出相關建議：

1. 目前本研究所開發之船舶航行安全預測模型屬於離線學習模式，若需優化模型，只能透過蒐集新的資料加入歷史資料重新進行訓練，在未來若硬體效能許可情況下，則可將模型改為在線學習模式，模型即可在預測即時資料的同時進行優化。
2. 目前系統使用之資料是以 AIS 資料為系統預測模型的樣本資料源，然仍有少數船舶可能未加裝 AIS 系統設備又或是發送假資料之狀況。在未來研究中，應能提升系統樣本資料源多元化特性，加以結合相關航海資訊，如海氣象資料、國際海事衛星系統(International Maritime Satellite, INMARSAT)的相關資訊等，方可使系統對船舶航行的安全評估判斷更加全面且精確。
3. 在研究前期進行 AIS 資料預處理過程中，透過 AIS 錯誤數據整理步驟得以知悉資料庫接收的 AIS 資訊會有資料瑕疵之問題。為提升國內船舶 AIS 資訊的數據品質，應可進一步針對 AIS 資訊數據品質、錯誤原因、錯誤數據量佔比及改善方法進行相關的研究探討。
4. 此次研究開發之船舶航行異常的功能開發，包括船艙異常、偏離航道及船舶碰撞告警的實際場域測試是以交通部公告之彰化外海離岸風電區南北向航道做一系統實測範圍。在航道臨近風電區的範圍則設有兩浬海域範圍的安全距離，一般船舶禁止駛入。然目前國內離岸風電區與南北向兩航道間之海域範圍將規劃做為離岸風電工作船舶所使用航道，因此系統在識別船艙異常、偏航告警等部分則需考量如何避免是否因離岸風電工作船舶在管制區域內造成系統誤報的影響。

參考文獻

- [1] Lloyd's Register, "Group Review 2016," *Global Marine Trends Publications*, 2016.
- [2] M. Gao, G. Y. Shi, and W. F. Li, "Online compression algorithm of AIS trajectory data based on improved sliding window," *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 18(3) pp. 218-227. June. 2018.
- [3] ITU-R M.1371-5, "Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band", *Recommendation*, 2014.