

電子海圖系統之應用

邱永芳 交通部運輸研究所 港灣技術研究中心主任

黃茂信 交通部運輸研究所 港灣技術研究中心副研究員

摘要

我國海上交通運輸具有相當優勢且漁業活動頻繁興盛，然而船舶在從事海上行動時，由於氣候與地理的多變性，無論在任何時間、空間，危險及災難總是伴隨在左右，所造成的人員傷害與海洋生態浩劫也十分嚴重並且影響長遠，

因此海上安全一直都是世界各國所注視的重點之一。將通訊傳輸、網路資訊又或是其它相關電子資通訊技術與海上地圖結合演變為電子海圖，降低災害以達到船舶的基本安全保障是我國必要之發展趨勢。

一、研究背景與目的

在處於資訊爆炸性成長的時代，不管是通訊傳輸、網路資訊又或是其它相關電子資通訊技術不斷持續的在進步。而將這些資通訊科技技術結合至海洋測量、航運安全與氣象資訊等相關海洋事務是我國必要之發展趨勢，其主要原因在於我國為四面環海的海島型國家，地理位置坐落於西太平洋第一島鏈的中心位置，不僅是東北亞與東南亞海上來往航運的樞紐，在國防戰略、經濟貿易上亦是國際上不可或缺的一員。從圖 1 中可以明顯看出我國地理位置處於東北亞與東南亞之間，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，因此我國在整個東亞的地理位置上扮演著極為重要的角色。

隨著電子資通訊科技的發展，海上地圖亦結合這些電子資通訊科技演變為電子海圖，並且不斷的修正、改善及訂定更加完整的電子海圖相關標準，國際水道測量組織 (International Hydrographic Organization, IHO) 在電子海圖相關標準中所建議的全球電子海圖資料庫 (World Electronic Navigational Chart Database, WEND)，其概念區域電子海圖協調中心，作為用戶與區域內各國製圖機構之間的仲介，其 WEND 運作模式如圖 2 所示。

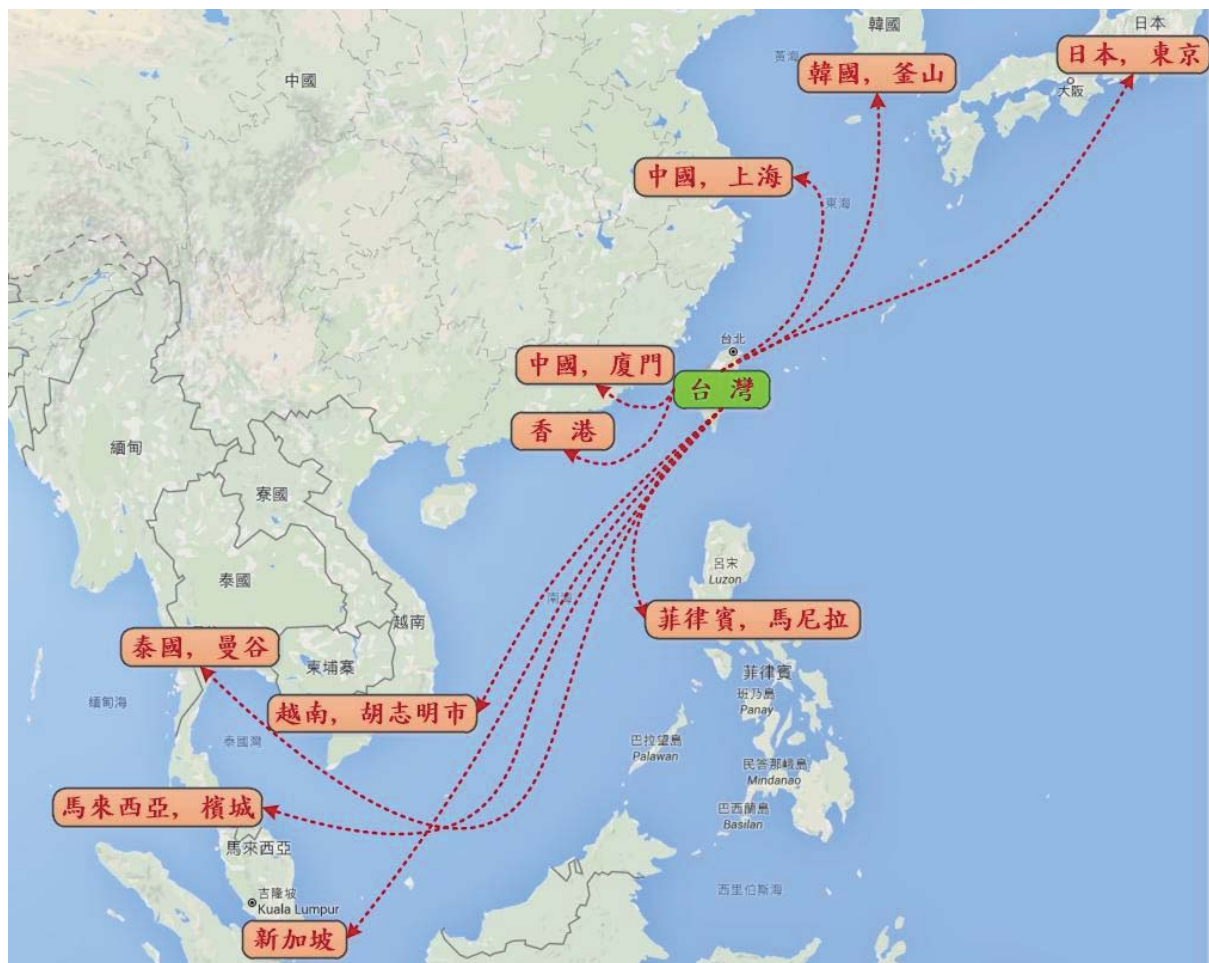


圖 1 我國航運路線示意圖

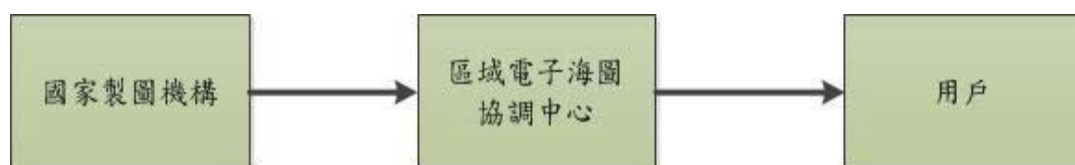


圖 2 WEND 運作模式

根據 IHO 於 2010 年的統計，電子海圖對於國際海上人命安全公約 (International Convention for the Safety of life at Sea, SOLAS) 所規範之船舶航線覆蓋率已達 85%，截至目前為止仍持續成長中，而對於各國有以下之權利與責任說明：

1. SOLAS 第五章第九條要求締約國政

府確保海測資料以適當方式提供，以滿足安全航行需求，2008 年 7 月 1 日前必須涵蓋高速船 (High Speed Craft, HSC) 航路，此為國際海事組織 (International Marine Organization, IMO) 強制要求 HSC 安裝電子海圖顯示與資訊系統 (Electronic Chart Display and Information System,

ECDIS)的日期。

2. 預期各成員國將儘早就其國家所管轄海域備妥完善的電子海圖(Electronic Navigational Chart, ENC)供應系統以及其後續的更新機制。
3. 在2008年七月以前，各成員國家提供必要的電子海圖涵蓋，或是與其它國家協議由他國代為生產必要的電子海圖涵蓋。

基於上述各項資料之分析，對於我國航政而言，電子海圖供應系統與更新機制的建置，已是不可或缺的政策。

船舶在海上航行時，由於海洋氣象的瞬息萬變、海上地理環境的多變性等種種不確定因素，使船舶的航行無論是時間、空間，危險與災難總是伴隨其行，

且海難災害造成的結果比起陸上的災害事件更加不能輕易忽視，海難事件所造成的人員傷亡率、海洋生態汙染等種種災害結果不僅十分嚴重，其汙染對環境影響的時效性更是久遠。根據英國勞氏驗船協會(Lloyd's Register of Shipping, LRS)的海難回顧資料我們可以知道，海上環境風險(Risk Environment)是以海難事件發生頻率當作海上風險環境評估的主要準則，此外再加上天候氣象能見度、海象潮汐變化、航行船舶密度與交通流量複雜度等條件因素做為全球海域的評估依據，而根據上述條件因素的評估與分析，我國海域被列為中等程度海上風險之環境。

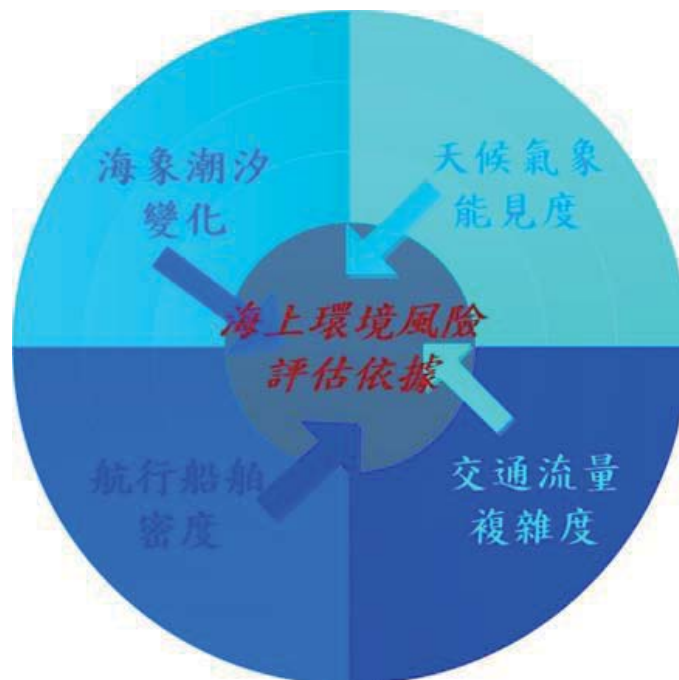


圖3 海上環境風險評估元素

本研究主要是在於因應海洋科技通訊技術及船舶資通訊設備發展需求為導向，進行海洋資訊、技術和電子海

圖資料庫的整合升級本中心原有電子海圖系統，予以建置一更加完善的電子海圖系統。SOLAS 國際公約在第五章

「航行安全」章節的第 9 條例中明確規定各國政府具備蒐集、編輯、刊登、公告及維護更新航海所需之相關資訊的義務，其所需相關資訊包含航海圖、航

行指南、燈塔表、潮汐表及航船佈告，且亦須提供服務所需之管理機制的支援，並確保海圖與其航海資訊符合相關的國際決議與規範。

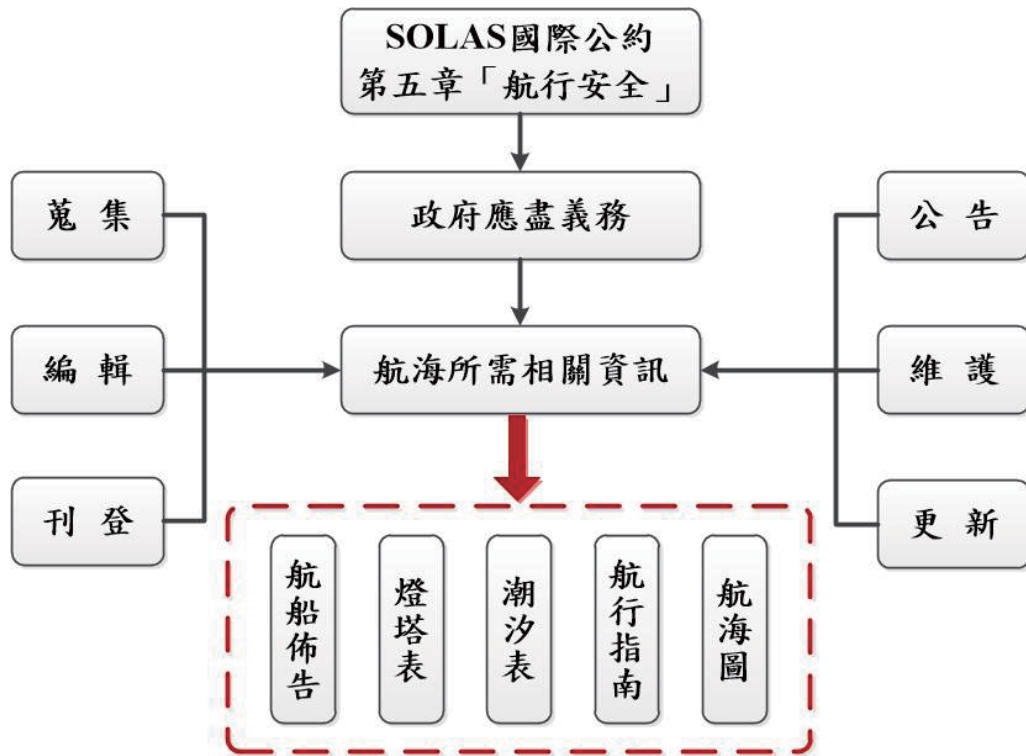


圖 4 政府應提供之相關航海資訊

綜合上述的分析我們可以得知電子海圖系統即是為了提升船舶海上航行安全為考量而建置的，且基於 SOLAS 公約規範，電子海圖系統已納為強制性的船舶設備亦對其訂定相關之後續資訊更新機制。因此，本系統順應 SOLAS 公約中將電子海圖系統納為強制性搭

載的船舶設備之規範，我們結合 AIS 收發機使 AIS 封包格式能被接收，並將其匯至電子海圖系統，使系統能呈現船舶位置以及兩者間相對位置等相關資訊，從而達到系統整合概念並降低船舶航行設備的建置成本，提升船舶航行安全與漁撈作業的效率。

二、設備介紹

2.1 設備使用之硬體介紹

系統所使用之研究設備：包含捷元 E10T3W 平板電腦與 AIS-700 收發機。

1. 捷元 E10T3W 平板電腦

平板電腦用途主要是搭載電子海圖系統並接收 AIS 收發機接收之訊息

格式並呈現於海圖系統上。

表 1、平板電腦設備規格表

規 格	
CPU	Bay Trail-TZ3735F (四核心 Up to 1.83Ghz)
主機板	Intel Bay Trail 平台
記憶體	DDR3-2GB RAM
顯示器尺寸	10.1" 解析度 1280x800
顯示卡	內建 Intel HD 顯示晶片
硬碟	32GB
音效	內建 HD AUDIO 高傳真 音效
網路	802.11b/g/n 無線網路 藍芽 4.0
作業系統	Windows 8.1 中文版
鏡頭	200 萬像素攝影機/ 後置 500 萬像素攝影機
尺寸	176.2mm(L)x258mm(W) x 10.3mm (H)
重量	580g(不含鍵盤)/470g (硬式基座鍵盤)
電源	5V/3A 變壓器
配件	硬式基座鍵盤/ OTG 轉接線

參考資料來源：<http://www.genuine.com.tw/>

2. AIS-700 收發機

該 AIS 收發機具備接收 GPS 與 AIS 兩種資料格式的功能。因此，有利於我們在電子海圖系統顯示不同格式資料之位置資訊，達到更廣泛的資訊顯示功能，如以 AIS 資料格式為主的船舶位置

資訊，或以 GPS 資料格式為主的海事氣象浮標、海上無人載具等位置資訊。

表 2、AIS-700 收發機規格表

規 格		
Dimensions	140mm (L) x131.4mm (W) x 46mm (H)	
Weight	550g	
Battery Power	DC (9~30V)	
Average power consumption	4W	
Peak current rating	2A	
GPS Receiver (AIS Internal)	IEC 61108-1 compliant	
Electrical Interfaces	RS232 38.4kBaud bi-directional	
	RS422 NMEA 38.4kBaud bi-directional	
Connectors	Power	4 -pole Plug
	VHF Antenna connector	BNC
	GPS Antenna connector	TNC
	Interface	RS232/RS422
VHF Transceiver	Transmitter x 1	
	Receiver x 2	
	Frequency: 161.975 to 162.025 MHz in 25 kHz steps	
Output Power	33dBm $\pm$ 1.5 dB	
Channel Bandwidth	25kHz	
Channel Step	25kHz	
Bit rate	9600 b/s $\pm$ 50 ppm (GMSK)	
RX Sensitivity	Sensitivity: - 107dBm 25kHz	
Environmental	IEC 60945 Operating Temperature: -25°C to +70°	
Compass Safe Distance	1 meter	
Indicators	On, TX, RX, Status, TX timeout, Error, TX Off	

參考資料來源：<http://pcnautic.nl/shop/Datasheets/AIS-700%20User%20manual.pdf>

2.2 設備使用之軟體介紹

本系統所使用之軟體包含：

1. ECDIS 海圖系統

ECDIS 海圖系統為一套由 Python 語言開發的海上航行軟體。Python 為 Guido van Rossum 在 1989 年於阿姆斯特丹開發的一套新的指令碼解釋程式，作為 ABC 語言的一種繼承，而之所以會取名為 Python(中譯為大蟒蛇)，是因為開發者為一電視劇名叫飛行馬戲團(Monty Pythons Flying Circus)的愛好者。

Python 是一門跨平台的指令碼語言，支援大眾常用的作業系統，包括 Windows/Dos、Linux、Macintosh(Mac OS)、Android 與 FreeBSD，以及一些非整合式開發軟體的文字編輯器，包括 Eclipse、NetBeans、PSPad 與 Notepad++ 等，多數 Linux 發行版與 Mac OS 作業系統都直接整合了 Python，讓使用者可以直接在終端機下執行。

Python 自己有一套 Python 語法規則，透過實作與遵守這條規則來編寫 Python 直譯器，大部分使用者用最多的為 C 版本的 Python，也就是 C 語言實作的 Python，需要與其他直譯器作區別才以 CPython 來稱呼，除此之外還有 Java 程式語言的 JPython 和使用 .NET Framework 的 IronPython，這些實作可以讓使用者充分利用已有的其他資源。

Python 所使用的函式、模組、數字與字串都是物件，支援繼承、衍生、重載與多重繼承等特性，進而增強原始的複用性。Python 本身提供豐富的 API 與工具列，方便讓使用者能夠使用 C 或

C++ 來編寫擴充新的模組，因此，可擴充性對於作為編程語言的 Python 是一大賣點。Python 具有龐大的標準函式庫，包含科學計算、字串處理、網路通訊協定的編寫與 World Wide Web Consortium(W3C)的格式支援。

除了主程式 Python 外，還使用了支援 Python 軟體的套件包含：

- (1) Pywin32-216 版本，Python 連結 Windows 系統 API 程式介面的 Python 開發模組。
- (2) PySerial-2.7.win32, Python 用來讀寫 Serial Port 的開發模組。
- (3) PyAudio-0.2.4.py27，Python 使用 PortAudio 的開發模組，PortAudio 為一個跨平台音頻庫，整合了 SGI、Unix 與 Beos 到終端的混音器中，使 Python 可以方便的錄製聲音與播放音頻。
- (4) GDAL1.11.3 模組，GDAL/OGR 為一個開源且持續更新的函式庫，目前是由兩個不同的模組所組成，包含 GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)，一個提供了讀取、寫入與轉換各種網路數據資料格式功能的地理空間資料存取函式庫，例如地理資訊系統(GIS)、向量與 3D 數據模型，和 OGR，一個提供讀寫諸多向量資料格式功能的抽象函式庫，OGR 目前支援了許多數據格式，例如 Binary、Coverage、DWG、ArcSDE、GML 與 PostgreSQL 等常見的格式。因為歷史的原因，GDAL 與 OGR 維護方式都遵照同一個生成系統，創始者為是 OSGeo 的

Frank Warmerdam。

OGR 設計的架構，主要是參照於開放式地理資訊系統(Open Geodata Interoperation Specification, OGIS)的簡單要素實現規範。架構類別大致可分為 6 種：幾何形狀(Geometry)、空間參考(Spatial Reference)、要素與要素定義(Feature/Feature Class Definition)、圖層(Layer)、原始資料(Data Source)與驅動(Drivers)。

OGIS 提供一套具有開放介面規範的通用模組，讓開發者透過規範來實現

不同種類的地理數據和處理方法，地理的數據基礎為 Feature 要素，在地圖中表示為一多邊形的建築物，而組成要素有兩個必要的成份就是幾何與屬性，幾何訊息組成又分點、邊、面與集合四種，其中 Linestring 為邊，Polygon 為面，幾何的設計中採用 Composite 組合模式，將 GeometryCollection 幾何集合與要素集合 FeatureCollection 都定義成一種幾何類型。

2. Windows8.1 作業系統

三、設備操作

軟體設備操作說明：

圖 9 為電子海圖執行於 Window8 初始畫面。

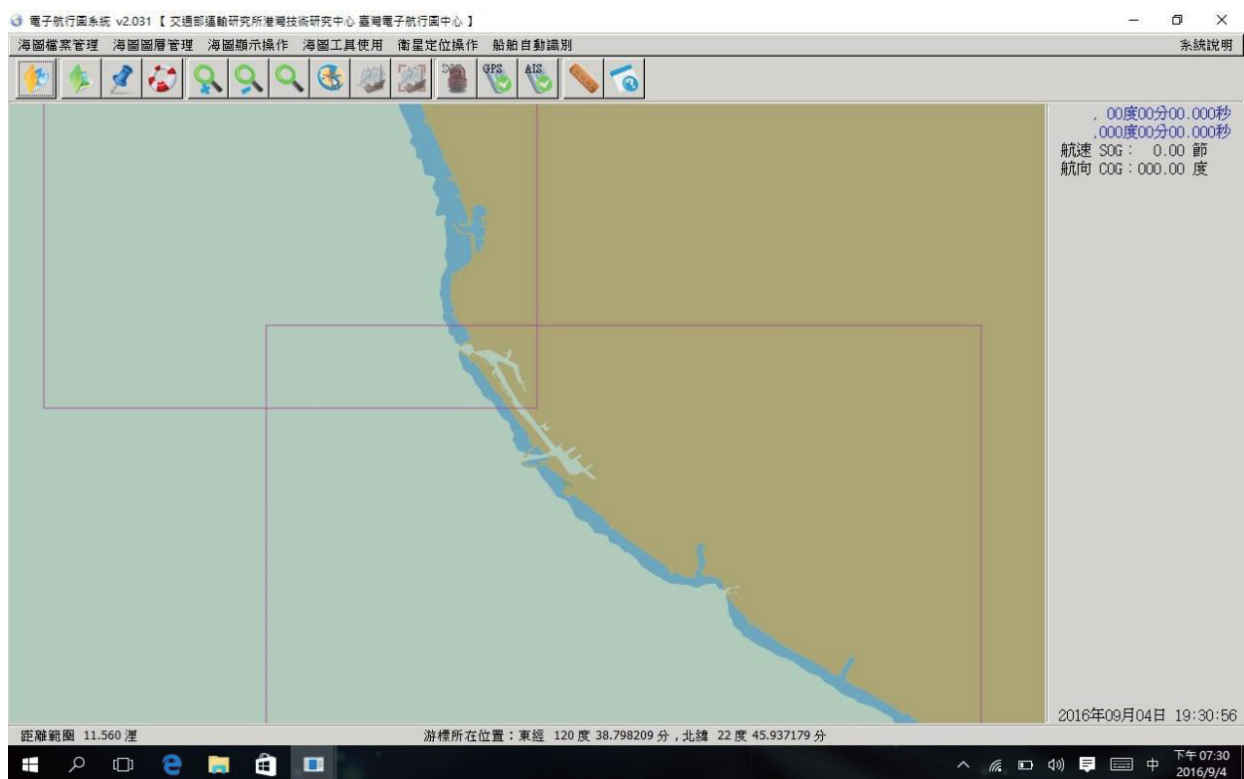


圖 9 海圖初始畫面

圖 10 紅框為設定系統初始港口。

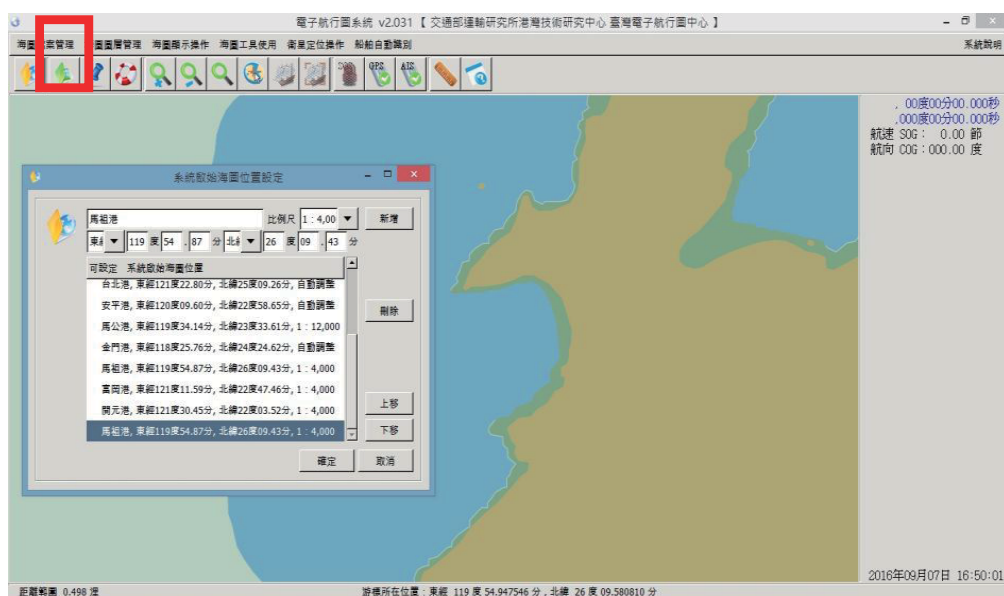


圖 10 設定系統初始港口

圖 11 選擇衛星定位操作後再選擇 GPS 衛星定位控制設定

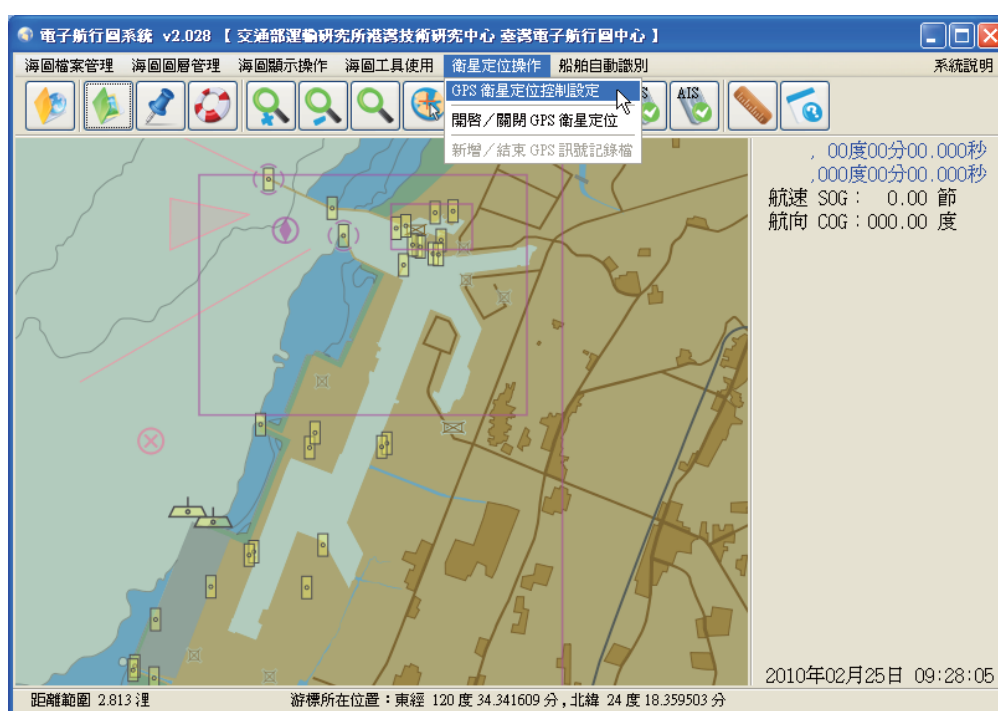


圖 11 GPS 衛星定位控制設定

上述參數設定完後，接收到 GPS 訊息即可在海圖上顯示本船船位以及顯示 GPS 訊號之經緯度、航速 SOG 與航向 COG，如圖 12 所示。

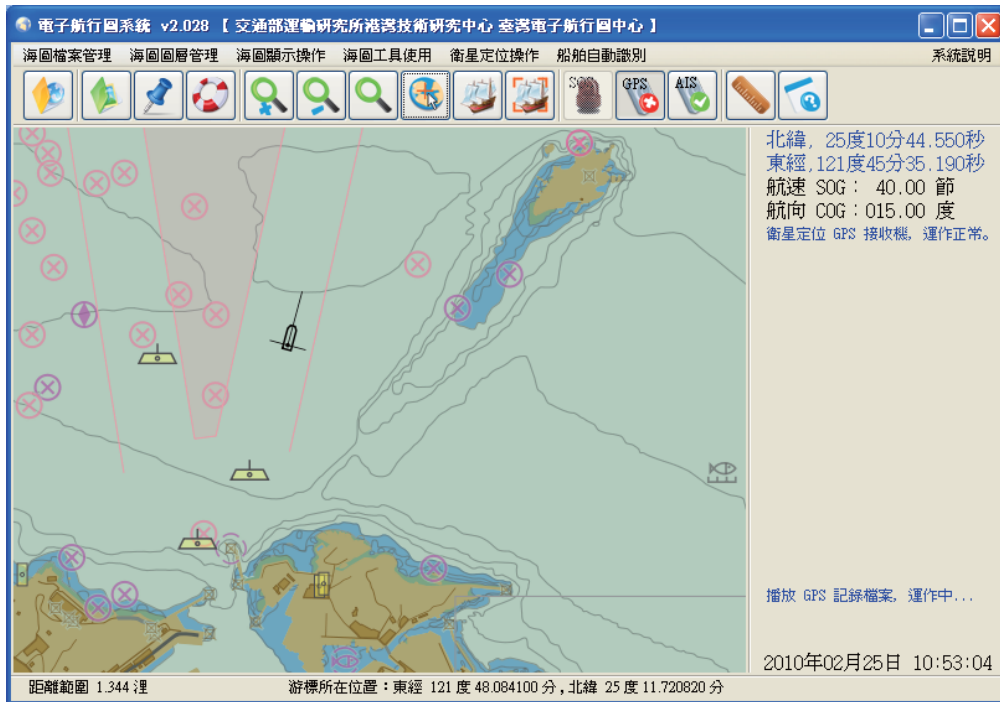


圖 12 顯示 GPS 衛星定位等相關資訊

如圖 13 所示，選擇船舶自動識別後再選擇 AIS 船舶自動識別設定，設定完成後，如有成功收到 AIS 收發機回船之訊息，即可在海圖上顯示附近範圍的船隻 MMSI 與兩船之間的距離，如圖 14 所示。



圖 13 AIS 船舶自動識別設定



圖 14 顯示鄰近船舶相關資訊(MMSI 與距離)

如果 GPS 衛星定位失效，警告將會在右側欄位顯示，如圖 15 所示。

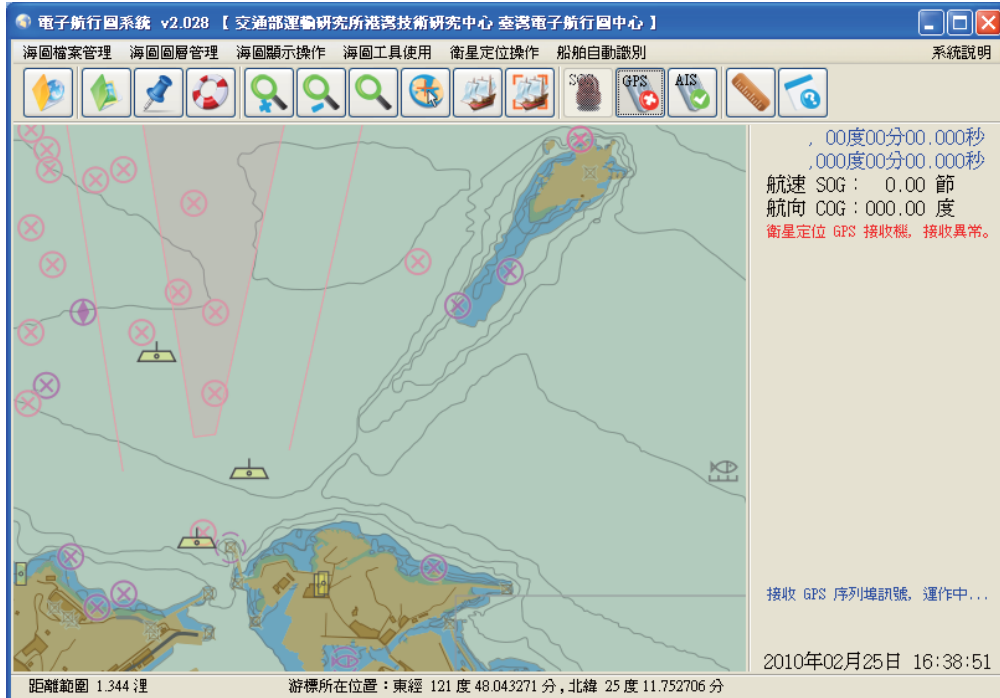


圖 15 GPS 定位失效警告

選擇直尺圖示的功能，可以使用在海圖上點擊 A 點到 B 點來顯示兩者之間的距離如圖 16 所示。



圖 16 顯示兩點距離

如圖 17 所示，點選海圖工具使用內的海圖安全警告設定，可以設定海域安全水深、航路安全寬度與船舶碰撞警告等告警功能，如圖 18 與圖 19 所示。



圖 17 安全警告設定

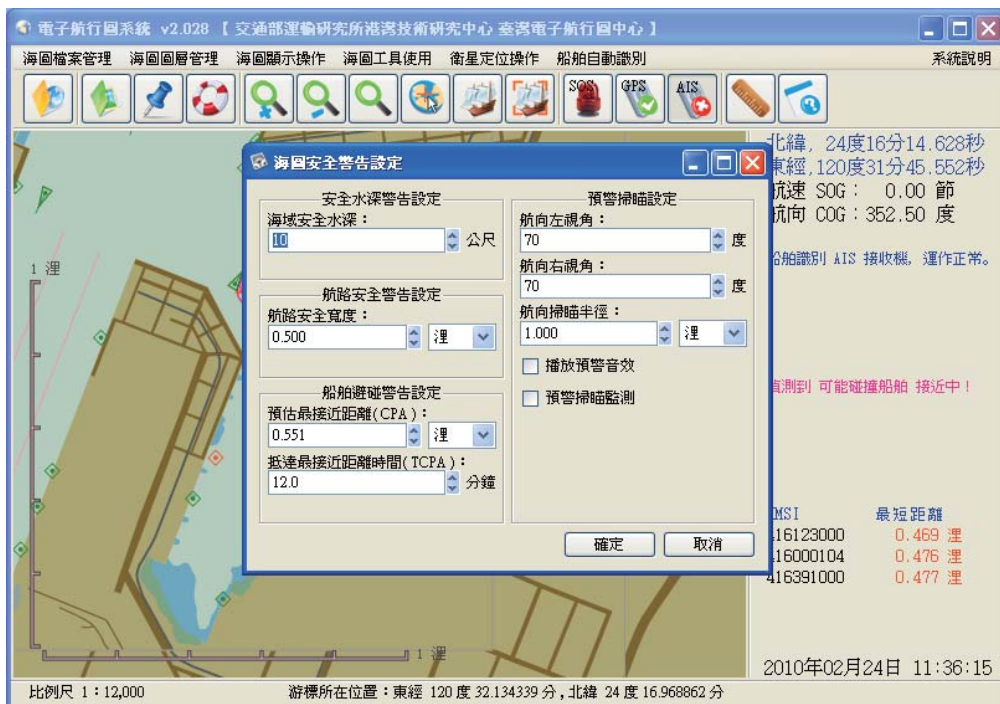


圖 18 安全警告設定



圖 19 安全警告設定：偵測可能碰撞船舶 (CPA、TCPA)

如圖 20 所示，點選海圖工具使用內的設定海圖航路，之後在海圖上點擊左鍵選擇起始點，並可任意點選位置來設定路線，最後點擊右鍵來完成航路設定，並可顯示船舶距離的總長度，結果如圖 21 所示。

設定完航路後可以選擇海圖安全警告設定來設定航路安全寬度如圖 22 與圖 23 所示，若出現航行船隻偏離航行路線會在右側欄位出現偏離航線之警告，如圖 24 所示。



圖 20 安全警告設定：設定海圖航路

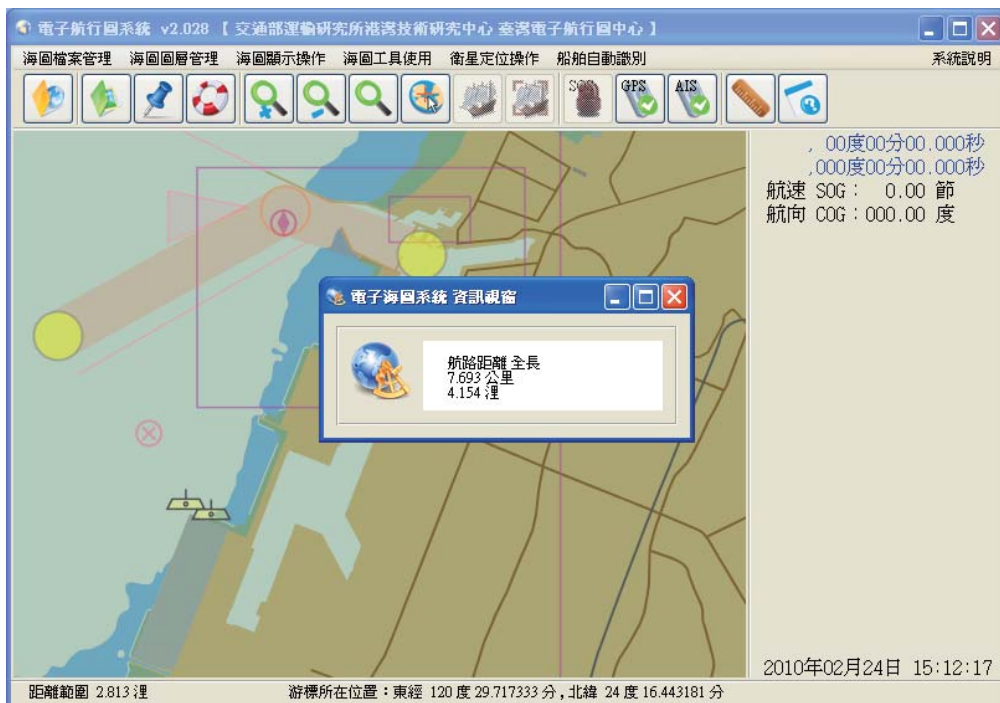


圖 21 編輯航路結果

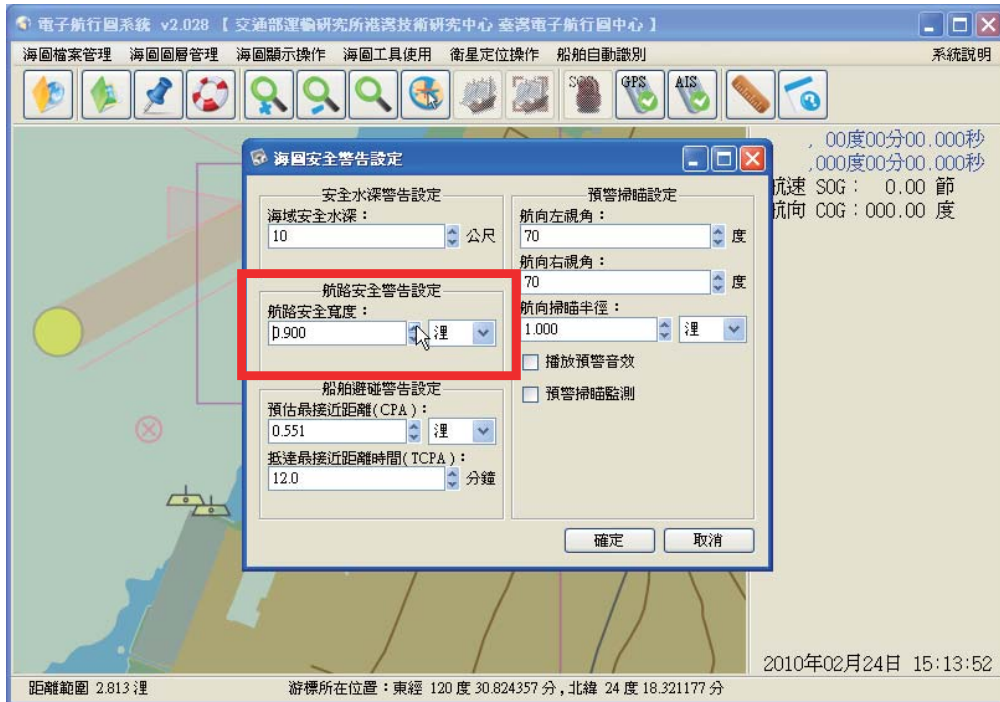


圖 22 安全警告設定：航路安全寬度調整設定



圖 23 安全警告設定：航路安全寬度調整設定

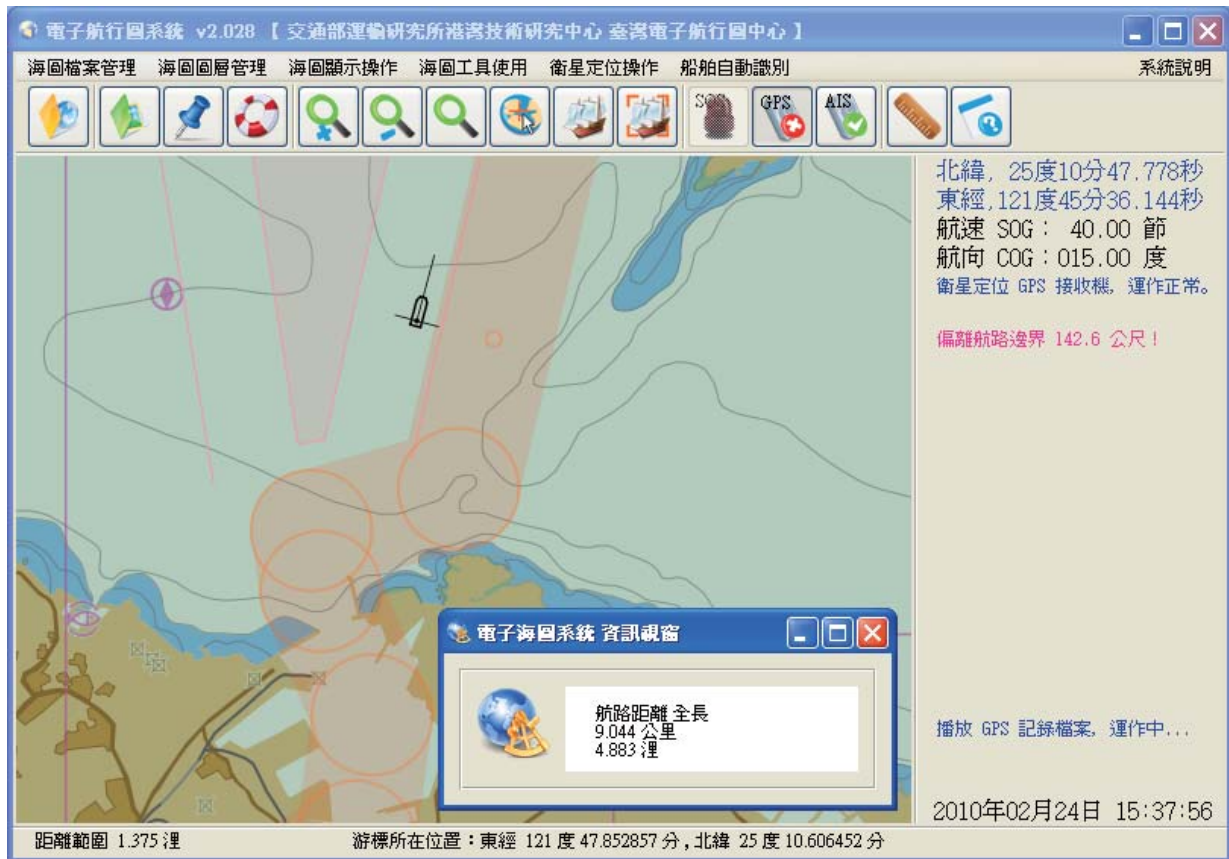


圖 24 安全警告設定：本船航路偏航警告

四、結論與建議

本中心原有之電子海圖系統平台是以 Python 2.5 版本開發，系統只能執行於 Windows XP 環境。目前已成功將電子海圖系統平台重新升級，升級內容包括重新編譯 Python 程式語言滿足系統硬體 Windows 8(含以上)平台需求、重新編譯 PYGTK 圖形使用者介面配合系統硬體 Windows 8(含以上)平台執行需求、更新 glib 函式庫滿足系統程式架構規劃。升級系統也於馬祖進行實機測試，此次測試是於南竿、北竿、東莒、西莒航線之交通船上進行系統測試。目

前已將整組電子海圖系統平台安裝於馬祖閩珠八號交通船，其安裝過程及運作情形如圖 25 至 27 所示，其航行軌跡如圖 28。因本研究主要是以提升電子海圖顯示與資訊系統，後續將配合協助馬祖地區之交通船，進行安裝架設。因限於建置經費之限制，礙於平板電腦規格，所以系統反應速度與桌上型電腦比較起來未如預期，建議使用更高規格平板電腦，達到系統反應速度。



圖 25 天線架設完成圖



圖 26 實體系統測試

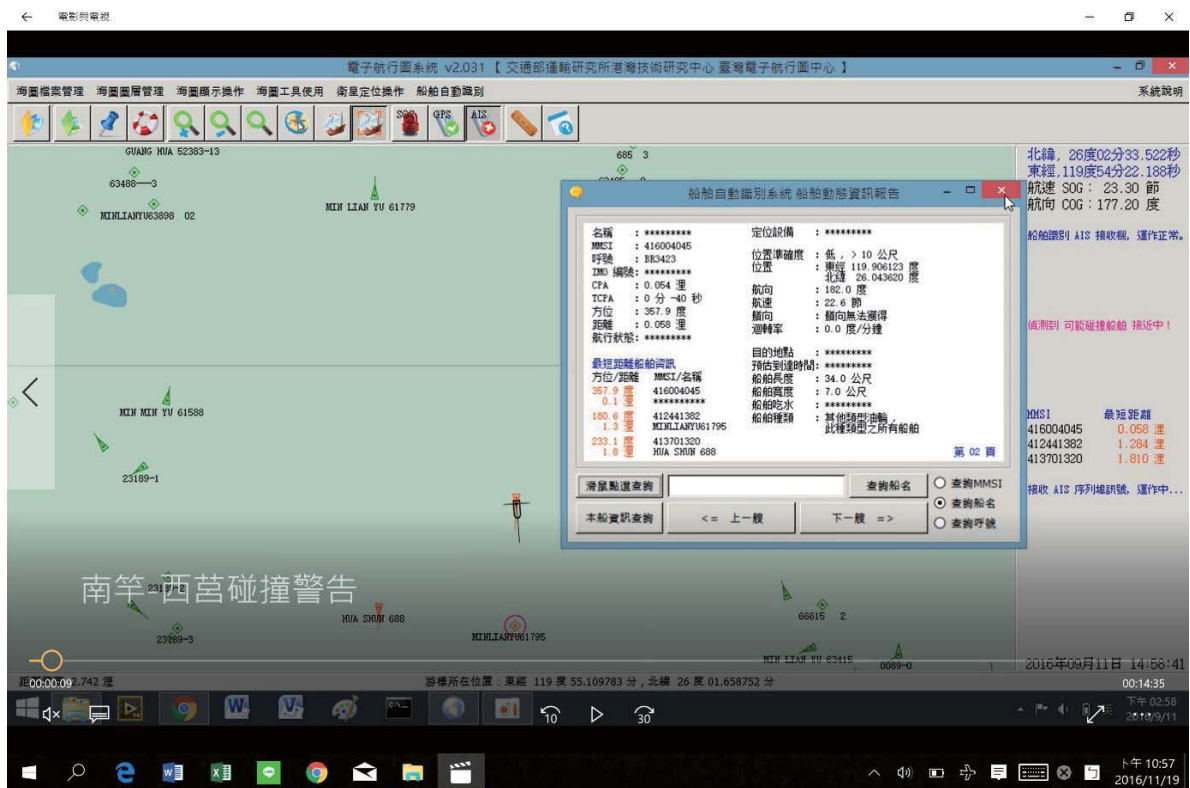


圖 27 碰撞警告

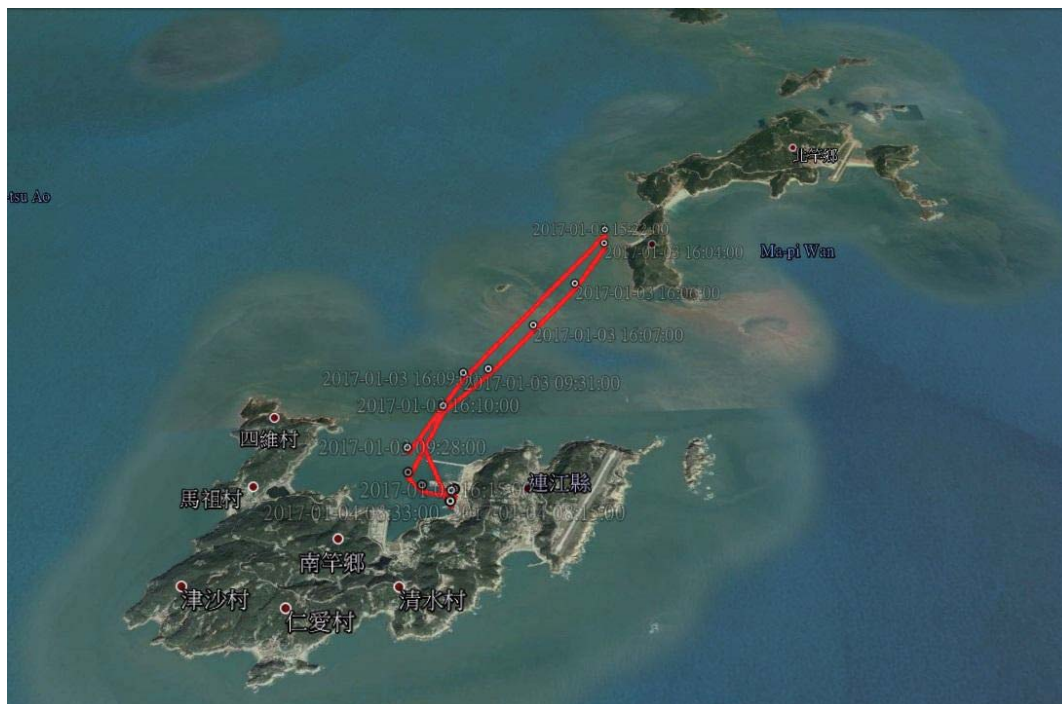


圖 28 航行軌跡

參考文獻

1. 行政院農委會漁業署，「102 年度漁業統計年報」，2013。
2. 高雄市政府主計處，「104 年漁業統計」，2015。
3. 邱永芳、張富東、張淑淨、簡曉芸，「資料庫管理系統在電子海圖上之應用」，RITI Technology Inc，2008。
4. IHO M-4, Regulations of the IHO for International (INT) Charts and Chart Specifications of the IHO, 3rd Edition
5. 行政院研究發展考核委員會，「海洋政策白皮書」，海洋事務推動小組，2006。
6. Maritime Safety Committee, "International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)," International Maritime Organization, 1974..
7. Python 介紹，維基百科。
8. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library，GDAL website。
9. GIS Interoperability and OGC Specifications，nki 知識網。
10. 李錫堤、鄭錦桐、廖啟雯、林書毅，「地理資訊系統導論」。