

電腦輔助海上搜索模式之研究

陳彥宏* 紀嘉毅**

摘要

搜救作業的成功要素在於其計畫的周全及執行速度的掌控，在救援過程中，均假想每一遇險事件都有生還者需要及時的援助，而且其生還的機會隨著時間的消逝而減小。海上搜救作業可略分為搜索與救助兩大步驟，當遇險位置已確知時，搜救作業並不包括搜索工作，搜索工作只有在遇險位置未知時執行，而且當遇險位置已知，在到達現場時，如未發現遇險目標，亦應執行搜索工作。本研究旨在透過電腦程式設計方式，模擬當海上遇險事件發生時，所收集遇險船舶相關資訊，並考慮海上的應與流等氣象因素之影響，推估遇險船舶漂流方向及速度，決定適當的搜索範圍，進而選擇合適的搜索模式以執行搜索工作。

一、前言

搜救作業的成功決定於搜救協調中心或搜救站是否收到所有可得的資訊，這些資訊在徹底評估狀況及立刻決定救援行動方針方面，具有決定搜救機構、搜索範圍及搜索模式之要素。搜救計畫擬定後，便能徵召搜救機構，在最短的時間內定位、支援及援救遇險人員，因為遇難者生還的機會，可能隨著時間的流逝而逐漸降低。然而，搜救作業的型式，常因遇險資訊、天候因素等差異，而有所不同，故要建立每次都可用之綜合性程序也是不太可能的。本系統利用電腦模擬，建議搜救任務協調者（Search and Rescue Mission Co-ordinator, SMC）最適決策，在實行搜索作業前，收集相關資訊，決定搜索範圍，選擇搜索模式，完成搜救作業之前置作業，並提醒決策者所應考慮之因素，使其能充分利用現有資訊，迅速、確實的規劃搜救計畫，完成搜索工作。

二、研究方法

本研究著重於利用電腦程式設計方式，建立一決策支援系統，輔助選擇海上搜索模式，此一決策支援系統，分為決定搜索範圍及選擇搜索模式兩個階段，搜索範圍的決定是透過向量計算，決定漂流方向及速度，進而推估搜索範圍位置及大小，搜索模式的選擇，則是藉由事先訂立的規則，進行評估推斷，選擇出最適之搜索模式，各種不同類型的搜索模式之選擇，可依當時之搜索範圍、目標位置、搜救單位、搜索起點等不同因素而有所區別，基本的選擇模式可簡單的歸納如表一所示。

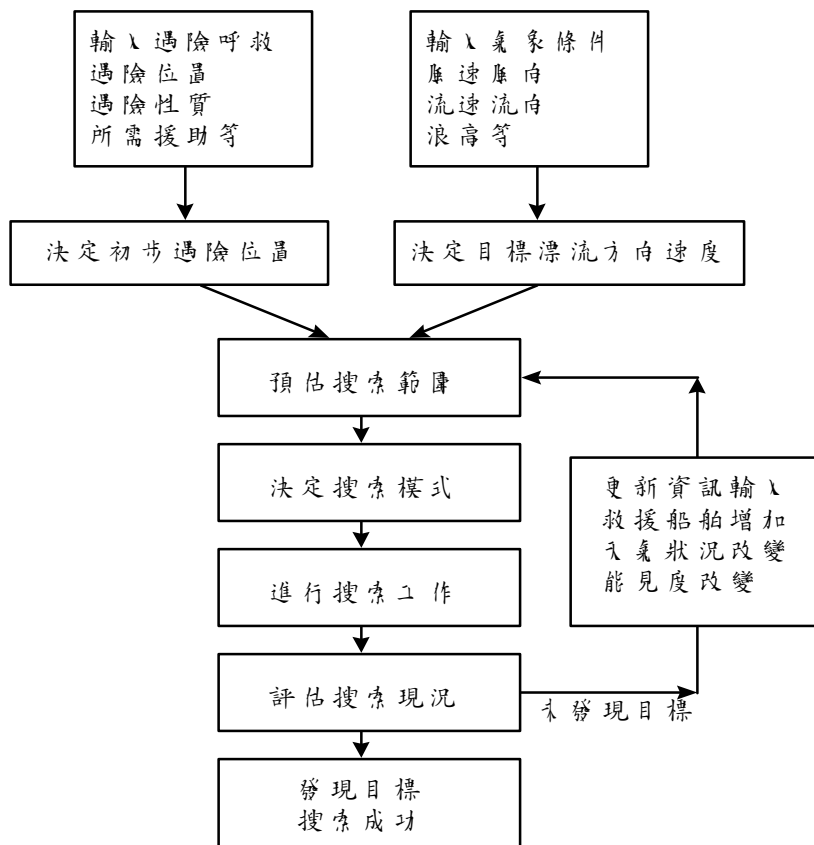
* 國立台灣海洋大學航海技術系副教授、英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士
中央警察大學水上警察學系兼任副教授

** 國立台灣海洋大學航運技術研究所研究生

表一、搜索模式決策表

	搜索範圍	目標位置	搜救單位	搜索起點
平行搜索	大	大略位置	單一或數個	搜索範圍一邊
蠕行線搜索	長且窄	在已知兩點間	單一或數個	搜索範圍一邊
擴大方形搜索	小	確定	單一	基準點
扇形搜索	小	確定	單一	基準點

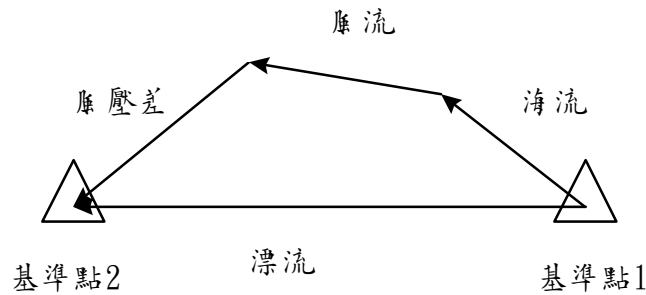
在搜索工作流程上，首先由遇險呼救輸入的船位，為船舶初步遇險船位，再收集當時相關氣象條件，如海流、潮汐與旋轉流、湧、壓速、壓向、壓壓差等因素，以決定漂流方向及漂流速度，又由初步遇險船位及漂流方向及速度，即可推算出基準點(datum)位置，即為自初步遇險船位加以預計漂流效應所可能之位置，進而可估計搜索範圍，在考慮所有相關因素後，決定搜索模式，進行搜索工作。在搜索工作進行中，如有更新資訊輸入，如救援船舶增加、天氣狀況及能見度有所改變時，亦可動態改變搜索模式，繼續搜索，直到發現目標，完成搜索工作。具體之搜索工作流程詳如圖一所示。



圖一、搜索工作流程圖

三、決定搜索範圍

決定搜索範圍必須考慮的條件相當多，天氣情況、搜索可利用的時間、搜索單位的速度、搜索高度、能見度、目標的大小等因素都應考慮進去，這些因素的重要性，因遇險事件不同而有所差異，在計畫一項搜索作業時，搜救任務協調官（SMC）應盡力符合較重要因素，同時盡實際狀況滿足其它的需求。

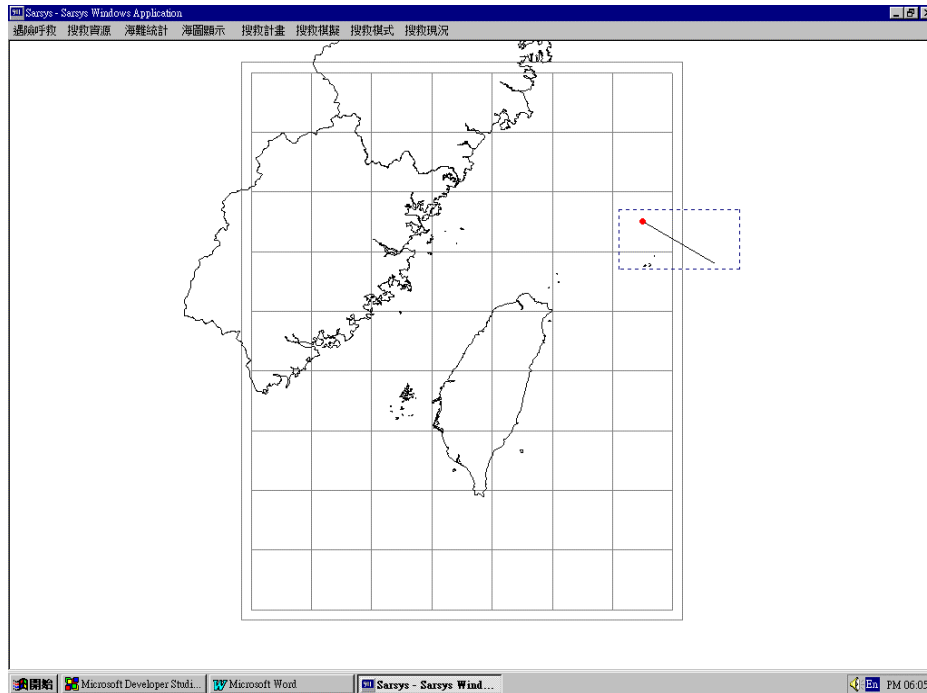


圖二、漂流向量分析圖

氣象資料輸入		
風向	<input type="text" value="120"/>	度
風速	<input type="text" value="5"/>	浬
流向	<input type="text" value="150"/>	度
流速	<input type="text" value="3"/>	浬
浪高	<input type="text" value="2"/>	米
		<input type="button" value="OK"/>
		<input type="button" value="Cancel"/>

圖三、氣象資訊輸入介面

當初步遇險地點已確定後，本研究將依據遇險地點之海上氣候狀況，進行分析以決定搜索範圍。所謂海上氣候條件包含海流、潮汐與旋轉流、湧、風速、風向、風壓差等因素，這些因素即為影響漂流(Drift)的主要因素，漂流的效果可透過向量相加的方式來決定，如圖二所示。因所有影響漂流因素都同時作用在漂移物上，其確實的漂流路徑將沿著向量合成的漂流線。故應徹底了解影響漂流的各項因素，使各項因素能以數字化表示，進而透過電腦模擬方式，估計大約搜索範圍。現階段電腦模擬程式，氣象條件是以人為輸入，進行模擬分析，即可迅速了解漂流方向及速度，並決定初期搜索範圍。至於未來的電腦模擬，則考慮藉由緯經緯路，自動取得氣象資訊隨時更新，以求得更精確的搜索範圍推估。



圖四、標示搜索範圍及漂流方向

四、搜索模式之應用

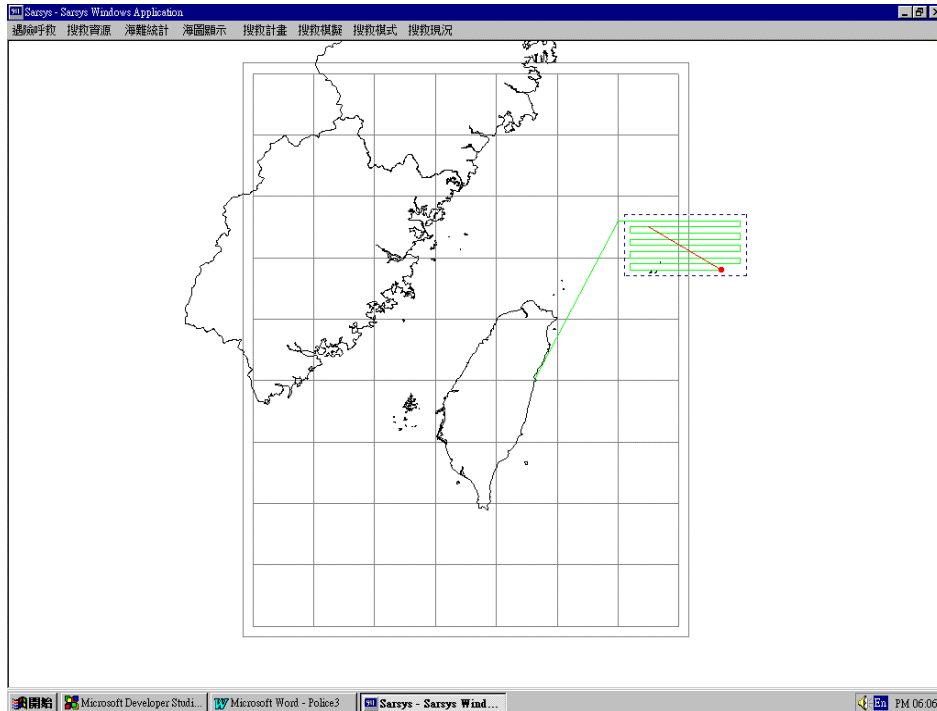
搜索模式 (Search Patterns) 的選擇非常重要，不當的選擇，將延誤搜救行動的進行，造成更大的生命財產損失，故在考慮所有相關因素之後，才可決定。又搜索模式的選擇必須符合適合性(Suitability)、可行性(Feasibility)、可接受性(Acceptability)等三大要素，在適合性方面，應使搜索能在期限內完成，在可行性方面，應在搜索單位的作業能力之內，在可接受性方面，其預期結果對預估的花費與努力而言是值得的。

有關電腦模擬搜索程式之建立，本研究依遇險性質、參與救援船舶性能及遇險目標漂流等因素，規劃模擬下列搜索模式：

1. 平行搜索模式 (Parallel Search Pattern)
2. 蠕行線搜索模式 (Creeping Line Search Pattern)
3. 擴大方形搜索模式 (Expanding Square Search Pattern)
4. 扇形搜索模式 (Sector Search Pattern)

4.1 平行搜索模式 (Parallel Search Pattern)

搜索單位在進行平行搜索時，一開始由搜索範圍之一角開始，搜索並掃瞄該區域，保持平行的航跡。此一搜索模式主要適用於搜索範圍很大、僅知目標的大略位置時，並且搜索過程中，必須均勻涵蓋該搜索區域之情況下使用，詳細如圖三所示。

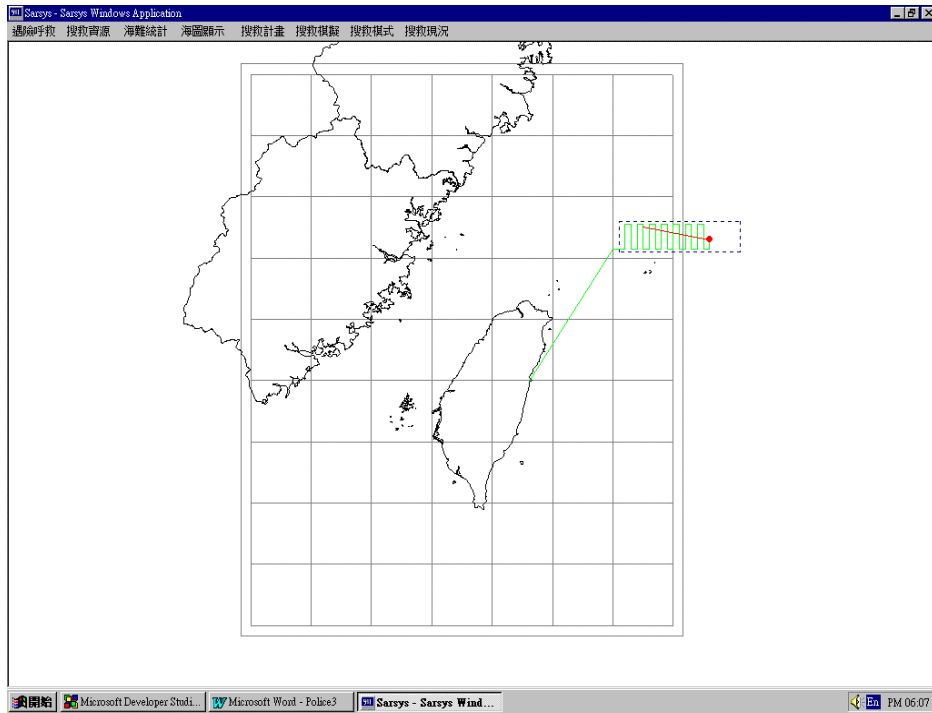


圖三、平行搜索模式

此程序從搜索單位自基地出發，到達搜索範圍後，從搜索範圍之一角開始並掃瞄該區域，保持平行的航跡，首次的搜索應自長方區域的一邊以相等於搜索航跡間距一半的距離。後續的搜索航跡彼此之間應保持相互平行且間隔一個搜索航跡間距。這種搜索方式亦可由數個搜索單位進行。

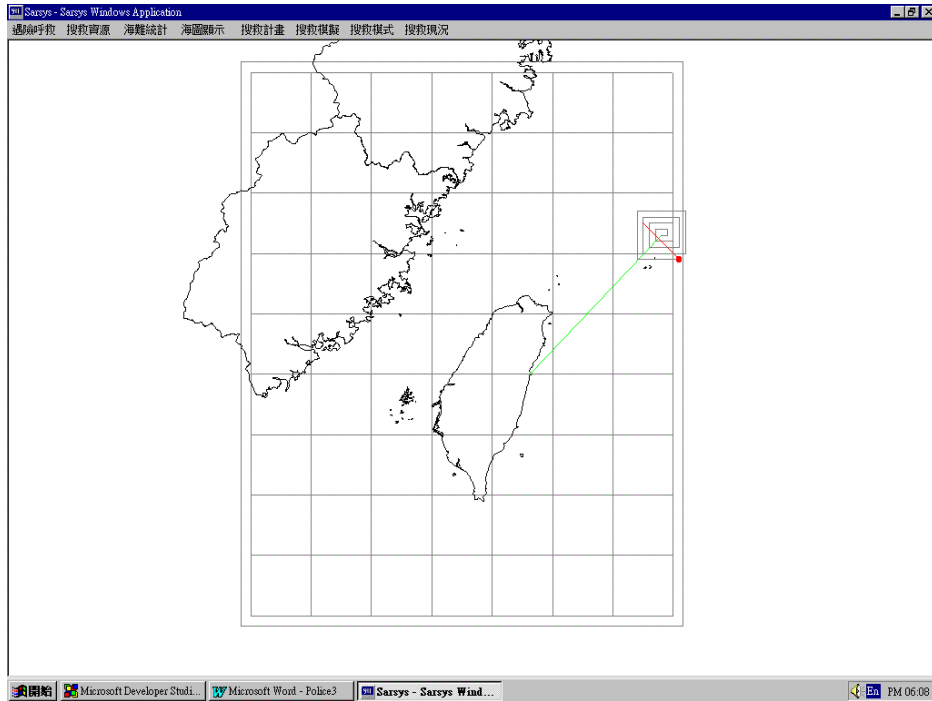
4.2 蠕行線搜索模式(Creeping Line Search Pattern)

此程序一般在搜索區域長且窄、目標可能位置在已知兩點之間、要求最可能區域的立即涵蓋，並接著快速地將後續搜索航線段往前挪移等情況下使用，搜索單位以如一平行航跡搜索之相同方法進行，詳細如圖六所示。



圖六、蠕行線搜索模式

4.3 擴大方形搜索模式(Expanding Square Search Pattern)



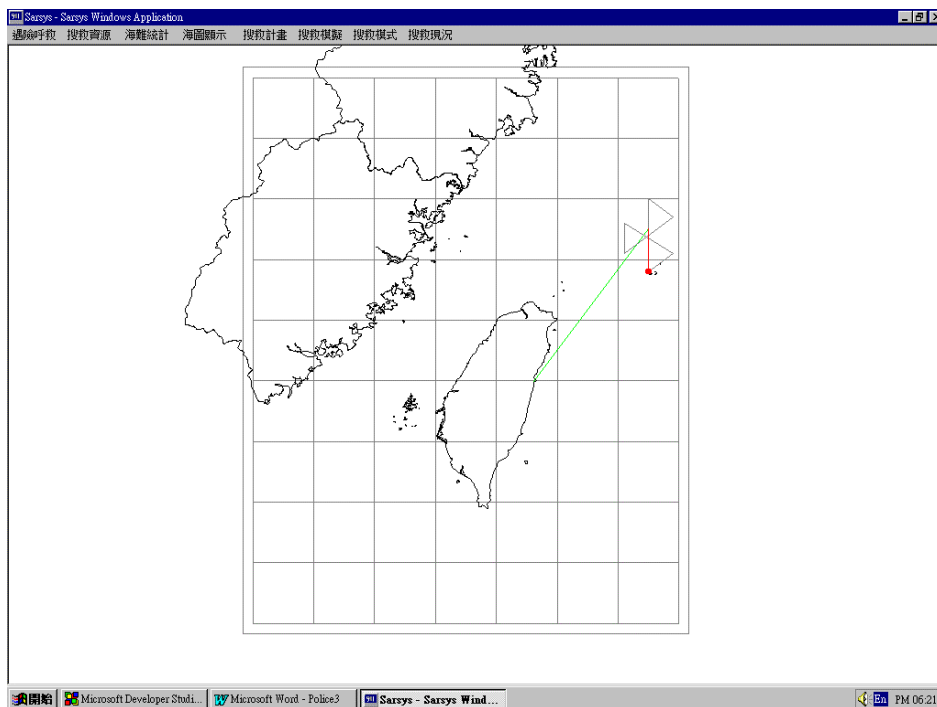
圖七、擴大方形搜索模式

此一搜索模式適用於單一船舶之搜索，其搜索方式係由基準點位置，以中心方形向外擴大搜索，這是種非常精確的模式且要求準確的航行，使用於當目標已知在一相當小

的區域時，最初的兩個邊的航線段距離應保持相等於搜索航跡間距，並且每個接續航線段的兩個邊再增加另一間距距離，詳細如圖九所示。

4.4 扇形搜索模式(Sector Search Pattern)

此程序用於當目標的位置是在一很小區域內，並且搜索區域是小半徑的。這種搜索模式對於人員落水或目標物曾一度見及又不見之狀況下使用。進行步驟由基準點開始，到達轉向點，右轉180度繼續搜索，完成第一次搜索後，若需更進一步搜索，應依照第一次搜索的模式之航跡間之半途所繪出的航跡，在向右偏移30度，重新搜索，詳細如圖八所示。此模式比擴大方形搜索容易依循並且有效，在趨近中心時搜索間隔非常小，如此可確保密集涵蓋最可能找到目標的區域。



圖八、扇形搜索模式

三、結論

本研究利用電腦程式設計方式，建立一決策支援系統，輔助選擇海上搜索模式，由於在選擇搜索模式時，必須考慮之條件相當多，故透過決策支援方式，更能符合實際之需求。在先前幾個相關之研究計畫中，業已逐步的建立一電腦輔助海上搜索與救助系統，已完成的部分功能，包括：

1. 建立台灣水域搜索與救助責任區電子海圖基本資料庫及圖文顯示功能；

2. 建立海上遇險地點之環境模式資料庫；
3. 建立海上搜索與救助資源分佈資料庫；
4. 建立全國可進行搜救任務船艇資料庫；
5. 建立海難頻發海域氣候與環境模式資料庫；
6. 確立遇難目標物及現場條件(如：最後已知位置、遇難性質、風、流等環境條件)及海上搜索與救助需求；
7. 建立海上遇險搜救資訊傳遞模式；
8. 航跡記錄、建議航向及連接全球衛星定位系統(GPS)。

本研究之研究成果，主要在於連接並整合上述的電腦輔助海上搜索與救助系統之功能，使其更具完整性。未來則將儘速安排海上實測，印證基準點、漂流等推算是否正確，並利用GPS定位，藉以了解搜索單位在基準點就位及搜索時之精確度等相關議題。除此之外，本系統亦可擴大應用於攔截、就位、戰術運動等海上緝私或作戰作業中。

六、參考文獻

1. IMO Search and Rescue Manual, 1993, IMO.
2. Merchant Ship Search and Rescue Manual, 1993, IMO.
3. International Convention for the Safety of Life at Sea, 1986, IMO.
4. National Search and Rescue Manual Canada, Canadian Coast Guard, Transport Canada, 1988.
5. 陳彥宏，電腦輔助海上搜索與救助之研究，國科會，1995.
6. 陳彥宏等，May 1995,台灣地區海上交通安全體系之研究(三)－建立台灣海域海上搜索與救助系統之規劃研究,交通部運輸研究所委託國立海洋大學專題研究計畫成果報告.
7. 唐和平，1984，船藝學。