

電子防禦網決策支援系統之研究

李仁鐘

摘要

面對敵機威脅時，亟需建立一套電子防禦網，用以分析防空效益。而決策支援系統係以電腦為基礎的資訊系統，經人機界面互動方式、資料庫管理子系統及模式庫管理子系統，協助決策者分析效益及作決策。本文旨在研究建立電子防禦網決策支援系統，模擬機場部署防禦性的火砲及防空飛彈武器，當其遭受敵機攻擊時，分析機場在有電子防禦網及無電子防禦網的情況下其戰損的差異。

關鍵字：決策支援系統、電子防禦網。

Study on the Decision Support System of Electronic Defense

Zne-Jung Lee

Abstract

It is an important task to build a decision support system of electronic defense to evaluate the performance of air defense. The presented decision support system (DSS) consists of a man-machine interface, a database management system, and a model management system. It is a computer-aided information system that can be used to help planners to make proper decisions on the battlefield. In this paper, the decision support system of electronic defense is first simulated, and then the performance is evaluated for airports under the attacking of planes.

Key words : Decision support system (DSS) , Electronic defense.

壹、緒論

面對敵機威脅時，亟需建立一套電子防禦網，用以模擬當機場部署防禦性的火砲及防空飛彈武器，當其遭受敵機攻擊時，分析機場在有電子防禦網及無電子防禦網的情況下其戰損的差異[1]。執行電子防禦網作戰效益評估之需求，首先需編輯模擬參數資料，建立所欲分析的敵我兵力、及武器性能等。其次是執行模擬模式，計算防空及電戰效益相關的量化數據。最後輸出資料，用以評估其作戰效益[2,13,14]。本文主要目的就是研究建立一個電子防禦網決策支援系統，以滿足輔助電子防禦網效益分析之功能。

貳、系統架構

電子防禦網決策支援系統是由網路連接各子系統個人電腦(PC)及列印設備而組成。每台 PC 均具備標準輸入裝置與高解析度彩色顯示器，且可透過網路互相傳遞資料，或將報表資料送達列印設備。而資料庫伺服器與各子系統採 Client/Server 架構傳輸資料。電子防禦網決策支援系統中包含想定參數管理及推演設定子系統、電子防禦網模式及戰損評估子系統、資料庫伺服器。系統架構如圖 1 所示。為執行電子防禦網效益評估之需求，首先需編輯模擬參數資料，建立所欲分析的敵我兵力及武器性能等。其次推演開始後便執行電子防禦網模式，此時模式讀取模擬參數資料，並模擬飛機起飛、飛行、雷達之偵測、目標指派、交戰、返航等作為，計算防空及電戰效益相關的量化數據。最後輸出資料，以滿足輔助電子防禦網效益分析之功能。

想定參數管理及推演設定子系統的功能，乃是編輯建立敵我兵力、戰術應

用、及武器性能等資料，並將其輸入資料庫中。如地面雷達系統防禦偵測之性能分析包括有效輻射功率，天線場型、天線掃瞄型式、天線掃瞄週率、發射頻率、調變方式、調變參數等。推演設定子系統可供使用者控制模擬推演的進行。

電子防禦網模式及戰損評估子系統則是系統執行的核心，其讀取資料庫內之推演設定控制碼後即進行模擬推演，其模式可分為攻擊威脅模式、防禦武器部署模式、雷達偵測模式、干擾模式、戰損模式等。戰損評估子系統則模擬作戰推演、評估雙方戰損並將資料儲存至資料庫中。

資料庫伺服器則是提供想定參數儲存、各子系統、模組交換訊息及儲存輸出資料。最後輸出儲存於資料庫中的戰損資料，以提供電子防禦網之決策支援分析。以下針對各子系統功能做一詳細介紹。

參、想定參數管理及推演設定子系統

想定參數管理及推演設定子系統，管理資料庫伺服器的想定參數並設定推演狀況如開始、暫停、終止推演等。想定參數管理子系統可建立想定，而使用者可選取已建立的想定，再選取所欲查詢之資料並顯示結果。對於選取之資料均具備新增、修改、更新、存檔及列印功能。並可設定查詢條件而自動列出符合之資料，加上想定檔之 Master-Detail 設計，在查詢時同時並列顯示互動關係，如「敵我機場檔」在查詢顯示時，對應「機種數量檔」便自動列出此機場所涵蓋之機型名稱、數量、飛彈名稱與數量，在輸入新想定資料時，中文部份項目利用內建下拉式條列選單選取，配合部份常用項目之預設值(Default)，以節省使用者輸入時效 [7,10]。

推演設定子系統可供使用者控制推演的進行，使用者選取開始時，將模擬

參數資料讀入推演資料庫中，使用者選取暫停時，系統凍結推演直至繼續推演為止，終止推演則結束所有推演。其操作畫面如圖 2 所示。

肆、電子防禦網模式及戰損評估子系統

經由想定參數管理及推演設定子系統，設定推演的想定及開始推演後，電子防禦網模式及戰損評估子系統，既讀取資料庫內之推演控制碼後即進行包含攻擊威脅模式、防禦武器部署模式、雷達偵測模式、干擾模式、戰損模式等模擬推演，電子防禦網模式如圖 3 所示 [4,8,11]。

威脅模式可根據敵軍現有之戰機數量、部署狀況及戰術運用模式，模擬敵機攻擊機場之行動模式。防禦武器部署模式則模擬機場、雷達站、地對空飛彈及火砲部署之特性。雷達偵測模式則考量敵機與各雷達站之相對距離，其偵測機率值(P.D)是雷達模式的輸出值，並使用蒙地卡羅(Monte Carlo)方法來決定該敵機是否已被偵測到[5,6]。在雷達偵測上，有以下幾個主要特性影響偵測性能：

- 1、偵測目標之 RCS 不是一個固定之參數；
- 2、天線波束型為曲折；
- 3、電波在大氣中傳播；
- 4、多路徑效應；
- 5、系統整合效應；
- 6、SNR 準位調整；
- 7、顯示與操作；
- 8、接收頻寬。

而目標的雷達截面積(RCS)、目標浮動模式、目標大小、目標運動參數：

速度、方位加速度、仰角加速度、運動軌跡等亦會影響偵測性能。干擾模式則是模擬啟動電戰時，其對攻擊、防禦模式及雷達偵測之影響效果。戰損評估模式執行交戰模擬並計算敵我雙方飛機、飛彈、雷達站、機場等裝備設施之損傷量化數據並儲存於資料庫中，此資料是分析電子防禦網效益之數據來源。其流程如圖下所示。

- 1、執行敵機運動。
- 2、執行我機運動。
- 3、推演時間累加。
- 4、移動敵機位置。
- 5、執行偵測模組。
- 6、空中巡邏機攔截及交戰。
- 7、武器指派模組。
- 8、經識別判定後，地面巡邏機攔截及交戰。
- 9、載入新敵機起飛資料結構。
- 10、執行後勤模組。
- 11、戰損處理模組。

其中攔截模組是在已確認(偵測到，且經識別)某一批敵機時，可決定由那一機場起飛攔截。武器指派模組乃將指派後的武器資料載入資料中，記錄敵我單位編號及攔截武力飛行路徑等。武器指派模組中希望將敵目標中對我威脅較高的目標先行擊落，而我方所有武器皆要完全指派使用，其目標函數(C)可表示為[3]：

$$\text{Min. } C = \sum_{i=1}^T EDV(i) * \left[1 - \prod_{j=1}^W (1 - K_{ij})^{X_{ij}} \right], \quad (1)$$

限制式：

$$\sum_{i=1}^T X_{ij} = 1, \quad j=1,2,\dots,W. \quad (2)$$

其中：

W 代表武器數量。

T 代表目標數量。

$EDV(i)$ 代表目標 i 威脅值。

K_{ij} 代表所由武器 j 對目標 i 殺傷率。

$X_{ij}=1$ 代表武器 j 指派到目標 i 。

交戰模組又可分成空對空交戰，地對空交戰，空對地交戰子模組，空對空交戰子模組依據優勢防空原則，決定敵、我攻擊次數，再依殺傷率決定戰損，地對空交戰子模組依據基地判定使用中程或近程飛彈，依此啓動中程飛彈攻擊或近程飛彈攻擊，並輸出資料至戰損表格。空對地交戰子模組表示敵機，依輸入任務代號攻擊不同的目標。本模組與驅動模組間主要透過檔案及資料庫中表格來傳送資料。

一、地對空交戰模組

輸入描述：

本模組與驅動模組間主要透過檔案及資料庫表格來傳送資料，輸入本模組的資料檔如下：

- 1、動模組給地對空交戰模組之界面檔。
- 2、地對空飛彈基地資料與飛彈性能資料表格。
- 3、敵機攻擊計畫表格。

輸出描述：

本模組輸出也是透過檔案及資料庫中表格方式來傳送資料，輸出本模組的資料檔如下：

- 1、地對空交戰模組回覆驅動模組之界面檔。

- 2、地對空飛彈基地資料與飛彈性能資料表格。
- 3、敵機攻擊計畫表格。
- 4、飛彈上架模組：依據上架時間修正資料結構中的彈存量。
- 5、攻擊模組：依據基地判定使用中程或近程飛彈，依此進入二個子模組－中程飛彈攻擊模組及近程飛彈攻擊模組二模組會更新資料結構，並輸出戰損檔案。
- 6、輸出模組：將更新的資料結構輸出。

二、空對地交戰模組

輸入描述：

本模組與驅動模組間主要透過檔案及資料庫中表格來傳送資料，輸入本模組的資料檔如下：

- 1、程式與空對地交戰模組之界面檔。
- 2、敵我機場表格。
- 3、我觀通雷達表格。
- 4、我防空飛彈基地表格。
- 5、敵機攻擊計畫表格。

輸出描述：

本模組輸出也是透過檔案及資料庫中表格來傳送資料，輸出本模組的資料檔如下：

- 1、對地模組回覆主程式之界面檔。
- 2、敵我機場表格。
- 3、我觀通雷達表格。
- 4、我防空飛彈基地表格。
- 5、敵機攻擊計畫表格。

因考量敵之兵力運用分為數擊次進行，為客觀分析後數擊我方防空效益之效益，後勤模組需考量機場跑道修復、備用雷達站啓用、空中巡邏機遞補、西部機場待命機遞補、地對空飛彈補彈作業等因素。

戰損處理模組會依雙方戰損模式更新敵我兵力，作為下擊次模擬進行時兵力運用的參考依據，雙方戰損資料及事件訊息亦會儲存至資料庫中。

伍、電子防禦網資料庫設計

電子防禦網決策支援系統需要資料參數模擬及查詢戰場環境。亦需完整管理功能的資料庫管理系統(Data Base Management System -DBMS)，使有效管理推演時的大量參數資料。資料庫管理系統必須具有資料庫參數資料建立、刪除、修改與維護、參數資料儲存、排序、索引、統計等功能。

電子防禦網資料庫中包含模擬推演所需的表格及資料。其中想定參數管理及推演設定子系統、電子防禦網模式及戰損評估子系統所需的表格為：推演想定資料表格、推演環境設定表格、敵機攻擊計畫表格、我方部署資料表格、我觀通雷達表格、我防空飛彈基地表格、我空中巡邏機表格、敵我機場表格。推演控制碼儲存於推演設定表格中並啟動推演程序後，依敵機攻擊計畫表格內敵機攻擊計畫開始推演進行。於模擬推演進行時，戰損評估子系統會儲存敵我戰損資料於敵機戰損表格及我機戰損表格中。而模擬推演進行所觸發的事件皆儲存於推演事件表格中，以利模擬推演後分析結果 [10]。

陸、輸出資料

經由模擬推演求得防空及電戰效益量化數據，能提供予人直覺而量化的評比，俾對決策者判定其相對優劣有所助益。依此資料訂定性能指數，分析機場在有電子防禦網及無電子防禦網的情況下其交戰前與交戰後數量(戰損)的差異，並評估如下顯示的各種輸出資料。電子防禦網決策支援系統的輸出如圖4所示[9,12]。

- 敵機穿透率
- 敵被擊落總架數中我攔截機擊落部份百分比
- 敵被擊落總架數中我地對空飛彈擊落部份百分比
- 敵被擊落總架數中我點防禦擊落部份百分比
- 敵總架數與我出擊攔截機架數比
- 我機場毀損率
- 我地對空飛彈基地毀損率
- 我雷達站毀損率
- 我攔截機損失率
- 我中近程飛彈耗損率
- 我點防禦陣地毀損率
- 我地面待命攔截機出擊率

柒、結論

電子防禦網決策支援系統具備人機界面、資料庫管理系統和資料庫、模式庫管理系統和模式庫功能，它模擬機場部署防禦性的火砲及防空飛彈武器，當其遭受敵機攻擊時，分析機場在有電子防禦網及無電子防禦網的情況下其戰損的差異，再經由輸出界面提供決策者資料，可做為決策支援參考依據，達到決策支援目標。

參考文獻

- David L. Pepyne, Douglas P. Looze, David A. Lgan, Nils R. Sandell Jr., and Robert Leblanc (1997). A Decision Aid for Theater Missile Defense. IEEE Evolutionary Computation Conference.
- A. William, Meter, and Fred L. Preston (1990). A Suite of Weapon Assignment Algorithms for a SDI Mid-Course battle Manager. AT&T Bell Laboratories.
- Z. -J. Lee, C. -Y. Lee, and S. -F. Su (2000). A fuzzy-genetic based decision-aided system for the naval weapon-target assignment problems. 2000 R. O. C. Automatic Control Conference. 163-168.
- Lanchester F. W. (1956). Aircraft in Warfare : The Dawn of the fourth Arm, J. Newman, New York.
- Bouton P.M. and Ma F. (1990). On Monte Carlo Simulation of Dynamic System.
作戰模擬的研究與應用，軍事科學出版社 (1995).
- 陳煥明 (1995)，電腦兵棋系統應用及建模研究報告(pp.11-30)，中科院研究報

告。

樓文達 (1990) , 電腦兵棋模擬特論 , 中正理工學院兵器系統叢書13。

王超弘 (1996) , 決策支援系統 , 國防部八十六年度系統分析專題講習資料。

陳煥明, 李仁鐘 (1997) , 電腦兵棋之地理資訊與資料庫系統設計 , 第二屆中華地理資訊學會。

陳煥明, 李仁鐘 (1997) , 電腦兵棋建模方法介紹 , 中科院新新雙月刊第二十五卷第六期。

陳煥明, 李仁鐘 (1997) , 電腦兵棋決策支援系統設計 , 第六屆國防科技學術研討會。

陳文傳 (1994) , 決策支持系統及其開發 , 清華大學出版社。

牛映武 (1994) , 運籌學 , 西安交通大學出版社。

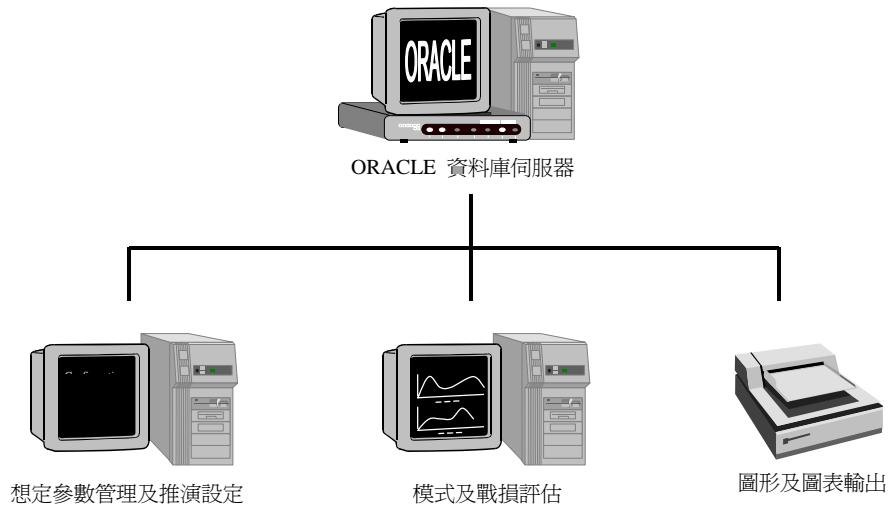


圖 1 系統架構圖

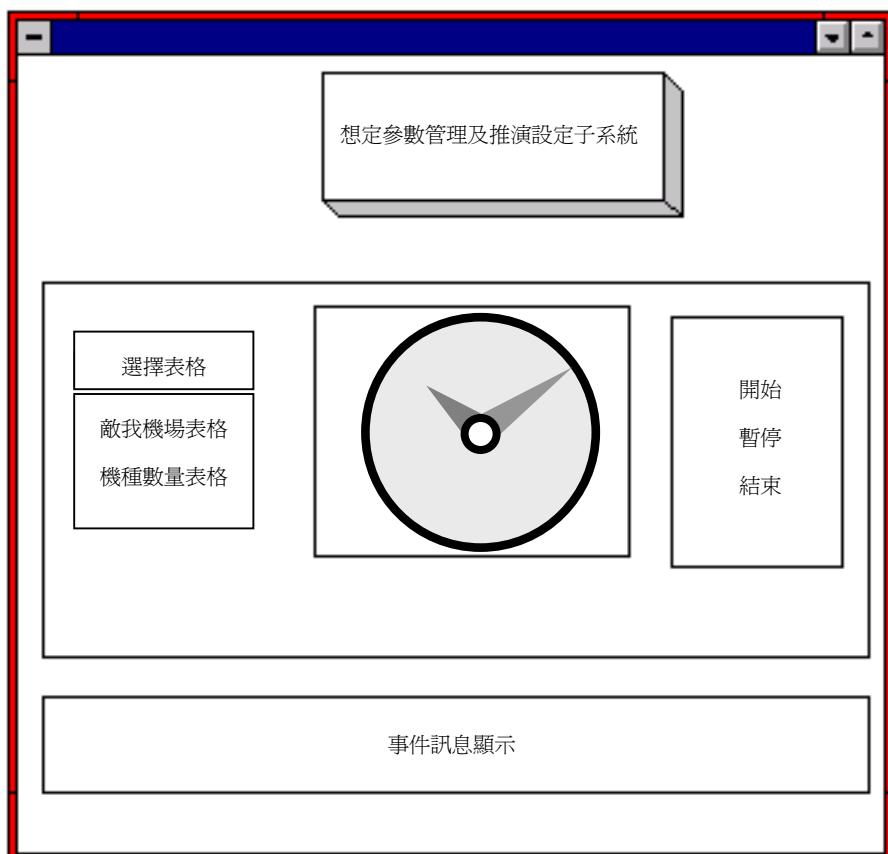


圖 2 想定參數管理及推演設定子系統操作畫面

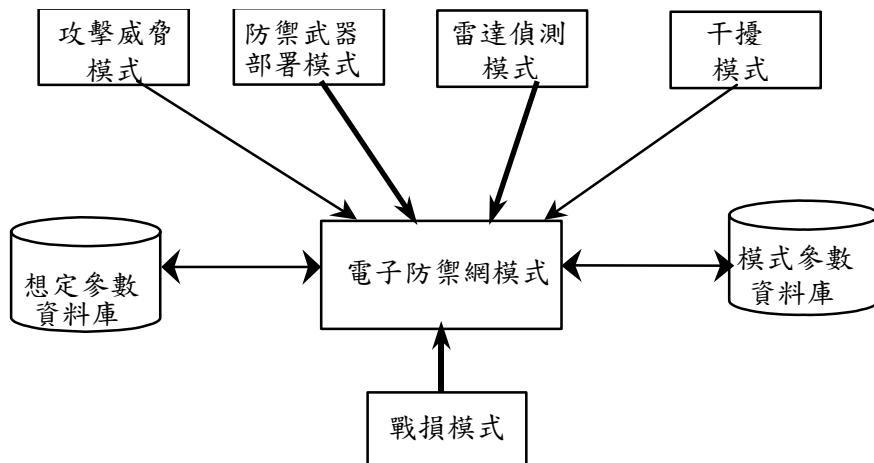


圖 3 電子防禦網模式

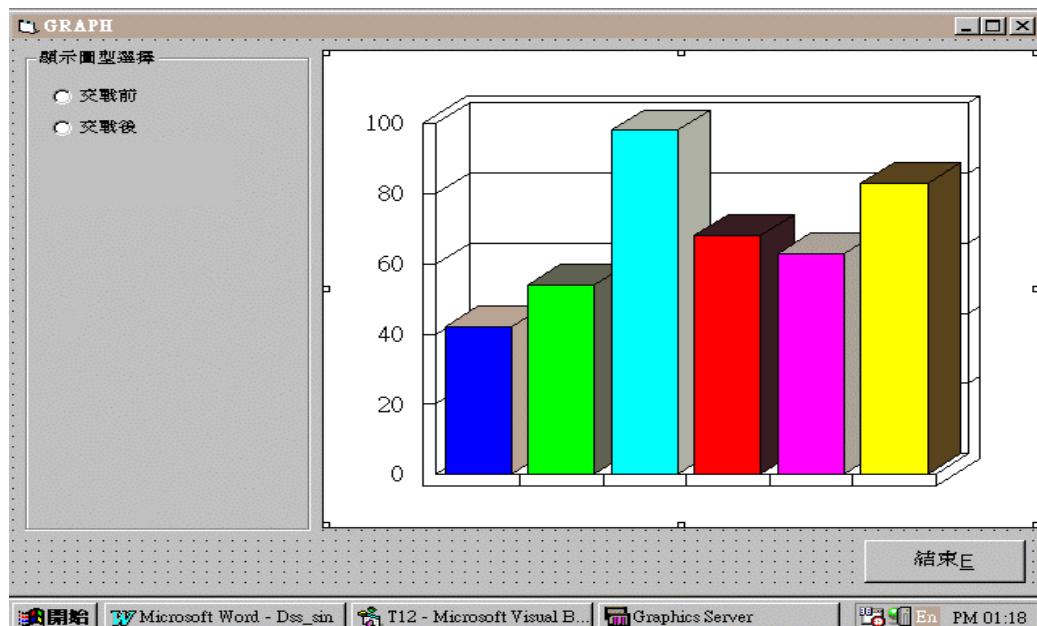


圖 4 輸出畫面