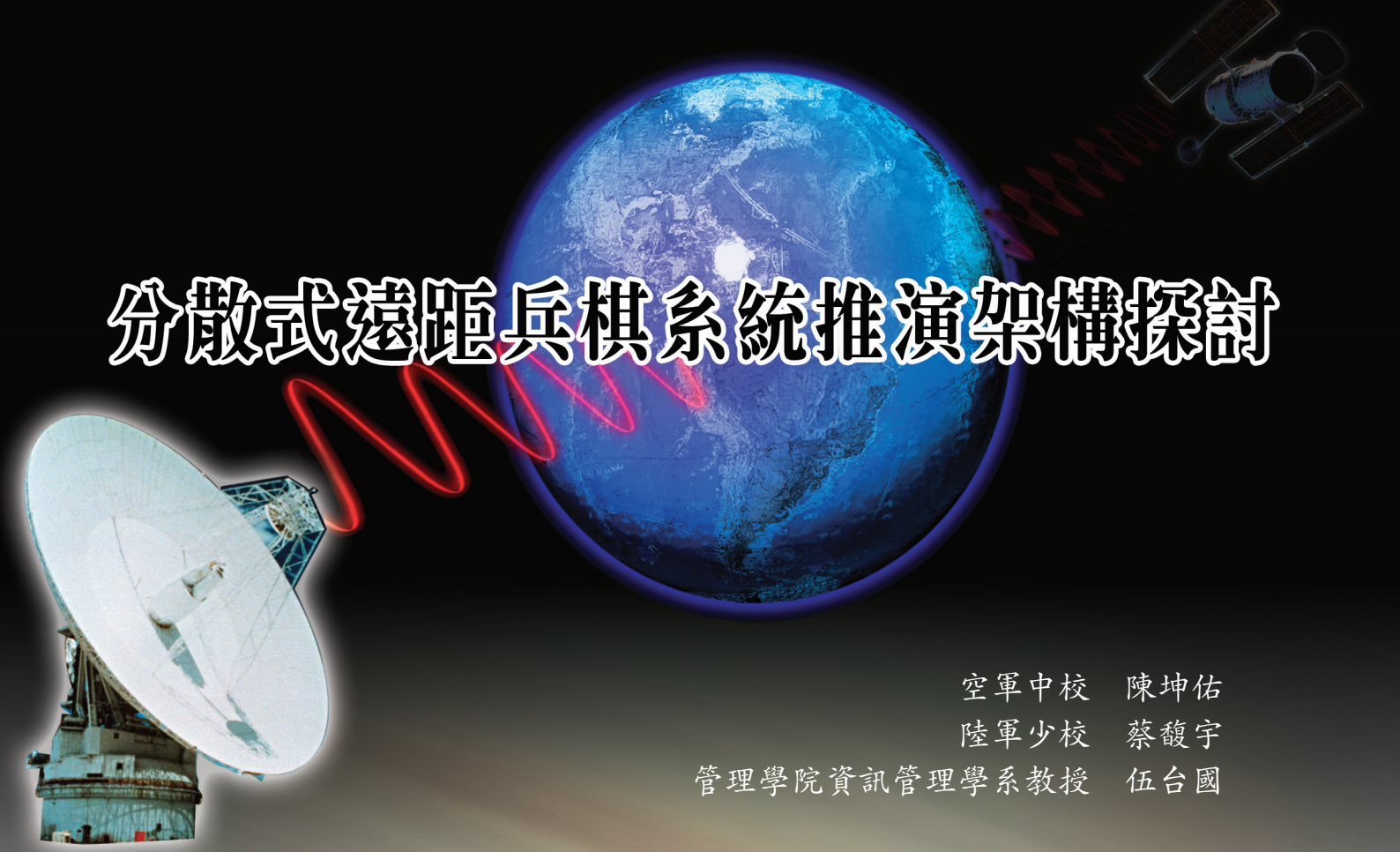




分散式遠距兵棋系統推演架構探討

空軍中校 陳坤佑

陸軍少校 蔡馥宇

管理學院資訊管理學系教授 伍台國

提 要

- 一、隨著資訊技術及網路的快速發展，世界各先進國家莫不運用模式模擬與電腦兵棋作業取代大部分實兵及實彈演訓。
- 二、模式模擬與電腦兵棋可執行部隊的訓練、準則教令的發展，進而以其為武器裝備需求、獲得、精進及研改之依據。
- 三、聯合軍／兵種之作戰已成為未來作戰型態之標準，故有關模式模擬與電腦兵棋之發展亦皆朝「聯合作戰」之趨勢演進。
- 四、隨著國防人力精簡及預算緊縮，如何運用分散式推演架構之聯戰兵棋系統來執行未來之聯合作戰演訓任務，實為一值得探討之課題。

關鍵詞：模式模擬、電腦兵棋、分散式

壹、前 言

訓練場地難求、裝備籌建預算過高，以及經費、人力逐年遞減，為世界各國軍隊一致面對的問題。因此，作戰模擬的發展遂成為世界各國的共同趨勢。隨著資訊網路快速的發展，世界各先進國家莫不應用各種系統發展其演訓機制，並運用模式模擬與電腦兵棋作業取代大部分實兵及實彈演訓，執行部隊的訓練、準則教令的發展，進而以其為武

器裝備需求、獲得、精進及研改之依據；然而，此種達成演訓合一目標之演訓作業模式已為當前世界潮流所趨，亦為不得不然之勢。再者從波灣戰爭的歷史經驗來看，聯合軍／兵種之作戰亦已成為未來作戰型態之標準，故有關模式模擬與電腦兵棋之發展亦皆朝「聯合作戰」之趨勢演進。

國軍以往的各项指揮所演習，均是由各軍種各自規劃主導並採集中作業方式的推演模式來進行，在各项演訓上雖充分的運用了

電腦兵棋模擬工具來執行其訓練及驗證等任務，然因傳統之電腦兵棋系統不論是分析性模式或是推演性模式，在設計上雖多以Client/Server主從架構為核心，但其受限於整體網路架構與網路頻寬需求，無法於原駐地（各戰略單位指揮所內）實施分散式電腦兵棋推演。

在這種情況下，若能充分應用系統之分散式架構於遠距兵棋推演上，則各戰略執行單位可以在其各自的戰術指揮所中來執行模擬推演，能實際仿真的來磨練其聯合作戰能力與指揮運作機制。

貳、模式模擬與電腦兵棋之探討

一、模式模擬與電腦兵棋之軍事應用

近二、三十年來，電腦技術和資訊的急速發展，為「兵棋模擬」提供了一個快速有效的環境，使得電腦兵棋成為世界各國國防軍事上不可或缺並極待發展的重點。由於電腦兵棋具有可反覆模擬推演、作戰計畫及武器效能評估、進行戰術戰略分析研究的優點。在訓練場地日愈缺乏、訓練經費昂貴的狀況下，電腦兵棋發展是必然的趨勢。

運用電腦高速準確的演算處理能力及大量儲存記憶能力，將兵棋推演的規則、程序、戰場環境、武器效益、部隊編裝、後勤補保及作戰準則等資料轉換為電腦資訊，建立一個模擬軟體系統代替實兵對抗，提供參演人員所需資料，即為電腦兵棋的意義^{註一}。簡言之，電腦兵棋就是以電腦為工具，遂行兵棋推演之目的，以求得最佳行動方案或措施。有關模式、模擬與兵棋意義之進一步的探討，詳述如下：

(一)模式(Model)

模式是對實際物件、系統或過程的表

示或描述，它是對被表示物件的部分屬性做抽象的表示或模仿，而非對該物件全部屬性的複製。基本上有五種模式，即言辭描述模式(Verbal model)、圖形表示模式、實體縮小模式(Iconic model)、數學分析模式、電腦化模式(Computerized model)。其中電腦化模式是以電腦程式，即演算法，來描述被模仿的物件或過程。上述五種基本模式中，前三者為描述性模式，主要的用意是溝通描述被模仿的對象，後二者屬可操作性模式，亦即經過模擬方式的運作，以明瞭被模仿對象的行為。

(二)模擬(Simulation)

模擬是解決問題的一種方法，確切的說，模擬是應用模式進行實驗的一種解題方式(Problem-Solving Method)，它是一種分析技術，利用數學邏輯模式的運作，來對真實或假設的事件、過程或系統的行為進行研究或預測。依據問題的特性，一般而言，有三種基本模擬方法^{註二}，即連續事件模擬、離散事件模擬(Discrete-Event Simulation)及蒙地卡羅模擬(Monte-Carlo Simulation)，前兩者著重於模擬事件發生的時間，連續事件模擬適用於事件隨著時間進行不斷地發生，亦即被模擬物件或系統的特性，隨時不斷改變。而離散事件模擬則用於當模擬事件的發生具有時間的離散特性時。在電腦模擬的實際作法上，二者模擬時間的處理分別為時間間隔法(Time-Slice)及事件驅動時間前進法(Event-Driven Time-Advanced)。而蒙地卡羅模擬則是針對模擬事件的發生具有隨機性，及含有不確定因素。在實際作法上，常利用適當統計分配的隨機亂數來決定事件的發生。於作戰研究中，所遭遇的問題經常是離散事件且具有不確定性。因此，離散事件模

註一 鍾健雄，89.7，「模式、模擬與兵棋」，國軍電腦兵棋專輯第七輯，P55-P63。

註二 鍾健雄，89.7，「模式、模擬與兵棋」，國軍電腦兵棋專輯第七輯，P55-P63。

表一 兵棋的基本分類

分類項目	兵棋的定義
以決策事件的發生來區分	確定性兵棋：決策事件的發生是確定的，稱為確定性兵棋。 機率性兵棋：若事件的發生是偶發的，則此種兵棋為機率性兵棋。
以交戰規則及程序來區分	固定規則式兵棋：若規則及程序為固定，則稱為固定規則式兵棋。 自由規則式兵棋：若不限定交戰規則及程序，則稱為自由規則式兵棋。
以兵棋實施的方式來區分	可區分為人力式、人機介面式、全電腦化三類。
以兵棋的目的來區分	訓練性兵棋：著重在置指揮官及作戰參謀於模擬的作戰狀態下，反覆磨練如何下達決策。 分析性兵棋：主要在提供指揮官及參謀下達決策的分析資料。

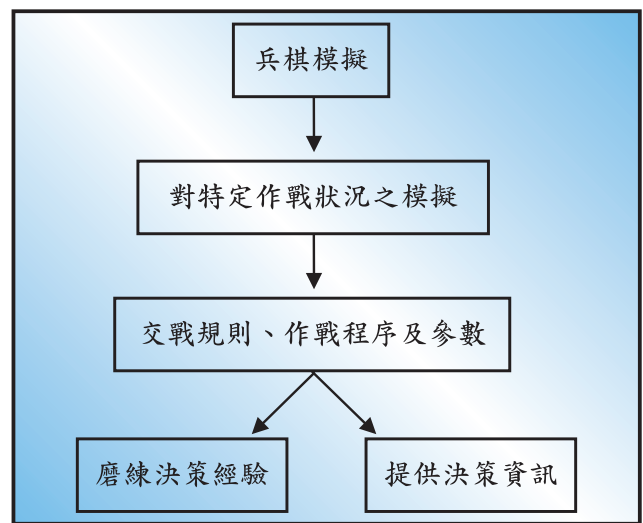
擬及蒙地卡羅模擬常被合併使用，以解決作戰問題。

(三)兵棋(War Game)

由敵對兩方或多方兵力，根據已知的交戰規則、程序及情報資料，在假設的作戰衝突情況下，進行模擬，以獲取解決衝突的經驗或必要資料，此之謂兵棋。兵棋概念並非現代產物，實乃源於古時的棋戰，如中國的象棋、圍棋等，棋盤式戰場環境的模擬，棋子則表示戰爭中的武器裝備及兵力資源，下棋者有如戰場指揮官，根據模擬的戰場狀況、可用的資源、棋戰規則與程序及指揮官本身的用兵策略，進行棋盤上的模擬作戰，這正是典型的兵棋，此種棋戰進而演變成現代沙盤推演兵棋。

如果作戰行動是一連串戰鬥決策事件的組合，則兵棋可視為指揮官在模擬的作戰狀況下，一連串的決策事件鏈。此時，如果每一個決策事件的發生是確定的，則這種兵棋稱為確定性兵棋(Deterministic War Game)，若事件的發生是偶發的，則此種兵棋為機率性兵棋(Probabilistic War Game)，以交戰規則及程序而言，若規則及程序為固定，則稱為固定規則式兵棋，若不限定交戰規則及程序，則稱為自由規則式兵棋。以兵棋實施的方式而言，則可分為人力式、人機介面式及全電腦化三類。以兵棋的目的而言，可分為訓練性(教育性)及分析性兩種

圖一 兵棋系統的作業示意圖



兵棋，訓練性(教育性)兵棋的目的著重在置指揮官及作戰參謀於模擬的作戰狀態下，反覆磨練如何下達決策。而分析性兵棋則主要在提供指揮官及參謀下達決策的分析資料。

由上述對模式、模擬與兵棋的定義與特性的探討，可看出三者之間的依附關係。簡單地說，模擬就是運用模式進行實驗，而模式是對實際的事物或過程的模仿縮小實體或是以數學符號及電腦程式流程的描述。而模擬的表現則為一個過程。對兵棋而言，則為有敵對雙方兵力加入的一種作戰模擬過程。因此，兵棋即是模擬。在這一個模擬的過程中，敵對雙方在一個模擬架構下，根據連續的作戰狀況，下達一連串決策，以進行模擬。

軍事演訓最早是從沙盤推演開始發展，之後衍生出所謂的沙盤兵棋系統及戰技訓練

器。然而隨著電腦科技的進步，傳統的軍事沙盤推演（兵棋系統）及戰技訓練器緊密地與電腦科技結合產生所謂的電腦兵棋系統及模擬訓練儀，而此類系統的發展進一步達到節省人力成本及反覆操演的功效。

兵棋推演程序的設計及執行，和其所想要達到的目的及範圍有著密切的關係。演習或分析的目標及資源將會導引設計決策的方向，但通常會用到下列四種一般性設計的其中之一^{註三}：

(一)研討式兵推或分析(Seminar Wargame or analysis)

(二)開放式輔助推演(Open Support)

(三)隱藏式輔助推演(Hidden Support)

(四)分散輸出式推演(Distributed Output)

「研討式兵推」會納編一小組推演人員來負責模式的操作，並將結果回報給主要決策者。一個具有豐富經驗的推演小組會負責將對戰計畫中的某一個分項轉換成指令集後輸入，然後以高戰演比執行推演，直到抵達預劃的分項點或是跑完一段指定的時間為止。接下來推演小組要將戰果提供給研討的主推官，以協助其進行決策。一旦下達了關鍵的決策後，就再反覆的將新的指令集持續輸入到模式中。這種方法只須要極為少數的推演人員；然而，這些人則須受過模式各方面良好的訓練，而且必須具備許多軍事領域方面的專業知識。

「開放式輔助推演」是在模擬環境中排定一些主要的決策者，而這些人都屬於規劃的「訓練對象(training audience)」。這些決策者與（或）他們的代理人可以將指令直接下達到兵棋推演當中，也可從模式中擷取資料。在這種方式下，模式是完全開放給訓練對象的。這種設計的好處在於不需要許多固定

的人力來支援模式的資料輸入。然而，訓練對象可能會因此而變得太過於投入模擬過程的細節，而無法關注在他們的「訓練目標(training objective)」與決策程序上。此外，在模擬過程中過於簡化的處理或兵棋推演人員的錯誤輸入，也會折損其想要達到的仿真性。

「隱藏式輔助推演」是爲了設法克服仿真性上的限制，而在已開始推演的模擬環境與訓練對象之間，安排一個戰術執行小組。訓練對象可忽略模式上的限制或特定的需求，只要負責做出符合標準格式的作戰命令即可。然後再由所屬的戰術執行小組將這些作戰層級的命令轉換成兵棋推演的指令。戰術執行小組於推演過程中要針對模式所產出的報告進行監控，也可能要透過建制的指管系統對模擬系統所做的輸出進行監控。戰術執行小組會檢查所有的輸出，以確保這些資料在傳到訓練對象手上前，可把錯誤的部分修正完畢。在這種方式下，模擬系統相對於訓練對象而言是隱藏的。

「分散輸出式推演」則是試圖將開放式與隱藏式兩種設計做一結合，將已建構的C3I系統用來做為與模式之間的介面。這種設計可讓主要決策者透過建制內戰備的指管系統下達命令並監控其戰果。他們的命令會由戰術執行小組轉成兵棋推演的指令（如同隱藏式兵推）。然而，來自模式的輸出則可透過建制內的C3I系統直接廣播給訓練對象的成員。

以上這些兵棋推演程序的設計都需要五種主要的參謀職務負責支援推演的執行，這五種職務分別是：演習主推官(Exercise Director)、資深管制官/演習管制官、技術協調官、電腦系統管理員、以及推演人員(Player)

^{註四}：

^{註三} JTLS Document, (2005) Executive Overview, ROLANDS & ASSOCIATES。

^{註四} JTLS Document, (2005) Executive Overview, ROLANDS & ASSOCIATES。

(一)「演習主推官」負責規劃與督導兵棋推演。

(二)「資深管制官/演習管制官」負責監控推演的進度，並運用模式所提供的工具創造符合演習主推官所律定的作戰需求或訓練目標的一個電子戰場。

(三)「技術協調官（或技術管制）」負責推演的啟動與停止、監控模擬系統所需的的所有電腦資源、以及提供推演的技術支援。

(四)「電腦系統管理員」負責電腦設定、協調系統軟體變更與硬體維護。

(五)「推演人員」負責輸入推演的指令並監控所屬部隊的狀態。

二、分散式作戰模擬之相關文獻

由於半導體技術的演進，致使電腦中央處理晶片的運算速度及磁碟機的儲存容量日益猛進。目前新一代個人電腦計算處理速度與磁碟容量都能媲美十幾年前的超級迷你電腦。此一進步，使我們有能力更進一步去鑽研複雜的軍事作戰問題，諸如三軍聯合作戰及指管通情(C4I)等問題都可建立更複雜細密的模式，運用兵棋模擬進行研討。

近年來，歐美各國電腦兵棋的發展朝向在開放系統架構下，建立兵棋模擬的整合環境，使現有之兵棋模式，作最大彈性之利用。藉由高速網路系統之連結，整合各區域或不同單位之兵棋系統，使得分散各地的各階層使用者，能在同一虛擬的戰場中操演作戰，達到互動訓練之目的。如此的發展決策，引導出了分散互動式模擬技術的概念。

分散式作戰模擬(Distributed Warfare Simulation, DWS)是一種先進且實用之模擬技

術，它運用協調一致的架構、開發標準和參數交換的機制等，以資訊網路將分散於不同地域的兵棋模擬系統聯結在一起，構成虛擬的合成化戰場環境，以實現多軍種大規模軍事行動的模擬^{註五}。分散式作戰模擬不僅需要採用多機進行計算技術，且特別強調負責模擬計算的各網路節點在地理上分布的特徵^{註六}。

分散式運算隨著Internet的普及，已越來越受注目，其強調不同電腦系統之間的溝通與協調，不僅輔助了單一系統或單一平臺可能有的限制，更可發揮集體的效能。分散式作戰模擬的觀念提出，就在於分散式計算環境下，整合各地不同的模擬模式，以支持複雜的模擬作業。

一般在分散式的環境下，程式運算的負擔可分散於不同地方的電腦，以加速執行的效率，或經由分散式的電腦來減輕單一電腦系統的負擔。分散式模式主要以主從(Client-Server)架構為主，雖然到目前為止，仍然沒有完整的定義，但一般而言，主從架構需提供不同機器間之共同合作，用戶端(Client)可要求伺服器端(Server)的服務，伺服器端也必須能在同一時間內服務不同的用戶端^{註七}。

就像任何電腦科技一樣，主從架構也有它的優點與弱點。好處是它可以降低硬體設備的成本與軟體開發的成本，提供更多元化的技術方法與更彈性的解決之道。另一方面，主從架構的應用程式通常是非常有彈性、可大可小，所以電腦資源可以視需要做更恰當的安排^{註八}。

不過就負面而言，主從架構也並非沒有極限，或是不用付出代價的。隨著主從架構

註五 Ji-Jen Wu, (2003) Upgrading Analytic Wargame System by the HLA Technology, Tamkang University.

註六 E. Berglund and H. Eriksson, (1998) Distributed Interactive Simulation for Group Distance Exercises on the Web, Linkoping University, Sweden.

註七 Orfali, R., Harkey, D., and Edwards, J. (1996). The Essential Client/Server Survival Guide. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., pp.676.

註八 Dam and Judith Wesley, (1997) Developing Real-World Intranets, The Coriolis Group.

的分散性，這些應用程式變得越來越複雜，相對地支援維護的費用也比以前多了許多，因為以前的應用程式都是以主機為中心的，所以改寫程式來比較單純，也比較容易。另一方面，這些複雜度也增加了管理的困難與安全的漏洞，系統的穩定度與執行效率變成主從架構一個亟需考量的重點。

隨著網際網路的持續成長，World Wide Web的架構則提供了一個主從架構的良好典範，既有彈性，成本又低，而且可大可小，又是開放性的系統，極適合未來企業的運算需求^{註九}。

分散式之模擬推演可透過Client/Server的架構將分散於不同單位的資料作最大的應用，在本研究中採用之模擬驗證推演平臺為國軍目前使用中之戰區層級電腦兵棋系統「聯合戰區模擬系統(JTLS)」，其亦為一套分散式之互動式電腦輔助模擬系統。

JTLS從1983年起開始發展，它是由美軍戰備司令部(US. Readiness Command)、美國陸軍作戰構想分析局(US. Army Concept Analysis Agency)、以及美國陸軍戰爭學院所投資的一項專案。該系統為因應聯合作戰之廣大需求至今仍在功能及系統方面持續進行精進^{註十}。

目前JTLS的使用者，包括了法國、波蘭、北約、沙烏地阿拉伯、羅馬尼亞、土耳其、韓國、日本、泰國、馬來西亞、新加坡、臺灣…等十餘國，其中隸屬美國的使用單位包括了：聯合作戰中心(Joint Warfighting Center, JWFC)、兵棋推演中心(Warrior Preparation Center)、聯戰司令部(JFCOM)、美軍中央司令部(USCENTCOM)、美軍歐洲

司令部(USEUCOM)、美軍特戰司令部(USSOCOM)、美軍南美司令部(USSOUTHCOM)、美軍太平洋司令部(USPACOM)、北約諮詢指揮與控制機構(NC3A)、美國空軍大學航太準則研究教育中心(AUCADRE)、美海軍研究院(Naval Postgraduate School)、盟軍部隊駐韓司令部(Combined Forces Command Korea)、與澳洲國防部隊戰爭中心(Australian Defense Force Warfare Center)等^{註十一}，由於使用單位散布於世界各地且聯合協同作戰的需求與日俱增。因此，分散式作戰模擬架構的想法及觀念即孕育而生。

有鑑於分散式推演及聯合作戰的需求，美國聯戰司令部/聯合作戰中心(USJFCOM/JWFC)從2002年開始發展網頁式的JTLS。之所以選擇JTLS做為網頁式的離型模擬系統，乃是因為它廣為美國國防部與世界各國軍方與各機構所使用。JTLS是美國聯合作戰中心在全球部署最廣的模擬系統，而北約(NATO)也選用它來執行大型多國演習。離型程式的基本觀念是讓模擬系統的操作人員，能夠透過網頁瀏覽器與網路的鏈結，與散布在世界任何地點的某一個站臺所執行的JTLS推演進行互動，達到分散式作戰模擬的效果。

網頁式JTLS的設計是希望在執行模擬系統所輔助的聯戰訓練項目時能夠縮減其成本，並且將人員與設備的使用需求降到最低。使用網頁連結或者是現有廣域網路(WAN)及區域網路(LAN)的操作人員，可以透過個人電腦上的網頁瀏覽器登入並操作該模擬系統。這樣的設計可以大幅的降低聯戰訓練項目的成本與整備時間^{註十二}。美國國防

註九 徐許信、李志成譯，"LAN理論與實作徹底研究"，博碩文化股份有限公司，2002。

註十 JTLS Document, (2005) Executive Overview, ROLANDS & ASSOCIATES.

註十一 JTLS Document, (2005) Executive Overview, ROLANDS & ASSOCIATES.

註十二 JTLS Document, (2005) Software Maintenance Manual, ROLANDS & ASSOCIATES.

部目前已有現成的WANs及LANs讓各戰區司令部與支援司令部運用駐地內的模擬系統來支援其聯戰訓練對象。因此，網頁式模擬系統是本此能力上所發展的，其目的即是滿足分散式聯合作戰之需求。

美國在快速的發展聯戰模擬系統能量下，網頁功能的分散式作戰模擬之運用能有效地降低成本、資源與時間，並提供聯戰任務部隊指揮官執行變動快速的聯合作戰訓練。雖然該能力仍在持續精進中，但在發展程度上已先行達到了主要演習的需要，並在2005年首度開始運用。提升網頁式JTLS能力所帶給北約與和平夥伴關係的成果，也會讓聯盟與多國訓練的執行更為適宜並符合經濟效益。分散式作戰模擬提供了在全球性聯合作戰訓練上扮演關鍵性角色的舞臺。

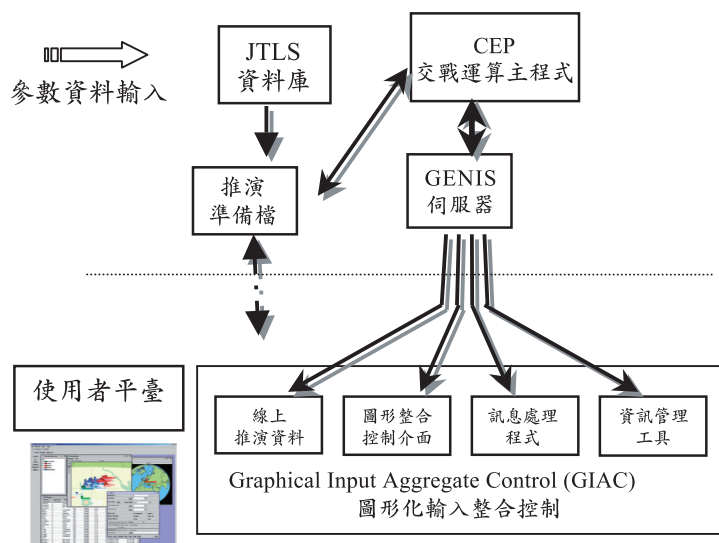
參、電腦兵棋模擬系統推演架構探討

本章分別就國

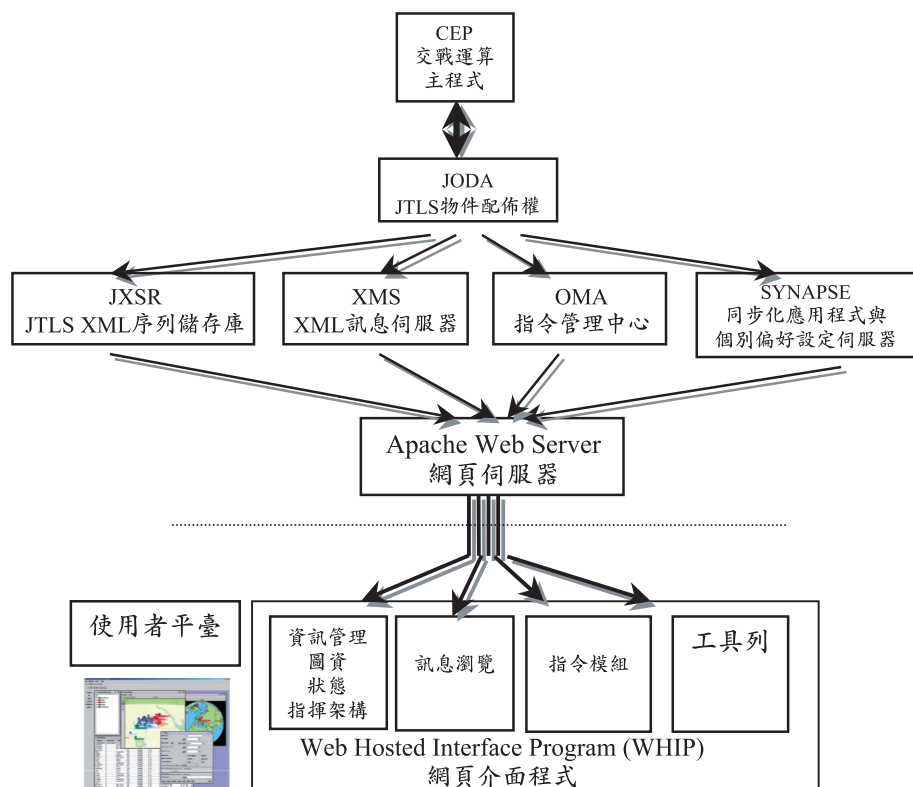
軍現階段集中式推演架構所使用之JTLS系統與本篇所探討之「分散式推演架構聯合戰區模擬系統(Distributed Joint Theater Level Simulation ; DJTLS)」進行描述與定義(系統架構如圖二)。

圖二 JTLS及DJTLS系統架構

JTLS 原系統架構與資料流程（主從式架構）



網頁式DJTLS系統架構與資料流程(網頁式架構)



一、JTLS系統概述

聯合戰區模擬系統(JTLS)是一個互動式、多陣營的分析工具，能夠模擬空中、地面與海上的作戰環境^{註三}。它是一套戰區階層模式，主要運用在下列領域：

(一)應急計畫與聯合戰術的分析、發展、以及評估。

(二)戰略方案的評估。

(三)針對配備某些戰鬥系統的作戰單位進行分析。

(四)模式也可用來做為聯參與國際性參謀演習的狀況誘導與戰鬥評估工具。

聯合戰區模擬系統(JTLS)是一套互動式的電腦輔助模擬系統，可以模仿多個陣營的空中、地面及海上戰鬥，並提供後勤、特種作戰部隊、以及情報等功能；其原本是設計用來當作聯合及協同（同盟）作戰計畫的開發與分析工具^{註四}，圖三所示為JTLS集中式推演系統架構與資料流程，此架構是以client-server的「推送(push)」概念為基礎，所有由JTLS交戰事件運算主程式所產生的資料會被「推送」到GENIS資料伺服器，然後再將資料「推送」到JTLS的用戶端工作站。這樣的設計需要透過大型通信頻寬(ATM/T-1)持續交換大量的資料，才能支援各項推演執行。

圖三中表達出了JTLS集中式推演系統架構與主要程式間的相互關係，其僅描繪出在JTLS中會存取或產生資料檔的主要程式，例如：想定準備與輔助工具中的資料庫發展系統(Database Development System，DDS)、交戰事件運算主程式(Combat Event Program，CEP)及推演人員介面程式之圖形化輸入整合

控制程式(Graphical Input Aggregate Control，GIAC)、訊息處理程式(Message Processor Program，MPP)、資訊管理工具(Information Management Tool，IMT)、線上推演人員手冊(Online Player's Manual，OPM)等。JTLS還有許多未顯示出來的支援工具程式，像是地形修改工具(Terrain Modification Utility，TMU)、想定驗證程式(Scenario Validation Program，SVP)、想定初始程式(Scenario Initialization Program，SIP)、介面組態程式(Interface Configuration Program，ICP)…等^{註五}。

JTLS系統的運作與其他的電腦兵棋系統相同，均需在推演準備階段先運用想定準備與輔助工具完成參數資料庫及推演想定的建置，並使用系統設定與初始化程式來準備好預執行的想定，推演人員再依設定好的推演狀態透過推演人員介面程式執行推演之操作。

JTLS集中式推演系統架構是以client-server的「推送(push)」概念為基礎，這樣的設計需要透過大型通信頻道(ATM/T-1)持續交換大量的資料，才能支援各項演習；集中式推演系統架構之作業方式，因各地區之戰略指揮所，受限於整體網路架構與網路頻寬需求，無法於各戰略單位指揮所內實施分散式推演。因此，推演時各參演單位須選派一定規模之兵力到達指定場所，集中推演作業，且視參演單位規模及兵力大小，所使用之交戰運算主伺服器亦有等級上之不同。尤其在大型的演習中，所需之推演圖臺數量大增，其頻寬需求的影響則更是重大。

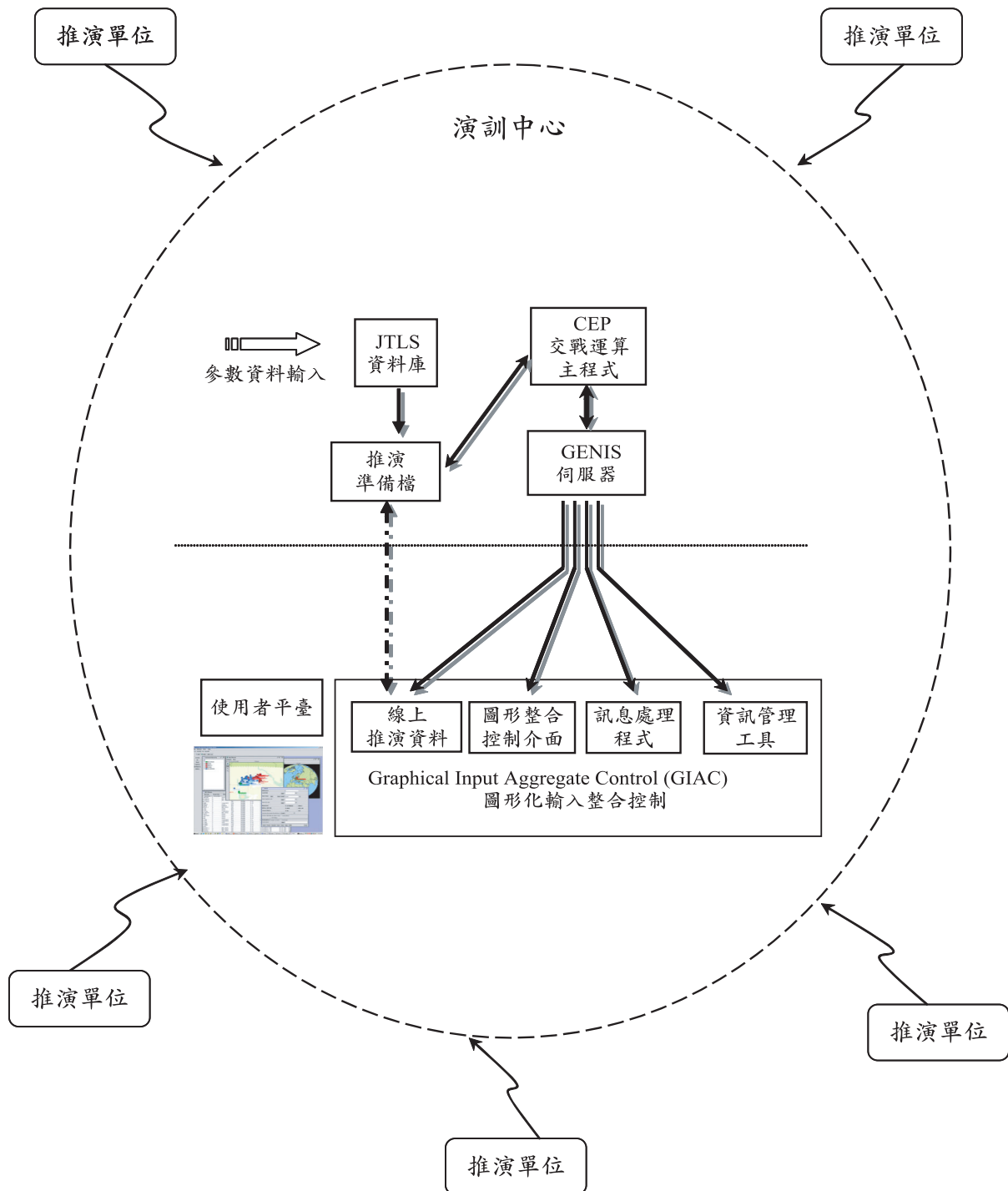
為了達成分散式推演架構的作業方式，

^{註三} Ellen F. Roland, Patrick A. Sandoz, Edward P. Kelleher, Jr., Dr. Ronald J. Roland, The History Of The Joint Theater Level Simulation 1982 to 1998.

^{註四} JTLS Document, (2003) Software Maintenance Manual, ROLANDS & ASSOCIATES

^{註五} JTLS Document, (2003) Software Maintenance Manual, ROLANDS & ASSOCIATES

圖三 JTLS 集中式推演系統架構與資料流程



讓推演部隊於原駐地的戰術指揮所來執行模擬推演，遂將網頁技術整合到JTLS中以降低推演頻寬的需求，此種做法亦為實現DJTLS目標的方法之一。

二、DJTLS系統概述

近年來為因應分散式推演及聯合作戰的

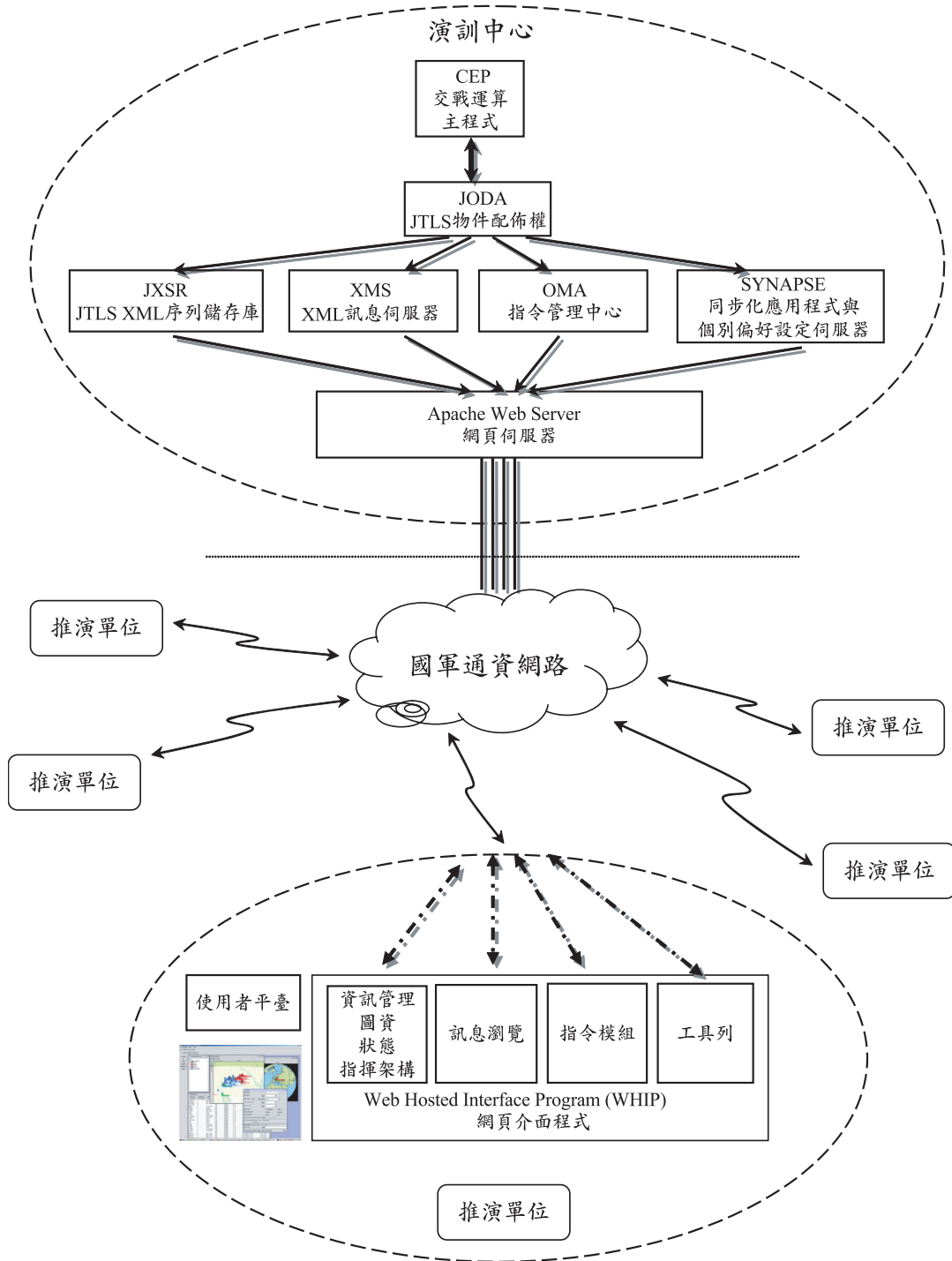
需求而精進研改之網頁式DJTLS系統，其為第一套運用網際網路技術的分散式模擬系統。網頁式設計乃是運用目前的網際網路技術來取代原本成熟的主從架構(client-server)，並讓操作人員能夠降低工作站的規格。原本的架構充分利用了網際網路的技術

第二十二卷第三期

而重新設計成網頁式的DJTLS。^{註六}由於它在模擬推演時資料壓縮所產生的優點，讓分散式演習的支援不再受到通信線路方面高成本的限制。另外，因其為網頁式架構之系統，而能夠使用任一種網頁瀏覽器與Java的因

素，讓各使用單位降低了軟、硬體設備的採購負擔，圖四所示為DJTLS分散式推演系統架構與資料流程，此架構在用戶端工作站與網頁伺服器上運用了網際網路跨平臺(OS-Independent)的Java技術，充分減低頻寬上的

圖四 DJTLS分散式推演系統架構與資料流程



註六 JTLS Document, (2005) Software Maintenance Manual, ROLANDS & ASSOCIATES

要求。

DJTLS分散式推演系統架構（如圖四所示），其設計與一般業界的網頁服務相類似。推演資料並非是被「推送」到用戶端的工作站，而是放在某部伺服器的儲存體當中等待被查詢。這種「要求(request)」比起「推送」的概念會更節省頻寬的消耗。這種方式讓用戶端的操作人員能夠依據不同的功能職掌（後勤、空中、地面、或海上）來律定各個工作站的不同資料需求，同時也能夠降低頻寬。此外，操作人員可以篩選掉不必要的資料。透過將Apache伺服器送往用戶端工作站的資料做壓縮，便可進一步的降低頻寬。

在網頁化介面的DJTLS中係採用了「JTLS物件配布權(JTLS Object Distribution Authority, JODA)」資料伺服器，為了部署上的需要，於是把這些資料檔轉換成XML格式，以提供「網頁式介面程式(Web Hosted Interface Program, WHIP)」使用。圖四所說明的網頁式DJTLS系統架構中，交戰運算主程式(CEP)與其組件，包括了想定準備與輔助工具以及使用者介面程式，都保留了其先前在集中式推演架構裡的所有功能。另外也加強了設定與初始化的程式，讓網頁服務式的想定組態可以管理到指令、訊息、使用者等級、以及XML的資料檔。

圖四為網頁式DJTLS的基礎架構，其中建立了四項整合的網頁服務元件(Web Services)，並透過Apache的HTTP網頁伺服器來做為與WHIP之間的介面。CEP會將模擬系統的資料透過JODA傳送給這些網頁服務元件，再以持續的連線接點(socket)將這些資料提供給用戶端程式。JTLS XML序列儲存庫(JTLS XML Serial Repository, JXSR)、XML訊息伺服器(XML Message Server, XMS)與

指令管理中心(Order Management Authority, OMA)的網頁服務元件會與JODA相互通聯，這樣的功能就像是CEP與Apache網頁伺服器間的一個代表^{註七}。

由於採用XML之網頁式操作介面，具有部署容易、維護成本低廉、以及可修改顯示符號與語言之特性，因此DJTLS網頁式模擬系統即是基於此能力進行發展，以其遠端操作、配合資料傳送至指管系統之作業模式，滿足分散式聯合作戰訓練需求。

肆、推演架構分析比較

為尋找出真正適合國軍之分散式推演系統架構環境，本篇研究嘗試藉由美國軍方實際運用網頁分散式架構JTLS系統執行推演驗證之經驗，自行完成DJTLS雛型系統環境架設，並與國軍現階段運用於各項重大演訓時所使用之集中式推演系統架構「聯合戰區模擬系統(JTLS)」以相同的想定兵力進行模擬推演驗證，以建構適合國軍使用之分散式推演架構遠距兵棋系統環境並驗證其可行性。

國軍從近二、三年來實際運用「聯合戰區模擬系統」於年度重大演訓的經驗中得知，由於應用在三軍聯合作戰之模擬系統其系統設計及運作方式遠比單一軍種系統模擬來得更為複雜。因此，系統推演物件的多寡（亦即推演單位指揮架構愈細，推演物件即會愈多）關係到系統交戰運算的執行，相對的會立即的反應在推演過程之戰演比的呈現。而對推演人員之前端推演圖臺來說，因其必須將系統即時戰況及各項推演情資立即呈現，且推演操作手所下達之各項推演指令亦必須立即傳送至推演伺服器，因此，推演圖臺之數量亦是推演過程順暢與否之關鍵因素。

本篇研究所進行之模擬驗證即是針對上述這些關鍵因素進行不同系統架構之模擬探

^{註七} JTLS Document, (2005) Software Maintenance Manual, ROLANDS & ASSOCIATES

討比較，在驗證過程中分別運用集中式推演系統架構(JTLS)及分散式WEB系統架構(DJTLS)，以相同之想定兵力執行推演模擬，有關JTLS集中式推演系統架構與DJTLS分散式推演系統架構之模擬驗證結果分析比較如表二所列：

原有集中式推演系統架構是以client-server的「推送(push)」概念為基礎，所有主系統交戰運算所產生的資料會被「推送」到另一資料處理伺服器，然後再「推送」到JTLS用戶端工作站，而WEB分散式架構之作業方式則是將地形等靜態資料下載儲存至用戶端工作站供用戶端需要時之查詢以減少直接存取遠端主伺服器之網路傳輸，對於即時交戰的資料則是經由一開放式資料伺服器來管理，再依前端工作站之查詢需求動態的提供所需之資料，如此的話，便會大幅降低整體網路傳輸之頻寬，進而可達成將推演圖臺延伸分散至各地，亦可擴充推演圖臺數量，實際滿足國軍推演之需求。

DJTLS之設計乃希望執行聯戰訓練時，居於輔助使用之模擬系統成本得縮減，並降低人員與設備之使用需求。使用網頁連結或者是現有廣域網路(WAN)及區域網路(LAN)之操作人員，可以透過個人電腦上之網頁瀏覽器登入並操作該模擬系統。此類設計可大幅降低聯戰訓練項目成本與整備時間。

雖然，國外許多先進國家對於DJTLS之使用已累積相當之經驗，但是，國軍之作戰用兵方式與歐美等國家均有所差異，當然在系統推演時之推演圖臺配置規劃亦有莫大差別，以國軍近二、三年運用JTLS集中式推演架構於重大演訓之情況來說，其圖臺配置數量均高出歐美國家之二至三倍（居JTLS系統各使用國之冠），幾乎已達系統之上限。因此，本研究之模擬驗證亦針對分散式WEB架構DJTLS連結之推演圖臺進行驗證。經由分散式WEB架構的模擬可發現，運用此分散式WEB系統架構執行國軍作戰用兵構想之模擬推演確實可行，不但在系統執行效率

表二 集中式推演系統架構與分散式推演系統架構分析比較

（以本研究模擬驗證所使用之推演想定大小做比較）

系統架構 項目	JTLS集中式推演系統架構	DJTLS分散式推演系統架構
網路基礎設施	區域網路	跨網路連結架構
系統設計方式	Client/Server架構	網頁式Web架構
使用者介面	圖形化輸入整合控制介面	網頁介面程式，可使用各種網頁瀏覽器來執行
環境限制	人員到達指定地點集中推演	經由網路主幹之連結，可分散於各單位指揮所實施推演
執行效率	執行效率佳，平均戰演比達20比1	執行效率尚可，平均戰演比可達16比1
終端維管成本	每圖臺0.5小時×35=17.5人/時（推演全程系統維護）	每圖臺0.4小時×35=14人/時（推演全程系統維護）
系統安裝架設	每圖臺2.5小時×35=87.5人/時（依推演圖臺數量加乘）	每圖臺0.8小時×35=28人/時（依推演圖臺數量加乘）
推演資料傳送方式	由伺服器端主動Push，將推演資料傳送至各推演圖臺	依各推演圖臺之不同需求，於需要查詢時被動提出Request，伺服器再將結果傳送至推演圖臺
傳輸資料量	伺服器每個時間點交戰運算結果均主動傳輸至各圖臺，傳輸資料量大	僅針對使用者要求之查詢資料回傳及固定時間點資料更新，傳輸資料量小
推演圖臺限制	推演圖臺配置總數量限制	突破集中式架構推演圖臺總數量限制（視網路傳輸品質而定）

上（系統戰演比之呈現）與集中式推演架構相當，且其突破了現有集中式推演系統架構下推演圖臺限制的瓶頸，此亦是國軍未來最希望獲致之結果。綜而言之，若能充分應用分散式DJTLS於國軍聯合演訓的機制上，相信必能解決推演大量資料傳輸交換及系統交戰運算之能力，以及推演圖臺數量規劃之限制。

由實際模擬驗證的結果亦可得知，分散式WEB架構之模擬系統，由於採用XML之網頁式操作介面，確實具有部署容易、維護成本低廉、以及可修改顯示符號與語言之特性，以其遠端操作、配合資料傳送至指管系統之作業模式，確實可滿足分散式聯合作戰之訓練需求。國軍應基於美方現有的分散式WEB系統架構的運作基礎上，先以小規模偏部重點單位的方式完成系統佈建及推演測試，再逐步擴充至國軍各單位指揮所，未來除可利用XML網頁式易修改之特性，將系統使用介面研改成中文化介面外，另可將系統與其它國軍自行研發之推演輔助系統如「模擬戰情顯示系統」、「戰果統計系統」…等進行進一步整合，俾發揮系統之最大效益。

伍、結 論

由於資訊的日新月異，軟、硬體設施的價格逐漸低廉及網路概念迅速蓬勃發展，只是利用集中式架構的推演模式（運用於小部隊）已與未來之用兵構想（聯合作戰）有大幅的差異。分散式WEB架構遠距兵棋推演因具部署容易、維護成本低廉之特性，而且系統利用了網際網路跨平臺Java技術，更大幅降低了推演所需之頻寬。依此方式及目標之推展，不但可節省推演時龐大人力動員之浪費，更可達到聯合作戰用兵構想之驗證，進而與世界強國之演訓機制做結合。因此，分散式架構遠距兵棋推演發展確為未來的趨

勢。

國軍應儘速建立植基於我國需求所產生之分散式架構遠距兵棋推演環境，以滿足三軍聯合作戰演訓之所需，尤以整體網路品質及傳輸效率關乎遠距兵棋推演之成功與否。因此，如何有效整合強化網路基礎建設，滿足分散式遠距兵棋推演之需求，實為當前國軍必須積極面對的課題之一。

現階段國軍使用之聯戰階層電腦兵棋推演系統為聯合戰區模擬系統，其具備了集中式推演架構及分散式推演架構之模式功能，目前運用於近二、三年之重大演訓（如年度漢光演習…等）基於推演作業方式之應用仍以集中式推演架構為重點，未來結合新一代武器裝備之應用及系統精進之改良，勢必朝向分散式推演架構之目標前進，以達成真正平、戰結合之遠距兵棋推演。

收件：96年03月21日

修正：96年05月03日

接受：96年05月07日

作者簡介

陳坤佑中校，中正理工學院82年班，國防大學管理學院國防資訊所碩士；現任職於國防部整合評估室。

蔡馥宇少校，中正理工學院82年班，國防管理學院88年班；現就讀於國防大學管理學院資訊所。

伍台國教授，美國西北大學碩士，美國佛羅里達大學資訊博士；現任職於國防大學管理學院資管系教授兼系主任。