

# 軍事投資最適化比例之研究

## The Optimization of Military Investment Ratios

陳勁甫<sup>1</sup> Ching-Pu Chen 張正昌<sup>2</sup> Cheng-Chang Chang 陳仁龍<sup>3</sup> Jen-Lung Chen

元智大學資訊管理系

國防大學國防管理學院決策所

淡江大學管理科學研究所

<sup>1</sup>Department of Information Management, Yuan Ze University, <sup>2</sup>Graduate Institute of Decision Science, National Defense Management College, & <sup>3</sup>Graduate Institute of Management Sciences, Tamkang University

(Received March 9, 2005; Final Version October 13, 2005)

**摘要：**國防預算乃為一個國家達成其預定軍事戰略目標之量能，妥善規劃與運用有限之國防預算於各項軍事投資標的，將提升軍事作戰能力，進而確保國家安全。有關預算配置之相關研究文獻眾多，然而國防預算配置之文獻卻相當稀少。本研究提供一新的國防預算配置模型，以求取各項軍事投資標的之適當配置比例。首先，本研究蒐整1992至2004之預算資料並給予分類，以及透過對資深軍官之問卷，獲得防禦能力指標。本文定義之防禦能力指標係指「在美、日等國不介入的情況下，國軍能在一特定時間內成功保衛國家安全的可能性」。其次，本文引用倒傳遞類神經網路模擬防禦能力指標與各項軍事投資比例之適配函數；最後，運用基因遺傳演算法求取各項軍事標的之最適投資比例。研究結果顯示，在當前國防預算水準下，若能妥善規劃與運用預算，則能顯著增加國軍之防禦能力，而且武器系統更新與資訊戰兩投資項目應適度增加。

**關鍵詞：**軍事投資、預算分配、倒傳遞類神經網路、基因遺傳演算法

**Abstract :** National defense budget is a measurement of a nation's potential to achieve its military strategic goals. Allocating and utilizing the limited budget to various military objectives carefully will promote the military force and therefore enhance the assurance of national security. Budget allocation has been a popular research topic, but the allocation issue of national defense budget has

rarely been considered in such research. This study proposes an alternative procedure to find an appropriate budget allocation ratio with respect to each military investment objective. First, we surveyed and clustered the financial data structure of ROC from 1992 to 2004 carefully, and obtained the defense-competence against PRC by the means of questionnaire designed for superior officers. The “defense-competence” considered here is “the probability of assurance of national security more than a scheduled time horizon when ROC operations against PRC by military force owning itself. Second, a fitness function between defense-competence and budget allocation is simulated using back-propagation neural network. Finally, a genetic algorithm is utilized to find a near-optimal allocation portfolio for all military investment objectives. The results demonstrate that the defense-competence will increase significantly if current level of budget is allocated effectively, as well as the investments of renew of weapon systems and the information warfare should be higher than the current level.

**Keywords :** Military Investment, Budget Allocation, Back-propagation Neural Network, Genetic Algorithm

## 1. 緒論

國防預算乃為一國戰力之量能，亦關係著國家的安全。從我國 81 年度國防預算佔中央政府總預算的比例 26.83%至 94 年度的 15.94%，可以看出我國國防預算有逐年遞減之趨勢；再者，近年來國防預算佔中央政府總預算總額比例約五分之一，相對於其他政府部門而言更顯龐大。因此，如何分配有限的國防預算於各項軍事投資中，使預算的總效益發揮最大，便成為國防資源管理中的重要研究課題。

睽諸文獻顯示，國內外有許多學者引用不同的方法研究有關預算最適化配置問題；例如，效用函數 (Docwra and Strong, 1985 )、統計方法 (Bosch-Domenech and Escribano, 1988)、AHP (Lootsma *et al.*, 1990)、0-1 整數規劃與模糊理論 (Moribayashi and Wu, 1990)、目標規劃與多準則分析 (Zanakis, 1991)、混合整數規劃 (Corbett *et al.*, 1995)、層級分析法 (Analytic Hierarchical Process, AHP) 與模糊理論 (黃道淵，民 88；林小萍，民 88)，以及專案推移理論 (陳勁甫等，民 93) 等方法。這些規劃方法的選擇需視問題類型而定。

以本研究之問題而言，軍事投資預算分配之目的在使得防禦能力達到最大之程度。因此，必須先擬合預算投資配置比例與防禦能力指標之關係，而此函數通常為複雜之非線性函數；故統計迴歸分析方法並不適用於本研究主題。再者，若以多準則方法為評估工具，則很難求取各項軍事投資預算配置之間對防禦能力所貢獻之組合效果；因此，此方法亦不適用於本研究之主題。綜上所述，本研究乃採用倒傳遞類神經網路 (Back-Propagation Neural Network, BPNN) 方法，模擬出

防禦能力指標與各軍事投資項目組合比例間的近似函數，進而引用基因遺傳演算法 (Genetic Algorithm, GA) 求出較佳的投資組合比例。

## 2. 倒傳遞類神經網路與基因遺傳演算法

### 2.1 倒傳遞類神經網路

類神經網路 (Neural Networks) 理論構想源起於欲模擬生物的神經元 (Neuron)，除具有高速的運算能力及併行運作之特性外，還具有可從輸入的資料中自行產生學習規則能力。基於上述之特點使得其應用層面範圍日愈廣大，起初主要應用在資訊有關辨識技術上以及最佳化問題上；近年來，類神經網路在國內外的發展與應用領域更是蓬勃，相關應用研究可參見 Lotfy and Sameh (2002); Minami and Toyoshima (1999); Reategui and Leao (1997) 等文獻。

倒傳遞類神經網路 (BPNN) 為處理輸出值與輸入值的對應關係之一種類神經網路，由於應用 BPNN 不須事前假定函數型態，故近二十年來廣泛為理論研究者與實務應用者所喜愛。BPNN 一般可用輸入值的加權乘積和之函數來表示，如式(1)：

$$O_j = f \left( \sum a_{mj} \times I_m + \theta_j \right) \quad (1)$$

其中，

$O_j$  = 類神經元模型的第  $j$  項輸出訊號；

$f$  = 類神經元模型的轉換函數 (transfer function) ；

$I_m$  = 類神經元模型的第  $m$  個輸入變數；

$a_{mj}$  = 類神經元模型的神經節強度，又稱網路之連結權值，用以表示第  $m$  個輸入單元對第  $j$  個輸出單元之影響強度；

$\theta_j$  = 類神經元模型的偏誤權值 (Bias)。

式(1)亦可以網路結構圖表示，以本研究案例而言，輸出變數為防禦能力，輸入變數為各項軍事投資預算比例，如圖1所示。倒傳遞神經網路最常用的非線性轉換函數為雙彎曲函數 (sigmoid function)，如式(2)所示。

$$k(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}, x \geq 0 \quad (2)$$

BPNN之運算原理乃基於不斷學習與回想過程，適配輸入變數與輸出變數之關係函數。學習過程指的是類神經網路接受的訓練樣本，重複的加以檢視這些訓練的過程。網路在建立之初，各

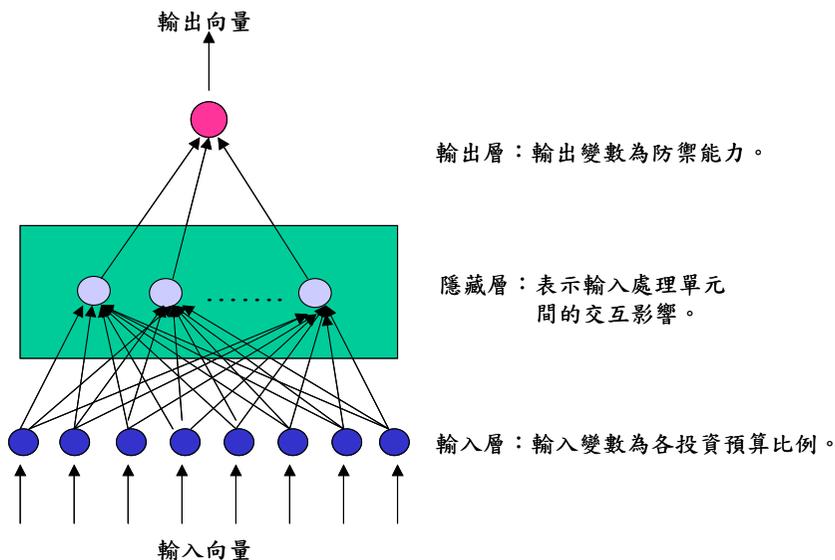


圖1 倒傳遞類神經網路架構

神經元之間權值 (Weight) 以及各神經元內的偏誤權值 (Bias)，都是被隨機決定，在網路接受訓練樣本的結果輸入後，會依照網路輸出值與結果的差距，逐次修正各個神經元之間的權值以及偏誤權值的大小，經由不斷的學習與回想結果，類神經網路的輸出值將收斂趨近於實際結果，直到在可接受的範圍內才停止學習。而回想過程指的是網路依照過去學習的結果，來判斷另一個樣本的可能結果；也就是對未來不同的樣本，預測其結果的過程。

## 2.2 基因遺傳演算法

密西根 (Michigan) 大學Holland教授及其同事、學生根據生物進化的理論進行更深入之研究，提出了一套演算法，稱為基因遺傳演算法 (Genetic Algorithm; GA)。GA是一種用電腦來模擬達爾文進化論 (Evolutionism) 中「物競天擇，適者生存」的自然進化法則，符合物種在自然環境系統中調適與更新的現象，其基本精神在於演化 (Evolution) 及選擇 (Selection)。

GA是一種自然選擇來尋找最佳解的方法，近年來已被廣泛的應用到最佳化的搜尋問題上，它是一次以多個起始點同時去搜尋最佳解，故具有不易限於局部最小值 (Local minimum) 的陷阱，它搜尋的路徑是根據所面臨問題的適應函數 (Fitness Function) 來決定，適應函數值代表著解集合對所面臨問題的適應度，適應度愈高表示此組解集合愈佳。

目前有許多研究以基因遺傳演化的過程提出諸多適應不同問題類型的改良方法，但其基本精神均是根據Holland早期文獻中所描述的簡易遺傳演算法 (Simple Genetic Algorithm; SGA) 發展而來 (Holland, 1992)，SGA演算流程如下：在SGA的運作過程中，問題的解答是藉由一群二

進位字串 (A String of Binary) 來表示，依據現有的族群基因，利用基因遺傳演算的交配 (Crossover) 與突變 (Mutation) 來產生下一代，這個交替的過程會一直持續到設定的結束條件為止。

基因遺傳演算法 (GA) 的運作因子有：編碼、染色體、適應函數、選擇與複製、交配與突變，但最主要的演算過程仍是靠交配與突變的機制。基因遺傳演算法有關演化 (交配與突變) 的方式很多，在 Gen and Cheng (1997) 兩人共同著作中有詳盡的探討。近二十年來，GA 亦被廣泛應用於不同領域的最佳化問題上，相關研究請參見 Chiang *et al.* (2002), Lee and Yang (1998), Carter and Ragsdale (2002) 等文獻。

### 3. 研究模型與實證分析

#### 3.1 研究模型

本研究旨在探討在有限的國防預算下，如何有效規劃各項軍事投資項目之預算比重，始能獲取最佳之防禦能力指標。再者，對於「戰力」的解釋，依據國軍軍事戰略要綱 (國防部，民 89) 的定義：「戰力是國家或武力集團為遂行戰爭而可期獲得(或使用)的一切力量」。依據國防白皮書 (國防部，民 89) 之界定，國防戰力可由「機動力、打擊力、偵搜力、指通力及修護力」之五項因子測度。基於此原則，本研究亦以上述五項因子衡量「防禦能力指標」。因為「機動力、打擊力、偵搜力、指通力及修護力」之五項因子與軍事投資預算之比例具高度相關性，因此，防禦能力指標得以各項軍事投資預算之比例，予以函數化如式(3)：

$$\text{防禦能力指標} = g(\text{各項軍事投資預算比例, 其他因子}) \quad (3)$$

因為式(1)為複雜且難以確認函數型態之非線性函數，故本文援引倒傳遞類神經網路適配出式(1)之近似函數型態，進而引用基因遺傳演算法，求取各項軍事投資類別之最適比例。詳言之，本研究以下列六步驟，達成上述目的：

步驟 1：以專家意見法，對現行國軍各項預算工作計畫予以適當集群。

步驟 2：建立防禦能力指標評估模式架構。

步驟 3：求取防禦能力指標。

步驟 4：彙整各年度各項軍事投資類別比例。

步驟 5：引用倒傳遞類神經網路 (BPNN) 理論，模擬防禦能力指標與各軍事投資類別之非線性關係近似函數。

步驟 6：引用基因遺傳演算法 (GA)，對上述近似函數模式進行最適軍事投資比例之求解。

### 3.2 實證分析

步驟 1：因為各年度國防預算工作計畫項目不盡相同，且類別過多（超過廿五個項目），故為便利建立類神經網路之軍事投資預算分配評估模式，本研究彙整數位國防大學國防管理學院主財相關專長資深教師及教官之意見，將各業務計畫項目集聚為八大類別，詳如表 1（考慮預算資料機密等級限制，本文僅以 81-93 年度的國防預算為研究範疇）。

步驟 2：因為歷年國防預算有逐年下降之趨勢，為精準建立類神經網路評估防禦能力指標模式，本研究除考慮步驟一所彙整之八項軍事投資類別外，另納入「國防預算占中央政府總預算比例」因子，如圖 2 所示。

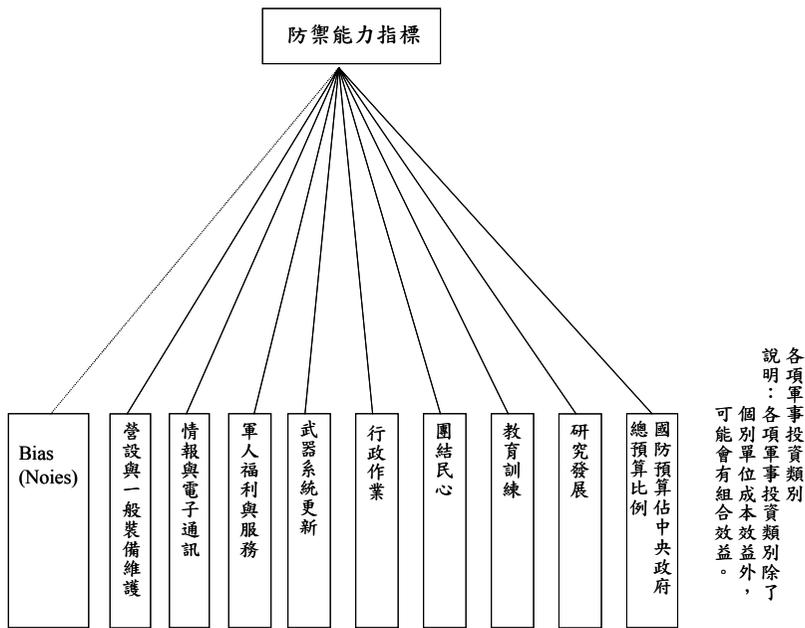
步驟 3：求取防禦能力指標。

一般而言，「防禦能力指標」與「機動力」、「打擊力」、「偵搜力」等因子呈複雜之非線性函數關係，若分別評估各因子與防禦能力指標之函數模型，再予以統合建構整體之防禦能力指標函數，有其高度的困難。因此，侷限於研究技術之限制，本文直接以專家問卷方式獲取各年度之防禦能力指標值。詳言之，因為若「機動力」、「打擊力」與「偵搜力」等因子之強度愈大，則「在美、日等國不介入的情況下，國軍能在一特定時間內成功保衛國家安全的可能性」愈高，故本研究直接以「後者」定義「防禦能力指標」。基此，本研究問卷設計直接詢問受訪者「在美、日等國不介入的情況下，國軍能在一特定時間內成功保衛國家安全的可能性」，為便利受訪者作答，問卷以 20 尺度設計，每一尺度代表百分之五之機率。再者，考慮記憶遺忘性以及國軍戰略調整，問卷分兩階段實施。第一階段於民國 89 年實施，以國防大學戰爭學院及國防管理戰略班等國軍最高深造進修學員為問卷對象，篩選 38 位服役滿 20 年以上且曾經擔任重要軍職之主官（管）發

表 1 各軍事投資類別預算工作計畫歸類表

各軍事投資類別	81—93年間 預算工作計畫(分計畫)
研究發展	1. 科學研究 2. 科學研究設備 3. 醫學研究
教育訓練	1. 教育訓練業務 (一般作戰訓練、教育訓練、軍事書籍編印) 2. 作戰訓練
團結民心	1. 政戰業務 (政戰工作、後備軍人服務、軍眷工作) 2. 動員業務
行政作業	1. 軍事行政 (行政管理) 2. 軍事綜合作業 3. 通信管理
武器系統更新	1. 軍事補給修護 2. 武器裝備 3. 軍事設施 (作戰設施)
軍人福利與服務	1. 一般軍事人員 2. 特業軍事人員 3. 軍眷維持 4. 政戰業務 (軍眷工作)
情報與電子通訊	1. 測量業務 (測量業務) 2. 通信業務 (通信管理、通信電子) 3. 政治作戰 4. 情報業務
營設與一般裝備維護	一般補給修護業務 2. 一般裝備 3. 一般軍事設施 4. 一般工程及設備

資料來源：研究整理。



**圖 2 防禦能力指標評估架構圖**

放問卷，以評估 81-87 年間之防禦能力指標值。此次問卷，提示受訪者：防禦能力指標值係指在美、日等國不介入的情況下，國軍能成功保衛台海安全達「一個月」以上的可能性。第二階段於民國 94 年實施，採便利抽樣方式，篩選 49 位服役滿 20 年以上且目前正擔任重要軍職之主官(管)發放問卷，以評估 90-93 年間之防禦能力指標值。此次問卷，提示受訪者：防禦能力指標值係指在美、日等國不介入的情況下，國軍能成功保衛台海安全達「三星期」以上的可能性。本研究所獲得之防禦能力指標觀測值是由資深軍官以無記名方式問卷而得，兩次問卷共回收 125 份，經縝密審查獲得有效問卷 120 份(扣除變異過大之極端值)，問卷背景資料列述如下：

- (1)軍種：陸軍 60 人(佔 50%)，海軍 30 人(佔 25%)，空軍 30 人(佔 25%)。
- (2)軍旅年資：20-25 年 57 人(佔 47.5%)，25 年以上 63 人(佔 52.5%)。

再者，本研究分別引用算數平均數與幾何平均數評估防禦能力指標，為便利後續說明，上述兩種模式之符號說明與定義，彙整如表 2。

依據表 2 之公式及問卷之結果可求得 A 與 B 兩種模式之防禦能力指標評估值，如表 3。

步驟 4：依據步驟 3 求得防禦能力指標值(輸出層)，必須再彙整各年度各項軍事投資類別比例，以及國防預算佔中央政府總預算比例(輸入層)，始能建立類神經網路之軍事投資預算分配評估模式。依據步驟 1 之分類結果，本研究彙整 81-93 年度之各軍事投資類別比例，以及國防預算佔中央政府總預算比例，如表 4。

表 2 防禦能力指標公式說明

模式	防禦能力指標說明	公式說明
A	算數平均數	$E^T = \frac{\sum_{i=1}^{120} e_i^T}{120}$
B	幾何平均數	$E^T = \sqrt[120]{\prod_{i=1}^{120} e_i^T}$

符號說明： $E^T$ ：代表第  $T$  年度之防禦能力指標評估值， $T = 81, 82, \dots, 93$ ； $e_i^T$ ：代表第  $i$  位專家對第  $T$  年度之防禦能力指標評估值， $T = 81, 82, \dots, 93$ ， $i = 1, 2, \dots, 120$

表 3 A、B 兩種模式之防禦能力指標評估值

年度	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
模式A	0.616	0.597	0.587	0.577	0.561	0.555	0.523	0.518	0.512	0.488	0.482	0.488	0.485
模式B	0.608	0.589	0.579	0.570	0.556	0.547	0.516	0.513	0.508	0.485	0.478	0.485	0.482

表 4 81-93 年度各項軍事投資類別及國防預算佔中央政府總預算比例

年 度	研究發展	教育訓練	團結民心	行政作業	武器系統更新	軍人福利與服務	情報與電子通訊	營設與一般裝備維護	國防預算佔中央政府總預算比例
81	5.989%	1.464%	0.867%	0.884%	30.355%	40.347%	3.229%	16.866%	26.83%
82	4.364%	1.020%	0.871%	0.907%	31.889%	39.850%	2.937%	18.163%	25.32%
83	3.095%	1.814%	0.679%	1.177%	28.336%	44.349%	2.505%	18.044%	24.28%
84	3.072%	1.700%	1.862%	1.143%	27.918%	43.698%	2.425%	18.182%	24.51%
85	0.076%	1.345%	2.860%	1.745%	8.937%	69.122%	0.125%	15.790%	22.76%
86	0.067%	2.508%	2.722%	1.897%	8.634%	69.778%	0.125%	14.269%	22.51%
87	0.063%	1.777%	2.635%	1.861%	11.532%	66.325%	0.277%	15.530%	22.43%
88	2.603%	1.557%	1.708%	1.794%	22.275%	48.251%	2.598%	19.213%	22.70%
89	2.807%	1.598%	1.527%	1.224%	15.937%	53.336%	3.266%	20.306%	18.03%
90	4.59%	2.345%	1.232%	2.177%	10.335%	56.418%	0.556%	22.380%	16.91%
91	4.535%	2.934%	1.114%	1.381%	6.230%	59.731%	0.433%	23.642%	16.55%
92	4.791%	2.960%	0.881%	1.530%	11.046%	62.000%	0.591%	16.200%	16.63%
93	4.375%	3.067%	0.665%	1.223%	7.724%	59.188%	0.663%	23.094%	16.45%

資料來源：研究整理自各年度中央政府總預算決算書。

步驟 5：依據表 3 與表 4 之結果，本研究引用倒傳遞類神經網路理論，模擬防禦能力指標與各軍事投資類別之非線性關係近似函數，相關網路模式之參數設計、最終收斂之均方根值 (Rooted mean square, RMS)，以及函數擬合度，如表 5 所示。再者，若令  $x_1, x_2, \dots, x_8$  分別表各項軍事投資項目比重， $r$  表國防預算佔中央政府總預算比例， $w_{ij}$  表輸出層第  $i$  個神經元與隱藏層第  $j$  個神經元之間的收斂權值， $w_{jo}$  表隱藏層之第  $j$  個神經元與輸出層神經 ( $o$ ) 之收斂權值；則依據表五之模式參數及 Qnet 2000 套裝軟體可求得模式 A 與 B 之各層網路權值及偏誤權值 (Bias)，如表 6 與表 7 所示。

表 5 近似函數模式 A, B 之 RMS 績效表

模 式	A	B
訓練樣本數	13	13
測試樣本數	2	2
測試樣本年度(隨機選擇)	83,84	83,91
疊代數	120000	600000
學習率	0.03-0.08	0.03-0.08
催化率(Momentum)	0.8	0.8
訓練樣本之RMS	0.0129	0.0076
測試樣本之RMS	0.0131	0.0086
網路架構	9-4-1	9-4-1
函數相關度(Correlation)	<b>0.9569</b>	<b>0.9832</b>

表 6 模式 A 網路權值表

輸入層		隱藏層神經元 ( $j$ )				輸出層	
		1	2	3	4		
輸入變數	神經元 ( $i$ )	$w_{i1}$	$w_{i2}$	$w_{i3}$	$w_{i4}$	$j$	$w_{jo}$
		$x_1$	1	0.94579	-0.89951		
$x_2$	2	-0.37449	0.49144	0.11926	-0.13973	2	-3.61218
$x_3$	3	-0.03331	-0.05059	0.18065	0.2157	3	-1.26558
$x_4$	4	-0.46516	1.10574	0.12213	-0.33163	4	1.02547
$x_5$	5	-0.37013	-0.2255	-0.10343	0.07994	Bias	1.07842
$x_6$	6	0.37956	0.33102	-0.33146	0.36105		
$x_7$	7	0.17021	-0.02961	-0.12203	0.08996		
$x_8$	8	0.16838	0.76444	0.20803	-0.00453		
$r$	9	1.70396	-3.42115	-1.23776	0.64943		
	Bias	-0.31506	1.00268	0.06184	-0.04813		

表 7 模式 B 網路權值表

輸入層		隱藏層神經元 ( j )				輸出層神經元 ( o )	
輸入變數	神經元 ( i )	1	2	3	4	j	w <sub>jo</sub>
		w <sub>i1</sub>	w <sub>i2</sub>	w <sub>i3</sub>	w <sub>i4</sub>		
x <sub>1</sub>	1	-1.79604	0.05974	-0.69996	0.48454	1	-3.83687
x <sub>2</sub>	2	-0.78415	-0.08318	-2.01273	-0.28093	2	-0.31794
x <sub>3</sub>	3	1.56708	-0.1823	0.34874	-0.24034	3	5.99012
x <sub>4</sub>	4	3.44565	0.51738	-2.74618	-1.10835	4	2.13083
x <sub>5</sub>	5	-3.08644	0.08118	-2.54062	-0.45623	Bias	0.48568
x <sub>6</sub>	6	2.32006	-0.42279	3.28137	0.86986		
x <sub>7</sub>	7	-1.12206	-0.129	1.319	0.4009		
x <sub>8</sub>	8	-1.13542	-0.21421	-0.98194	0.31327		
r	9	-0.52761	-0.09748	2.47063	0.02803		
	Bias	0.08011	0.22262	-3.54301	0.01884		

根據表 6 與表 7 之結果，模式 A 與 B 經倒傳遞神經網路適配之近似函數可表示為

$$f(x_1, x_2, \dots, x_8, r) = \frac{1}{1 + e^{-K}}, \quad (4)$$

其中， $K = \sum_{j=1}^4 w_{jo} \times \frac{1}{1 + e^{-Y_j}} + Bias$ ； $Y_j = \sum_{i=1}^9 x_i w_{ij} + Bias$ 。

步驟 6：依據式(4)，即可引用基因遺傳演算法求解最適之軍事投資比例，使得防禦能力達至最大。詳言之，目標函數可寫為

$$Max \quad z = f(x_1, x_2, \dots, x_8, r) \quad (5)$$

再者，因為比例總額為 100%，故須設限制式

$$\sum_{i=1}^8 x_i = 1 \quad (6)$$

由於戰時戰力之發揮必需仰賴平時基本戰力之維持，因此每年各類預算之配置應有一定比例之下限。本研究以 81-93 年各類預算配置之最小比例，為其預算分配下限。再者，「研究發展」以及「情報與電子通訊」兩類投資，有其能量之限制，本研究以 81-93 年之最大配置比例之 1.5 倍，為其上限。綜言之，本研究增設下列限制式：

$$0.001 \leq x_1 \leq 0.09 \quad (7)$$

$$x_2 \geq 0.01 \quad (8)$$

$$x_3 \geq 0.007 \quad (9)$$

$$x_4 \geq 0.015 \quad (10)$$

$$x_5 \geq 0.07 \quad (11)$$

$$x_6 \geq 0.40 \quad (12)$$

$$0.007 \leq x_7 \leq 0.07 \quad (13)$$

$$x_8 \geq 0.15 \quad (14)$$

由於近幾年「國防預算佔中央政府總預算比例」之區間皆未超過 17%之間，若最適解高於 17%，在國內現行環境下，此解並無實質意義，故可增設限制式如下：

$$r \leq 0.17 \quad (15)$$

藉由上述目標函數與限制式之界定，可進一步援引 Evolver 4.0 軟體搜尋 A,B 兩種模式之最適軍事投資比例解。本文所使用的搜尋相關參數設定如下：

- (1) 解搜尋法 (Solving Method)：Recipe；
- (2) 交配機率 (Crossover rate)：0.8；
- (3) 突變機率 (Mutation rate)：0.05；
- (4) 每一代群數 (Population Size)：50。

援引 Evolver 4.0 以及上述參數設定，最終求得之 A,B 兩種模式最適軍事投資比例解，如表 8 所示。

## 4. 實證結果與管理意涵

### 4.1 實證結果

- (1) 本研究對於隱藏層神經元數目選擇以 3,4,5 個進行測試，結果顯示隱藏層數目為 4 時，訓練與測試樣本之誤差均方根 (RMS) 收斂性較佳，適配度亦較高。亦即，結構為 9-4-1 之網路比結構為 9-3-1 及 9-5-1 之網路對於建立本研究近似函數較佳（請參見表 5）。
- (2) 根據表 5 結果顯示，模式 B 之相關度高於模式 A 之擬合度；換言之，以本研究案例而言，幾何平均數為評估防禦能力指標之較佳估計式。

表 8 軍事投資最適化比例

決策變數	模式 A	模式 B
$x_1$	0.09	0.038
$x_2$	0.01	0.01
$x_3$	0.007	0.007
$x_4$	0.015	0.015
$x_5$	0.258	0.31
$x_6$	0.4	0.40
$x_7$	0.07	0.07
$x_8$	0.15	0.15
$r$	0.17	0.17
目標函數值 (z)	0.5175	0.5670

- (3) 本研究結果之測試樣本可能不足，但經由本研究之模式分析，利用倒傳遞類神經網路所建立之近似函數對於軍事投資比例的適配度能達一相當高的水準，如模式 B 擬合的近似函數之適配度高達 98.32%，且研究模式 B 之訓練與測試樣本之 RMS 均有相當良好的收斂效果。
- (4) 經本研究運用 Qnet2000 套裝軟體執行「倒傳遞類神經網路適配非線性函數」結果顯示，學習率(Learn rate)初始值可設大一些，學習次數可設小一些。本研究初始設定 Learn rate = 0.2，Iterations = 1000，再利用 Qnet 2000 提供之「暫停」功能樞紐，監控調整學習率，避免過度學習使測試樣本的 RMS 發散，依此原則可在一短時間內找到適配度高且訓練與測試樣本的 RMS 均收斂良好的非線性函數。
- (5) 本研究問卷雖以參加進修之學員(資深軍官)填寫，如此之抽樣似乎不能代表母體，然而由本研究之高相關度(98%)顯示，此樣本具有很高之效度。
- (6) 以 90-93 年度各項軍事投資比例與模式 A 與 B 模擬函數所得最適比例作一比較，顯示出國防預算在「情報與電子通訊」、「武器系統更新」的投資比例應適度增加；「營舍與一般裝備維護」投資比例應降低；另外，軍人福利與服務所佔比例研究結果顯示應低於 50%。

## 4.2 管理意涵

- (1) 本文以「機動力」、「打擊力」與「偵搜力」等因子界定「防禦能力」之內涵；然而侷限於研究技術難度，以上述因子直接定義「防禦能力指標」並進行測度具有相當之困難性。因為若「機動力」、「打擊力」與「偵搜力」等因子之強度愈大，則「在美、日等國不介入的情況下，國軍能在一定時間內成功保衛國家安全的可能性」愈高，故本研究直接以「後者」

定義「防禦能力指標」。以本文之研究結果，在提示「防禦能力」之內涵後，直接以問卷所得之防禦能力指標，與各項軍事投資預算比例進行函數擬合，其適配度高達百分之九十八，可斷言此適配函數具有相當良好的效度與可參考性。

- (2) 本研究所定義之防禦能力指標值，意謂著在美、日等國不介入的情況下，國軍能在一固定時間內成功保衛國家安全的可能性。本研究所獲得之防禦能力指標觀測值是由資深軍官以無記名方式問卷而得，故即使無充分證據說明防禦能力指標值之可靠性，但至少可說明國軍對保衛台海安全之信心現象。
- (3) 誠如上述(2)所言，防禦能力指標值可說明國軍對保衛台海安全之信心；由本文之研究結果可知，國軍即使在美、日不干預的情況下，國軍仍有六成以上的信心，成功保衛台海安全達一不算短的期限以上；此結果顯示國軍對保衛台海安全是相當有信心的。
- (4) 國防預算來自民脂民膏，應妥善規劃各項軍事投資類別比例，故即使對防亦能力值之影響不是很顯著(可能只是小數第二位的影響)，然它所代表的意義，卻是一種「錢儘量用在刀口上」的精算方法，亦代表著國軍對每一國民辛苦所賺來的錢，能負責地善加利用。
- (5) 依據本研究之結果顯示國防預算在「武器系統更新」與「情報、電子通訊」的投資比例應適度增加，意謂有必要強化電子戰與資訊站能力，以及加速購置與新型武器之必要性。此結果與國防部近年來大力推動之軍事事務革命政策不謀而合。
- (6) 依據本研究之結果顯示國防預算在軍人福利與服務所佔比例應低於 50%。這不意謂要剝奪軍人應享有的合理、平等的權利，而是說明在維持目前軍人的公平、公正權益與福祉上，有必要重新檢討國防組織與兵力結構，而這也呼應了當前國防部對於國防二法經立院三讀通過後，積極推動「國防組織再造」的肯定。
- (7) 有關歷年武器系統更新類別軍事投資比重是依據中央政府總預算決算書計算而得，並未包括特別預算，例如對於 1998 年間向美國採購的 F-16 與向法國採購的幻象 2000 等國軍二代先進武器的預算，加上受限於預算資料屬機密性質，並未將其納入本研究中；再者，侷限於機密等級限制，本研究亦僅考慮 81-93 年度之軍事投資預算樣本。因此，未來隨者機密等級之解除，若能考慮特別預算以及更多之年度軍事投資預算樣本，引用倒傳遞類神經網路與基因遺傳演算法獲得之軍事投資最適配置比例，將更具有校度與實際參考價值。

### 4.3 研究貢獻

本節透過簡單比較本文提供之方法與傳統對國防預算或企業預算配置議題之研究方法，說明本研究之重要貢獻。

- (1) 有關我國國防預算之研究文獻相當稀少，且大多侷限於國防預算之預測，例如，張寶光(民 77) 引用系統動態學之觀念，並以民國 63-67 年之國防預算各經費類別實際資料，建構預測模式，進而預測 78-87 年各類別預算之分配額度。然而，國防部高階決策者關心的可能不是

研究者預測其行為之慣性模式，而是期望研究者告知如何分配預算；因此，本研究提供之模式與結果，對國防部高階決策者具有相當參考價值。

- (2) 如果以EXCEL繪製歷年防禦能力指標與各年度總預算間之關係圖，不難發現兩者成簡單線性迴歸關係；且因為國防預算具有隨時間逐年下降之趨勢，故亦可發現防禦能力指標可以簡單之線性時間序列表示。然而，上述之結果並不能推論各項軍事投資預算之比例與防禦能力指標之間得以統計複迴歸方法進行適配。詳言之，利用模式B相同數據作複迴歸，可求得其適配函數為

$$Y = -10567 + 1056658x_1 + 1057466x_2 + 1055467x_3 + 10545052x_4 + 1057096x_5 + 105713x_6 + 105687x_7 + 1056914x_8 + 1.069 \cdot r \quad (15)$$

式(15)之適配相關度為95%，而由其迴歸係數可知此結果之主要預算配置重點為教育訓練，與類神經模式(98%相關度)獲得之結果(情報與電子通訊優先滿足)，大相逕庭，且迴歸模式之結果與一般認知頗有出入。綜言之，倒傳遞類神經網路模式，能反應細微變動之非線性函數關係且不需要事前給定函數型態，故除可求得較高相關度之適配函數外，一般使用者亦較容易運用。以本研究案例而言，倒傳遞類神經網路模式，明顯優於複迴歸或非線性迴歸方法。

- (3) 傳統有關預算分配模型及實證研究，基本可分為兩種型態，其一為多準則評分模型(例如，Chun (1994), Raz (1997), Wong (2000))；另一為 0-1 整數規劃模型(例如，Keown *et al.* (1979), Shtub and Etgar (1997), Sun and Ma (2005))。就上述方法運用到本研究議題而言，皆必須評估「研究發展、教育訓練與武器系統更新」等八大類軍事投資標的對防禦能力指標之相對貢獻度。欲評估此相對貢獻度，即必須先評估此八類軍事投資標的對「機動力、打擊力、偵搜力、指通力及修護力」等戰力評估因子之相對貢獻度，以及評估上述戰力評估因子對防禦能力之相對重要性。上述防禦能力評估系統之各層級間，明顯具有複雜之非線性關係，故運用本研究提供之方法，先求得「研究發展、教育訓練與武器系統更新」等八大類軍事投資標的最適配置額度後，進一步再運用 0-1 整數規劃或多準則評分方法，求取更細部投資項目之配置額度，應該是較好的方式。

## 5. 結論

由本研所得之軍事投資各類別最適比例，如表 8 模式 B 之結果，至少可說明這個投資組合比例，可促使國軍成功保衛台海安全之信心達到最大。研究結果並顯示所適配之近似函數，利用基因遺傳演算法可在很短時間內尋得此近似函數的最適解。受限於國防機密等級限制，本文僅採用 81 至 93 年度之預算資料，

本研究相信利用類神經網路平行演算法結合基因遺傳演算技術，持續對未來年度國防預算進

行研究，可建立一更具效度與參考價值之最適化軍事投資預算配置評估機制，提供決策單位參考。再者，本研究以專家問卷方式，直接獲取防禦能力指標，未來若能對防禦能力指標更深入的研究；亦即，客觀評估並獲得機動力、打擊力、偵搜力、指通力及修護力等因子指標，則將更能客觀有效的詮釋我國之防禦能力。

## 參考文獻

- 林小萍，「中小企業預算分配之模糊多目標決策方法」，華梵大學工業管理研究所碩士論文，民國88年，24-32頁。
- 國防部，國軍軍事戰略要綱，民國89年，4-1~4-3頁。
- 國防部，中華民國八十九年國防報告書，黎明文化事業股份有限公司，民國89年。
- 陳勁甫、張正昌、孟德中，「專案推移理論內涵暨其於軍事戰略規劃應用研究—以建構地面防衛作戰能量為例」，2004年ING安泰管理碩士論文獎暨研討會，台北：台灣大學管理學院，民國93年。
- 黃道淵，「國防財力分配之研究-以空軍總部為例」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，民國88年。
- 張寶光，「國防預算方配之研究—系統動態分配模式」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，民國87年。
- Bosch-Domenech, A. and Escribano C., "Regional Allocation of Public Funds: An Evaluation Index," *Environment and Planning A*, Vol. 20, 1998, pp. 1323-1333.
- Carter, A. E. and Ragsdale, C. T., "Scheduling Pre-printed Newspaper Advertising Inserts Using Genetic Algorithms," *International Journal of Management Science*, Vol. 30, 2002, pp. 415-421.
- Corbett, C. J., Debets, F. J. C., and Van Wassenhove, L. N., "Decentralization of Responsibility for Site Decontamination Projects: A Budget Allocation Approach," *European Journal of Operational Research*, Vol. 86, 1995, pp. 103-119.
- Chiang, C. L., Su, C. T., and Wang, F. S., "Augmented Lagrangian Method for Evolutionary Optimization of Mixed-Integer Nonlinear Constrained Problems," *International Mathematical Journal*, Vol. 2, No. 2, 2002, pp. 119-154.
- Docwra, G. and Strong S., "Road Fund Allocation: An Analysis of Decision Criteria," *International Journal of Transport Economics*, Vol. 12, No. 3, 1985, pp. 283-300.
- Goldberg, D. E., "Genetic and Evolutionary Algorithm Come of Age," *Communication of the ACM*, Vol. 37, No. 3, 1994, pp. 113-119.

- Holland, J. H., "Adaptation in Natural and Artificial System: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence," MIT press, 1992.
- Lee, K. Y. and Yang, F. F., "Optimal Reactive Power Planning Using Evolutionary Algorithms: A Comparative Study for Evolutionary Programming, Evolutionary Strategy, Genetic Algorithm, and Linear Programming," *IEEE Trans. on Power Systems*, Vol. 13, No. 1, 1998, pp. 101-108.
- Lootsma, F. A., Mensch T. C. A., and Vos, F. A., "Multi-Criteria Analysis and Budget Reallocation in Long-term Research Planning," *European Journal of Operational Research*, Vol. 47, 1990, pp. 293-305.
- Lotfy, E. A. M. and Samech, A., "Applying Neural Networks in Case-Based Reasoning Adaptation for Cost Assessment of Steel Buildings," *International Journal of Computers & Applications*, Vol. 24, No. 1, 2002, pp. 28-38.
- Moribayashi, M. and Wu, C. Y., "A Decision Support System for Capital Budgeting and Allocation," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 19, No 1, 1990, pp. 524-528.
- Mitsuo, G. and Cheng, R., *Genetic Algorithms and Engineering Design*, McGraw-Hill, 1997.
- Minami, K., Nakajima, H., and Toyoshima, T., "Real-time Discrimination of Ventricular Tachyarrhythmia with Fourier-Transform Neural Network," *IEEE Trans. on Biomed. Engineering*, Vol. 46, No. 2, 1999, pp. 179-185.
- Reategui, E. B., Campbell, J. A., and Leao, B. F., "Combining a Neural Network with Case-Based Reasoning in a Diagnostic System," *Artificial Intelligence in Medicine*, Vol. 9, No. 1, 1997, pp. 5-27.
- Zanakis, S. H., "A Multicriteria Approach for Library Needs Assessment and Budget Allocation," *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 25, No. 3, 1991, pp. 233-245.