

影響交換機模擬系統學習關鍵要素之研究

作者/何志民 少校·蔡嘉志 上尉

提要

探討應用電腦資訊科技實施輔助教學時，影響交換機電腦模擬系統的關鍵要素，除了藉由相關文獻蒐集整理，並透過專家訪談的方式，利用開放式問卷對具有交換機專長領域的專家實施問卷式的訪談，以求得各專家對本研究所需考量的因素提供要點，經統計及分析「交換機模擬輔助軟體」開發時所需考量之重要因素構面有以下四點：系統操作性層面、系統功能性層面、教學性層面、周邊輔助層面。

針對不同族群的使用者實施問卷調查，並應用層級分析法(AHP)研究結果得知：在受訪者對交換機電腦模擬系統所考量的主因素以系統操作性為最大考量，次因素則分別在系統操作性層面上以直覺式的操作流程、系統功能性層面上以功能正常使用(穩定性)、教學性層面上以重要而即時的教學說明以及在周邊輔助層面上以教學人員從旁輔導為最重因素；所以經本研究分析得知學習關鍵要素共有四項，依其重要優先順序為 1.直覺式的操作流程 2.易於操作的使用介面 3.教學人員從旁輔導 4.重要而即時的教學說明。

壹、前言

在教學上教學媒體的製作與應用，已成為目前最常使用的教學輔助方法之一，尤其在電腦模擬系統的呈現方式及設計的重點上，與學習者學習效果有密不可分的關係，系統若能讓學習者愈能有效地接受資訊的內容則學習成效愈好，所以探討影響電腦模擬系統的學習的關鍵要素實屬重要的研究議題。

發展一套有效的交換機模擬教學軟體所需要考量的因素相當多，程式的撰寫也需與教學課程相互配合，以達成教學品質提昇的目的，所以交換機模擬軟體輔助教材開發完成正式使用後，針對不同使用者操作過該系統後，探討所認知影響交換機模擬系統學習時重要關鍵要素，找尋出影響交換機電腦模擬系統學習的關鍵要素，可作為爾後各式裝備模擬輔助軟體開發製作時之參考準據。

貳、電腦模擬教學之應用

電腦模擬之應用於實際生活可追溯至十七世紀，其發展史可分為三個階

段：軍事上的運用、商業上的運用、及教育上的運用。十七世紀的「戰爭遊戲(War Game)」可能是運用電腦模擬的最早例子；當時，「戰爭遊戲」是被用於模擬戰役的情況。

一直到 1960 年代，有幾個用於師資培訓的電腦模擬課程問世後，電腦模擬才開始被應用於教育領域；然而，電腦模擬真正受到教育界的青睞則延至 1970 年代。當時電腦模擬雖逐漸被大量運用於中小學的師資培訓課程，但大都限於科學教育及特殊教育領域。

由於電腦模擬在教學方面不但提高了許多新教學方案的可行性，而且提供了一高效率的教學評鑑工具，近年來電腦模擬已被廣泛地運用於美國各級學校的教學上。

美國學者自 70 年代開始即陸續從事各種電腦模擬教學模式之研究，這些模式可歸納為經驗式、通告式、回饋式與整合式四種型態。(陳繁興，1997) [1]

一、經驗式模擬

教學軟體使用在正式教學之前以提供整體知識架構或具體實例方式來引發學習動機，學生透過此種軟體，可以操縱呈現觀念、情境或探討錯誤之觀念。

二、通告式模擬

主要用在傳遞知識內容給學生，這種軟體先採用不同教學策略介紹教學內容後，再做測驗，它可以取代教科書或講課的功能，當做介紹知識的工具。

三、回饋式模擬

主要用來加強學生學習特定範圍的知識，最常見的回饋式模擬軟體是練習式，在這種模擬環境下，電腦為了解學習者程度，先對學習者實施測驗，分析測驗結果後，然後提供一系列練習題供學生練習，並能同時紀錄學生學習情況，追蹤學生進步情形。

四、整合式模擬

主要幫助學生整合相關知識，當學生獨立學習不同知識單元後，需要整合應用這些知識時，可以透過整合式模擬軟體，達到整合知識的效果。

近年來，電腦科技的迅速發展，使得複雜的人機互動、多媒體教材、資訊查詢和電子郵件往來等學習環境的設計，更為容易。所以，電腦模擬在教育上的應用正在蓬勃發展中，大部分的電腦模擬課程均為一般教學的應用（即以學生為使用對象）。現為高度資訊化的社會，學生的需求將更多、更複雜，「電腦模擬」正為此發展趨勢提供了一個良好的輔助工具。

參、電腦模擬教學的優點

電腦輔助教學是一種運用電腦為工具來幫助教師教學的方式，電腦輔助教學是事先將教學過程經過嚴密設計，撰寫電腦程式存入電腦記憶體中，學生使用電腦學習時，將程式由記憶體中呼叫出來，自我操縱電腦，以自己的需要及進度，進行學習的活動。電腦輔助教學的學習活動，不但可以隨時中止，而且可以自動記錄學習的歷程及結果，也可拿來考核學生學習的結果，師生亦可透過電腦對談雙向學習（林炎旦，1996）[2]。

使用電腦輔助教學至少它有以下幾種功能：

- 一、提供學生個別化的教學。
- 二、提供不受週遭相關人員干擾的教學。
- 三、教學不受空間和時間的限制。
- 四、學生樂於使用電腦進行學習。

電腦輔助教學具有以下幾個優點：

- 一、提供個別化教學。
- 二、可達成雙向溝通效果。
- 三、減少教學時間，可增加輔導時間，對學習速度較快的學生可做擴大教學範圍及加深加廣教學，對程度較差學生實施個別化的補救教學。
- 四、沒有危險性：電腦輔助教學（CAI），在專業實習是採用電腦模擬實體，進行教學，實習進行時，如有接線或操作錯誤產生，電腦會顯示錯誤，並且可利用內部偵錯系統告訴你錯誤的地方，讓學習者有修正的機會。

肆、交換機電腦模擬系統

一、系統特性

應用電腦設備及軟體設計對交換機實體功能實施模擬，所呈現的特色有以下幾點：

- (一)以電腦螢幕及主機替代高價位的交換機主機及電話機的功能。
- (二)使用鍵盤及滑鼠代替交換機資料庫設定的輸入工具。
- (三)應用既有網路替代交換機之間實體線路的連接。
- (四)電腦輔助訓練程式的訓練模式可使受訓者保持較長、較佳的訓練注意力，提高學習績效(古永明 2003)[3]。

二、現階段交換機電腦模擬系統教學現況分析

交換機電腦模擬系統及其他系統完成之後，立即應用於教學任務的執行上，實施方式並未採取硬性規定，完全由授課者自行決定，更未針對講授者或學生的觀點上對本系統實施評估，因此更無法得知本系統是否有改進的空間、

教學實施的重點是如何？

所以本研究針對實際從事交換機教職的老師及助教等實施訪談，該族群都是接受過相關交換機專長訓練且通過認證合格的師資，並有實際擔任交換機教職及應用模擬系統教學一年以上的經驗，深知交換機的性能、訓練的要求標準及程度，對交換機裝備而言專家非他們莫屬，因此針對他們實施交換機電腦模擬系統軟體訪談，是最適合的對象，總共訪談專家計有十位，聽取十位專家對於有關目前實施交換機通信裝備電腦模擬教學軟體運作現況調查，提出自己的看法及分析如下：

專家訪談十員，除了提出個人對交換機模擬系統學習上的看法外，並對目前交換機電腦模擬教學軟體感到尚滿意以上者僅有二員，不表達意見者二員，不滿意者計有六員，顯現其對本軟體設計上的不滿，同時亦意涵著交換機電腦模擬輔助軟體確實有可檢討的空間，各專家所認知交換機模擬時應注意之重要項目及對目前現有軟體不滿意之因素，綜整分析如下：

(一)教學軟體操作流程與實際教學有很大的出入

(二)模擬系統功能不完整

(三)無法針對不同的班隊及對象做出差異性的設計需求

(四)系統操作錯誤時，缺乏即時詳盡的教學說明、輔助教學影片與易於操作介面的設計

(五)測評功能無法配合課程進度及作個人化評分紀錄

(六)各交換機之間的連線部分功能無法正常使用

伍、影響交換機電腦模擬系統學習因素之探討

從相關文獻及專家訪談中歸納出影響電腦模擬系統學習關鍵要素，做為本研究分析的基礎架構。根據彙總分析的結果，將各影響因素歸類為：「系統操作性層面」、「系統功能性層面」、「教學性層面」、「周邊輔助層面」等四個構面。詳細的說明如下：

一、系統操作性層面

(一)文獻探討

徐美香(2003)[4]於非同步多媒體網路教學系統的研究結論中認為於系統評估方面應針對系統操作介面的合理性，參考相關系統發展的操作流程，以改善以往系統介面操作的困難性與複雜性。

何宗翰(2003)[5]在圖形化呈現方式應用於行動電話人機介面之研究中提出直接操控式介面具有視覺化將呈現工作概念、易學、易記、避免錯誤、鼓勵使

用者探索、使用者有較高的滿意度的優點。

(二)專家訪談

教官大多認為由於學校受訓學生主要是訓練交換機的操作手，所以系統的操作流程是很重要的一環，因為我們要的是熟練的作業人員，他們除了必須熟記每個步驟及動作外更必須要具備有故障排除的本領，所以對於交換機電腦模擬系統的介面的要求除了外觀應採用圖形化的介面操作外，交換機內容部資料庫設定也應與實體一樣畫面，操作程序及步驟更應該與實體裝備相同，無論人員值班的動作要領及各種資料庫內部修訂，也應符合交換機性能，絕對不能有與交換機不同的操作程序，否則將會使學習者造成混淆，學習效果大打折扣，倘若能使用螢幕觸控設定替代滑鼠及鍵盤則更能夠與實體裝備相同使用觸控輸入設定，達到更逼真的效果，將會吸引學習者興趣。

從以上之文獻探討及專家訪談中可獲得，在系統操作性層面上，其使用介面易於操作外，系統能夠具有與實際操作交換機時的經驗及相同的流程，更希望以直接式的操控式介面如螢幕觸控選擇方式提供使用者作為與交換機溝通輸入的管道，更能符合實際裝備操作的流程，然而本系統目前尚未做到以螢幕觸控輸入功能，所以本研究針對這個構面提出「易於操作的使用介面」及「直覺式操作流程」作為本層面的重要因素評選。

二、系統功能性層面

(一)文獻探討

梁佳玲(2001)[6]在「影響網路學習成效之因素研究」一文中提及「系統運作的穩定性」與網路品質是明顯影響網路學習成效因素之一。

古永明(2003)於半導體晶圓廠氣體偵測監控之電腦輔助訓練系統發展研究從訪談與問卷結果顯示，「穩定度」是衡量系統平台最重要的指標。

系統設計應該能夠對可能出現的錯誤進行檢測和處理，錯誤訊息應該清楚、容易理解，其內容應該包含出錯位置、出錯原因及修改出錯建議等方面的內容。

(二)專家訪談

由訪談得知模擬系統功能的完整性是一致上的共識，尤其系統操作時的穩定性更是教官們所期待的，模擬系統除了外表不同外其餘應該設計與交換機一模一樣的功能，而且必須具備交換機實體所提供各種不同面向的設定功能。

專家更希望能夠藉由模擬系統透過網路連線替代線路連接可以將個體的模擬系統予以銜接，並具有交換機交換的功能，使交換機模擬系統具備各種中繼線實際架設的情境，使學習者可以模擬各種不同狀況處置，強化作業能力。

從以上之文獻探討及專家訪談中可獲得，在模擬系統功能層面上，要求系統穩定性、功能正常外，更希望系統能夠呈現裝備實際操作時所面臨的各種不同的情境及即時的糾正錯誤，如此可以訓練學習者能夠適應爾後實際裝備操作時各種任務的執行及緊急狀況的處置，所以本研究針對這個構面提出「豐富的情境模擬功能」、「完整的模擬系統功能」、「功能正常使用(穩定性)」及「錯誤提報」作為本層面的重要因素評選。

三、教學性層面

(一)文獻探討

蔡孟宏(2004)[7]於台北市國民教育輔導團組織運作與功能發展之研究結論中提出國民教育輔導團多元功能的發展仍普受教育實務人員之重視，但「示範教學」之功能則最受青睞。

徐美香(2003)[4]於非同步多媒體網路教學系統之研究-採取線上課程設計的方向採串流(Stream)影音示範教學，讓學生透過網路學習與成長，有效提升學生有氧舞蹈運動技能的學習品質與學習環境。

(二)專家訪談

由於交換機系統訓練初期多以基本性能、架構做介紹講解，著重點也在於各部位功能說明，所以教官都一致認為模擬系統應具有教學性的功能，提供學習者自學的效果也就是各部位功能說明、操作流程示範程式的講解替代教官的講解說明，學習者也可以不斷重覆點閱自己不熟悉的單元或操作流程，不會因為羞於啟口發問而使某部份的學習不清楚，導致後續的不良效果。

教官認為本校的交換機訓練因有不同的訓練對象，要求標準及授課時數也不盡相同，所以模擬系統應有針對不同學習對象及課程的功能，才能符合實際上教學目的及需要。

從以上之文獻探討及專家訪談中可獲得，在模擬系統教學性層面上，希望模擬系統能夠有自學的功能，又可針對不同的學習提出不一樣的課程設計，如此既不會失去學習的目的又可以減輕講授者在教學上負荷，使系統發揮最大的功能，所以本研究針對這個構面提出「重要而即時的教學說明」、「功能符合課程設計」及「示範教學」作為本層面的重要因素評選。

四、周邊輔助層面

(一)文獻探討

張文鐘(1985)[8]電腦化訓練課程軟體編製~戰車射擊訓練模擬系統之研究中發現：

1.CBT 課程較傳統式學習方式生動有趣。

- 2.研究與其它週邊設備及教學媒體的配合，效果更好。
- 3.模擬式課程軟體，在軍事訓練上佔較重的地位。
- 4.系統記憶體的存取速度與容量，影響課程軟體的品質。

(二)專家訪談

教官提出在教學實際狀況中，常常會有學習者要求個別輔導說明，在現實的教學上是不可獲缺的一環，系統再優越，教學輔助系統做得再好，每位學者的領悟力仍然有所差別，雖然透過各種輔助教學可以大幅減少教學不確定的因素，強化教學上的功能，但教學人員個別輔導仍是重要的教學手段，有其存在的必要性。

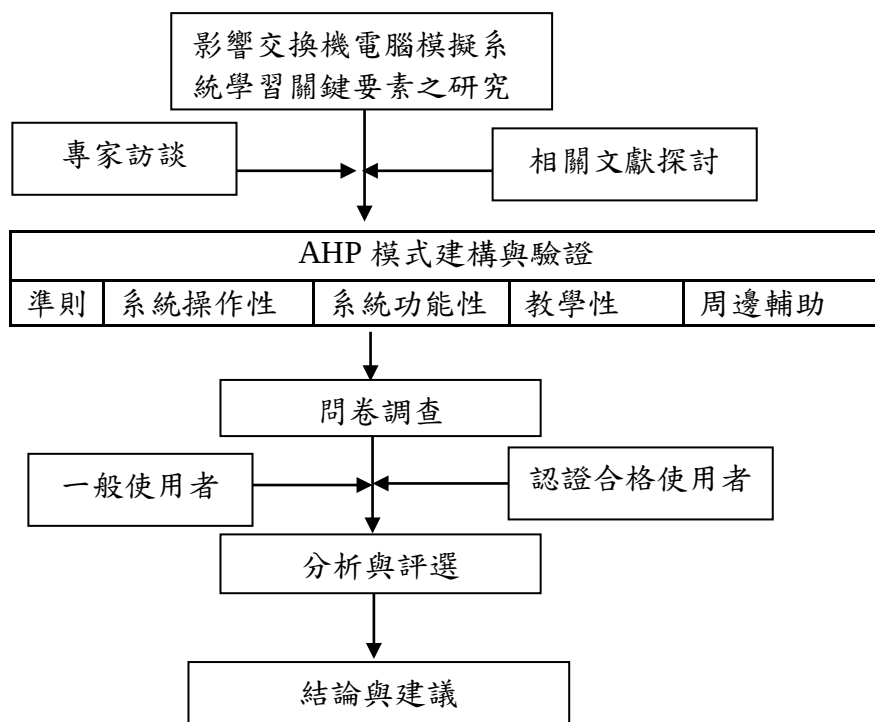
本研究交換機電腦模擬系統雖屬電腦模擬輔助教學的一部份，但由於本裝備設施屬於軍規系統，自行研發的交換機電腦模擬系統運用於裝備的使用操作訓練上實屬初創時期，在相關研究領域之關鍵因素研究及文獻仍不多見，所以本研究以接受過相關交換機專長訓練且通過認證合格的師資，並有實際擔任交換機教職及應用模擬系統教學一年以上的經驗的專家，作為尋找關鍵成功因素的主要來源，並以分析層級程序法評選關鍵成功因素的優先值。

陸、研究模式與設計

透過文獻討探及專家訪談彙總影響交換機模擬學習關鍵要素相關之評選準則，再設計問卷調查，建立分析層級程序法(AHP)之分析層級模型，經成偶比對評估比對後再建立比對矩陣，並應用 EXPERT CHOICE 2000 軟體進行優先值權數運算與分析，經由模擬評選程序做出學習關鍵要素最適化的分析，研究架構如圖一。

為建立交換機模擬系統學習成效評估之準則，本研究藉由專家訪談及文獻探討來獲得電腦模擬學習上的關鍵因素，為避免因為僅訪談專家意見而造成過於偏頗，且講授教學及學習者兩者之間的認知有所差異，故於專家訪談後針對某些學習因素採用文獻探討方法，取得更為客觀的評估。

評選作業考量本研究之相關專業，為避免因未接觸交換機模擬系統相關人員造成所調查之問卷結果資料不可用或僅為教學授課人員造成過於獨斷的思維，而產生若大差異，造成資料失真而不具參考價值，故本研究問卷對象除了實機操作外，仍必須有實際操作交換機模擬系統七小時以上的經驗，以求得資料之公正性。



圖一 研究架構圖（作者繪製）

本研究於專家訪談的基本資料統計分析表詳如表1所示，實際受訪人員扣除無效問卷後的有效問卷數共有10份。

表一 專家訪談人員基本資料統計分析表（作者繪製）

專家訪談人員基本資料統計分析表				
最高學歷	大專		大學	
	6		3	
擔任工作性質	教官		助教	
	7		3	
從事相關性質服務年資	1-2 年		2-5 年	5 年以上
	2		2	6
從事交換機教學年資	1 年	2-3 年	3-5 年	5 年以上
	1	2	3	4

另外除了專家的專業知識及豐富的經驗外，透過相關文獻之探討與彙整，本研究將影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素層面歸納成表二，有關各要素的定義及參考來源也在表中。

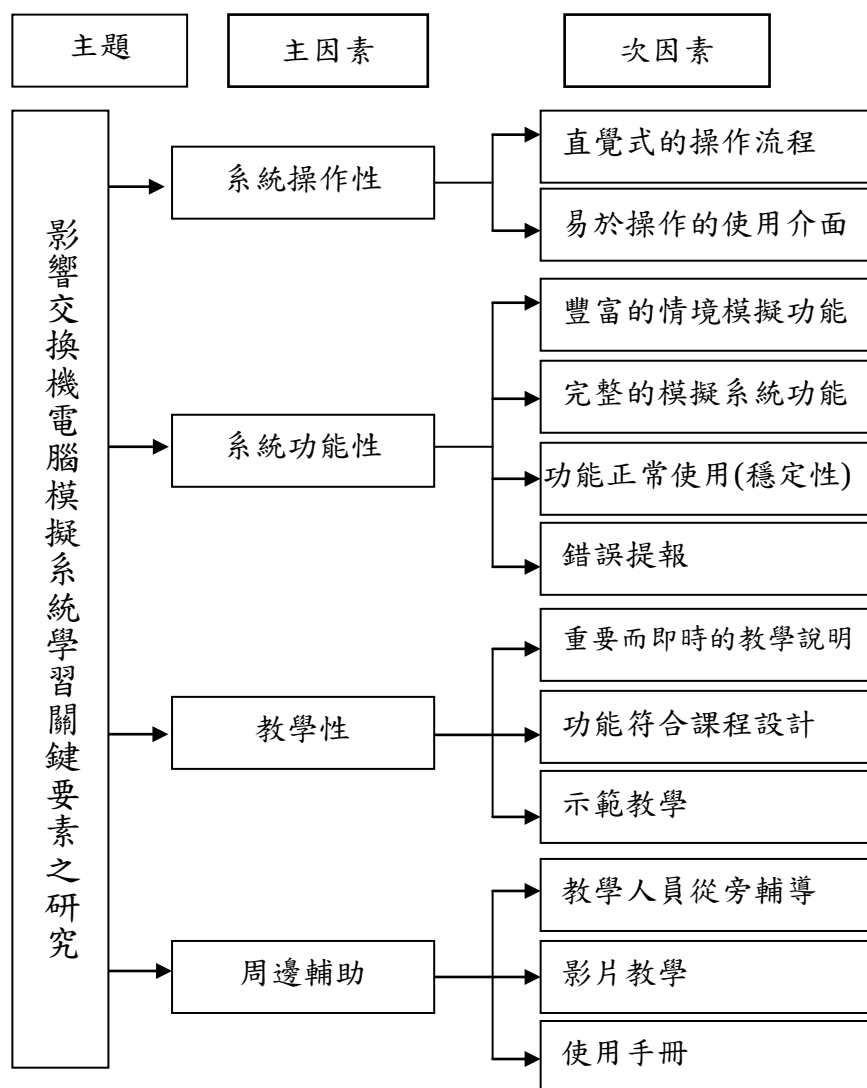
表二 各要素名詞定義及參考來源表（作者繪製）

因素		定義說明	參考來源
系統操作性層面			徐美香(2003)
1	直覺式的操作流程	系統能夠以圖形化呈現及直接操控式介面直接反應操作者的動作，使操作流程能夠符合使用者過去對交換機的操作經驗及感受。	何宗翰(2003)徐美香(2003)
2	易於操作的使用介面	使用者不需要記憶過於繁雜的按鍵，使用滑鼠或幾個按鍵即可操作整個系統，透過圖形介面點選即可完成相關的操作。	余幸真(2001)饒運祥(1993)
系統功能性			粘武清(2002)
1	豐富的情境模擬功能	提供使用交換機時的各種用戶線及中繼線路設定的情境。	饒運祥(1993)廖桂菁(2001)
2	完整的模擬系統功能	提供完整的交換機各項功能與機制。	粘武清(2002)
3	功能正常使用(穩定性)	各項功能均已設計完成系統並能穩定的且無錯誤的運作。	梁佳玲(2001)古永明(2003)
4	錯誤提報	對於使用者操作錯誤時，能提供錯誤訊息與指導說明	張凌、張鐘(1998)
教學性			專家訪談
1	重要而即時的教學說明	當使用者指向模擬系統中的交換機各部分時，能即時出現功能說明。	石岳峻、陳年興(2000)
2	功能符合課程設計	模擬系統的各項功能設計與情境應用均能符合教學流程。	林甘敏(1999) 專家訪談
3	示範教學	模擬係能自動展示各項功能與情境應用的操作流程。	蔡孟宏(2004) 徐美香(2003)
周邊輔助			張文鐘(1985)
1	教學人員輔導	現場有教學人員從旁提供個別指導。	專家訪談
2	影片教學	對於模擬系統的功能操作流程與實地應用，提供影片讓使用者了解。	粘武清(2003)張文鐘(1985)
3	使用手冊	使用手冊解說系統操作流程與功能說明。	專家訪談

經本研究分析評選交換機電腦模擬系統學習關鍵要素後，我們利用AHP法建立影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素AHP分析模式評估模型。

本研究之專家選擇自各單位及學校機關等十位長期參與操作及教導交換機之高、中階軍官及資深士官長，進行「影響交換機電腦模擬系統學習關鍵因素」的評選準則確認，加上相關電腦模擬學習之文獻探討。結果獲得「系統操作性

層面」、「系統功能性層面」、「教學性層面」、「周邊輔助層面」等四個「準則」，以及逐一推展的十二個相關「次準則」，其模式建構如圖二，有關各準則定義也在表二。

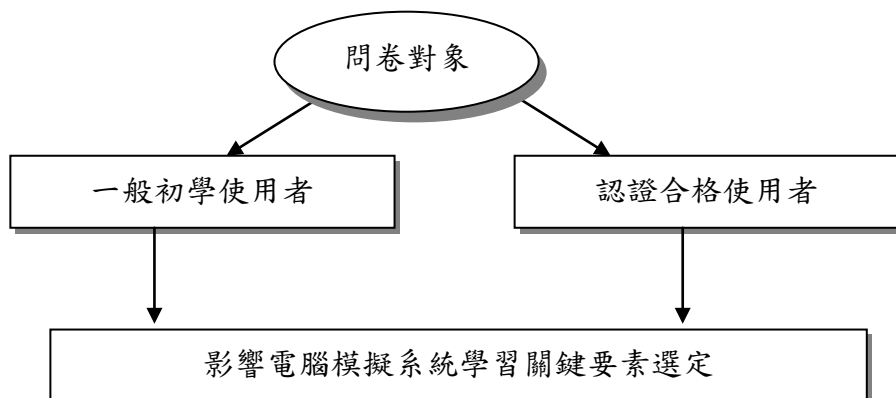


圖二 層級分析架構圖（作者繪製）

我們將問卷的施測對象分成兩群體，分別為一般初學使用者群體與認證合格使用者群體，「一般初學使用者」群體之定義為受過交換機實機操作課程與交換機模擬系統課程的人員，但未經過術科鑑定合格之使用者；「認證合格使用者」群體的定義為受過交換機實機操作課程與交換機模擬系統課程，並且通過交換機實機專長測驗合格領有證書之人員，因此問卷對象的選定條件為除了必須具有實機裝備操作經驗外，仍必須有實際操作交換機模擬系統七小時以上的學生，作為本研究受訪的對象。

在兩大群體的受測人員當中，除了原本學習的背景有所差異外，教學要求的標準也不盡相同，因此對於接觸交換機電腦模擬系統學習的觀點亦會有所不

同，但是大部分多數的學習者對於交換機系統都未曾接觸過(與學歷及科系無絕對的關係)，所以我們選擇以學習目標及標準不同之班隊區分不同群體之人員，實問卷調查，希望能在問卷當中由最後問卷分析的結果當中找出不同群體之人員對於影響交換機電腦模擬系統學習的關鍵要素為何，問卷分析流程如圖三。



柒、資料統計與分析

就樣本資料統計分析、一致性檢定、各層面關鍵要素優先值的研究，以及不同族群對關鍵要素偏好之相對關係等部分進行探討，詳述如下。

一、樣本統計分析

本研究是為了提出建議有關模擬系統軟體製作之關鍵因素，所以透過已建構完成之交換機模擬系統，由學習者實際使用交換機模擬系統後實問卷，提出個人的認知及看法，作為本研究的資料依據，本次問卷計發放認證合格使用者(作業專長班隊三個班)為對象計110份，一般使用者120份(一般軍、士官班隊計三個班)，共計發放230份(共計六個班)，回收有效問卷212份，數量統計如附表三。

表三 問卷數量統計分析表 (作者繪製)

對象 \ 數量	總施測問卷數	回收有效問卷數	問卷回收率
施測全體	230人	212人	92 %
一般初學使用者	120人	104人	86%
認證合格使用者	110人	108人	98%

二、一致性的檢定

本研究中一般初學使用者及認證合格者族群問卷中總體與各主次層級因素的一致性檢定皆符合Saaty(1971)所建議C.I. ≤ 0.1 及C.R. < 0.1 時的條件，為可接

受的偏誤，表示決策者前後判斷具有一致性，表示本次問卷資料權重值皆屬良好可接受，資料的判斷結果具有一致性及可信度。

表四 各層面因素之一致性(C.I 值) (作者繪製)

影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素各層面因素之一致性(C.I)值表	因素	使用者	
		一般初學使用者	認證合格使用者
	各主因素層面下一致性	0.00	0.03
	系統操作性層面下次因素一致性	0.00	0.01
	1 直覺式的操作流程與各方案一致性	0.00	0.05
	2 易於操作的使用介面與各方案一致性	0.00	0.00
	系統功能性層面下次因素一致性	0.03	0.00
	1 豐富的情境模擬功能與各方案一致性	0.02	0.00
	2 完整的模擬系統功能與各方案一致性	0.07	0.07
	3 錯誤提報與各方案一致性	0.01	0.06
	4 功能正常使用與各方案一致性	0.00	0.00
	教學性層面下次因素一致性	0.00	0.00
	1 重要而即時的教學說明與各方案一致性	0.00	0.03
	2 功能符合課程設計與各方案一致性	0.00	0.03
	3 示範教學與各方案一致性	0.00	0.08
	周邊輔助層面下次因素一致性	0.01	0.00
	1 教學人員從旁輔導與各方案一致性	0.00	0.00
	2 影片教學與各方案一致性	0.07	0.09
	3 使用手冊與各方案一致性	0.01	0.08
	總體一致性的 C.I.(C.R.)指標	0.00(0.00)	0.03(0.03)

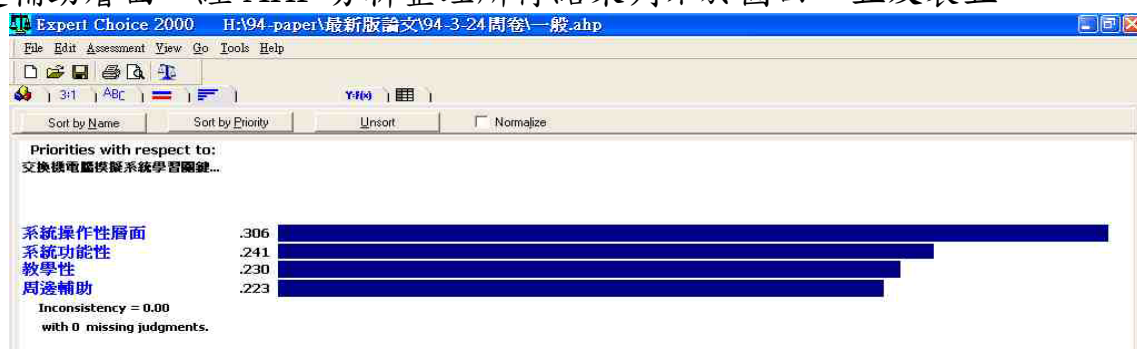
三、關鍵要素分析

應用分析層級程序法(AHP)求得一般初學使用者、認證合格使用者對於影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素重要性認知的權值，以利後續進行關鍵因素對教學模式貢獻度的排序。

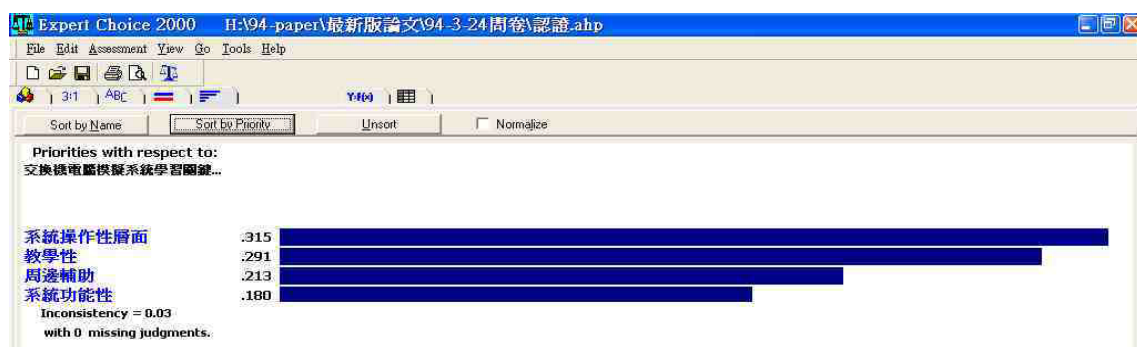
整體層級一致性指標分別為一般初學使用者0.00，證合格使用者0.03，且兩群中各層級的一致性指標皆小於0.1(詳示於下列各表)，符合Saaty的建議條件，故知兩族群評選影響電腦模擬系統學習關鍵要素權重值皆屬良好可接受。

(一)主因素重要度認知分析

本層的構面項目分別為系統操作性層面、系統功能性層面、教學性層面、周邊輔助層面，經 AHP 分析整理所得結果列示於圖四、五及表五：



圖四 一般初學使用者-各主因素層面問卷分析圖



圖五 認證合格使用者-各主因素層面問卷分析圖

表五 主因素優評選先值分析（資料來源：作者繪製）

評選因素 \ 受訪對象	一般初學使用者	順序	認證合格使用者	順序
系統操作性層面	0.306	1	0.315	1
系統功能性層面	0.241	2	0.180	4
教學性層面	0.230	3	0.291	2
周邊輔助層面	0.223	4	0.213	3
一致性指標	0.00		0.03	

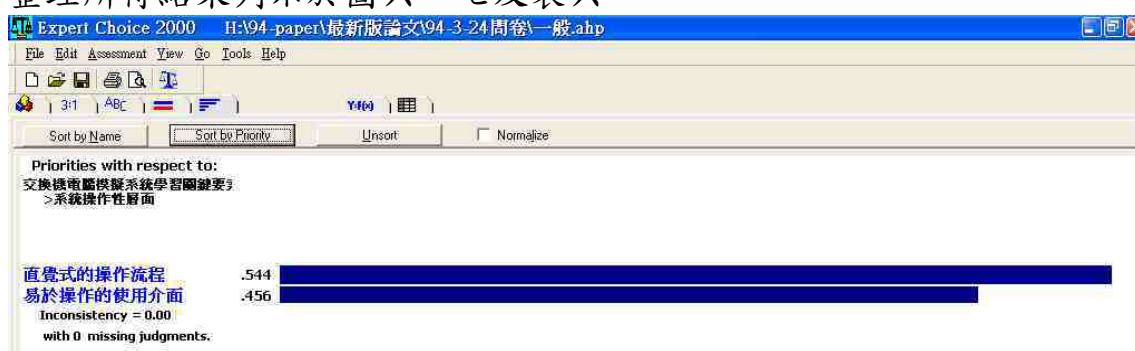
由上表可知，兩族群皆對「系統操作性層面」賦予較高的權重，因此，為爾後製作交換機電腦模擬系統軟體者共同重視的目標。一般初學使用者族群對「系統功能性層面」、「教學性層面」以及「周邊輔助層面」的重視程度相當接近，但與最高權值要素則存在有一段差距；認證合格使用者族群視「教學性層面」為次要的影響因素，其權值與最具影響要素極為近似，此外，排名第三及第四的「周邊輔助層面」「系統功能性層面」權值差異頗大。

由以上權值分析，學習者學習目標不同，導致對學習方式或觀點有所不同，

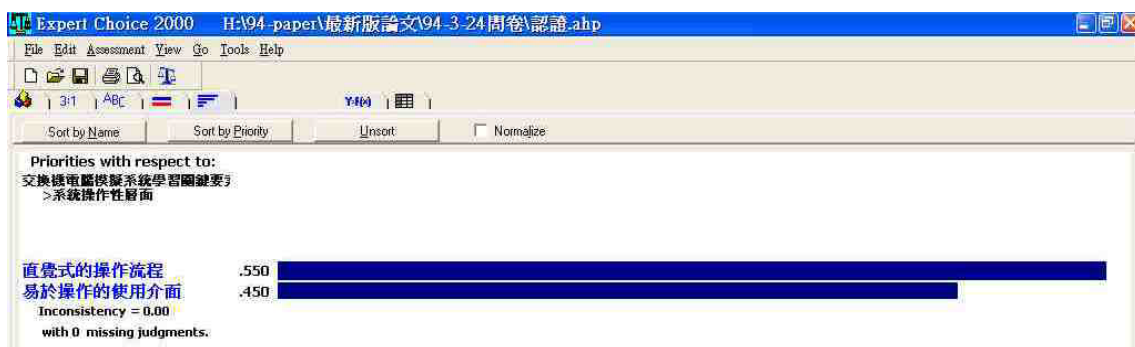
但對於裝備系統操作性需求是一致的，一般初學使用者對於其他構面卻未有明顯差異的重視程度，因為一般初學者並未實施術科測驗，所以對於其他功能層面並未十分在意，而認證合格使用者則認為教學性構面為次要重要因素，可以研判因為認證合格者經過關驗證(術科測驗)的壓力後，深知迫切需要教學上的輔導，在學習態度上已經由被動者成為主動積極學習者，所以認為第三為周邊輔助層面，而系統功能則落居末座，得知認證學習者著重於術科測驗的科目及題型，對模擬系統的功能層面並不在意。

(二)系統操作性層面要素分析

本層的構面項目分別為直覺式的操作流程、易於操作的使用介面，經 AHP 分析整理所得結果列示於圖六、七及表六：



圖六 一般初學使用者-系統操作性層面



圖七 認證合格使用者-系統操作性層面

表六 系統操作性層面次因素評選優先值分析（資料來源：作者繪製）

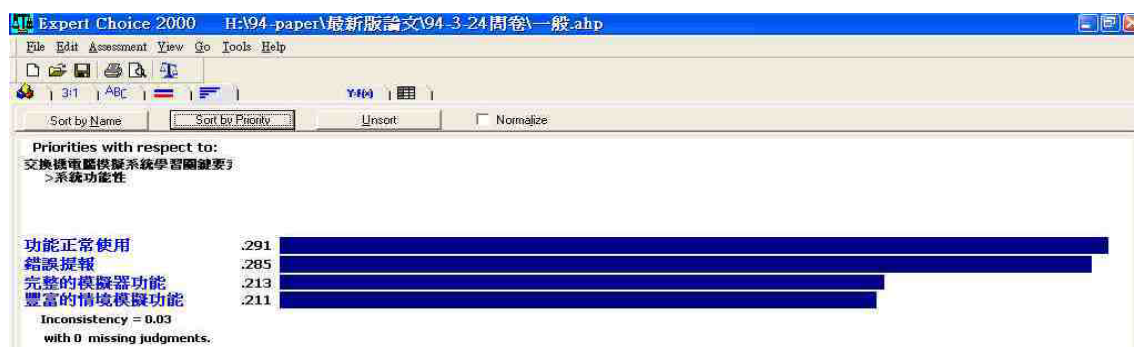
受訪對象 評選因素	一般初學 使用者	順序	認證合格 使用者	順序
直覺式的操作流程	0.544	1	0.550	1
易於操作的使用介面	0.456	2	0.450	2
一致性指標	0.00		0.01	

由上表可知，兩族群皆對「直覺式的操作流程」賦予較高的權重，重視模

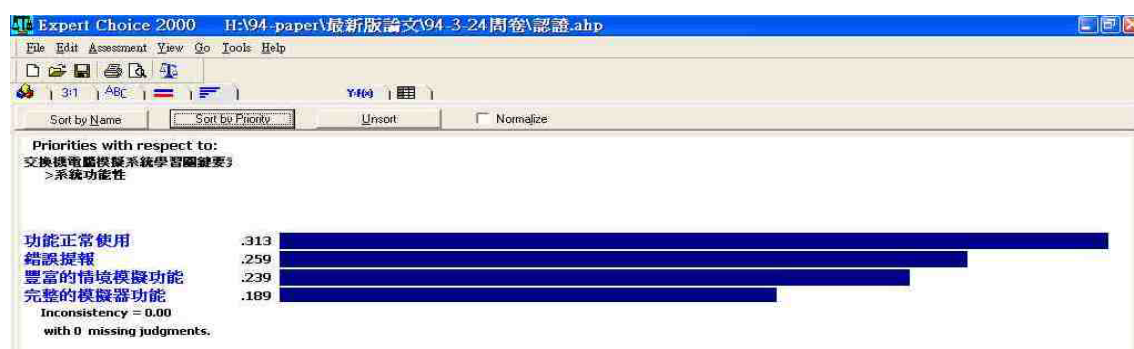
擬系統的操作流程應該符合使用者過去對交換機的操作經驗，也就希望交換機電腦模擬系統能夠在模擬程度的逼真度愈符合交換機愈好，此項因素為爾後製作交換機電腦模擬系統軟體者共同重視的因素，而「易於操作的使用介面」與「直覺式的操作流程」因素兩者權重比數相差不多，也說明了「易於操作的使用介面」仍是學習者對製作教學軟體時應注意的重要因素之一。

(三)系統功能性層面要素分析

本層的構面項目分別為豐富的情境模擬功能、完整的模擬系統功能、功能正常使用(穩定性)、錯誤提報，經 AHP 分析整理所得結果列示於圖八、九及表七：



圖八 一般初學使用者-系統功能性層面



圖九 認證合格使用者-系統功能性層面

表七 系統功能性層面次因素評選優先值分析（作者繪製）

受訪對象 評選因素	一般初學 使用者	順序	認證合格 使用者	順序
豐富的情境模擬功能	0.211	4	0.239	3
完整的模擬系統功能	0.213	3	0.189	4
功能正常使用(穩定性)	0.291	1	0.313	1
錯誤提報	0.285	2	0.259	2
一致性指標	0.03		0.00	

在系統功能性構面上，兩族群在因素的評選上，皆認為「功能正常使用(穩

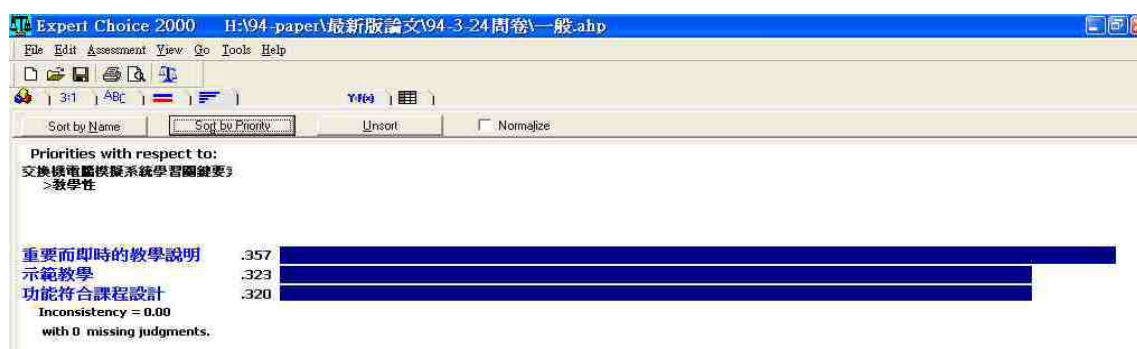
定性)」最為重要，次重要因素是「錯誤提報」的看法是一致的，而對「豐富的情境模擬功能」及「完整的模擬系統功能」的認知卻有所不同；但在兩族群中，「錯誤提報(0.285、0.259)」與列居首位的「功能正常使用(穩定性)(0.291、0.313)」之間的差距認知有所不一樣，可以得知認證合格使用者較著重於功能正常使用(穩定性)，而一般初學者則較不明顯。

經由上述可知，交換機電腦模擬系統功能能夠正確無誤及穩定地運作是學習者最重視的層面，一旦系統功能正常使用後，在學習過程中才能有效地進行後續的學習活動，在學習過程之中學習者則注重於即時的錯誤提示與指導訊息，可以立即改正，減少操作學習時間的浪費，所以兩者就學習者而言為重要的選項。

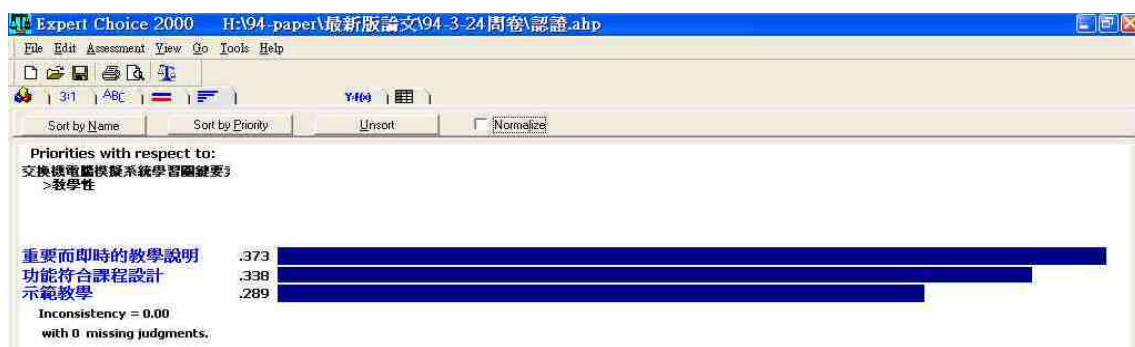
一般初學者於「豐富的情境模擬功能(0.211)」與「完整的模擬系統功能(0.213)」因素兩者權重比數相差不多，說明了初學者因學習目標較為簡單，因為一般初學者無術科測驗所以與其考試無直接的關係，因此對於系統之間情境模擬功能並不十分重視，僅重視交換機單機上的功能；認證合格使用者在「豐富的情境模擬功能(0.239)」與「完整的模擬系統功能(0.189)」因素兩者權重比數有所差距，且著重於豐富的情境模擬功能，因為此功能提供交換機使用時用戶線首碼及各種不同種類中繼線路的設定與操作情境，與專業認證術科題目有關，所以學習者的認知上認為除了系統上的基本功能外此項仍屬重要，可以在題目及各種情境的設計上若能與術科測驗題型相結合，將會增加學習者的興趣，可做為模擬系統的參考準據。

(四)教學性層面要素分析

本層的構面項目包含有重要而即時的教學說明、功能符合課程設計、示範教學三個面向，經 AHP 分析整理所得結果列示於圖十、十一及表八：



圖十 一般初學使用者-教學性層面



圖十一 認證合格使用者-教學性層面

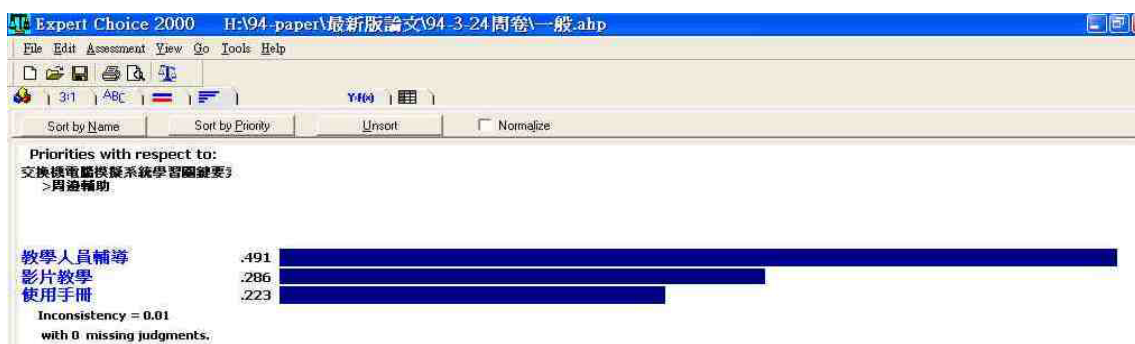
表八 教學性層面次因素評選優先值分析（作者繪製）

受訪對象 評選因素	一般初學 使用者	順序	認證合格 使用者	順序
重要而即時的教學說明	0.357	1	0.373	1
功能符合課程設計	0.320	3	0.338	2
示範教學	0.323	2	0.289	3
一致性指標	0.00		0.00	

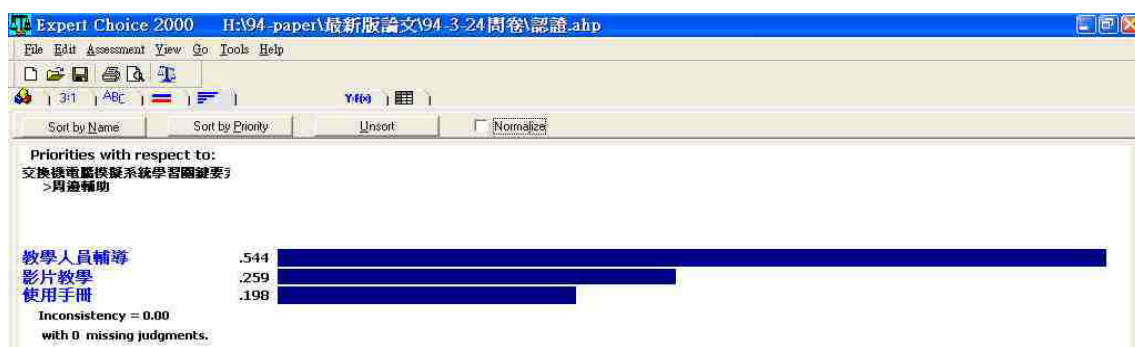
在教學性層面上，兩族群在因素的評選上皆認為「重要而即時的教學說明」最為重要，一般初學使用者族群次要因素是「示範教學」，再其次是「功能符合課程設計」，兩者之間的優先值差距不大；但在認證合格使用者族群在，卻認為「功能符合課程設計(0.338)」為次要因素，並與第三要素「示範教學(0.289)」有明顯的差距，探究其原因仍與學習目標有關，也就是不同的學習目標應該針對要求標準實施不一樣的課程設計，才能符合學上的需求，增加學習成效。

(五)周邊輔助層面要素分析

本層的構面項目分別為教學人員從旁輔導、影片教學、使用手冊三個因素層面，經 AHP 分析整理所得結果列示於圖十二、十三及表九：



圖十二 一般初學使用者-周邊輔助層面



圖十三 認證合格使用者-周邊輔助層面

表九 周邊輔助層面次因素評選優先值分析（作者繪製）

評選因素 \ 受訪對象	一般初學使用者	順序	認證合格使用者	順序
教學人員從旁輔導	0.491	1	0.544	1
影片教學	0.286	2	0.259	2
使用手冊	0.223	3	0.198	3
一致性指標	0.01		0.00	

在周邊輔助層面上，兩族群在因素的評選上皆認為「教學人員從旁輔導」最為重要，再其次是「影片教學」，最後為「使用手冊」，顯示學習者於周邊輔助的認知是一致的。

經由以上所述可以得知，學習者仍希望獲得教學人員予以個別輔導，但在現實面而言，若學習者都需要教學人員從旁輔導，所浪費教學資源甚大，而且在教學上也無法負荷，僅適合強化學習能力差或進度落後的學習者；根據受訪者問卷顯示影片的教學層面優於使用手冊的教學方式，也就是說在電腦模擬系統的學習上關於周邊輔助層面應該著重多媒體影片教學上的製作，製作淺顯易懂的影片教學，以獲取學習者的認同。

(六)AHP 分析之結果整合

根據上述的分析結果，可個別整理兩族群中影響交換機電腦模擬系統學習中之各項要素的層級權重值，其見下表十與表十一：

表十 一般初學者對影響交換機模擬系統學習變數各層級權值（作者繪製）

第一層	第二層	第三層
習腦影 關模響 擬擬交 鍵換 系統機 要統機 素學電	系統操作性層面 (0.306)	直覺式的操作流程(0.554)
		易於操作的使用介面(0.456)
		一致性指標=0.00
	系統功能性層面 (0.241)	豐富的情境模擬功能(0.211)
		完整的模擬系統功能(0.213)

		功能正常使用(穩定性)(0.291)
		錯誤提報(0.285)
		一致性指標=0.03
	教學性層面 (0.230)	重要而即時的教學說明(0.357)
		功能符合課程設計(0.320)
		示範教學(0.323)
		一致性指標=0.00
	周邊輔助層面 (0.223)	教學人員從旁輔導(0.491)
		影片教學(0.286)
		使用手冊(0.223)
		一致性指標=0.01

(註：括號內數字為權重值)

表十一 認證合格者對影響交換機模擬系統學習變數各層級權值（作者繪製）

第一層	第二層	第三層
影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素	系統操作性層面 (0.315)	直覺式的操作流程(0.550)
		易於操作的使用介面(0.450)
		一致性指標=0.01
	系統功能性層面 (0.180)	豐富的情境模擬功能(0.239)
		完整的模擬系統功能(0.189)
		功能正常使用(穩定性)(0.313)
		錯誤提報(0.259)
		一致性指標=0.00
	教學性層面 (0.291)	重要而即時的教學說明(0.373)
		功能符合課程設計(0.338)
		示範教學(0.289)
		一致性指標=0.00
	周邊輔助層面 (0.213)	教學人員從旁輔導(0.544)
		影片教學(0.259)
		使用手冊(0.198)
		一致性指標=0.00

(註：括號內數字為權重值)

(七)影響交換機模擬系統學習要素之排序和比較

本研究的影响要素構面計有四項要素，依此再區分成十二項細項要素。經由前述分析所得之權值進行乘積運算後，即求得群別各個細項要素對學習成效的貢獻值，再將二集群進行比較，可得群別認定各項要素的貢獻值差異，其計算結果見下表十二：

表十二 群別影響交換機模擬系統學習要素貢獻權值及其差異值（作者繪製）

細項要素	一般初學使用者族群(C1)	認證合格使用者族群(C1)	差異值 (C1-C2)	差異絕對值 C1-C2
1.直覺式的操作流程	0.167	0.173	-0.006	0.006
2.易於操作的使用介面	0.139	0.142	-0.003	0.003
3.豐富的情境模擬功能	0.051	0.043	0.008	0.008
4.完整的模擬系統功能	0.051	0.034	0.017	0.017
5.功能正常使用(穩定性)	0.070	0.056	0.014	0.014
6.錯誤提報	0.069	0.047	0.022	0.022
7.重要而即時的教學說明	0.082	0.108	-0.026	0.026
8.功能符合課程設計	0.074	0.098	-0.024	0.024
9.示範教學	0.074	0.084	-0.010	0.010
10.教學人員從旁輔導	0.109	0.116	-0.007	0.007
11.影片教學	0.064	0.055	0.009	0.009
12.使用手冊	0.050	0.042	0.008	0.008

根據上表之差異絕對值欄經由排序，將獲知群別因對影響學習的關鍵因素認定的不同，其所導致各細項因素之貢獻度是否有所差異。排序結果示於下表十三：

表十三 群別影響交換機模擬系統學習之要素貢獻值差異排序（作者繪製）

排序	細項要素	差異絕對值 C1-C2
1	易於操作的使用介面	0.003
2	直覺式的操作流程	0.006
3	教學人員從旁輔導	0.007
4	豐富的情境模擬功能	0.008
5	使用手冊	0.008
6	影片教學	0.009
7	示範教學	0.010
8	功能正常使用(穩定性)	0.014
9	完整的模擬系統功能	0.017
10	錯誤提報	0.022
11	功能符合課程設計	0.024
12	重要而即時的教學說明	0.026

（註：C1 群為「一般初學使用者族群」；C2 群為「認證合格使用者族群」）

由於一般初學使用者族群和認證合格使用者族群對影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素認知上的差異，致使各個細項學習要素對群別使用者之貢獻產生差異。其中權值相差 0.02 以上的要素有三項，分別是錯誤提報、功能符合課程設計與重要而即時的教學說明（權值差異詳見上表），表示兩群之使用者對此三項要素有較大的認知差距。

此外，權值相差小於 0.01 者亦有六項，分別為易於操作的使用介面、直覺式的操作流程、教學人員從旁輔導、豐富的情境模擬功能、使用手冊與影片教學（權值差異詳見上表），表示兩群使用者對此六項要素的認知差距較小，可能同時受到重視，亦或二者皆給予較小的權值(余幸真，2001)。

為再進一步得知兩集群對影響交換機電腦模擬系統學習關鍵要素之認定差異內容，將分別對兩群的細項要素權值進行排序，並計算累計權值。結果如下表十四所示：

表十四 群別影響交換機模擬系統學習要素權重之排序及累計值（作者繪製）

排序	細項要素	C1 群 累計權值	細項要素	C2 群 累計權值
1	直覺式的操作流程	0.167	直覺式的操作流程	0.173
2	易於操作的使用介面	0.139	易於操作的使用介面	0.142
3	教學人員從旁輔導	0.109	教學人員從旁輔導	0.116
4	重要而即時的教學說明	0.082	重要而即時的教學說明	0.108
5	功能符合課程設計	0.074	功能符合課程設計	0.098
6	示範教學	0.074	示範教學	0.084
7	功能正常使用(穩定性)	0.070	功能正常使用(穩定性)	0.056
8	錯誤提報	0.064	影片教學	0.055
9	影片教學	0.064	錯誤提報	0.047
10	豐富的情境模擬功能	0.051	豐富的情境模擬功能	0.043
11	完整的模擬系統功能	0.051	使用手冊	0.042
12	使用手冊	0.050	完整的模擬系統功能	0.012

（註：C1群為「一般初學使用者族群」；C2群為「認證合格使用者族群」）

個別觀察上表所列之兩集群要素排序在前四名的項目和累計權重發現，兩族群皆重視直覺式的操作流程、易於操作的使用介面、教學人員從旁輔導、重要而即時的教學說明之層面。

此外，參照表十四 所羅列的前六項變數，可發現易於操作的使用介面、直

覺式的操作流程、教學人員從旁輔導、使用手冊、豐富的情境模擬功能與影片教學等六項要素，不但同受兩集群使用者重視，被賦予的權重亦相近，表示群間對於學習上的表現認定雖具差異，但此六項要素對研究主題的貢獻度並無二致。而有關豐富的情境模擬功能、影片教學與使用手冊等三項變數，雖然二群間權重亦相近，但在排序上，皆位列於前四項重要因素之外，亦認定其不足為重要關鍵因素；但對於重要而即時的教學說明變數，雖然二群間有較大的權值差距，但在排序上，皆位列於前四項重要因素之中，亦認定其為重要關鍵要素。

所以經本研究分析得知影響交換機模擬系統學習關鍵要素有「直覺式的操作流程」、「易於操作的使用介面」、「教學人員從旁輔導」、「重要而即時的教學說明」四個關鍵要素。

捌、結論

一、尋找出影響交換機電腦模擬系統學習的主次因素

本研究收集國內、外相關影響電腦模擬系統學習方面之文獻，並對實際參與交換機課程講授及從事這方面領域之專家予以訪談，加上本身在學校也是交換機講授教官及電腦模擬系統軟體製作編組人員，所以對於交換機電腦模擬系統學習也有實際接觸經驗。經由從文獻及專業人士的訪談中，以及本研究分析後結果獲得四個影響交換機電腦模擬系統學習主要因素如下：

- (一)系統操作性層面。
- (二)系統功能性層面。
- (三)教學性層面。
- (四)周邊輔助層面。

並透過主要因素逐一推展出十二個相關的次因素，作為本研究評選關鍵要素之項目。

- (一)直覺式的操作流程。
- (二)易於操作的使用介面。
- (三)豐富的情境模擬功能。
- (四)完整的模擬系統功能。
- (五)功能正常使用(穩定性)。
- (六)錯誤提報。
- (七)重要而即時的教學說明。
- (八)功能符合課程設計。
- (九)示範教學。

(十)教學人員從旁輔導。

(十一)影片教學。

(十二)使用手冊。

二、影響交換機電腦模擬系統學習之最重要主、次因素

針對不同學習者實施影響交換機電腦模擬系統學習之關鍵要素問卷調查後，本研究發現如下：

(一)在主要因素層面-以「系統操作性層面」為最重要因素。

(二)在各次因素層面：

1.系統操作性層面-以「直覺式的操作流程」為最重要因素。

2.系統功能性層面-以「功能正常使用(穩定性)」為最重要因素。

3.教學性層面-以「重要而即時的教學說明」為最重要因素。

4.周邊輔助層面-以「教學人員從旁輔導」為最重要因素。

三、影響交換機模擬系統學習關鍵要素之遴選

本研究的影響主次要因素構面計有四大項及十二細項，透過不同族群使用者評選後獲得相關的權值，研究分析發現「影響交換機模擬系統學習關鍵要素」共有四項並依其重要優先順序為：

(一)直覺式的操作流程。

(二)易於操作的使用介面。

(三)教學人員從旁輔導。

(四)重要而即時的教學說明。

四、實務上之建議

(一)增加動態影像及互動機制

根據本研究分析得知交換機電腦模擬系統學習系統，可增加動態輔助教學網頁設計來提高學員的學習動機及興趣，以增加學習成效。學員可以利用 Web Camera 跟老師及助教進行面對面即時溝通，即時討論功課，學員可藉此立即獲得問題解答，提昇學員的滿意度。

(二)給不同課程學習的學員，搭配不同的測驗題目及學習環境

由研究結果中可以發現，不同學習者因學習目標不同，對教學環境的需求也是不一樣的，因此組織在進行教育訓練時，應針對不同課程學習的學員給予不同教學方式，透過測驗題目的內容設計，衍生出不同的要求標準，如此方能使教育訓練效果達到最大化。

(三)增加教官測評及學習者資料庫建立功能

在專家訪談中我們可以得知，電腦教學系統除了滿足學生的需求外，更應

提供教官作測驗認證的功能，使其能夠針對學習較差的學生加強教育訓練，提高學生的合格率，避免教學資源的浪費，建立學生相關學習資料、背景..等資料庫，透過資料的分析篩選，尋找出影響學習的因素與關鍵點，可作為爾後選擇兵源的參考，剔除不利的因素後使所訓練出的操作手能夠更符合部隊的需要，更可刪除不必要的課程內容，縮短教學時程及減少教學投資上的浪費。

註釋

- 1.陳繁興，工專電機科學生使用電腦模擬軟體對組合邏輯電路設計能力之影響研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫，（1997）。
- 2.林炎旦，工業職業教育教材教法之檢討與改進，國立臺灣師範大學教育研究中心：師資培育的理論與實務學術研討會論文集，（1996）。
- 3.古永明，半導體晶圓廠氣體偵測監控之電腦輔助訓練系統發展，國立清華大學工業工程與工程管理學系，（2003）。
- 4.徐美香，國術忠義拳套路 Web3D 電腦輔助學習教材之研究，國立體育學院，（2003）。
- 5.何宗翰，圖形化呈現方式應用於行動電話人機介面之研究，中原大學資訊管理研究所，（2003）。
- 6.梁佳玲，影響網路學習成效之因素研究，屏東科技大學資訊管理系，（2002）。
- 7.蔡孟宏，台北市國民教育輔導團組織運作與功能發展之研究，國立台北師範學院教育政策與管理研究所，（2004）。
- 8.張文鐘，電腦化訓練課程軟體編製~戰車射擊訓練模擬系統，國立臺灣師範大學工業教育研究所，（1985）。