

—簡民儒—

VR產業強化戰備訓練之研究

提要

- 一、科技對未來的作戰影響廣續進行，高新技術武器不斷推陳出新，以資訊化為主軸的軍事改革加速進展，而現代作戰已不同於以往，朝作戰行動快與應變時間短的趨勢演進，對戰鬥人員的學能與戰技能力，以及軍隊的戰術戰法與協同能力都是一項挑戰。
- 二、以電腦為基礎的虛擬實境技術在戰備訓練、作戰指揮和戰術探討等國防領域上已獲得豐碩成果，解決軍事作戰中很多實務疑慮，許多軍事強國已投入相當人力、財力與物力進行研究，被當成提升作戰效能及軍隊建設的有效工具，本文將就其定義、特性、技術、美軍應用作探討，並對國軍戰備訓練提出建議。

關鍵詞：虛擬產業、戰備訓練、資訊作戰

圖片來源：DoD



壹、前言

國軍教戰總則第13條（軍事教育篇）、第14條（軍隊訓練篇）及第17條（研究發展篇），已簡明扼要的綜述國軍應以「研究有效之戰具戰法，以求制敵勝敵；針對敵情，摹擬實戰；發揮集體智慧，持續研究發展」等手段來建軍備戰。¹

105年6月3日，行政院長林全先生在國會議場裡，頭戴虛擬實境裝置與立委就「亞洲矽谷園區」等議題進行「互動」質詢，不但震撼了全場，也展現我國在資訊科技的研發能力，創下國會問政首例，而院長答詢時表示虛擬產業已列在政府推動的五大創新產業計畫中；² 另從近幾年各種新聞媒體、報章雜誌及文獻研究得知，世界各國在面對新的軍事技術變革，均盡力應用科研技術發展新式裝備武器，探索可用的模擬訓練方式，強化作戰技能以提升軍事實力。尤以美軍，在研發及利用該技術上更是首屈一指，其為使部隊官兵在訓練的過程中，獲得近似於戰場的經

驗，適應作戰需要，設立了「虛擬訓練暨準則司令部」，藉虛擬實境技術有效運用於各項軍事教學上，提升整體戰力。³

研究指出，人類對聲響、圖像等感官的理解能力優於對文字、數字等抽象訊息，⁴ 而「虛擬實境（Virtual Reality, VR）」技術即是將電腦產生的各種信息通過數據頭盔、圖形眼鏡、立體聲耳機和數據手套等傳輸感應出來，⁵ 模擬現役武器進行戰備訓練時，能逼真地顯示進行作戰任務時的虛擬場景，並訓練指揮官與戰鬥人員行為與思考的能力，減少實裝實彈訓練的風險；軍隊可在相同駐地位置進入不同虛擬環境或不同駐地位置進入到相同的虛擬環境，甚至可以協同陸軍、海軍、空軍等不同軍種完成聯合軍事演習，達到省錢、省時之效益。

全球著名社群公司「Facebook」在2016年斥資20億美元收購虛擬實境製造商「Oculus Rift」，刻正推出改變人們在體育運動消費方式的計畫，於美國職籃NBA總決賽時能售出無限個「相同」的虛擬座位，且價格由原先3

1 國軍教戰總則（國防部），民國96年12月25日，頁2~4。

2 立法院，〈議事轉播IVOD〉，<http://ivod.ly.gov.tw>，檢索日期：民國105年6月20日。

3 傅志豪，〈運用美國陸軍「虛擬實境」技術導入國軍軍事教育訓練之研究〉《聯合後勤季刊》（桃園），第23期，民國99年11月，頁133。

4 朱啟明，〈多媒體教材對國小六年級低語文能力學生閱讀學習成效之研究〉（臺東：國立臺東大學語教系碩士論文，民國94年），頁142~145。

5 同註3，頁128。

6 譚成好，〈Facebook的下一個收入來源會是NBA比賽〉，雷鋒網，<http://www.leiphone.com/news/201502/HYr5CQB7AxsbxOG3.html>，檢索日期：民國106年1月20日。

萬美元降到百分之一甚或不到，將能讓成千上萬的球迷花費少許錢來體驗籃球賽事。⁶

另歌手周杰倫先生於2013年演唱會時，利用虛擬重建技術讓已故鄧麗君小姐穿越時空回到舞臺一同演唱經典金曲《你怎麼說》，最令人訝異的是鄧小姐竟然還在會場為周杰倫的歌曲《紅塵客棧》和《千里之外》獻聲（如圖一）。⁷

國軍身處臺灣這塊四面環海的土地，無論在空域、海域及陸地面積狹小的限制下，再加上國內為了發展經濟不得不釋出的軍事資源，可以預見可用來做為戰備訓練的場地將會愈來愈少，以及現今武器愈來愈精良需要中高級專長的操作訓練也更多，因此如何利用資訊科技解決這些問題，為本文



圖一 以虛擬重建技術與已故歌手演唱

（資料來源：同註7）

主要探討。

貳、虛擬實境的簡介

一、虛擬實境的定義⁸

虛擬實境亦稱人工世界，是一項系統模擬的新興技術，就字面上解釋是「從無到有創造擬真多維真實環境」，而情境提供者就是靠電腦系統的資料處理以及運算能力來模擬產生即時投映實物變化的虛擬情境，藉由特殊的使用者界面、頭盔顯示器、資料手套等輔助感測設備讓使用者進入該虛擬世界中進行各種虛幻的感覺互動，虛擬實境的實現使我們不用出門就能有身歷其境的感覺。

虛擬實境技術包括電腦圖形、電腦視覺、資訊技術、感測技術、模擬技術、多媒體技術、語音識別、人機介面、軟體工程、網路技術和人工智慧等技術，以及配合各式相容的週邊設備整合而成之產物，達成人與機器溝通互動的一種新界面，互動作用皆由此VR系統來控制，如使用者在真實世界轉頭之動作透過設備感測後傳送到虛擬世界中，再經由電腦處理計算後，將轉頭後應該看到的影像顯示在設備中。⁹

- 7 張嘉伶、洪綾襄，〈周杰倫斥資上億和鄧麗君跨時空飆歌〉，財訊，http://thly.wealth.com.tw/article_in.aspx?nid=6676，檢索日期：民國105年6月20日。
- 8 張敬旺，王定偉，〈互動式虛擬實境技術淺談-運動健身器材應用〉《鞋技通訊》，第134期，民國93年6月，頁24~27。
- 9 周宣光，〈虛擬實境在軍事訓練上的系統開發模式與應用〉《技術學刊》（臺北），第15卷第1期，民國89年3月，頁79~87。

二、虛擬實境的特性

隨著生活品質的改善，顯示技術不斷地向前超越，從早期的黑白、彩色陰極射線管電視到現在的輕薄、高畫質液晶顯示器，都是為了追求更真實的影像品質；除了影像色彩的要求外，顯示技術也從2D平面發展至3D立體空間，提供了三維空間的立體感受，並且被廣泛的應用於電影特效技術中，¹⁰讓觀眾仿佛走進去電影情境裡，具有較強的視覺震撼感。而相較於3D技術，虛擬實境技術則能提供一個更加完善的虛擬環境並進行互動，不僅眼看、耳聽、手摸，連鼻聞及舌嘗都像真的。美國科學家Burdea G在1993年的世界電子年會中提出，任何一個虛擬實境都可以用三個「I」來描述其基本內涵，亦稱為「3I」理論，分別是身歷其境（Immersion）、想像空間（Imagination）與互動關係（Interaction）等三項，¹¹詳述如后：

（一）身歷其境（Immersion）：或稱沉浸度，是虛擬實境最終要呈現的境界，透過所穿戴的各式感測設備來反饋身體感知器官受到刺激後，藉助電腦統合計算產生符合自然現象的虛擬互動情境，使人有「身歷其境」的感受，包括視覺沉浸、聽覺沉浸、觸覺沉浸、

身體沉浸與嗅覺沉浸等。如中科院在2015年「國際航太科技暨國防工業展」發表了一套已研發完成的「沉浸式互動射擊模擬系統」（如圖二），係由「主控臺分系統」、「影音通訊系統」、「目標物分系統」、「感測分系統」與「運動平臺分系統」等五大系統整合了人體姿態感應器、主控臺、頭戴顯示器與通訊系統等裝置，由6人為一組穿戴全副武器裝備，搭配特定數位內容的任務在模擬機臺原地奔跑，藉由旁邊螢幕顯示戰場情景互動溝通，參與人員可在3D虛擬實境與隊友進行小部隊戰鬥演練，雖然在展示現場的畫面看起來像生存遊戲，實際上卻可為軍隊創造一個立體的戰場環境，提高戰備訓練的成效，¹²也就是在戰備訓練中模擬戰場三維環境（地形、氣候、武器、裝備和作戰人員）以及各類聲響（槍砲聲、爆炸聲、砍殺聲、車輛聲等），值得一提的是「運動平臺分系統」更改善了美軍研發的「步兵沉浸式訓練系統」會因為士兵與士兵間活動造成的相互碰撞及不安全感的缺點。¹³

（二）想像空間（Imagination）：是指透過VR的技術將人們腦中所構想的虛擬環境展現出來，同時使人沉浸在這個環境中獲取新

10 黃怡菁等，〈3D立體顯示技術〉《科學月刊》（臺北），第451期，西元2010年7月，頁46。

11 維基百科，〈虛擬實境〉，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw>，檢索日期：民國105年6月20日。

12 楊佳穎，〈3D模擬小部隊戰鬥！航太展秀「沉浸式互動射擊系統」〉，東森新聞雲，<http://sports.ettoday.net/news/548903>，檢索日期：民國105年6月20日。

13 江月玲，〈沉浸式互動射擊模擬系統〉《新新季刊》（桃園），第44卷第1期，西元2016年1月，頁204~206。



圖二 沉浸式互動射擊模擬系統-中科院研發

(資料來源：東森新聞雲/徐文彬攝)

的知識或產生新的想法以便完成特定工作。例如在基本跳傘的軍事訓練上，以往在訓練時不僅耗費相當大的人力物力，使用跳臺也不夠逼真，但在電腦虛擬實境的世界裡，使用者透過想像空間的創造，卻可以用很低的成本與較安全的方式，在相同的配備與場景

下，藉由對虛擬環境及虛擬裝備的反覆體驗與模擬操作不同狀況來增強跳傘技能，呈現了不同的訓練方式與效果。如解放軍在2016年引進了能想像創造出跳傘時應該會出現有關跳傘的各種視覺、聽覺、觸覺景況的虛擬訓練系統，學員們戴上特製的VR眼鏡，穿上電腦控制的背帶系統，配合軟體模擬，不僅可以同步看到在空中的真實場景，還能隨著操縱過程感受空中姿態的改變，一旁的教官則從第三視角監控學員

在虛擬空中的處置情況，判斷其處置正確或者錯誤，打破了傳統的地面訓練。據報導，學員經由這套設備訓練後，鑑測合格率达75%，返回單位執行跳傘任務，事故率較以往降低了近10%，有效提升空降訓練效益（如圖三）。¹⁴



圖三 解放軍空降兵利用VR眼鏡訓練跳傘

(資料來源：同註14)

14 潘凱恩，〈解放軍空降兵利用VR眼鏡訓練跳傘優秀率達75%〉，觀察者網軍事頻道，http://www.guancha.cn/military-affairs/2016_02_26_352191_s.shtml，檢索日期：民國105年6月20日。

(三) 互動關係 (Interaction)：視覺與聽覺的沉浸將使用者帶進虛擬的世界，但是對虛擬環境內事物的可操作程度和即時回饋程度的直接互動關係才是VR系統的最大特點，這種互動必須借助各種專用的三維感測設備，試想使用者身處在軍事模擬訓練戰場，除了像在生存遊戲中一樣提槍移動、出槍瞄準、閃避敵人火網線，倘若此時能再嗅到槍彈火藥味，感受到被彈藥爆炸時彈飛的碎片碰觸，感受到握拳擊倒對方時的衝擊力，那將帶來更逼真強烈的「沉浸式體驗」。反觀以3D多媒體動畫來比較上述訓練場景的互動關係，所呈現的動畫舉止是事先製作好且數量有限的內容，且每個幾秒鐘動作卻需要經由電腦計算數分鐘後繪製而成；而VR技術卻是運用具光學原理的感測系統來捕捉物件之動作，即時繪出應該看見的畫面，目前市面上大概有「體感」、「控制器」與「動態偵測」等類型的感測設備，包含陀螺儀、手持控制器、頭盔顯示器、資料手套及滑鼠等。¹⁵

三、虛擬實境的技術

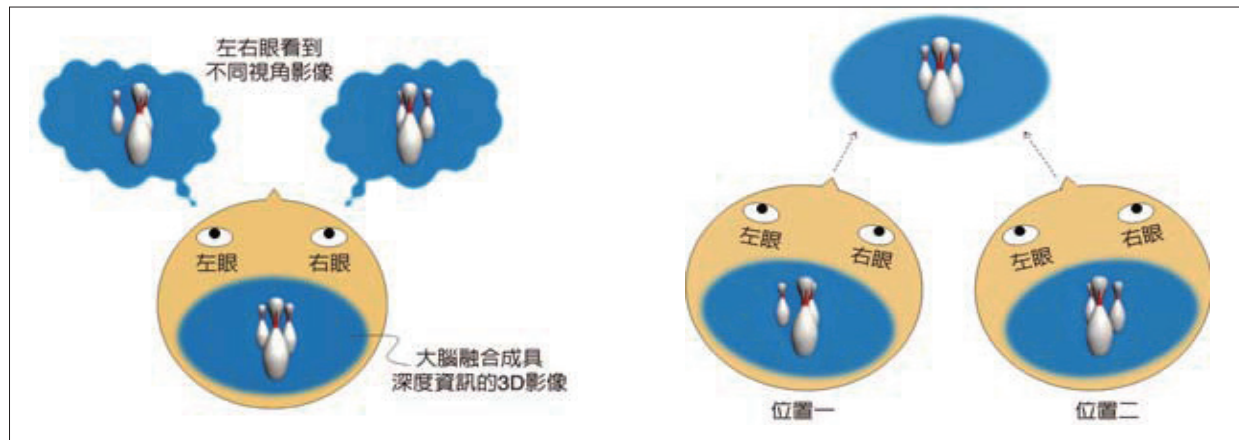
虛擬實境系統的目標是使用者可以融入由電腦「憑空捏造出的似真情境」內，與之進行視、聽、觸、嗅覺等全方位的互動，並且能夠即時互動回應。要實現這種目標除了需要專業的硬體設備外，還必須有相關技術及軟體，在此簡介三種VR較為成熟的技術。

(一) 視覺沉浸：主要是利用立體顯示技術，由於人的雙眼相距約6~8cm，視角略有不同，因此觀察事物的畫面會有些微的差別，學理上稱為視差。而人腦能將這種兩眼視差所得圖像融合產生有空間感的立體視覺影像，也就是當我們想觀看3D立體影像，必須想辦法利用立體顯示器讓左眼與右眼「分別」而且「只有」接受到有視差的個別影像，¹⁶VR系統就是利用穿戴立體眼鏡或專業顯示裝置來觀看同一事物場景，使左右兩眼只會看到與之相應的影像產生視線並交會於三維空間上的一個點，經由大腦創造出具三維深度的立體資訊圖（如圖四）。

(二) 聽覺沉浸：站在鐵路旁，當火車從前面飛駛經過，將能聽到普通立體聲和三維立體聲。日常生活中聽到的立體聲是來自於左右聲道，雖然有左右聲道之分，但就整體效果而言，能感覺到立體聲來自聽者面前的某個平面，而非像有人在背後喊話時聲音來自於聲源；而VR系統中的三維虛擬聲音，應用了包括「雙耳效應」、「耳廓效應」、「頻率濾波效應」與「頭部相關傳輸函數HRT」等聽音原理，虛擬創造了實際聲源在人耳處的聲波狀態，使人腦在相應空間方位上產生相對應的聲像，目的讓使用者可以在虛擬場景中聽聲辨位，完全符合現實環境中聽力系統的要求。如戰場虛擬訓練系統中，當使用者聽

15 同註8。

16 同註10，頁46~47。



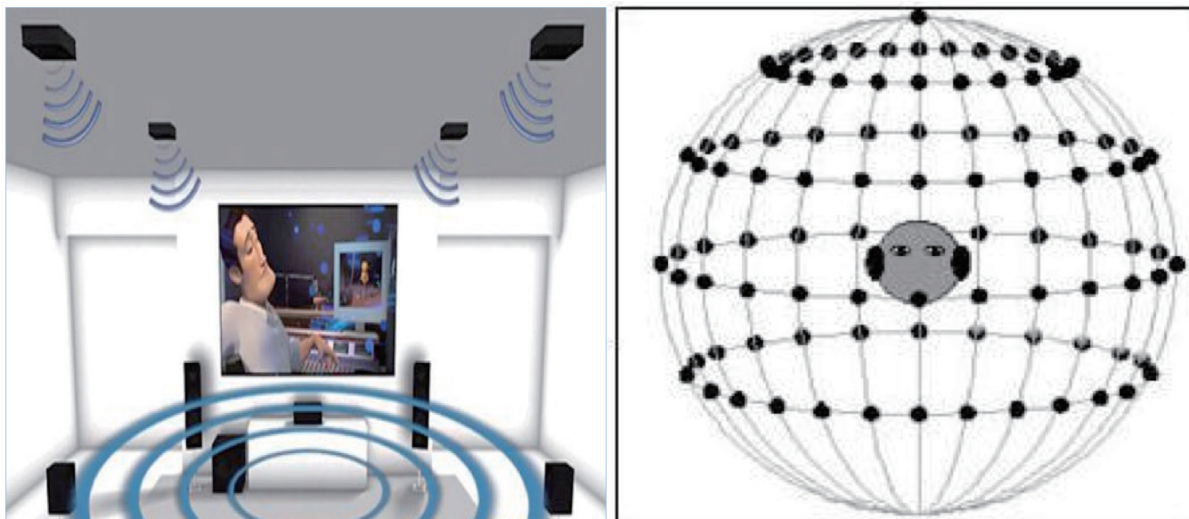
圖四 兩眼視差及移動視差示意圖

(資料來源：同註16)

到了對手射擊的槍聲時，就能像在現實世界中一樣迅速而準確地判斷出對手的位置（如圖五）。¹⁷

（三）三維全景技術（Panorama）：全景圖是指大於雙眼正常有效視角（約水平90度，垂直70度）或雙眼餘光視角（約水平180

度，垂直90度）或360度完整場景範圍的照片，透過照相機平移或旋轉環繞360度得到的一序列圖像樣本，利用圖像拼接無縫處理技術產生具有強烈動感和透視效果的全景圖像，讓使用者帶來全新的現實感和互動感，能用感測設備控制環視的方向，上下左右遠



圖五 三維虛擬聲音示意圖

(資料來源：同註17)

17 臺灣Word，〈虛擬環繞聲〉，<http://www.twword.com/wiki/虛擬環繞聲>，檢索日期：民國105年6月20日。

近大小，恢復即時場景的三維資訊模型，使人有身臨其境的感覺，製作方法簡單，設計週期短，所需費用低，效果更加完美。¹⁸在軍事應用上指揮官在三維全景的裝置下，更能了解戰場狀況進而部署作戰方案。

綜上所述，就現實應用面來說虛擬實境技術涉及多個領域，如軍事、航太、教育、醫療、建築、娛樂和商業等，因為這些應用使得虛擬實境技術具有更加廣大的發展空間。讓一些高成本與高危險的實驗研究或軍事演習可以透過虛擬實境技術在一個安全與可掌控的環境下為使用者提供精準模擬的真實狀況來完成。如在教學上可使學生將抽象、不可見的實驗及其演變過程視覺化，使教學效果更加形象具體；另外在軍事上，某些特種軍事訓練花費較高，甚至訓練場景存在高風險因子，雖然建置虛擬實境裝置和軟體比較昂貴，但是從長遠來看，遠比實戰訓練更為划算。隨著虛擬實境技術日趨成熟、實用，我們相信在不久的將來，當虛擬實境技術真正實現了視覺、聽覺、嗅覺、觸覺、味覺各方面的完美無瑕時，它將成為提高軍隊戰鬥力的重要的技術手段。

參、美國VR技術在軍事應用的概況

美軍率先把虛擬實境技術運用在其軍事飛行模擬訓練，美軍對模擬的重視，造就了虛擬實境科技的突飛猛進，直至今日，軍事作戰依然是其最大研究層面。近年美國國防部非常關注模擬技術在軍事訓練的發展，除設有「虛擬訓練暨準則司令部」負責政策執行，每年還舉辦國際性的「跨軍種及工業界訓練、模擬及教育研討會」，邀請國內外產官學界參加，從單兵到指揮機構、從武器運用到戰場環境、從戰略到戰役，全面性推動軍隊模擬訓練，美軍虛擬實境技術在軍事應用方面有「建置虛擬戰場」、「單兵模擬訓練」、「異地同環境作戰訓練」及「縮短武器裝備研製」等，分述如下：

一、建置虛擬戰場

《孫子兵法-始計篇》有云，戰爭的肇劃要經之以五事，其中「天和地」闡述戰場環境對戰爭成敗的影響性。戰場環境是指存在於戰場及其附近對部隊指揮行動和武器裝備運用等軍事活動有影響的各種情況和要素，包括地形、氣象、水文的自然條件，交通、建築物的人文條件，國防工事、作戰設施的戰場建設，以及資訊網路和電磁的環境干擾等，而虛擬實境技術可以投射出相對應的三維戰場環境圖形圖像庫，包括戰地場景、作戰背景、各種武器裝備和作戰人員等，使參訓者透過必要的設備與虛擬環境中的物件進行彼

18 電子圈，〈VR虛擬現實18個VR專業術語解析！〉，壹讀，<https://read01.com/PoL8G8.html>，檢索日期：民國105年6月20日。

此互動影響，從而產生沉浸於等同真實環境的感受體驗。¹⁹美國陸軍在阿富汗戰爭前花費10億美元建置虛擬戰場，包含沙漠與叢林及各式街道等地景，參戰的官兵宛如身臨在阿富汗戰場中進行模擬戰鬥演練，在視覺和聽覺上已經先行適應戰場氛圍與熟悉將要作戰區域的環境，還引進人工智慧技術創造出塔利班士兵與之對抗演練，包括敵可能攻擊路徑、遭受敵狙擊地點、可供我掩蔽設施等，而指揮官獲取適當的戰場情資，能夠運籌帷幄的研擬作戰構想、演練各種戰鬥想定等，VR系統可以在戰前讓將要參戰的軍人進入到瀰漫著像戰鬥氣息一樣的環境，有朝一日當這些人員真正上戰場時，他們已經成了熟悉戰場環境的老兵；²⁰另外飛行模擬訓練是美軍VR技術應用於軍事訓練最早與成熟的地方，飛行員在機艙內戴上VR顯示頭盔後，低頭時可看到模擬器的駕駛艙儀錶，抬頭時可觀察駕駛艙窗外的景象，眼睛所見到的一切與真實飛行場景是相同的，使飛行員根據逼真的

戰場環境做出適當的反應和邏輯判斷，不僅可以進行常規飛行訓練，甚至可以進行難度與危險度高的飛行技巧，待熟練地掌握飛行操縱技術和作戰技能後，就可進行實機訓練驗證和表演，提高飛行員飛行訓練的品質和效能。²¹據調查，利用VR技術可縮短訓練時間60%，節省飛行訓練費用70%，未參加過實戰的飛行員在經過模擬對抗訓練後首次執行任務時的生存率從60%提高到90%，很多飛行員事後都表示戰場所見到的環境都在虛擬系統演練中經歷過，使得執行任務的難度和死傷機率降低不少（如圖六）；²²而國內昆山科技大學數位生活科技研究所，在2011年時基於了解現階段航訓學員在學習飛行過程中，運用模擬器在各課目操作時的狀況，深入了解其各課目操作之訓練成效，並實施問卷、分析及訪查，歸納出在學員使用模擬機操作訓練時，何種課目（基本、儀器、戰術）的成效最為明顯，以利後續學員排定實體機飛行及模擬器訓練時數之參考。²³

19 王勃、康曉予、張莉，〈虛擬海戰場態勢三維顯示系統設計與實現〉《系統仿真學報》（遼寧），第24卷第1期，西元2012年1月，頁214~218。

20 賈奮勵，〈中國軍方構建虛擬戰場的研究獲突破〉，中華網軍事頻道，http://military.china.com/zh_cn/critical/25/20030612/11487080.html，檢索日期：民國105年6月20日。

21 VR佛倫德，〈不只是玩遊戲增強現實技術被美國軍方用上了〉，178遊戲網，<http://vr.178.com/201601/246681429705.html>，檢索日期：民國105年6月20日。

22 胡光曲，〈外軍應用電腦模擬訓練提升飛行員生存率〉，華夏經緯網軍事文摘，<http://big5.huaxia.com/thjq/jszw/2012/02/2744980.html>，檢索日期：民國105年6月20日。

23 郭文成，〈飛行模擬器應用於特定飛行訓練之研究-以TH-67模擬器為例〉（臺南：崑山大學數位生活科技研究所碩士論文，民國96年），頁1。

二、單兵模擬訓練

戰備訓練是承平時提高軍隊作戰能力的主要方式，《孫子兵法-軍形篇》也指出「善戰者，先為不可勝。善戰者，立於不敗之地。」；

然而高新技術武器裝備造價不菲，平日訓練與運行維保經費昂貴，有些電子設備不適長時間持續操作，經常使用還會損害武器裝備影響壽期，而虛擬實境技術卻是解決此問題

的最佳平臺，如美國陸軍研製出一款高解析具三維聲響和視覺效果的雙目軍用VR液晶顯示幕頭盔，由電腦載入作戰地區情報資料後，將地貌的圖像投射到頭盔顯示幕中，幫助士兵進行如同親自步行穿過作戰地區一樣的軍事訓練，熟稔將要攻擊的作戰環境，還可從事夜間訓練，既節省經費，又能獲致良好效果（如圖七）。²⁴



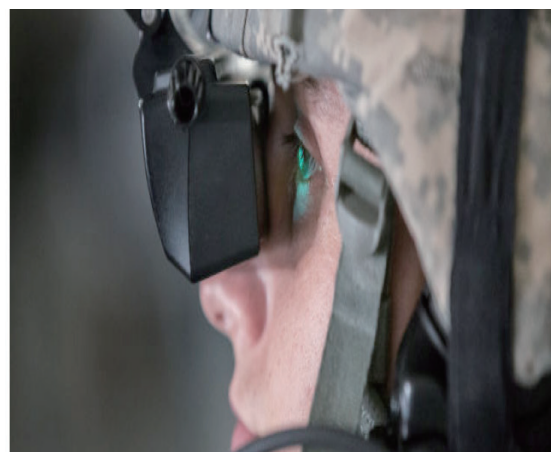
圖六 美軍F-35飛行器訓練系統

（資料來源：同註22）



圖七 美國警衛隊士兵，利用VR裝備進行訓練

（資料來源：同註24）



24 DAVI，〈不是電玩！美國步兵利用虛擬實境進行演練〉，科技新報，<http://technews.tw/2015/06/29/soldiers-on-virtual-patrol>，檢索日期：民國105年6月20日。

三、異地同環境作戰訓練

分散式互動虛擬實境是一套結合現今網路技術的VR模擬系統，將多個不同地域位置的模擬系統端整合，建立了可因應環境情況變動來進行虛擬真實環境對抗的演習平臺。眾多軍隊可同處其中，以較少的時間，較小的代價，不受地域的束縛，協同各軍種執行大規模戰役或跨區域的戰略演習；也能依想定需求選擇聯合演習的次數或一次演習多種想定，突破了傳統演習耗費大量人力及所需時間長的困境，提高軍事訓練效益，達成《孫子兵法一謀攻篇》：「知己知彼，百戰不殆；不知彼而知己，一勝一負；不知彼不知己，每戰必殆。」所述境界。

最早的分散式虛擬戰場環境是在1983年美國陸軍制定的虛擬環境研究計畫「SIMNET」，將分散各地的模擬器經由電腦網路串聯在一起，進行各種複雜的訓練任務和作戰演練，目的是降低訓練費用減少環境破壞。時序演變至今，美軍目前是採用「CCTT近戰戰術訓練系統」，該系統結合分散式互動虛擬實境技術，從韓國到歐洲數十個工作站之間，布建先進的主幹光纖網路系統，能迅速傳送各類武器裝備資訊、數據模

型和訓練資料，建置一個能夠模擬如Abrams坦克在內的多樣武器系統裝備，供作戰人員在虛擬作戰環境中完成近戰戰術訓練，冀望演練過程發現實戰中可能出現的問題，啟迪不同的戰術戰略思維，或驗證武器系統的總體性能。²⁵

四、縮短武器裝備研製²⁶

虛擬實境技術能為武器系統研製生產提供不同以往的靈活創新設計方法，先以VR技術在人工合成的戰場環境進行測試，依試驗結果確定設計參數後建立「虛擬武器系統試驗機」，對系統的作戰效能進行合理評估，使武器的性能指標更接近實戰要求，縮短研製週期，從各式方案的論證開始到設計、研製、生產直至武器撥付部隊的教育訓練、維護補保等，因此在研製階段前就能夠確定武器系統全壽期經費預算，避免在實際研製生產及撥交部隊的各階段，因為決策錯誤造成經費損失或因市場競爭及技術迅速發展使武器性能已不符所需，還可降低現今研製武器系統建置試驗機所花費的人力、物力、財力和時間，以及在研製階段能夠提早發掘武器系統於生產、裝配及維修中可能出現的潛藏錯誤。²⁷

25 jfdy028,〈當虛擬實境應用到軍事領用,猜猜會是什麼場面〉,iFuun軍情,<http://www.ifuun.com/a20165551437/>,檢索日期:民國105年6月20日。

26 胡光曲,〈VR魅力:武器超前“參戰” 未來戰爭提前“預演”〉,華夏經緯網,<http://hx.huaxia.com/thjq/jxw/dl/2016/06/4905662.html>,檢索日期:民國105年6月20日。

27 戰略前沿技術,〈美國虛擬現實技術發展及其應用〉,一點資訊,<http://www.yidianzixun.com/article/0ENo7OAc>,檢索日期:西元106年2月6日。

簡而言之，在軍事變革飛速發展的時代，以VR技術來發展武器系統具有即時適用及高性價比的優勢。如美軍M21型改進型主坦克從開發、設計、研製、生產、測評、訓練、維護等全壽期的研改，若使用傳統的實物模擬，需花費2年時間，耗資4,000萬美元，採用VR技術，只花3個月時間而費用僅640萬美元，其中差異非常可觀；另外美國空軍的先進中程空對空導彈的系統模擬亦是極為成功的例子，由於模擬試驗充分，在3次實彈試驗後便簽訂了導彈生產合約。美國波音公司亦對VR技術作過效益分析，假若作3,000發實彈試驗需2年時間，耗資1.2億美元，而作同樣次數的VR技術試驗，僅需3周時間，花費10萬美元。

戰爭具有很強的實踐性，指揮官指揮軍隊的能力和單兵的作戰技巧，都需要在戰爭環境中鍛煉得到，在戰時可以透過戰爭實戰經驗加以累積，但付出的代價卻十分慘痛。然而在承平時期的現在，軍事演習則是一種普遍的驗證方法，為了因應新軍事變革的挑戰，運用以電腦為主體的虛擬實境技術來模擬增加作戰的經驗，更進一步驗證了戰場模擬的必要性，且被越來越多國家的軍隊視為作戰計畫制定的必要環節，隨著虛擬技術的進一步發展，在未來的作戰實驗環境中，軍人就可以在虛擬實境技術整合式軟體平臺上，面對螢幕虛擬顯示的多維戰場，磨練嫻熟的戰術技能和堅韌的戰鬥意志。

肆、VR產業強化國軍戰備訓練的可行性

古云：「強軍必須興訓，興訓貴在創新，改革重在突破。」；實戰化訓練是貼近未來作戰要求的訓練，更是戰爭決定訓練規律的本質，隨著虛擬實境技術的迅速發展和應用，軍隊也開始認識到將虛擬實境技術運用於軍事訓練領域中可能帶來的巨大優勢和效能，美國軍力居全球之冠，係以其資訊科技發展帶動了軍事事務革新，故從上述美國運用電腦虛擬技術提升部隊訓練效益之方式，可供國軍投身虛擬資訊化條件下的軍事訓練參考，若能掌握我國電子產業發展優勢，整合民間與軍方研究單位，並且深刻體認未來作戰趨勢，對開發虛擬實境系統軟硬體的關鍵技術應不是一件難事，甚可擴大至其他武器裝備研發，以下就產官學研界與未來趨勢等面向提出探討：

一、政府機關推動

依法行政是民主國家的素養，隨著科技發展、網路頻寬之提升與行動載具、智慧聯網之廣泛應用，產業發展與民眾生活已由實體延伸至網路創造的虛擬世界，行政院為因應虛擬世界帶來的挑戰及鼓勵產業在網路世界發展，參考歐盟、美、日等國家，擬定「虛擬世界發展法規調適規劃方案」²⁸，並訂定「打造臺灣成為網路公司的樞紐」等三大預

28 虛擬世界發展法規調適規劃方案（行政院國發會），民國103年12月，頁1~28。

期目標，責成國發會等九個部會共同推動，除依規劃措施及期程落實執行外，每三個月採滾動式檢討調整修訂，使相關法規能與時俱進，以建構足以面對虛擬世界發展之法治環境。

從電腦模擬系統發展來看，國軍因為各式戰演訓需求，在相關政軍模擬與兵棋推演中累積豐富經驗與巨量參數，為國內最完整的模擬體系，尤其在漢光兵推方面擁有完整戰術模擬系統與架構，面對未來戰場模式，將能持續在既有的「電腦決策模擬系統」基礎下，引進新的思維強化各級幹部基礎與進階的戰略教育訓練，達到「創新與不對稱」的建軍理念，精實訓練國軍人才的決策能力，提升國軍戰力。

二、民間產業發展

國家中山科學研究院為我國國防科技研發基地，具完整的國防科技與大型系統研發、整合與管理能力，除發展軍民通用科技，還推動軍品釋商科專計畫，近幾年以152億經費創造1,683億的產值，效益比達11倍，為經濟發展貢獻所長；轉型法人後，更持續整合產官學各界能量，將具先進技術與產製能力的廠商納入國防供應鏈，增進國防科技與先進武器的研製，讓國防預算回饋運用於民間，搭起良性互動的合作關係，創造廣泛的社會與經濟效益，²⁹中科院軍用訓練模擬器

技轉至沉浸式互動射擊與戰鬥體感遊戲即是一例，此系統原係軍用技術模擬器，目前正替六福村主題樂園設計新款沉浸式體感互動娛樂系統，將集結上下游廠商共二十餘家，帶動約一億元以上產值。

在民間企業，我國資通訊產業發達，且擁有堅實的軟硬體研發與設計能力；學術界與產業界從事電腦輔助決策系統開發亦不乏其人，以臺灣的科技實力當有一席之地，如全球虛擬實境產業研發翹楚的宏達電、半導體晶圓代工全球市占近半的臺積電、集成電路所需IC的設計龍頭聯發科、全球製造業霸主的鴻海集團等全球數一數二的企業，據研究單位資策會推估，VR產業在2025年將達到800到1,000億的產值，未來四年，全球預估有四百億個物件會連上網路，這代表了四百億個IC的需求，其他上中下游產業鏈也將受惠，臺灣的半導體必然可蒙其利。

三、學術界研究

中風患者會有許多功能性失常的行為，如意識程度的改變、感覺、動作、理解、語言功能的缺損、姿勢控制不良及行走困難，因此姿勢控制復健訓練對中風患者是很重要的活動，陽明大學物理治療研究所在2007年找了18位中風患者參與了一項以虛擬實境技術探討姿勢控制訓練對於改善中風患者在平衡及行走功能方面療效之研究，該研究結論認

29 涂俊緯，〈中科院高產值貢獻臺灣發展〉，青年日報，<http://news.gpwn.mnd.mil.tw/news>，檢索日期：民國105年6月20日。

為虛擬實境姿勢控制訓練對於慢性中風患者在平衡能力改善是有其正面療效存在的，而類似的醫學研究在國內不勝枚舉。³⁰

高科技廠房興建工程具有量體大、介面複雜且工期緊湊等特性，為了達成工程時程目標，高科技廠房採取邊設計邊施工的方式，此時，傳統使用的（CPM）工法在工期緊迫的時候，往往無法適時更新，臺灣大學土木工程學研究所提出了以「沉浸式虛擬實境」技術還原施工現場之情境，提供一個沉浸式虛擬實境的初步系統架構，並建立工班施作的模擬動畫及多人即時協作功能，其中，施工動畫的功能可根據各物件施作資訊（順序）進行施工模擬；多人即時協作功能可讓各個使用者依據自己的視角來觀察專案，讓工程人員可融入情境中，快速掌握工程現況，以提升工程管理人員溝通的效率。³¹

淡江大學近年建置了「電腦決策模擬系統」，每年都開辦「高階CEO決策電腦模擬營」，該系統涉及國防外交、經濟外貿、文化教育與司法警政等層面，採即時方式不在紙上談兵，讓學員透過角色扮演，組成「虛擬執

政團隊」身歷其境，結合國際事務之戰略理論與實務，藉由目標討論鋪陳未來四年施政目標，模擬政府決策間進行跨部會及跨領域整合，有助我國政府管理、決策訓練與學術研究之推動，未來則計畫持續引進「競爭型決策模擬系統」，可同時讓好幾組的研究團隊進行決策對抗，進一步提高訓練效果。³²

國防部每年都會舉辦「國際軍事作業研究與模式模擬論壇」，邀請國內、外國防安全及科學研究頂尖專家學者與會，透過熱絡的互動研討與經驗知識交流，以專業見解厚實軍事學術研究，為國軍推行虛擬訓練提供可行性的建議，以利未來投入實兵、虛擬、建構式訓練方案建立更好策略。

四、科技主導軍事訓練創新

資訊戰是未來戰爭發展的新趨勢，也是戰爭的另一種型態。人類已從工業時代邁向資訊時代，而軍事訓練也要摒除工業時代的軍事訓練觀念轉型到建立全新的資訊時代的訓練，而虛擬實境技術就可扮演此角色，在此就其優點與限制做說明：

（一）優點：³³

- 30 吳英，〈虛擬實境姿勢控制訓練對中風患者平衡及行走功能之療效〉（臺北：國立陽明大學物理治療所碩士論文，民國96年），頁1~2。
- 31 許君豪，〈導入沉浸式虛擬實境技術於高科技廠房之施工管理〉（臺北：國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國104年），頁1~12。
- 32 林妍君，〈高階決策電腦模擬政軍戰略〉，淡江時報，<http://tkutimes.tku.edu.tw/dtl.aspx?no=32904>，檢索日期：民國105年6月20日。
- 33 馮秋國，〈步兵類模擬訓練系統運用與我未來精進方向-以步兵學校為例〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第44卷第498期，西元2008年4月，頁88~100。

- 1.能提升安全係數，減少人員傷亡狀況。
- 2.無需動用一槍一彈一兵一卒，就能取得比實兵訓練更佳訓練效果，降低訓練費用。
- 3.可模擬各種天候狀況的作戰要領實施訓練，不受外面天候影響。
- 4.國內地狹人稠，部隊訓練易生噪音、環境污染與甲車壓壞路面等情事，虛擬訓練可不受此等場地限制。
- 5.裝備操作頻繁，壽期將大幅減少，運用虛擬系統訓練能減少不當損耗。
- 6.模擬訓練甚具彈性，個人可針對不熟悉部分反覆操作，自我控制學習狀況。
- 7.一般戰鬥教練，非實際戰場景況，感覺較單調乏味，而在虛擬戰場環境中，可感到逼真戰場景況，提高學習意願。
- 8.利用虛擬實境技術可建立相應的戰場環境，增強臨場感覺熟悉戰場景況，如美軍阿富汗戰爭一役。
- 9.提高訓練效益。

(二)目前限制部分：

- 1.目前最大問題是眩暈症，人眼正常的視覺延遲是19.3毫秒，而很多VR硬體設備都是30毫秒以上，以致當人的身

體轉身或移動時，影像資訊傳送的速度跟不上，在長時間使用下有時會造成眩暈，這部分隨世界各國產官學研界持續研發改進下將會漸漸改善，已有相關學者提出論述。³⁴

- 2.VR這種科技產品更新頻率是不斷推陳出新，一但廠商基於資金方面的考量，產品的升級演變若不能整合各種資源與時俱進，將會考驗廠商後續營運研發能否持續，惟目前VR虛擬實境技術是政府力推的五大創新計畫，且中科院也持續參與中，短期內應無問題，長期仍待觀察。

伍、虛擬實境技術強化國軍戰備訓練之研析

軍事訓練向來都是提高部隊戰鬥力的基本手段，也是贏得戰爭勝利的決定性因素，訓練的好壞更影響官兵戰時的生命安全，這些年來囿於國防經費有限、可用訓場日趨減少、武器彈藥耗材昂貴、人員訓練安全的考量及裝備維修保養不易，使用虛擬實境技術來實施訓練已是世界各國軍隊的時代潮流。美軍陸戰隊近期正推出一項「增強式虛擬實境」訓練計畫，將真實世界的資訊疊加到VR技術虛擬的世界中，係因美軍陸戰隊執行實

34 airuoxuan,〈VR從業者:為什麼我們不同意美國專家所說的VR不能成功?〉,雷鋒網, <http://www.leiphone.com/news/201606/Ho3vHhJBwAOiYObL.html>, 檢索日期:西元106年2月6日。

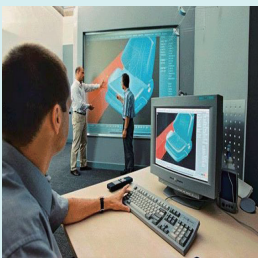
彈操演時，一發155公厘高爆彈報價已從10年前的200美元漲到1,300美元，「增強式虛擬實境」能在不費一槍一彈的情況下設定最激烈、最不可能的戰鬥情境，不只降低操演成本，也可同時模擬以迫砲或火砲去射擊移動目標的高難度情境，這些科目在現實中幾乎沒有機會可以演練，此計畫為首次實驗，

尚待後續相關執行報告分析，可做為未來研究方向。³⁵

目前虛擬實境技術有四種類型分別為桌面式虛擬實境、沉浸式虛擬實境、分布式虛擬實境與增強式虛擬實境等，簡介、圖示及優缺點如表一。

以T91步槍射擊模擬訓練系統為例，T91

表一 虛擬實境類型與簡介

類型	桌面式虛擬實境	沉浸式虛擬實境	分布式虛擬實境	增強式虛擬實境
示意圖				
簡介	採用立體影像技術，在電腦螢幕中產生三維空間的互動場景，使用者透過輸入裝置與虛擬世界互動。	將使用者的聽覺、視覺和其他感覺封閉起來，提供完全沉浸的體驗，有一種置身於虛擬境界的感覺。	虛擬實境技術與網路技術結合，多個使用者藉由電腦網路連接在同一個虛擬世界，共同觀察和操作。	將真實世界的資訊疊加到利用虛擬實境技術模擬的世界中，使真實世界與虛擬世界融為一體。
優點	技術應用層次較廣，硬體設備需求較低階，成本也較低廉。	技術應用較著重於大環境的感官刺激，互動性較桌面式虛擬實境佳，具景深立體視覺效果。	沉浸式虛擬實境的進階版，場景可供多人異地同時使用，景深立體視覺更高，互動性更高。	結合真實物體與虛擬影像，可以增加更高的真實性與沉浸感，將互動性帶進另一層次。
缺點	較無沉浸式融入效果，使用者仍能感受到外面真實世界，互動性較差。	硬體需求較高，建置成本也較昂貴，長時間使用身體亦感不適。	場景製作需較長時間，硬體設備比沉浸式更高階。	需要整合更昂貴的設備及技術，尚在萌芽階段，應用多屬於商業或遊戲產業。

資料來源：作者研究整理

35 李思平，〈淺論美國陸戰隊擴增實境訓練〉，青年日報，<http://news.gpwb.gov.tw/News/95123>，檢索日期：民國105年6月20日。

戰鬥步槍為國軍現役單兵配賦武器，在設計上採用短衝程活塞傳動式射擊，可在攝氏40度及零下70度環境下作戰，於水中射擊時亦可流暢擊發。國軍為強化單兵射擊技能，委託中科院研發建置「T91步槍射擊模擬訓練系統」，為求達到模擬槍枝高真實度並與一般市售玩具槍區別，內部零件大多採用仿真槍零件，後座力可達6~8KG，射速達每秒12發以上，皆與真槍相同，該系統以「桌面式虛擬實境」結合3D動畫仿真模擬技術，可由射擊主控臺設定不同的射擊模式（如日間、夜

間與歸零射擊等），或結合環繞音響設備選擇天候狀況（陰晴、晦暗、風力及風向等），符合目前部隊射擊訓練所使用的準則-「射擊習會修訂本」中各表次規範所需的戰鬥環境，許多部隊長在實際執行後都表示經由此系統可以讓士官兵打靶成績一目了然，且不需為了人員安全實施一連串管制措施，如射擊前佈靶、射擊後看靶、貼靶與報靶，節省了不少時間，倘若能更進一步結合實際射擊場景，將可有效減少訓練成本及提升部隊戰

表二 「T-91步槍射擊模擬訓練」與傳統射擊效益比較分析³⁶

區分	傳統射擊訓練	T-91步槍射擊模擬	備考
課前準備	實施靶場安全檢查、彈藥整備、交通管制、派遣警戒哨等，需多人才能完成。	具有每日例行使用前檢查及自我故障功能顯示，教官1人即可完成。	教官採用「模擬訓練」，每日可節省約1.5小時課前準備時間。
訓練場地	需建置完整射擊場地。	建置室內模擬教室即可實施。	傳統射擊訓練，常因射擊噪音、跳彈、人員管制，引發靶場附近居民陳抗。
訓練成本	每人每次訓練射擊21發子彈，成本約147元。 需派遣勤務人員。	需220伏特之電源，訓練成本約1元。	僅需使用實距離鑑定射擊彈藥，每人可節省約5-6發彈藥，以及減少勤務人員派遣。
訓練效益	傳統射擊訓練較為單調與枯燥。 每人僅能依射擊習會規定彈藥數實施射擊。 天候不佳時，常停止射擊訓練。	T-91步槍射擊模擬可反覆不斷練習，不受彈藥限制。 可藉音效、視訊虛擬下雨、夜晚等景況，使學者學習惡劣天候射擊要領。	射擊模擬系統在後座力、音爆、表尺修定、故障排除設定、瞄準軌跡等與真實景況相同，可糾正射手痼癖。 以同一班隊區分兩種課程比較，以射擊模擬訓練後，再實施300公尺實距離鑑定射擊，成績較傳統訓練優異。
危安因素	偶因射手訓練不足，造成偏彈、跳彈或因清槍不確實造成意外事件。	無	模擬訓練無危安因素。
場地維護	定期需實施場地維護，如割草或遮彈板檢整。	實施一般清潔打掃。	模擬訓練場地維護簡單。

36 同註33。

播研究所在2011年也針對射擊模擬訓練於軍事訓練應用做了滿意度調查之研究，研究結果顯示適時運用訓練模擬器，在擬真的環境下，透過科學的管理方式確能獲得最大的訓練效益。³⁷

T91步槍射擊模擬訓練系統具有兩個特點：其一，系統以現用T91戰鬥步槍研改不論操作方式或臨場感受皆與真槍相同，而中科院研發人員亦分析T91步槍彈道資料採逆向工程反推，及協同步訓部兵器組具射擊教學實務經驗教官反覆校改及實槍比對確認，因此在諸元性能上與真槍並無差異，可以說是系統工程發展的典範；其二，具「模組化」、「具彈性」與「可擴充設計」等功能，系統由靶場射擊主控臺單一操控訓練，亦可由教官同時控制靶席運作，藉由動態顯示射擊前瞄準軌跡線來適時糾正學員不良射擊姿勢。³⁸

該系統與「桌面式虛擬實境」不同之處是不再由主控臺透過滑鼠與鍵盤操作，而是讓士官兵穿戴各種感測設備來選擇不同的戰場模式，體驗不同的作戰效果，從而像參加實戰般來鍛鍊和提高單兵人員的戰技動作水準、心理承受壓力和戰場應變能力，訓練結束後可利用監控設備重播影帶來觀察單兵動作後檢討訓練中的缺失，這是真實訓練與「桌面式虛擬實境」難以做到的。

而該系統目前尚無法有完全沉浸的感官體驗以及單兵2人以上的對戰互動，後續可以比照美軍導入「沉浸式虛擬實境」，國軍近年來已開始研發此技術，惟為免有心人伺機窺探分析以致相關訓練參數均有所保留或列為機密，因此較無法對各項訓練成效佐以數據探討為其限制。

陸、結論與建議

「訓練是戰力的泉源，演習為戰備的基礎」，現代化的軍隊訓練更需要科學的精密規劃，回顧人類歷史，基本的軍事思維就是以最少的傷亡與損失，獲取最大的勝利，因此，在上戰場前必須讓部隊和指揮官接受良好的訓練，將緊張恐懼降到最低，把戰鬥勝率發揮到最高，前線士兵要學的技能是操作武器裝備與小部隊戰鬥默契，各級指揮官需要的能力是軍隊的部署、調度、管理以及戰略戰術運用。所以，訓練方式越接近真實訓練效果越好。然而，訓練太「真」則可能導致傷亡，所以軍隊便以「模擬」來訓練，儘可能避免訓練中的損失，而從美軍在近期的幾場局部戰爭中所展現出的強大戰鬥力，主要得益於平時高水準的訓練、教育和演習。

如果以昨日的戰爭經驗來指導今日的

37 黃有鵬，〈資訊科技運用於軍事訓練-「以射擊模擬器」之滿意度分析為例〉（臺北：康寧大學資訊傳播研究所碩士論文，民國104年），頁45。

38 維基百科，〈T91戰鬥步槍射擊訓練〉，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/T91戰鬥步槍>，檢索日期：民國105年9月7日。

訓練，將使軍隊訓練始終處於「向後看」的窘境，最終招致慘痛的失敗教訓，法國「凡爾登戰役」就是一例。隨著資訊科學技術的飛速發展，軍事訓練已不再由戰爭被動牽引，而是擔負起未來戰爭形態和作戰模式的「設計和驗證」任務。VR技術之所以掀起如此大的研究熱潮，原因不在於自身的理論發展與完善，而在於它在諸領域內富有的應用效益及其寬闊的發展前景，若能儘快將VR技術應用於軍事教育與訓練、武器系統的研製與生產，必將對我國國防工業建設產生深遠的影響，因此，國軍在促進未來防衛作戰之軍事訓練的運作，應著眼於聯合作戰的創新模式，如同本文內所提美軍VR技術在軍事應用上導入「沉浸式虛擬實境」與「分布式虛擬實境」，讓國軍進行「建置虛擬戰場」、「單兵模擬訓練」與「異地同環境作戰訓練」的聯合作戰般之訓練，使概念與決策作為能適應不確定的戰場環境，建構一個符合國情的作戰訓練模式，此為尚須精進之處；本文提出以下幾點精進作法：

一、強化虛擬實境訓練成效，適應各種挑戰

虛擬實境技術構建出視覺、聽覺、觸覺、味覺等多維虛擬戰場的視覺化平臺，使受訓者沉浸其中進行實戰，將是未來作戰指揮官在複雜多維的戰場環境下駕馭戰爭和獲

取情報能力的理想介面，而大多數士兵在戰場上心理產生的焦慮、恐懼等狀態主要是因為對未知環境的陌生、不熟悉，尤其恐怖攻擊、災害搶救等平日不會發生的景況，如能充分利用虛擬實境技術，採用比平時訓練節奏更快、壓縮模擬訓練時間、場景更趨詭譎多變，強度更艱難複雜的訓練方法，達到增強記憶、降低精神壓力、提高訓練效率之目的，將更能適應多種安全威脅，多樣化軍事行動任務，將實兵訓練、虛擬實境訓練和模擬推演等推向更深層次，而中科院研製的「戰場心理抗壓訓練模擬系統」能協助此訓練，該系統區分待命集結區、毒氣感受區、夜間戰場區、反擊作戰區、城鎮戰場區及任務歸詢區等六部分，虛擬了砲擊震動、煙硝味、屍臭、逐屋戰鬥與反登陸作戰等場景，能強化官兵心理素質，訓練臨危不懼之膽識勇氣，惟目前僅在南北測考中心建置2套，有時甚或需支援全民國防戰鬥體驗營任務，數量略顯不足。³⁹

「聯戰必須聯訓」，國軍部隊雖然配備了大量的模擬訓練器材，但仍無法大規模且完全真正達到聯合訓練的需求和規模。然而隨著分散式虛擬實境技術的發展，把分散異地的軍隊組織起來，以異地同時方式，在相同戰爭背景、態勢、作戰想定下，使參戰的陸、海、空諸兵種同處一個虛擬環境，進行大規模跨層次的聯合訓練，訓練指揮官判斷敵情和

39 江月玲，〈戰場抗壓模擬系統研發成果〉《新新季刊》（桃園），第38卷第3期，西元2010年7月，頁212~214。

部署兵力的能力，還可以評估作戰效果以優化作戰策略。而中科院開發的「合成化戰場演訓系統」及「沉浸式互動射擊模擬系統」即可扮演此角色，是國內第一套透過通資技術成功整合各類異質系統，目前僅少數部隊有初步合作，希望能加快系統建置的腳步。

二、統一檢討模擬政策，積極參與訓練年會

利用模擬系統實施訓練已是趨勢，模擬訓練之優點除可訓練人員熟悉武器、裝備系統的操作外，更能使該武器、裝備系統充分發揮戰力，並減少整體訓練之成本與風險，模擬政策指導單位宜定期召集各軍種負責單位，針對我國產官學界優勢的技術，整合發展所需之數位裝備與指揮網路，依最新VR技術共同研討，作為國軍未來發展模擬政策建軍發展方向；另需統一國軍訓練裝備採購標準，降低建構「合成化戰場」訓練環境時不必要的重複投資。

美軍對於年度「模擬分析暨教育訓練年會」之重視，除負責教育訓練的主官親自主持，亦廣邀學術界與國防廠商參加，已成為各國軍事事務與電腦模擬技術的重要互動平臺，應持續積極參與汲取新知建構重要數據，另希冀可共同研發高仿真訓練價值之模擬系統，或尋求其他友邦合作引進技術提升模擬訓練發展運用能量，從每年數以百計的參展單位及研發商所展示之模擬科技產品就可以窺知各國對模擬訓練的重視程度。

三、加強複合型人才培養，構建虛擬化訓練

人始終是軍隊建設和軍隊戰鬥力的決定性因素，打贏資訊化戰爭要靠資訊化知識武裝起來的人，未來的防衛作戰是「數據網狀化」的戰爭，是現實環境與虛擬世界並存的作戰，美國學者托夫勒曾提出過這樣一種觀點：「知識貧乏的軍隊能在第一次浪潮戰爭中的白刃肉搏中英勇作戰，在第二次浪潮戰爭中也能打敗敵人，但在第三次浪潮戰爭中，他們將像沒有文化的工人無法從事第三次浪潮工業生產一樣，不知何去何從。」，而推動虛擬實境訓練的過程中，最感到缺乏的就是擁有一批既懂軍事又懂管理、既懂指揮又懂技術、既懂陸軍又懂海空軍、既懂軍種作戰又懂聯合作戰的複合型人才。而虛擬實境技術應用在國軍軍事訓練上可以是單兵也可以是多人，可以是步兵戰鬥官科也可以是通資電戰鬥支援官科，可以是單一軍種也可陸海空多軍種聯合訓練，因此必須加強複合型人才的培養來作為推展軍事虛擬訓練的關鍵之一。

作者簡介

簡民儒少校，中正理工學院專90年班，後備動員管理學校正規班，國防大學理工學院電子研究所103年班，曾任排長、通信官、監察官、連長，現任通訓中心保修組教官。