

運用虛擬戰場系統執行教育訓練 預期成效之探究-以架橋訓練為例

林右朗少校

提要

- 一、由於精密的電腦模擬及圖像、更快速的處理器及人工智慧之問世，已能產生僅次於實戰的虛擬實境，促使模擬訓練之進展突飛猛進，應用日廣，幾乎無所不在。
- 二、美軍在 1999 年代初，便開始將電腦模擬技術引入部隊訓練領域，進入 2001 年代後，全面推廣電腦模擬訓練。至 2006 年以來，美軍已開發多款接戰式模擬訓練系統，如陸軍近距離作戰徒步步兵戰術訓練系統、海軍陸戰隊的戰鬥獵手系統等。美軍運用科技技術，將系統更貼近實戰，藉以達到「仗怎麼打，士兵就怎麼訓」的宗旨。
- 三、陸軍自 2004 年起，配合中科院，先後研製訓練模擬器，計有：陸航各式飛行器之訓練模擬器、各型戰車訓練模擬器、拖式飛彈訓練模擬器、砲兵射彈觀測訓練模擬器、防空飛彈訓練模擬器等，絕大多數均為戰技、戰鬥層級使用。近年，因科技進步，未來訓練應整合導入，區分階段建構從單兵到營級、從單兵到綜合的模擬訓練中心，藉由虛擬實境訓練效果，不僅可達訓練實戰化、多元化、系統化之要求，使訓練效果更加提升。

關鍵字：虛擬實境、訓練模擬器、虛擬實境

前言

美國前陸軍訓練暨準則司令部前指揮官漢爾梭格將軍(William W. Hartzog)曾說¹：
「21 世紀的部隊係結合資訊

科技數位化與資訊情報傳輸的方式編成，故可大幅提升部隊整體的戰鬥力、存活率、兵種聯合作戰的多樣性。」美軍為順利達到新世紀建軍計畫之目標，各級長官均投

¹ 全志宏，〈虛擬實境技術運用於國軍教學之研究〉《陸軍學術月刊》(桃園)，第 423 期，西元 2003 年，頁 1-2。

入全部心力將模擬器技術有效運用於新世代之教育訓練上，發揮人員、武器及戰術效能於極致，訓練高素質人員實施跨世紀的軍事革新，以因應未來的各種不確定性的挑戰。

工兵訓練中心自 2003 年鑑於架橋訓練場地有限且架橋作業風險性高，建置 MGB 中框橋、M2 框桁橋訓練模擬器，提供班隊施訓，有效降低危安因素，並減少作業之裝備耗損。迄今，因科技進步，傳統之模擬器技術與呈現仿真效果已不符時代趨勢，放眼未來，國軍模擬訓練領域之發展應參照各國，導入「仿真虛擬系統」之科技，區分階段建構從各單兵到營級，個別專長到綜合演練之模擬訓練中心，藉由模擬器訓練效果，不僅可達訓練實戰化、多元化、系統化之要求，並同時解決訓場限制、裝備損耗、油彈消耗，使訓練成本降低，訓練效果提升，有效率的強化本軍實戰模擬之經驗。

發展概況

一、虛擬實境之發展與運用

(一) 虛擬實境沿革發展²

最早提出虛擬實境概念，是在 1932 年由英國作家阿道斯·赫胥黎 (Aldous Huxley) 長篇小說「美麗新世界」，書中提到「頭戴式設備提供圖像、氣味、聲音等感官體驗，以便讓人沈浸在電影世界中。」

接下來，在 1955 年，才由美國攝影師莫頓·海力格 (Morton Heilig) 發明一台可以投射 3D 影像、立體環繞音、震動、氣味和風吹效果，5 年後，1960 年海力格申請一個名為「Telesphere Mask」的個人立體電視設備專利文件。

隔年(1961)，伊凡·薩瑟蘭 (Ivan Sutherland) 教授所提出的「Ultimate Display」觀念，主要在介紹以電腦來顯示 3D 空間圖像的概念，同時也製造出人類有史以來第一部頭戴式可視設備，命名為「達摩克利斯之劍(如圖 1)」³，當初的這兩位都被稱為「虛擬實境之父」，也開啟了虛擬實境之科技之門。

達摩克利斯之劍這台機器具備了虛擬實境的要件：立體顯示、虛擬畫面生成、頭

² 傅志豪，〈「虛擬實境」技術導入軍事教育訓練之研究-以美國陸軍為例〉《中華大學碩士論文》(臺北)，西元 2010 年 7 月，頁 13。

³ 天地人文創，〈虛擬實境發展歷史〉，www.img.epochtimes.com，檢索日期：西元 2020 年 3 月 19 日。



圖 1 達摩克利斯之劍(Sutherland)
資料來源：天地人文創，〈虛擬實境發展歷史〉，
www.img.epochtimes.com，檢索日期：西元 2020 年 3 月 21 日。

部位置跟蹤、虛擬環境互動、模型生成，頭戴式可視設備之頭盔，從資料圖來看，達摩克利斯之劍跟今天的 VR 設備很像，但受制於當時的大環境，要鏈接的外部配件特別多，但已開始出現了實物的雛形，人類視覺、聽覺、觸覺之感覺與外界關係鏈結示意圖(圖 2、3)。

(二) 虛擬實境運用領域⁴

基本上一套虛擬實境系統所涵蓋之範圍極廣，所涉略的研究領域非常多，如圖 4、5，如何有效的結合各領域(學科)的研究成果，以達成虛擬實境的目標，一直是研究努力的方向。另隨著虛擬實境系統相關科技的日趨成熟，來自各領域的研究與應用也不斷的推陳出新，應



圖 2 人類感覺與外界關係鏈結示意圖



圖 3 視覺、聽覺、觸覺的虛擬實境技術

資料來源：app 情報戰，<http://www.appshooting.com.tw/>，檢索日期：西元 2020 年 04 月 22 日。

用領域也將不斷的擴大，研究領域範圍如表 1，成為必然的趨勢，也普遍存在我們一般的生活之中生根發芽，相關領域運用發展方向如下：

1. 車輛工程⁵

目前在車輛工程方面，虛擬實境技術可達到「汽車設計模擬」與「工廠生產線設計模擬」，將設計丟入 3D 空間內並透過 VR 身臨其境的操作，進而互動、觀察、調整，以及解決生產線上的問題，如圖 6。

⁴ 同註 2，頁 22。

⁵ 同註 2，頁 23。



圖 4 人類對虛擬環境的可操控程度

資料來源：臺灣百科，〈中科院 2016 年航太暨國防工業展-虛擬實境照片〉，<http://www.twwiki.com/wiki/>，
檢索日期：西元 2020 年 3 月 22 日。

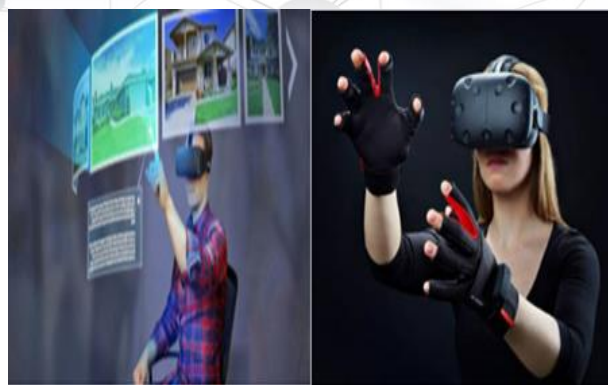


圖 5 頭罩裝置示意圖(Head Mounted Display, HMD)

資料來源：劉胖胖(手機王新聞總覽)，〈以科技跨越真實與虛擬:淺談 VR、AR、MR〉，
http://www.sogi.com.tw/articles/ar_vr_mr/6245558，檢索日期：西元 2020 年 3 月 26 日。

表 1 虛擬實境的應用範圍

虛擬實境日常生活應用範圍		
項次	應用範圍類別	虛擬實境應用範圍說明
1	娛樂	電腦遊戲、電動玩具機、虛擬電影院、電視遊樂器等。
2	教育	虛擬科學實驗室、虛擬天文館、青少年數理教學、立體觀念教學、生活教育與專業領域教育訓練等 CAI 軟體等。
3	訓練	駕車(一般車輛吊車推土機等)、飛行、滑雪、機械人操作模擬、火災救災及各式儀器、設備操作、安裝與檢修訓練等。
4	醫學	外科手術、遠程遙控手術、身體復健、虛擬超音波影像、牙齒校正及藥物合成等。
5	設計	器材、室內設計、景觀、建築、土木、管線工程與機械人輔助設計等。
6	商業	廣告(動產不動產一般業務推銷及企業網頁製作)、財務分析、電傳會議與虛擬購物中心等。
7	簡報	博物館、紀念館、捷運車站簡介及遊客導覽系統等。
8	軍事	飛行模擬、各式軍車、軍艦、武器操控、軍事演習、軍種協同演習等。
9	太空	太空訓練、虛擬駕駛等。
10	藝術	動態藝術、虛擬演員、虛擬音樂等。
11	監控	即時性股市行情顯示、分析、電信網路及交通監控等。
12	科學視覺化	行星表面重建、虛擬風洞試驗、分子結構分析等。
13	聽覺評估	室內音響模擬、防止噪音測試等。
14	刑事調查	犯罪現場模擬、證物採集、動態射擊訓練、特種小組攻堅訓練等。
15	網路運用	即時性、互動式廣告、虛擬銀行、商店、博物館、大學(校園)、多人互動式教學、遊戲及分散式互動模擬(DIS)等。

資料來源：傅志豪，〈「虛擬實境」技術導入軍事教育訓練之研究-以美國陸軍為例〉《中華大學碩士論文》(臺北)，西元 2010 年 7 月，頁 22。

2. 太空科學⁶

NASA 可說是 VR 鼻祖，

最早使用 VR 技術，有效的降低風險，減少資金和人員的損失，如圖 7。

⁶ J.Turi(engadget)，〈Time Machines :NASA goes virtual at CES〉，<http://www.engadget.com/2013-12-15-time-machines.html>，檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。



圖 6 虛擬實境應用於車輛工程之研發
資料來源：《臺灣百科》，〈中科院 2016 年航太暨國防工業展-虛擬實境照片〉，<http://www.twwiki.com/wiki/>，
檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。



圖 7 NASA' s VIVED VR vision
資料來源：J.Turi (engadget)，〈Time Machines :NASA goes virtual at CES〉，<http://www.engadget.com/2013-12-15-time-machines.html>，
檢索日期：西元 2020 年 03 月 24 日。

3. 裝備維修⁷

複雜的任務，如組裝，維修，並可以簡化操作的導入，並適當的時點，出現操作員需要的信息，並提供操作導引。例如，標籤上可以顯示部分系統操作說明，以引導一名技術工人如何進行維修的作業。利用隱藏的標誌 用在一些較為精密的儀器或是裝備上，用虛擬透視方式呈現，可有效提升其工作效率及錯誤發生，如圖 8。

二、各國虛擬實境結合模擬器之發展

近年來世界各國軍事訓練之趨勢⁸，已漸大量採用模擬系統施訓，如美軍於波灣戰爭實施之入戰準備，即採用模擬訓練，使四處徵調而



圖 8 美國哥倫比亞大學在裝甲砲塔的 (ARMAR) 技術
資料來源：鄭邦監，〈擴增實境與人機介面應用之研究－以醫療衛教為例〉《政治大學碩士論文》（臺北），西元 2010 年，頁 35-37。

來的部隊迅速完成戰備並進入待戰的顛峰狀態。然國軍於武器裝備精進之際，期在主客觀訓練環境受制之下，仍能掌握新時代科技技術，結合模擬器之發展，落實訓練培育出精實戰力，以下針對各國與我以虛擬實境結合模擬器之發展實施概述。

⁷ 鄭邦監，〈擴增實境與人機介面應用之研究－以醫療衛教為例〉《政治大學碩士論文》（臺北），西元 2010 年，頁 35-37。

⁸ 周宜光，〈虛擬實境系統的開發模式與應用〉《技術學刊》（臺北），第 15 卷 1 期，國立臺灣科技大學，西元 2000 年，頁 9-87。

(一)中國大陸

目前中共正積極研發屬戰略戰役層級之「智能化戰略戰術作戰模擬系統」，涵蓋生物、航太、信息、激光、自動化、能源、新材料等七大領域，本系統自 1986 年規劃並推動執行，並於 2000 年完成，15 年間總投資達 8 仟 1 佰億人民幣，現行使用之虛擬系統如下所示：

1.VR 設備跳傘模擬系統

主要用於訓練常規翼傘操控，又可以模擬各種突發事件，VR 帶來的墜落感可以較為真實的還原空中突發情況下的緊張感，如圖 9。

2.VR 車載探測系統 (HMDS)

在地面作戰的訓練中，VR 被用於教導士兵學習如何在陸地上操作軍事裝備的工具。VR 車載探測系統就是一項應用實例，可以精確地檢測非金屬和金屬爆炸物，炸彈的壓力板以及反坦克地雷的位置。這項 VR 模擬由陸軍 Edgewood Chemical 生物中心的美國陸軍開發，可以幫助士兵在實踐之前，先熟悉車載探測系統的操作方法及各項功能，如圖 10。



圖 9 共軍跳傘模擬訓練

資料來源：新華網，
www.xinhuanet.com/mil/2016/02/26/c_128753703_16.html，檢索日期：檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。



圖 10 VR 車載探測系統

資料來源：z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

3.反暴亂作戰規劃系統

模擬訓練的主要目的還是為了幫助士兵了解各種突發狀況(例如暴亂、恐怖組織事件)，並掌握正確的應對措施。反暴亂作戰規劃系統專門用於引導新兵了解動盪地區的情況，模擬反叛分子的對抗局勢，讓士兵在 VR 中有效地學習防禦及攻擊敵人的作戰技能，如圖 11。



圖 11 反暴亂作戰規劃系統

資料來源：Z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

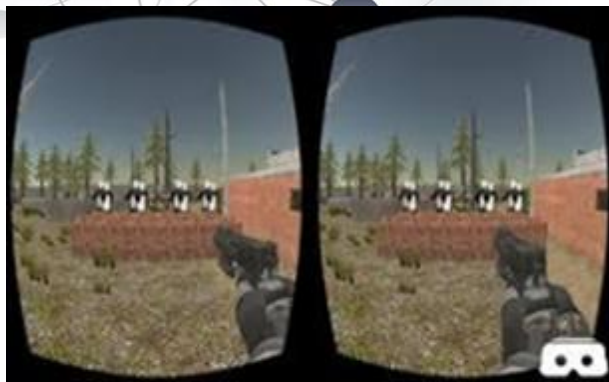


圖 12 毀滅戰士 II 電玩遊戲

資料來源：谷歌圖片搜尋引擎，<http://www.google.com.tw/search/毀滅戰士II>，檢索日期：西元 2020 年 4 月 18 日。

(二)美國

美國陸軍在 70 年代初期仍以人工模擬方式⁹，重建地形、地貌，然而在同一時期，利用資訊科技技術，開始以計算機模型來計算戰損部隊機動速度、彈藥和油耗。亦於 1987 年成立「模擬器訓練中心」，投資廠商開發適用美國三軍各式武器訓練模擬器之軟、硬體，完善整體運用規劃及部隊訓練督導等工作，如圖 12。

1. 成立各式虛擬實境實驗室¹⁰

美軍認為「虛擬模擬無非是當今 21 世紀的主要訓練方式」，如今隨著科技日新月異的進步下，美軍運用各種模擬器材，如部隊人員訓練、戰甲車輛駕駛、武器射擊、



圖 13 美軍虛擬實境導入傘訓模擬器
 資料來源：谷歌圖片搜尋引擎，<http://www.google.com.tw/search/美軍>

航空駕駛等各式各樣之模擬器系統融入海、陸、空軍兵種，模擬高技術裝備作戰，如圖 13。

2. 航空—航空組合武器戰術教練(AVCATT-A)

AVCATT-A 系統是日常空軍訓練中常用的 VR 戰爭模擬程序，該系統仿真了五架訓練專用的軍隊直升機。技能熟練的士兵可以通過配戴 VR 頭顯設備(HMD)，進入

⁹ 同註 2，頁 31-33。

¹⁰ Z 字媒體，www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：西元 2020 年 4 月 10 日。

虛擬環境中感受猶如真實戰場中的砲火、風向、溫度及大氣能見度的變化情況，如圖 14、15。

(三)英國

上世紀 80 年代末¹¹，英國模擬技術公司 Plextek 為英國軍方開發了一套虛擬現實訓練系統，旨在培訓醫護人員應對緊急狀況。該系統使用了一套頭戴顯示器，如圖 16，用於顯示類似遊戲中的戰爭場景，培訓人員要在該環境下處理傷員傷口等。

(四)中華民國

中科院於 2004 年先後運用虛擬場景結合模擬器，發展步槍射擊模擬器(圖 17)、砲兵迫擊砲模擬器(圖 18)、戰甲車(圖 19、20)、直升機(圖 21)及雷射接戰與戰場抗壓等模擬器¹²(圖 22)，使學者可於不受武器、裝備、天候及地形限制來實施訓練，可以使學者透過與更仿真之影像互動產生訓練效果，訓練嚴然已從二維空間發展為三維空間。

中科院在 2017 年航太展中，將 VR 技術應用於各類型訓練模擬系統，如 F-16 戰



圖 14 美軍軍、兵種模擬訓練



圖 15 航空組合武器戰術教練

資料來源：z 字媒體，
www.zi.media/@yidianzixun/post/aKM-PWBamp.htm，檢索日期：檢索日期：
西元 2020 年 4 月 10 日。



圖 16 英國頭戴顯示器

資料來源：愛鳳網，<http://www.ifuun.com/a20165551437>，檢索日期：西元 2020 年 4 月 18 日。

機飛行等模擬系統，透過資訊整合方式，搭配戰場資訊圖台系統及 3D 戰場顯示系統

¹¹ 愛鳳網，<http://www.ifuun.com/a20165551437>，檢索日期：西元 2017 年 4 月 18 日。

¹² 張琪閔、莊水平，〈由 3D 多維模擬訓練平臺淺論國軍部隊基礎訓練之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 127 期，西元 2017 年 4 月。



圖 17 射擊模擬器



圖 18 砲兵迫擊砲模擬器

資料來源：中科院，《陸用模擬器》，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2020 年 4 月 24 日。



圖 19 甲車駕駛模擬訓練室

資料來源：黃中正，〈甲車駕駛模擬器效益評估之我見〉《步兵季刊》(高雄)，第 222 期，陸軍步兵訓練指揮部，西元 2006 年 11 月，頁 4-7。



圖 20 組合型戰車訓練模擬器

資料來源：國家中山科學研究院，〈陸用模擬器〉，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=32&catalog=25，檢索日期：西元 2019 年 4 月 24 日。

整合為虛擬實境聯合作戰訓練系統。該院航研所在 2016 年本軍演習時，就已推出合成化戰場規劃，鏈結戰車模擬器、砲兵模擬器、VR 射擊

模擬器、UAV 模擬系統雷射接戰等系統輸入戰場資訊圖臺中，提供裁判組掌握當前戰況及評分，可快速整合或模組化各階層所需，如圖 23。



圖 21 直升機作戰訓練模擬器 TH-67
資料來源：國家中山科學研究院，〈陸用模擬器〉，http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=34&catalog=25，檢索日期：西元 2020 年 4 月 24 日。



圖 22 戰場抗壓訓練館
料來源：中科院，〈陸用模擬器〉，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2019 年 4 月 6 日。

未來亦可規劃以中科院代管整合全軍相關之模擬系統納專業菁英團隊實施新建、管理與維護，如圖 24，建構適合各部隊之訓練對象、訓練科目訓練要求及訓練標準。

三、美軍虛擬戰鬥空間模擬系統介紹

(一) 虛擬戰鬥空間模擬器的起源

美軍虛擬戰鬥空間模擬系統源自於虛擬場景的與運用，早期普遍大量開發於遊戲領域，後期亦逐漸朝向各專業領域各自深入重點開發。現今時下最流行的射擊戰鬥遊戲軟體，創下世界國家各領域專業人士所推崇讚嘆，此款遊戲名稱為《絕地求生：大逃殺》，也是時下年輕人俗稱「吃雞」的相似遊戲。



圖 23 綜合戰鬥模擬系統整合規劃
資料來源：參考中科院，虛擬實境系統發展現況及未來展望簡報，西元 2020 年 4 月 18 日。

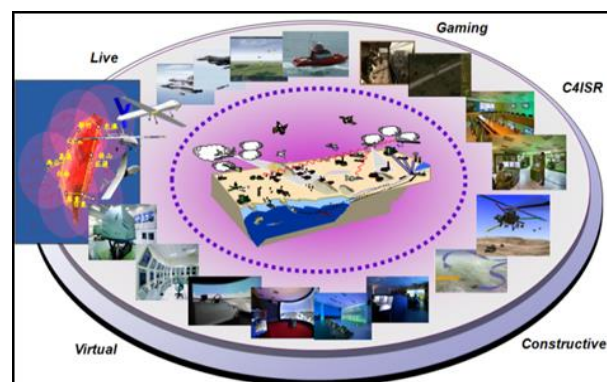


圖 24 合成化戰場
資料來源：中科院，〈陸用模擬器〉，www.ncsist.org.tw，檢索日期：西元 2020 年 4 月 6 日。



圖 25 波西米亞圖騰

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

美國陸軍的 VBS(虛擬戰鬥空間) 模擬系統¹³，起源於遊戲軟體閃點行動《Operation Flashpoint》：雖然「閃點行動」在現代引領出一番軍事遊戲風潮是一件新事(更勝於當時的寶可夢)，但從很早開始，美軍就在使用類似的遊戲訓練士兵。它的歷史可以追溯到十多年前在 2005 年的上半年，開發者是一家捷克廠商(波西米亞互動工作室)，如圖 25，為美軍量身訂製符合其軍事效益之系統軟體，也造就今天該廠商它的名聲在軍事遊戲愛好者中，可謂如雷貫耳。

(二) 虛擬戰鬥空間模擬器系統介紹

虛擬戰鬥空間模擬器系統簡稱 VBS(圖 26)，系統開發平台，如圖 27。為模擬

真實的戰場環境，拋棄了大量無關現實的元素，這裏沒有背景音樂、沒有賞心悅目的景觀，沒有劇情，只有簡單的任務交代，但你將置身於根據衛星圖 100% 還原的地圖中，比如阿富汗的群山、伊拉克的沙漠或是中歐的北約演習場。另外，許多為遊戲省略的環節也在 VBS 中得到了忠實體現，以下為 VBS 與商業戰爭遊戲軟體呈現之差異性：

1. 子彈在 VBS 中是一種稀缺資源：每個步槍兵通常只會攜帶 6 個備用彈夾，即 180 發子彈，這也要求上級妥善選擇目標，每個士兵也需要嚴格遵守開火紀律。

2. 槍支的保險系統：在戰鬥中，你需要打開保險才能射擊，否則，槍械就有可能出現走火。

3. 通訊和情報系統：在電子遊戲中，開發者會為玩家提供周到的任務提示；但在 VBS 中，如果你是前線士兵，你需要在步話機中獲得大部分情報和作戰指示。

4. VBS 一共提供了 4 個交流頻道，其中排長、副排長和四位班長佔用一個，他

¹³ 柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。



圖 26 虛擬戰鬥空間模擬系統



圖 27 虛擬戰鬥空間模擬系統開發平台

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

們會在其中交換情報，溝通指揮事宜。另一個頻道用於班組內通訊，這一頻道主要用來通報敵情，傳達具體的命令。此外還有兩個特殊頻道：其中一個可以呼叫支援，另一個能召喚爆炸物處理小隊。在這些頻道中，扮演上級的教官會結合局勢，決定是否派出支援兵力，如無人機、救援直升機和炮火支援等，而現實的演習往往不會提供這種條件，如圖 28。

5.在 VBS 中，你將很難看到 UI 提示的目標指南，而是更多需要從上級處獲取口頭指示。

6.VBS 另一個與普通遊戲迥異的地方在於尋路系統，在這裏，你只能依靠戰場地圖結合 GPS、指南針和望遠鏡前往目標區域，如圖 29。

7.VBS 的另一有趣之處是還原了真實的受傷情況：比如煙霧彈或者榴彈會導致眩暈和摔倒；腿部中彈將令



圖 28 虛擬戰鬥空間模擬系統



圖 29 虛擬戰鬥空間模擬系統(VBS3 中登場的 M1 系列主戰坦克)

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

玩家難以前進，如果被重武器擊中，你將被系統判定為喪生，至於能否「復活」則需要由負責後台操縱的教官決定。雖然上述設定繁瑣和不近人情，但它們確實還原了戰場情況。同時，它們還帶來了常規訓練無法提供的體驗，並加快了士兵們的實戰上手時間。

舉個例子，在 2010 年後，為針對反恐戰爭的新局面，VBS3 中增加了許多新任務，比如掃蕩恐怖分子藏身的房間，護送車隊穿越危險的山

區，或是駕駛潛航器滲透進危險地區，伏擊敵軍的頭目，如此等等。遊戲的模式總數超過了 300 種，與這些模式配套的還有宏大和真實的世界，僅「美國東海岸」一處地圖的面積就超過了 4 萬平方公里；而且和反映伊拉克和阿富汗熱點戰區的地圖一樣，其中的建築和地貌都完全參照了真實環境，如圖 30。

四、小結

隨著虛擬實境系統相關科技的日趨成熟，來自各領域的研究與應用也不斷的推



圖 30 虛擬戰鬥空間模擬系統

資料來源：柏輝科技公司，VBS，<https://www.aben-tech.com/products/vbs3intro/#content-tab1-0-tab>，檢索日期：西元 2020 年 9 月 21 日。

陳出新，應用領域也將不斷的擴大，這已是必然的趨勢，成長於科技時代的士兵們對網路遊戲都非常熟悉，VR 模擬演習會是他們感興趣並樂於接受的軍事演習方式，這種積極主動的訓練心態，有利於提高實軍事演習的實際效果。因此，如何借鑑各國與美軍在聯合訓練中開展網絡訓練的成功經驗和做法，結合我軍實際以系統工程的角度看待網絡訓練內容體系建設，構建具有我軍特色的網絡訓練內容體系建設設想，提升我軍聯合作戰與訓練，十分重要且意義深遠。

研究分析與發現

國軍近年來為配合新一代兵力及 21 世紀建軍構想，不斷精進人員訓練及技術水準，但受限於武器系統造價

高昂、師資培育不易、施訓能量不足、武器系統分散部署、場地與設備不足、國防預算考量與民意高漲等限制因素，嚴重影響國軍各項教育訓練之效益。

在這個世紀中，「虛擬實境」的善用將造成了一大突破，運用此技術於教學上，可以不必動用昂貴的真實武器裝備即可達擬真之教學效果，有效降低各項精密武器裝備教學耗損、提升裝備妥善率、解決師資培育不易之問題，且各項教育訓練不受場地、設備與天候影響，學員可依據本身實際需求與不熟悉的部分重複不斷練習同一課程直至純熟為止，故可知「虛擬實境」技術應用於教學已成為本世紀教育訓練之主流，以下針對虛擬實境應用於陸軍訓練模擬器運用情形實施介紹。

一、架橋訓練結合模擬器之建構規劃

(一)架橋模擬器建構規劃

1.架橋任務需求：因應戰訓實需，橋樑架設為本軍工兵重要作戰支援任務之一，對作戰部隊遂行攻、防、遭、追、轉等戰術作為影響甚鉅。

2.橋樑裝備實況：本軍制式橋樑計有 M2 框桁橋、MGB 中框橋、LSB 重框橋、M48A5 履帶機動橋、M3 浮門橋，如表 2，其中 M48A5 履帶機動橋、M3 浮門橋屬裝備操作之機動性橋樑，暫不納入本次模擬器研究考量，僅探究 M2

框桁橋、MGB 中框橋與 LSB 重框橋型式，LSB 重框橋於 97 年採購、撥發至各工兵群及工訓中心，以提升原有固定橋(M2 框桁橋及 MGB 中框橋)橋齡老舊、跨距及載重等級不足等問題，提升工兵作戰及災害救援能力。

3.舊有模擬軟體運用情形：以往架橋模擬軟體僅有 92 年研製(已逾 16 年)之 M2 框桁橋、MGB 中框橋等 2 項軟體。因當初 LSB 重框橋裝備籌購時，未同步規劃建置模擬器，亦因架設方式不同，舊軟體亦無法提升開發實施

表 2 工兵制式橋樑裝備性能一覽表

項目 型式	圖示	長 (M)	載重	架設時間	作業人數	備考
M2 框桁橋		39	60 噸	180 分	44 員	
MGB 中框橋		49.4	60 噸	120 分	1 排兵力	
LSB 重型框桁橋		52	80 噸	40 時	機械協建 配合人力	
M48A5 履帶機動橋		18.3	60 噸	2-5 分	每車 2 人	
M3 浮門橋		19.8	70 噸	18 分 (100 公尺 浮橋)	每車 3 人	

資料來源：作者參考準則自製。

LSB 重框橋訓練，且現行架橋模擬軟體與時下先進之模擬器發展相比已趨近淘汰之窘境，無法滿足訓練所需。藉此，於 108 年底採購 LSB 重框橋架設模擬系統，如圖 31，此系統內容涵蓋 LSB、MGB、M2 及應急橋樑之架設模擬，系統開發採用與美軍同一套之現行 VBS 軟體，提升架橋模擬訓練之發展。

4. 架橋訓練結合模擬器之分析如后

(1)藉由架橋訓練結合模擬器建置架橋模擬器，可提供工兵作戰支援作為模擬的安全訓練模式(區分單機及組合)，於單機(個人)訓練合格後，更可進階至多機(組合)聯合訓練，適合於工兵基礎及組合訓練使用，進而配合逼真的戰場環境，有效提升工兵作戰支援作業成效。

(2)建置橋樑架設模擬系統，可使工兵幹部及堆高機、吊臂操作手人員透過實況模擬及狀況演練等操作，來熟悉工兵作業流程與協建運用方式，以充實本軍橋樑架設教學及訓測實需，如圖 32。

(3)軟體內容可執行橋材諸元介紹、架設種類與形式、橋樑勤務、架橋風險管



圖 31 架橋模擬軟體 VS 架橋模擬器
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。



圖 32 堆高機、吊臂結合模擬器操作
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。

理、架橋準備(含架橋點偵察)、人員編組、架橋程序(含經始、滾具設置)及要領、吊掛作業、架設實作(基本架設、特種架設)、橋材裝載(含裝載整備，貨櫃/中型戰術輪車)、堆高機運搬及貨櫃吊掛作業等訓練科目之功能，如圖 33，且不受天候影響與空間限制，並可模擬各種天候、複雜艱困地形、地物，並配合防衛作戰場景及戰術想定，進而提高訓員訓練成熟度與學習興趣。



圖 33 架橋模擬器系統架構
資料來源：工兵訓練中心渡河組資料，
西元 2020 年 3 月 3 日。

二、架橋模擬器教育訓練效益評估

(一)運用模擬系統與實裝訓練操作之差異

1.縮短訓練時程：運用模擬系統實施訓練，可減少教學整備工作，並針對重點練習，逐步增加訓練次數，縮短訓練時程。

2.不受環境限制：模擬系統之操作不受天候環境影響，受訓學(員)生及部隊可藉模擬系統持續實施訓練，增大投資訓練效益。同時，利用模擬系統實施各種場景仿真，可使訓練更貼近作戰實況，提升訓練成效。

3.提昇作業安全：模擬系統可模擬各種不同訓練課程及可能之突發狀況，亦能提供特殊且複雜之虛擬作戰環境及難以遭遇之天候與地形；透過高危險性場景模擬訓練，

可提高實際操作之安全性，使學者熟悉作業程序及危機處理，藉以增加應變能力，期於實際作業時，將裝備實際性能予以充分發揮。

4.可反覆從事訓練：在不同訓練條件之下，同一狀況可以反覆實施訓練，使受訓學員(生)可藉模擬器重複訓練，增大投資訓練效益。

5.減低裝備損耗、節約訓練成本：裝備使用頻繁，其壽限大幅縮短並消耗大量爆材，運用模擬器從事訓練，能減少裝備不當損耗，延長裝備使用壽限；另可節省爆材消耗。

6.減少訓練場地、環保抗爭：訓練場地難覓，易造成民意抗爭，模擬器於室內實施，可減少對環境與噪音污染，避免民眾抗爭。

(二)傳統架橋訓練與「架橋模擬器」效益比較

國外有關模擬系統之發展日趨成熟，隨著電腦硬體設備資料處理速度不斷提升，模擬軟體開發也因市場需求日益精進，除了在技術門檻方面較於以往降低許多以外，系統成熟度與擬真度亦大為提升，同時減少了開發風險與經費需求。然而，訓練模擬器之運用能彌補現階段受限之訓

練條件，可得之具體效益差異比較，如表 3：

(三)綜合評估

1.本系統具單機基礎訓練(戰技)、多機組合訓練(戰鬥)、幹部指揮程序訓練及特殊環境模擬訓練等，可供教官組依「先基礎、後組合、再綜合」方式實施教學，並可實施系統訓後回顧，以針

對工兵戰鬥支援任務實施檢討與策進，如圖 34。

2.可提供橋樑載重、小型軍品研發、架設方式改良、架設成效及作業時間等模擬效益評估、分析能力；後續可供教學訓練成效、部隊作戰能力、戰術戰法研究及準則編修等驗證作為，精進作戰準則之適切性。

表 3 傳統架橋訓練與「架橋模擬器」效益比較分析

訓練方式 項目	傳統架橋訓練	架橋模擬器訓練	比較分析
課前準備	實施風險管控會議、器材整備、場地整理，需多人配合才可完成。	具每日例行使用前檢查及自我故障功能顯示，僅教官 1 人即可完成。以百人班隊而言，教官及助教僅需 3 人。	架橋模擬器訓練可課前準備時間。
訓練場地	基礎架橋訓練場需要 20X10 平方公尺	可依架橋模擬器數量，建置適當廠庫，即可施訓。	架橋模擬器訓練不受地形場地影響，訓練場地易獲得。
訓練成本	一、常損壞之器材，如十字繫材、抬夾、插銷等，年度裝備耗損無法估計。 二、人力成本：一次上課名所需一名教官與三名助教。 三、時間成本：如「戰鬥工兵班」之基礎班隊課程時間為 35 小時。	一、僅需 220 伏特之電約估 15 元。 二、人力成本：僅需教官 1 人即可完成。	依器材損耗、時間、成本、人力、模擬器較為優勢。
危安因素	由於基礎動作不熟練，常因姿勢、口令不正確等問題，造成事故。	運用模擬器可使學者熟悉操作程序、注意事項，可降低訓練時之意外事件發生，確保訓練安全。	架橋模擬器訓練無危安因素。
訓練效益	一、由於場地限制，僅具一般道路基本架橋能力。 二、天候不佳時，常停止架橋訓練。	一、可藉音效、視訊虛擬下雨、夜晚等景況，使學者能習得惡劣天候架橋要領。 二、使用液壓重量系統，使學者能感受橋材重量，適時鍛鍊，避免因姿勢不正確導致人員受傷。	架橋模擬器可變應能力，將風險所導致的危害予以最低程度。

資料來源：作者自行整理。



圖 34 108 年 LSB 重框橋架設模擬系統開發實景畫面

資料來源：柏輝科技有限公司，西元 2020 年 3 月 3 日。

3. 本系統除運用於班隊教學及基地訓測外¹⁴，並依未來「合成化戰場」環境建置考量，系統具美軍高階架構(HLA)介面，可藉由 COP 圖臺與 JCATS 系統介接及整合，於演訓階段與其他兵科完成戰技、戰鬥、戰術之「合成化戰場」整合，未來若推廣至(工兵)群級或其他單位，可透過良好網路環境與 JCATS 電腦兵棋實施整合，成為分散式互動模擬環境，擴大演訓規模與範圍，提升本軍實兵對抗層次。

三、小結

依國防部推動國軍「合成化戰場環境」之建置目的是在於整合國軍現有「電腦兵棋」、「訓練模擬器」及「實兵訓練裝備」，有效輔助部隊戰備整備與訓練本務，以降

低實兵訓練風險、節約訓練成本，並兼顧部隊訓練安全，提升聯合作戰訓練成效。針對未來各項之模擬系統，可保留連網運用之架構與擴充性，俾提升性能與未來系統之研改。

結語與建議

臺灣地小人稠，經濟高度發展、土地環境密集的開發以及現代化戰爭強調高科技與高技術武器的發展，我國因國情特殊，缺乏實戰經驗，而訓練上，受到訓場限制及訓練危安等種種因素，無法符合戰時與敵接戰狀態而大型實彈操演僅能結合書面想定發佈，實施各式武器射擊，常淪為火力展示。透過增加模擬器在訓練上的運用，除增加仿真敵情外，能運用虛擬訓場描繪戰場景況在戰術上，加深指揮官指參作為及協同合作戰術運用，使部隊訓練更加務實，並能在全天候、全方位情況下實施訓練，也使得訓練頻次增加，減少訓練危安發生，歸納此次研究，實施幾點建議如后。

¹⁴ 孫銘鴻，〈運用虛擬(擴增)實境科技提升機步部隊訓練部隊訓練成效之研究〉《步兵學術季刊》(高雄)，第 269 期，陸軍步兵訓練指揮部，2018 年 10 月 30 日，頁 14。

一、整合模擬系統、發揮聯戰能力

從美軍發展模擬器的概念中，將虛擬實境技術安裝戰車、裝甲車或飛機等各項裝備上，可進行在車組與車組，機組與機組訓練模擬器聯接在一起，而不同模擬器亦可聯接，或異地相連，使各地參訓部隊共享一個資料庫，使射擊程序、指揮控制、遠距離空中人力支援等科目的訓練，都運用模擬方式進行。反瞻我國，各兵科訓練中心模擬器目前皆為各自發展，未有完整整合不同型態的模擬系統的能力與管理。因應未來環境，建議朝向國外相關技術，以高階連網架構(HLA/DIS)

作為整合基礎，研發串連各項聯戰系統、戰場資訊圖台、無人機、砲兵射擊及單兵射擊等訓練系統如圖 35，使國內現有與未來模擬器之系統能有效整合，並由中科院或有能力之機構統一管理整合，並配合年度預算編列，實施裝備維管或性能提升，使未來在聯合作戰基礎下，讓不同的模擬系統可在同一個虛擬戰鬥環境中，讓各地的學員透過連網方式，異地同時的在同一個想定中進行交戰或聯合演訓，讓聯戰系統與模擬器不局限於某個層級之使用，使各級訓練更加彈性，提升訓練成效。



圖 35 各軍種作戰模擬器整合系統

資料來源：新浪新聞，

<https://news.sina.com.tw/article/20180930/28354118.html>，檢索日期：西元 2020 年 3 月 3 日。

二、建構多元模擬器、提升國軍戰力

鑑於工兵固定橋架橋訓練均屬高風險、高強度訓練項目，迄去年至今，中心訓場地有數量不足或環境單一等窒礙因素，故發展執行雷區、障礙物、爆破設置及橋樑架設等多元之模擬系統專案，藉由數位模擬平台軟體建置，訓員透過多元課程，採循序漸進、訓後回顧及缺失矯正等標準程序驗證合格後，再實施實裝訓練，未來應朝向不足之處，持續發揮模擬器領域，建構兵科專業屬性之多元模擬器，舉凡工兵重機械等相關裝備之模擬器，取代機具不足、天候不佳、訓員眾多、結合戰場環境等限制因素，影響教學品質與部隊戰力，使教育訓練有效結合作戰，達成防衛作戰使命。

三、善用模擬器特色、劃分使用層級

以兵監為例，在陸軍所扮演角色，為訓練軍團、旅、營、連、排、班階層武器裝備及戰術訓練科目，其中旅、營級以上以練指揮為主，固以電腦兵棋、模擬器及指管系統為主軸，而連含以下階

層則應著重於裝備模擬器，並結合虛擬實境，實施戰鬥及戰技等科目實施訓練，如此各層級均能在聯網共用圖資場地下，於同一個平台上，編寫規劃的想定、創造想要的戰場，實施一連串之戰略、戰術與戰鬥之戰術戰法運用，並搭配年度部隊實兵與兵棋模擬實施驗證，以磨練各階層之作戰能力，如此善用彈性和開放式模擬環境平台架構，創造多元訓練想定，開創複雜作戰環境，提升各級聯戰能力。

四、軍購新式裝備、建置原廠模擬器

鑒於年度國防預算採購，以往新式裝備採購，均未納入原廠模擬器系統建置，如今當前環境發展下，模擬器已成為現代之趨勢，建議未來建軍發展，外國各式新式武器裝備採購，須納入原廠所建置之模擬器系統一併配合交裝與教育訓練，以符合未來環境與各項條件受限下，我軍可善用模擬器系統，達到人員熟稔裝備操作，以及進階聯網進入戰場環境平台，實施戰術作為等各項有利操作，增進國軍戰力。