



軍事後勤

以擴增實境導入 技勤訓練之應用

空軍上校 王祥昀、空軍中校 趙宥翔、空軍少校 田嘉豪

提 要

近來隨著資訊科技的快速發展，實體環境結合虛擬軟體的擴增實境，已被許多研究證明可提高學習效益、節省教育成本支出，以及減輕教學(訓練)單位人事負荷。國軍單位因「精實案」、「精進案」及「精粹案」的執行，為維持額定戰備人力，導致多數訓練單位遭到裁撤，有經驗的軍士官人數也大幅度的下降，致其經驗與知識出現斷層。故如何將資深人員長期累積的各種寶貴經驗、方法、要領等專業技能，藉由資訊科技的學習方式，提昇單位訓練效能並精進人員本職學能，擴增實境的廣泛運用將成為精進教育訓練的趨勢。

本研究透過文獻分析藉由民間各領域應用擴增實境成功案例，來探討擴增實境運用在本軍技勤訓練方面，期能提供空軍技勤人員訓練運用擴增實境時之建議。

關鍵詞：擴增實境、文獻分析、技勤訓練

壹、前言

國軍教戰總則第十四條「軍隊訓練」中明確揭櫫：「訓練乃戰力之泉源，戰勝之憑藉。」^{〔註1〕}因此，唯有紮實、嚴格、不間斷的勤訓精練，方為達成戰備任務之關鍵指標。國軍近年執行的「精兵政策」，導致空軍在技勤訓練的知識傳承上出現



斷層。再者，軍事科技的發展日新月異，武器裝備趨向於精良且細密，而精密武器效能之妥善，端視修(維)護人員各項訓練作為紮實與否。現行空軍之技勤人員訓練仍以「師父帶徒弟」或「老兵帶新兵」的傳統方式實施，且常受限於師資、人數、場地、硬體設備、教材及經費等問題，在現階段人力精簡及訓員本身任務負荷下，無法考慮到每一個人的學習需求與時間，所以在學習成效方面仍有很大的進步空間。

因此，為解決人力不足及時空環境限制等因素，本文藉「擴增實境」(Augmented Reality, AR)可即時學習及隨處可學之特點，並透過提升修護人員在技勤訓練上的學習興趣，使人員更加投入及參與，而資深人員長期所累積下來的各種寶貴經驗、方法、要領等專業技能，藉科技學習發揮擴散的功效，進而提升學習效能及精進人員本職學能。

貳、擴增實境簡介

隨著科技軟、硬體的進步，我們常常聽到的虛擬實境(Virtual Reality, VR)、擴增實境(Augmented Reality, AR)已日漸成熟，蘋果執行長Tim Cook曾說過：「擴增實境將會像智慧型手機一樣重要。」^[註2]可以想見，這些科技在不久的未來將融入我們的生活，就像現在你我手上的智慧型手機一樣。

一、何謂擴增實境

擴增實境可以在螢幕上把虛擬世界套在現實世界並進行互動，是一種利用計算攝影機影像的位置及角度，並加上相應圖像的技術。1994年美國學者Paul Milgram和日本學者Fumio Kishino等人提出的「真實-虛擬連續性(Reality-Virtuality Continuum)」的理論，他們將真實環境(Real Environment, RE)和虛擬環境(Virtual Environment, VE)分別作為連續性的兩端，位於中間的被稱為「混合實境(Mixed Reality, MR)」，其中靠近真實環境的稱為擴增實境(Augmented Reality, AR)，靠近虛擬環境的則是擴增虛境(Augmented Virtuality, AV)，也就是說擴增實境中，真實的成分比較多，如果虛擬的比例高於真實時，就稱之為擴增虛境，^[註3]如圖1所示。擴增實境是虛擬實境技術的延伸，也可以說是以虛入真。擴增實境的主體是在真實環境中，利用虛擬的技術，將一些對應的圖像、影音或互動式資訊，擴增(Augmented)入真實的場景中，

註1 國軍教戰總則，(2020/04/11)取自：<http://www.ndu.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/49/99376483.pdf>

註2 楊晨欣，〈蘋果執行長庫克：「擴增實境(AR)將會像智慧型手機一樣重要。」〉，《數位時代》，(2017/2/13)，〈<https://www.bnext.com.tw/article/43123/tim-cook-takes-ar-as-smartphones>〉

註3 曾鴻麟，〈擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014年9月，頁2。



疊加之後的畫面能夠提供使用者參考或是與使用者互動。相較於虛擬實境使用完全虛擬的畫面來取代真實空間的感受，擴增實境則是在真實空間中加入虛擬的元素，讓使用者可以看到真實結合虛擬的世界。【註4】



圖1 真實-虛擬的連續性

資料來源：曾鴻麟，〈擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014年9月，頁2。

二、擴增實境的發展

擴增實境最早可追溯到1960年代，當時美國學者Ivan Sutherland在哈佛大學MIT實驗室一個專案研究計畫中，使用頭戴式顯示器(Head-Mounted Display, HMD)應用在三維空間上，建立了最原始擴增實境的雛型。HMD設計的原理是，讓使用者頭上戴著攝影機，將我們先設定好的基準記號(Fiducial Marks)繪製於標誌(Markers)上，然後在影像分析、處理的過程中，讓電腦尋找這個特別設計的標誌，當電腦看到其中一個基準記號時，即可以分辨標誌在攝影機裡的相對位置，然後可以據以計算虛擬物件在螢幕上應呈現的大小、位置與角度，其原理見圖2所示。而虛擬物件送至影像合成器與真實環境作結合後再將合成後影像傳至螢幕。【註5】到了1997年，美國學者Ronald Azuma提出了擴增實境是由虛擬實境所變化而來的。【註6】虛擬實境的技術是讓使用者完全沉浸於一個合成環境中，且無法看到他周

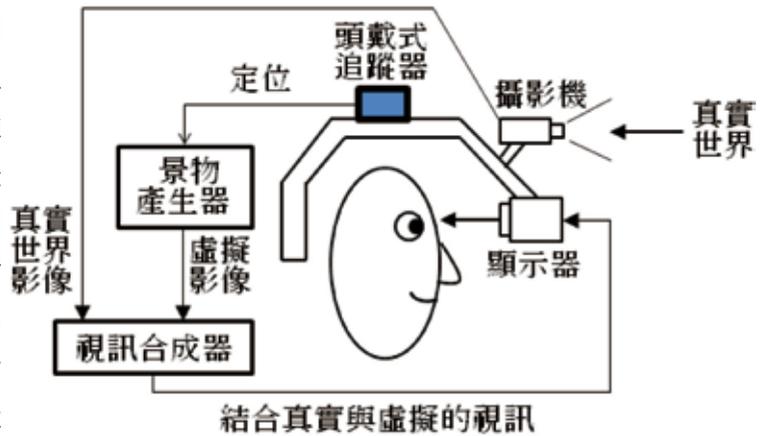


圖2 HMD顯示原理

資料來源：蔡銘宏、潘愷、林佩芬、江蔚文，〈應用擴增實境技術建置自助診療衛材教學系統〉，《醫療資訊雜誌》，第22卷第2期，2013年6月，頁51-52。

註4 溫志皓，〈淺談擴增實境在軍事後勤領域之應用〉，《陸軍後勤季刊》，第3期，2019年8月，頁1。

註5 蔡銘宏、潘愷、林佩芬、江蔚文，〈應用擴增實境技術建置自助診療衛材教學系統〉，《醫療資訊雜誌》，第22卷第2期，2013年6月，頁51-52。

註6 曾鴻麟，〈擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014年9月，頁2。



圍的真實世界；而擴增實境則是在真實世界中複合疊加虛擬物體，允許使用者看到真實的世界，也就是說，擴增實境是增強的現實環境，而不是完全取代它。Ronald Azuma更明確的定義擴增實境必須具有三大特性：(一)結合真實與虛擬世界(Combines Real and Virtual)、(二)可提供即時性的互動(Interactive in Real Time)、(三)資訊必須呈現在三度空間內(Registered in 3-D)。隨著資訊科技的發達，隨身電子產品的運算能力提升，擴增實境的用途也越來越廣。

三、擴增實境的技術原理

擴增實境的顯示類型分為影像合成技術的穿透式(Video See-through)和光學原理的穿透式(Optical See-through)二種顯示技術。影像穿透式顯示技術利用攝影機鏡頭呈現「影像疊加」的方式，將數位資訊或圖像疊加在真實世界的實像或實物上。光學穿透式顯示技術是人的眼睛直接透過鏡片看到三維空間中虛擬的圖像，並透過準確追蹤和精準定位技術在空間中抓取或觸摸虛擬的圖形產生反饋，與真實的世界同步和互動。擴增實境技術以虛擬與現實結合、即時互動及虛擬三維物件等三項原則，並以追蹤、定位及顯示等三項技術建構擴增實境系統。【註7】

- (一)混合實境技術：混合實境技術中，虛擬內容必須要能快速且即時在擴增實境的裝置上顯現，要能提供三維物體或虛擬環境的數據資訊及快速的運算速度等，透過顯示系統，將影像內容同步傳送到使用者，因此，快速發展的混合實境技術，需要多樣化的虛擬內容，編輯三維圖像及三維的實時繪製(Real-Time Rendering)都是虛擬內容的技術趨勢，將會提升虛擬的內容速度和品質。
- (二)光學式頭戴顯示器：從光學式頭戴顯示器專利數量大量增加顯示，擴增實境不再透過移動式裝置來呈現圖像，而是採用光學穿透式即時顯示系統，縮短眼睛和顯示器之間的距離。擴增實境的頭戴顯示器與一般眼鏡無異，取代厚重的頭戴顯示器，並有連結聲音系統的耳機及掛置身上的系統處理器。輕便型的擴增實境眼鏡，將會是人機交互界面裝置中發展的重大變革，透過擴增實境眼鏡提供現實中無法直接獲取的資訊，讓使用者眼中的世界更具有多樣性。
- (三)室內光場顯示投影：除了輕便型的擴增實境眼鏡外，在光學系統技術當中，室內光場顯示技術(Light Field Display)是一種三維的全息投影技術(Holo-

註7 王惠瑜，〈次世代擴增實境技術趨勢〉，《科技政策觀點》，(2016/7/14)，〈<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10258>〉



gram)，在室內無需透過鏡片來顯像，使用者不需配戴眼鏡，裸眼即能看見的三維立體圖像的顯示技術。室內光場顯示投影關鍵技術為數位光處理系統，包含空間光調製器(Spatial Light Modulator)和變焦元件(Variable Focus Element, VFE)等元件，投射出的光可變焦並能整合影像來源等數據資料，具有即時在空間上調製光束的功能，對光波的空間分佈進行調製，為即時光學數據資料處理，光計算等系統的關鍵技術。

四、擴增實境技術之運用

早期要將攝影機及顯示器搭配在一起並不方便，為了要呈現擴增實境的效果，有所謂的頭戴顯示系統，但是使用起來並不是很方便，近年來擴增實境技術日漸成熟，許多領域利用此技術進行相關研究，如休閒娛樂、教育學習、觀光旅遊、醫療及工業等領域，而工業應用上，主要為產品設計、維修訓練、保養等面向。

- (一) 休閒娛樂：不可諱言，遊戲在資訊科技的發展中扮演著很重要的角色，不管是經典的線上遊戲，或是打發時間的單機遊戲，擴增實境技術也多使用在遊戲中。2009年秋季，日本SONY就創新推出了一款虛擬寵物遊戲EyePet，結合了擴增實境技術，以客廳或臥室等地方做為與虛擬寵物互動的場所。【註8】
- (二) 教育學習：英國廣播公司(BBC)的研究發現孩童對於擴增實境的學習具有較佳的反應，該研究藉由擴增實境的3D顯示，讓孩童了解太陽和地球之間的運動關係。因此設計一個地球、太陽和月亮的互動遊戲，研究結果顯示學習的效果極佳，擴增實境學習可以讓兒童更富想像力，研究也發現孩童會利用自己本身的經歷，創造屬於自己的故事，所以孩童們能夠在遊戲情境中自然學習。【註9】
- (三) 觀光旅遊：國內外一般觀光據點，或是旅遊中心等有很多地方也增加了QR-Code，配合智慧型行動裝置可以直接導覽，但是這些都不夠真實，配合擴增實境技術，目標建築物或是物品可以在眼前真實的呈現。另外，對於一些已經損毀的古蹟，也可以使用擴增實境技術，讓遊客看到原來的樣貌，美國學者Vlahakis等人在2001年就在損毀的古蹟上，利用擴增實境技術疊加原來的古蹟樣貌，這種方式有別於書籍圖片的介紹，讓遊客感受更真實。【註10】

(四) 甲車維修

註8 曾鴻麟，〈擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014/9，頁2。

註9 蔡雅琦，〈擴增實境技術運用於數位互動廣告展示之探討與設計〉(臺北：國立臺灣師範大學設計研究所碩士論文，2012)，頁49。

註10 曾鴻麟，〈擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014/9，頁7。



美國哥倫比亞大學與美軍實驗室所合作研發中的「維修擴增實境」(Augmented Reality for Maintenance And Repair, ARMAR)技術，可於裝甲車砲塔砲維修中(如圖3所示)，提示維保人員程序、步驟、要領，以達「說一動，做一動」的目的，以提供訓練及實際操作所需，提升其工作效率及避免操作錯誤與危安狀況發生。【註11】

(五) 醫學解剖

透過AR及VR技術可呈現3D空間的立體視覺效果，可達到沉浸式體驗，主要優勢是能節省時間與降低成本。像是心臟解剖構造，教師不可能每次都提供「真的心臟」給每位學生，透過AR技術，學生手持智慧型裝置並使用專屬APP(Anatomy 4D)掃描書本或是心臟的圖案，手機螢幕上立即出現一顆虛擬心臟，並且可觸控螢幕，調整放大、縮小與旋轉，觀察心臟不同的角度與構造。且隨時隨地均可學習。【註12】

(六) 飛機維修

美國學者Azzari等人利用擴增實境技術進行飛機零組件之維修訓練，此研究結果顯示，擴增實境技術確實可降低作業負荷且可提高學習動機。【註13】飛機各系統主件、零附件多如牛毛，且多數航材單價高，維修流程複雜耗時，修護從業人員需要極大的耐心，運用AR重複操作且不耗材的特性，可



圖3 利用擴增實際技術維修狀況

資料來源：林俊安，〈擴增實境於後勤之應用〉，《陸軍後勤季刊》，第3期，2019年8月，頁13。

註11 林俊安，〈擴增實境於後勤之應用〉，《陸軍後勤季刊》，第3期，2019/8，頁12-13。

註12 謝昱儕、林語瑄，〈虛擬實境與擴增實境在醫護實務與教育之應用〉，《護理雜誌》，第64卷第6期，2017/12，頁3-4。

註13 Azzari, P., Crescenzo, F.D., Fantini, M., Persiani, F., Stefano, L.D., and Salti, S., "Augmented Reality for Aircraft Maintenance Training and Operations Support," IEEE Computer Graphics and Applications, January/February 2011. pp.5-6。



有效降低人員心理負擔，即便出錯，亦不會造成損失，且不受限於非得在飛機修護棚廠才能施工，可同時對大量修護人員實施訓練。最後，對每個維修步驟提供輔助顯示之技術(如圖4所示)，可強化訓練成效。

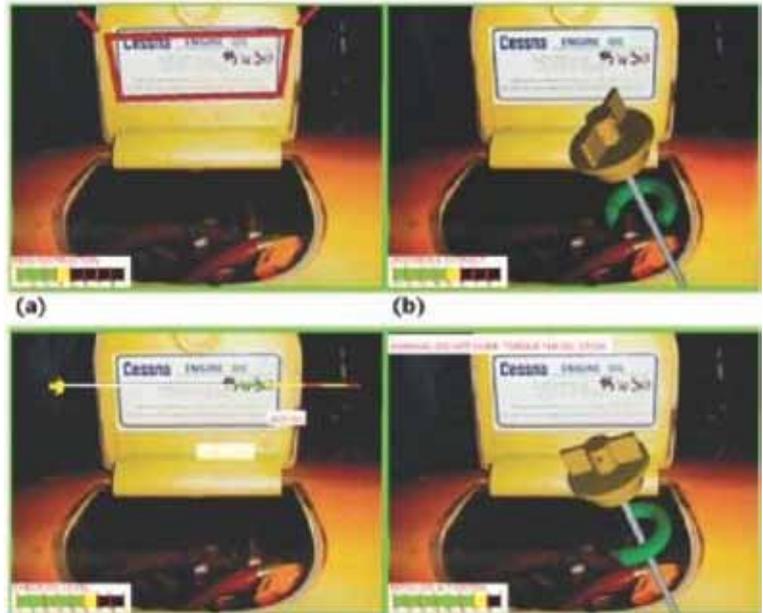


圖4 擴增實境飛機維修保養作業

參、技勤部隊訓練作法

為達成選、訓、用合一之訓練目標，空軍技勤訓練依「兵監管訓、部隊管用」

資料來源：Azzari, P., Crescenzo, F.D., Fantini, M., Persiani, F., Stefano, L.D., and Salti, S., "Augmented Reality for Aircraft Maintenance Training and Operations Support," IEEE Computer Graphics and Applications, January/February 2011, p.6。

原則，建立各階段訓練重點。^{【註14】}新進人員依專長實施在職訓練，取得專長後，根據單位特性、工作賦予實施駐地訓練，另單位針對重複故障、飛危事件、重大缺失及性能提升等事件，執行專精訓練。

一、訓練流程^{【註15】}

(一) 在職訓練：凡本軍人員初(調)任新職命令生效，自就職日報到乙週內即依「國軍人員分類作業程序」規範訓練期程，接受與編制專長分類有關之訓練，迄訓練完成且考核合格止，過程歷經「新進人員訓練」與「專長訓練」，此範圍即為在職訓練。

(二) 駐地訓練：人員獲得專長後，依各專業訓練項目區分修護、補給、械彈、基勤及管理，依技勤部隊訓練要項表及訓練科目表，所擬定訓練重點、課程規劃及時數實施訓練，使技勤人員學習專業工作技能，提升本職學能，著重於熟練技勤人員專業技能及知識。

(三) 專精訓練：訓練方式區分為「專案訓練」、「外語訓練」、「委外訓練(證

註14 國防部空軍司令部，〈空軍技勤部隊訓練教範第二版〉，(2017/4/26)，頁1-1。

註15 國防部空軍司令部，〈空軍技勤部隊訓練教範第二版〉，(2017/4/26)，頁3-1。



照培訓)」、「技協訓練」、「軍售訓練」、「第二專業交互訓練」等，以提升人員技術水準、語文能力、專業技能、人員調配運用及專業維修技能得以傳承。

二、訓練方式

- (一) 學科教育：講授為教育訓練主要教學方法，可單獨使用，亦可配合互動討論、作業等方法混合靈活運用，並配合各項輔助器材、教具，如實物、圖片、模型、電視、影片、圖表等，加強學習者印象及激發學習興趣。
- (二) 術科訓練^{【註16】}
 1. 示範模擬法：即教官做一項動作，學習者模擬做一項動作，起初以分解動作，一步一步確實動作，分解動作熟練後，再以連續動作貫連，使學習者能充分領會動作之要領。
 2. 觀摩比較法：通常使用於示範摹擬法後，學習者已初通基本操作要領時使用，將每一訓練單元之學習者分為兩組，一組做動作，另一組觀摩比較，然後觀摩組說出操作組織缺點，兩組再交換實施，領悟動作要領。
 3. 檢查糾正法：除於操作中不斷檢查改正外，教官可於每一進度結束前，對於所訓練人員，逐一檢查並個別改正，改正動作通常以語言指導、手勢誘導等方法，使學習者領悟自己何處錯誤，透過意識與思維，使學習者自己改正缺點。
 4. 個別傳授法：對學習能力較差之人員，應注意個別傳授，指定專人輔導，以簡明通俗之言詞譬喻，多使用輔助器材示範，使其易於瞭解，並可利用課餘時間加強實施輔導。
 5. 運用模擬訓練器、電腦輔助教學系統、週檢機及待件機等，執行各專業附件拆裝、檢修及故障研判等訓練。

三、訓練教材

各技勤部隊訓練教材，依新增能量、技令版期修訂、單位組織調整及歷年缺失情況，檢討現有各類訓練教材內容，以求教材符合現況，使訓練成效發揮最大功用。

(一) 在訓教材：

為各專長在職訓練所需之主要教材，應依「空軍在職訓練教範」規定製作，其內容應包含飛地安全、基本學識之講授及專業技能之培養，凡學校教

註16 國防部空軍司令部，〈空軍技勤部隊訓練教範第二版〉，2017/4/26，頁4-8。



育銜接之訓練專長，針對部隊工作需要，蒐集最新法令、規定、技令及專長訓練相關之一切資料，依據「職務訓練標準」要求，本銜接不重複原則，規劃結構據以編修。

(二) 駐地訓練教材：

進入駐地訓練後由合格教官依據專業教材實施學科訓練，並結合單位棚廠、機庫(堡)等設施或配合發工時機及實作專用飛機、訓練裝備等，帶領學員實施術科訓練。

(三) 學科教材應依單位新增能量、技令版期修訂、組織調整及歷年缺失情況，檢討現有各類訓練教材內容，予以修訂補充，以符合訓練需求。

肆、擴增實境導入技勤訓練

為使技勤人員有效學習專業技能，除嚴格訓練紮根，不斷勤訓精練外，訓練之器具、教材等，亦是訓練過程中影響學員興趣、吸收程度之關鍵要素。子曰：「工欲善其事，必先利其器」。由此可知，教學方式、教具等，在精進訓練成效上扮演著至關重要之角色。

一、取代實體裝備

各部隊技勤訓練中的術科訓練大多以實體飛機或空用地面支援裝備等配合教學訓練效果較佳，在各聯隊任務繁重及戰機妥善率壓力下，均以執行演訓任務及恢復妥善優先，無法運用週檢機或待件機等執行附件拆裝、檢修及故障研判等訓練；另各聯隊多為單一機種，而單位內過境維護小組必須具備各型機接、放飛及飛行前、中、後檢查等技能，雖然每季均派遣部分人員赴各機種實施複訓，惟訓練週期、人員勤務及差旅費均影響各單位派訓情況，如能藉由擴增實境技術顯示各型機系統及各型裝備實施訓練(如圖5所示)，讓學員可以在不受裝備及機種限制情況下，完成修護技術訓練及各機型複訓，彌補實體裝備訓練之不足。

二、精進教材製作及術科訓練

應用擴增實境技術，以3D視覺化方式提供指示、步驟、數位內容的互動導引學員，減少紙本教材作業，並且透過擴增實境擷取資深人員工作流程，能有效保存單位內專業知識。^{【註17】}如早期採用擴增實境的組織，像是DHL、美國海

註17 陳明陽，〈教育訓練善用AR更高效〉，《DIGITIMES》，2020年3月2日，〈https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=130&id=0000579183_5ggq0p3zf968zac2v0oukl〉(檢索日期:2020年4月9日)



軍、波音已經發現，透過擴增實境為員工提供逐步的視覺教育訓練的成效，或是反應某些特別常犯的錯誤。如果某人重覆犯下相同類型的錯誤，可能被要求使用擴增實境技術，直到工作品質改善為止。【註18



圖5 擴增實境技術顯示飛機機體示意圖

飛機航材或關鍵性空

資料來源：《TXI Blog - TXI Partners 奕恩智匯 - AVR+ EcoSystem》，
<https://txipartners.com/zh/blog/txi-blog/> (檢索日期:2020年3月9日)

用地裝，大多均為高單價及恢復戰機妥善重要之器材，不容許人員出錯致損毀航材，學員運用可更新與可擴充的擴增實境工具，將維修程序、步驟、要領透過影像顯示，引導修護人員確切損壞的大小和確切位置，並提供檢修相關技術信息(如圖6所示)，使檢查變得更快，更準確，從而減少了檢查的時間及人為錯誤。學者Bockholt等人已運用擴增實境與一般傳統訓練方式，分為兩組進行組裝比較，在特定訓練時間內進行測試，發現使用擴增實境訓練群具有較高的正確率。【註19】

三、建構安全訓練環境

訓練過程中尤應重視訓練安全，養成良好工作紀律，恪遵「下達訓練任務時，也要下達安全規定」之要求，各項技(基)勤工作前、中、後均應詳細規劃、確實檢查，嚴防危安事故發生。目前實施訓練常常發生場地不足、周遭安全設施不符規範或需



圖6 維修人員透過擴增實境技術工作教學示意圖

常發生場地不足、周遭安全設施不符規範或需

資料來源：Michael E. Porter, James E. Heppelmann, <擴增實境必備五大策略>，《哈佛商業評論》，2017年11月，<https://www.hbrtaiwan.com/article_content_AR0007529.html> (檢索日期2020年3月9日)

註18 Michael E. Porter, James E. Heppelmann, <擴增實境必備五大策略>，《哈佛商業評論》，2017年11月，<https://www.hbrtaiwan.com/article_content_AR0007529.html> (檢索日期2020年3月9日)

註19 Bockholt, U., Gavish, N., Seco, G., Rodriguez, J., and Peveri, M., "Transfer of skills evaluation for assembly and maintenance training." BIO Web of conferences, 2011, p.4.



要協調其他專業人員協助始可執行訓練等因素，導致訓練無法如期執行，例如潛力裝掛訓練、高壓氣體容器、起重機等危險機工具及高風險作業時。若運用擴增實境技術透過智慧眼鏡進行虛實整合，能提供學員融入工作環境的培訓場景。另外如發生重大傳染疾病(如近期爆發全球性的Covid-19)，無法近距離的執行教學訓練時，亦可運用擴增實境虛實整合方式實施訓練，並且可以兼顧安全。

四、提昇學習效益

傳統的訓練方法多透過書面教材由教官單向教導學員知識，學員處於被動吸收，若學員對課程或話題沒有興趣，專注度將無法提高，易流於形式較無效率。而現今新興科技的發達迅速，人們對數位學習或虛擬實境的好奇，均可在手機的使用頻率及電玩的熱衷程度上得到反映。運用擴增實境可提供結合聽覺、體感、觸覺、視覺等教育訓練方式，滿足不同的學習需求，深信可大幅提高學員學習興趣。並透過相關文獻可以看到國內外市場都積極發展擴增實境，最主要是看中使用擴增實境體驗後的成效。英國神經行銷與分析公司Neuro-Insight研究發現：大腦記憶對擴增實境和非擴增實境任務的反應，人們記得有擴增實境體驗的訊息比一般沒有擴增實境的內容高出72%，在參與度、左右腦的記憶和注意力、情感反應強度上，擴增實境體驗也都比沒有擴增實境的體驗還來的高。【註20】

五、擴增實境應用上之分析比較

因此，除前述文獻分析探討擴增實境技術運用在訓練上之優點外，就傳統訓練方式及應用擴增實境訓練模式，針對場地選擇性、教材擴充性及教學靈活性等面向實施比較。(如表1所示)【註21】

表1 訓練方式及特性比較表

方式 \ 特性	示範 摹擬	觀摩 比較	檢查 糾正	個別 傳授	模擬訓練器 及電腦輔助	擴增 實境
場地便利性	×	×	×	×	○	●
裝備替代性	×	×	×	×	○	●
教材攜帶性	×	×	×	×	×	○
教學靈活性	○	○	○	○	○	●

●：較佳 ○：尚可 ×：欠佳

資料來源：本研究整理

註20 <互動式教育體驗 AR擴增實境有助提升注意力>，《宇萌數位科技arplanet》，2019年12月3日，<<https://www.arplanet.com.tw/trends/artrends/educationar/>> (檢索日期:2020年4月7日)

註21 曾鴻麟，<擴增實境技術運用於國軍數位學習之研究>，《陸軍通資半年刊》，第122期，2014年9月，頁14-15。



總而言之，現今擴增實境技術運用在各領域已相當普遍且成熟，在各領域研究中可知，訓練學習中導入和使用擴增實境可以為學生或訓員帶來興趣，因此，激發了他們學習的動機，而擴增實境不僅可在現實環境中呈現仿真實體系統，提供有關零組件情況的資料，並可帶領新進人員走完每一個步驟，取代手冊裡難以理解的維修流程。綜合擴增實境種種特點，技勤訓練內容，如「修護技術訓練」、「過境飛機維護支援訓練」、「潛力裝掛組合訓練」、「水電搶修訓練」等等，均可運用擴增實境執行相關訓練，除了可取代所需實體裝備、精進訓練教材，對於新進人員學習、互動及訓練成效較佳。

伍、結論與建議

現代武器裝備趨向精良且細密，而精密武器效能之發揮，端視修(維)護人員各項訓練作為紮實與否，落實修護訓練工作，於作戰臨敵時方能發揮最大功效，靠的是平時訓練深植，訓練只要能做的好，人員技術、部隊戰力相對提高；然而現行訓練常常遇到教官人力不足、單位任務繁重、書面教材未完備、訓練場地不完整、教學裝備未能滿足等諸多因素，導致學員授課期程經常因故延宕，無法有效執行各項訓練，進而影響單位人力運用。因此，訓練方式結合擴增實境的特性，透過將教材數位化吸引學員注意力，提高學習興趣；以仿真視覺化顯示所需訓練裝備，取代裝備不足及場地限制之現況，及避免或降低高風險訓練課目，本軍以此技術導入技勤訓練建議精進事項如下：

一、裝備購置及成本考量

本軍現階段尚無單位使用此技術實施訓練，建議先行規劃試行單位(如修補或基勤單位)，並納入五年施政規劃，籌購擴增實境技術相關裝具；另外，除了裝備購置預算外，相關人員操作訓練及後續維護項目應一併考量，並於執行一段時間後可運用各項督考時機驗證單位訓練成效。

二、資訊管制及使用限制

運用擴增實境技術整合訓練方式，可不受天候、場地等限制影響，提供仿真實裝備實施訓練，針對新進人員或未熟稔人員可實施反覆練習，可提升訓練的頻次，有效降低訓練成本，亦可避免因操作不當造成裝備損壞，減少訓練危安發生。此技術提高學員訓練互動性及課程安排彈性，但該技術裝備需靠許多資訊科技輔助，於本軍管理上受限於資安諸多限制，無法發揮其最大效能。建議爾後於使用此技術實施訓練時，可開放其各項所需功能應用，以發揮最大訓練功效。



三、訓練項目運用

技勤訓練包含修護、補給、械彈、基勤及管理 etc 訓練項目，擴增實境技術能提升人員互動性、裝備替代性、教材攜帶性等，建議部隊可優先由修護技術訓練、械彈訓練、基勤訓練及危險機工具訓練等著手，在安全的訓練環境下加強人員訓練熟稔度，進而提升修護品質及基勤設施妥善。

四、結合未來新購裝備時機導入應用

後續因應建軍規劃採購新機或裝備時，依照能籌五大要素中的訓練需求，應援引武獲專案整體後勤支援規劃作業要領，爭取擴增實境訓練技術之導入，包含訓練機台與個人載具、教學內容等軟硬體項目一併納入採購，尤應注意未來軟體升級的整體規劃，避免重複投資，浪費公帑。此舉將使接裝人員於初期訓練階段即能逐步熟稔擴增實境技術，以縮短故障排除時間，減少器材耗損，提升整體修護效能。

作者簡介

空軍上校 王祥昀

學歷：空軍官校84年班、空軍指揮參謀學院98年班、國立東華大學碩士、美軍後勤大學(ALU)聯合後勤軍官班；經歷：股長、隊長；現職：國防大學空軍學院上校教官。

空軍中校 趙宥翔

學歷：航空技術學院94年班、高苑科技大學碩士、空軍指揮參謀學院105年班；經歷：區隊長、人事官、教參官；現職：國防大學空軍學院中校教官。

空軍少校 田嘉豪

學歷：空軍官校93年班、空軍指揮參謀學院109年班、國立高雄應用科技大學碩士；經歷：修護官、分隊長；現職：空軍教育訓練暨準則發展指揮部軍械系統官。