



MR 技術應用於教育訓練之研究 —以通訓中心裝備檢查課程為例

作者／黃士銘

提要

- 一、混合實境技術是透過頭戴式顯示器將實體環境與虛擬資訊融合，在民間運用於教學、設計、保養檢查等多領域中，本文透過專案與軍事教育訓練結合，將混合實境導入通訓中心訓練班隊之裝備檢查課程中。
- 二、藉通訓中心教育訓練班隊實作中，投入問卷調查探討使用者體驗、喜好、學習效果等因素，並結合專家訪談，來分析混合實境對我軍事教育訓練效果。
- 三、混合實境設備對我教育訓練課程運用之可行性，應考量現行軍事網路環境限制因素，列舉不同建構方針，以完整確立教育訓練目標，打造數位多元教學應用環境。

關鍵詞：混合實境、裝備檢查、教育訓練

前言

隨著數位科技發展，教育訓練方式也不斷演變，從傳統紙本教材和黑板教學，到如今強調人機互動的數位學習，科技進步為教育帶來了更多可能性，其中混合實境(Mixed Reality, MR)、擴增實境(Augmented Reality, AR)技術和虛擬實境(Virtual Reality, VR)正在逐漸成為現代教育訓練之重要工具。

陸軍通信電子資訊訓練中心(以下簡稱通訓中心)除傳統教學課程，自導入數位學習模式後，發展遠距教學授課班隊、AR擴增實境裝備操作、360度環景數位教室，在連網限制環境下也導入了MR混合實境納入裝備檢查課程施訓，本研究藉文獻探究及參考相關實驗數據，結合現行混合實境應用現狀和發展趨勢，透過通訓中心教育訓練班隊授課實施問卷分析及與具研發或教學等相關經驗的專家實施訪談，探討教學應用、改善教育訓練模式、拓展多元教學，期提升未來學習模式。

傳統裝備檢查教學中多以紙本閱讀及表單填寫方式，來記錄保養過程，藉由混合實境技術應用於裝備檢查中，將傳統紙本教學導入混合實境設備，提供學習者不一樣的虛擬數位學習模式，解決不易閱讀、提高工作速度、簡化紙本填寫等過程，進而分析混合實境對我裝備檢查教學之成效，在分析過程中了解到將混合實境導入教育訓練後，學習者須初步了解設備操作後才可執行，雖與以往作業或



學習模式不同，經統計79.8%的人認為MR確實提高學習興趣，48.9%的人認為頭戴裝置容易暈眩導致學習不易，綜合所有數值顯示大多數人仍偏愛這種學習方式，透過MR教學與實際作業相互結合，確實可減少教學人力及提升學習效果。

MR應用概述

一、混合實境MR技術發展

現今科技發展迅速，混合實境(MR)已廣泛應用於教育、訓練、醫療、娛樂、工業、軍事等相關領域中，從早先的擴增實境(AR)技術和虛擬實境(VR)，演變至混合實境(MR)，數位創新提供了無限可能，改善許多學習行為或者工作模式，以下概述三者技術差異。

(一)擴增實境(AR)

擴增實境是利用數位訊息疊加技術，¹使手中的平台裝置如手機、平板等，透過鏡頭及軟體結合應用，讓現實世界的攝影畫面中出現虛擬物件，常見應用如透過臉部辨識呈現臉部虛擬特效，或搭配快速反應條碼QR Code來呈現虛擬物件之應用。

(二)虛擬實境(VR)

虛擬實境常利用頭戴式裝置來呈現360°環景虛擬環境，透過程式事先架構出360°的虛擬環境，穿戴者隨著規劃劇情如同看電影般，沉浸式體驗全景數位化虛擬場景，²深度應用會搭配手部穿戴裝置，來達到更進階體驗，使操作人員可一定程度上與虛擬物件實施互動，再輔以聲音、觸覺回饋、味道等渲染情境，使體驗者有以假亂真之體驗。

(三)混合實境(MR)

混合實境是介於擴增實境與虛擬實境的技術，通常透過頭戴式裝置，讓虛擬物件與現實環境疊合，透過裝置的感測器識別手勢、或搭配手部穿戴裝置，來操作虛擬物件，透過此技術可實現在現實世界與數位虛擬物件互動，³或者操作軟體，將預先編輯之程式內容與實際場景相互結合，兩者相輔相成，體驗者透過裝置在AR、VR中交互應用產生更佳操作體驗，另外在此技術上發展最後則廣泛稱為「延展實境」(Extended Reality, XR)，意旨涵蓋了擴增、虛擬和混合現實技術總稱(如圖1)，強調技術之間之交互與結合，故在虛擬與現實界線上也越發模糊，現今設備的功能通常不再侷限在AR或VR層面，廣泛來說都能與MR技術

1 王昕淇，混合實境導入部隊教育訓練之關鍵影響因素，民國111年6月，頁7。

2 同註1，頁7。

3 同註1，頁7。



相互結合應用。

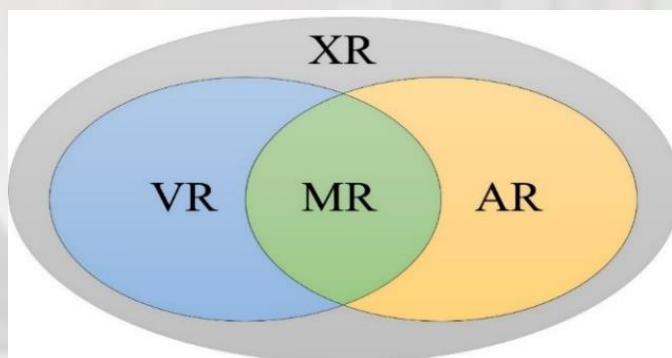


圖 1 實境區分示意圖

資料來源：作者繪製

二、混合實境(MR)應用

不少企業在混合實境這項技術上發展了數年，例如微軟(Microsoft)的HoloLens2、臉書(Meta)Quest3、宏達國際電子(HTC)VIVE XR Elite及蘋果(Apple)在2024年推出的Vision pro等，其中微軟產品偏向企業商務應用，提供多樣「開發者軟體」使工程師可以容易依照使用者需求完成開發，並兼容在電腦、伺服器等跨平台作業，透過微軟MRTK軟體提供一系列的混合實境工具模組及組件，讓開發者輕鬆完成手勢互動、按鈕、音訊等功能，奠定了MR趨勢發展，這類混合實境硬體通常透過鏡片式頭戴裝置及諸多感測器，將光學投影堆疊至鏡片，解放雙手在現實中操作虛擬物件達到各類應用或教育訓練，例如：蒂森克虜伯技術人員實施電梯維修，戴上Hololens後可以調出維修紀錄、設備三維影像，亦可透過通訊軟體呼叫遠端支援(如圖2)。⁴



圖 2 電梯維修實務、遠端通訊技術

資料來源：品玩，〈微軟尖端科技 HoloLens 的前世今生〉《科技新報Tech News》，<https://technews.tw/2019/02/28/microsoft-hololens-story/>，檢索日期2024年10月。

⁴ 品玩，〈微軟尖端科技 HoloLens 的前世今生〉《科技新報Tech News》，<https://technews.tw/2019/02/28/microsoft-hololens-story/>，(2019年2月28日)，2024-03。



另團隊透過微軟Mesh的混合現實平台讓工程人員在空間裡實現會議見面和汽車設計協作(如圖3)。⁵

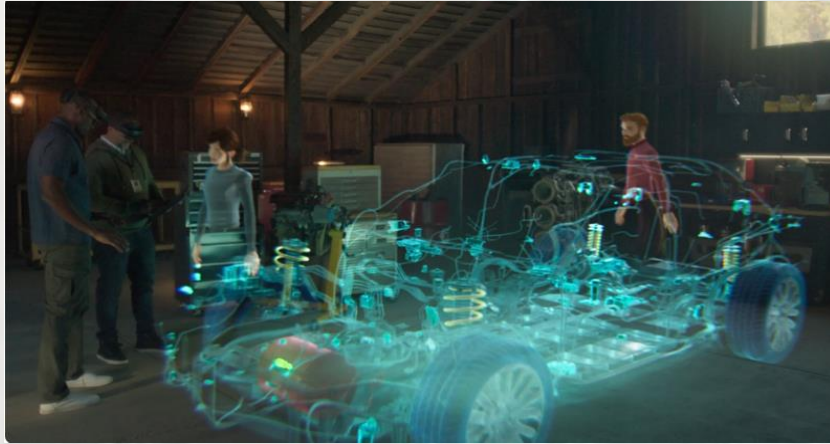


圖 3 汽車設計多人協作

資料來源：Jennifer Langston，〈You can actually feel like you’ re in the same place”：Microsoft Mesh powers shared experiences in mixed reality〉《Microsoft》，<https://news.microsoft.com/source/features/innovation/microsoft-mesh/>，檢索日期2024年10月。

臺北榮總於2022年底引入混合實境技術(如圖4)，手術前可先行實施相關訓練，手術中可透過設備將3D影像投射在病患身上輔助開刀實現醫療應用。⁶



圖 4 手術訓練及醫療實務

資料來源：SYSTEX產品共享中心，〈SYSTEX會客室EP6，臺北榮總善用Microsoft HoloLens2MR方案，賦能傳統手術室智慧轉型〉《YouTube》，https://youtu.be/JO1dUP_OpTA?si=d8N2_HPRHrrxjr7L，檢索日期2024年10月。

⁵ Jennifer Langston，〈You can actually feel like you’ re in the same place”：Microsoft Mesh powers shared experiences in mixed reality〉《Microsoft》，<https://news.microsoft.com/source/features/innovation/microsoft-mesh/>，(2021年3月2日)，2024年3月。

⁶ 廠商新聞稿，〈臺北榮總善用Microsoft HoloLens 2 MR方案，賦能傳統手術室智慧轉型〉《iThome》，<https://www.ithome.com.tw/pr/154347>，(2022年12月13日)，2024年03月



新北安坑輕軌捷運工程作業，將建築藍圖導入管線配置及空間規畫設計(如圖5)，讓虛擬建築物件可以呈現不同層次的剖面，利於查找管線及有效檢討、模擬空間運用方式。⁷

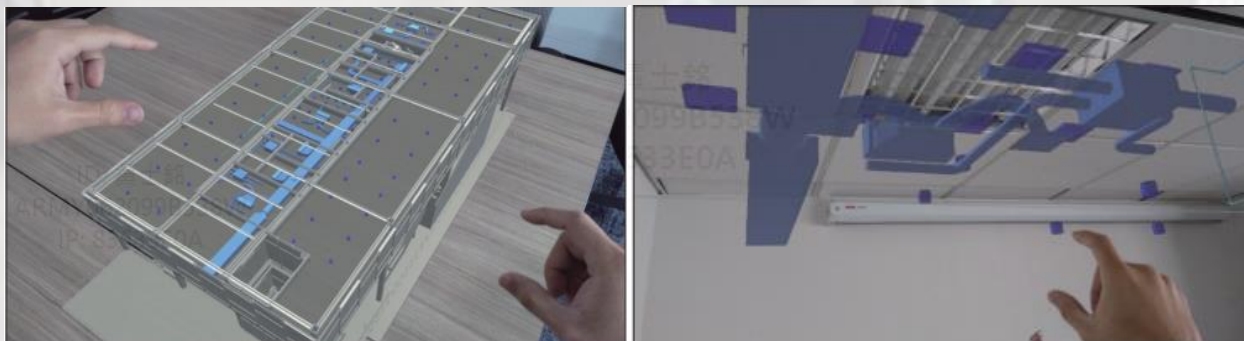


圖 5 建築工程結構剖析、管線結構比對

資料來源：李政安，陳加乘，王仲民，黃正翰，吳書嫻，謝禎謙，〈捷運工程於BIM建築資訊模型 結合混合實境應用之前導研究〉《中國工程師學會會刊》(臺灣)，Vol.95 No.1，中國工程師學會出版，民國111年3月，頁62、64。

軍事應用或教育方面，葡萄牙軍隊曾使用頭戴式擴增實境技術，提供步兵敵我方位、任務提示等功能(如圖6)，參與者說明「系統提高了部分訊息的質量，降低複雜性及減少完成任務所需時間」，從而使整體感知工作量減少，有效完成模擬任務訓練。⁸



圖 6 葡萄牙運用 MR 軍隊訓練示意

資料來源：CARLOS GOMES、TIAGO GUEDES、AUGUSTO ESTEVES, A First Exploration on the Use of Head-Mounted Augmented Reality in the Context of the Portuguese Military, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Volume 7, Issue MHCI · Article No.: 192pp 1 - 11。

7 李政安，陳加乘，王仲民，黃正翰，吳書嫻，謝禎謙，〈捷運工程於BIM建築資訊模型 結合混合實境應用之前導研究〉《中國工程師學會會刊》(臺灣)，Vol.95 No.1，中國工程師學會出版，民國111年3月，頁62、64。

8 CARLOS GOMES、TIAGO GUEDES、AUGUSTO ESTEVES, A First Exploration on the Use of Head-Mounted Augmented Reality in the Context of the Portuguese Military, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Volume 7, Issue MHCI · Article No.: 192pp 1 - 11



另有團隊利用混合實境設計特定任務嵌入軍事訓練中，透過建構特定環境模組如建築模型或地形，將模型連同模塊化的物理設置鏈結於系統中，此時頭戴顯示器就能提供虛擬與現實之混合，並事先編輯爆炸、敵軍或聲音等效果演繹作戰情節，訓練人員掩護與射擊訓練⁹(如圖7)。



圖 7 特定任務訓練示意

資料來源：Collaborator，〈Mixed Reality〉《SlideShare》，<https://www.slideshare.net/CollaboratorTaiwan/mixed-reality-232053006/>，檢索日期2024年10月

隨著技術發展MR技術百家爭鳴，相對也有更多選擇，在價格與體驗比較下Meta-Quest系列價比相對較高，其次本國HTC-VIVE系列，兩者頭盔皆為沉浸式頭戴裝置，透過前置鏡頭加上電腦運算合成影像至畫面中，在控制方面除了手勢控制，可搭配手把進行觸控，雖然限制了雙手使用，但相對在空間觸控上可以來得更為靈敏準確(如圖8)。



圖 8 手把控制器

資料來源：VIVE官方網站，〈VIVE XR Elite〉，<https://www.vive.com/tw/product/vive-xr-elite/specs/>，檢索日期2024年10月

⁹ Collaborator，〈Mixed Reality〉《SlideShare》，<https://www.slideshare.net/CollaboratorTaiwan/mixed-reality-232053006/>，(2020年4月15日)，2024年3月。



Apple-Vision pro則有最新影像技術，在畫面生成上相對真實，不過Apple系統生態對設計者較為嚴苛，使用者發展相對比較不易，透過各別官方網站公開資訊比較差異(如表1)。

表 1 MR 設備對照表

廠牌	最新產品	操作功能概述	應用發展	價錢 (新臺幣)
微軟 (Microsoft)	HoloLens2 (2020.9)	鏡片式頭戴顯示器含眼球追蹤、手勢操作。	製造設計、保養、醫療、軍工。	約11萬
臉書(Meta)	Quest3 (2023.10)	沉浸頭戴式，支援手勢操作及手把操作。	娛樂、教育。	約1萬6千
宏達國際電子(HTC)	VIVE XR Elite (2023.2)	沉浸頭戴式，支援手勢操作及手把操作。	企業教育、娛樂。	約3萬5千
蘋果(Apple)	Vision pro (2024.2)	沉浸頭戴式，具眼球追蹤、手勢操作功能。	娛樂。	約11萬
資料來源：作者整理				

MR技術普遍於娛樂中使用，特殊或較高規格需求都需要客製化開發成本較高，如醫療、軍工、設備維修等偏向需求性設計，針對各別特性設計者需要考量教育課程內容，在程序腳本中提出對應的物件需求，如擴增文字訊息或虛擬3D模型動畫指引，體驗者在教育學習或作業過程中，逐步逐項依照標準作業程序完成操作，若導入變量也會在設計上給予指引，臺電智慧電力工程師教育訓練中，如職前訓練、實務操作等都規劃各類實境輔助來協助工程師學習設備(如圖9)。¹⁰

10 陳宗慶，〈字萌XR互動科技翻轉台電培訓模式〉《工商時報》，<https://www.ctee.com.tw/news/20220822700790-431202>，(2022年08月22日)，檢索日期2024-10。



圖 9 臺電電力工程師教育訓練

資料來源：宇萌數位科技arplanet，〈台電智慧電力工程師〉《YouTube》，https://youtu.be/j39ypsLTkZw?si=ajE9_W7ZoGiFHLRJ，檢索日期2024-10月。

通訓中心裝備檢查課程革新概述

通訓中心進修班隊中，「連主官裝備檢查」課程教育基準為3日，共計21小時，在課程中會先實施原則講解、再輔以影片收視，最後分組實作裝備檢查，採通用通信裝備施訓，過程中教導學習者依保養編組分類分項表，按程序、步驟、要領對裝備實施檢查與保養。民國112年通訓中心藉「國防先進科技研究」專案，開發MR混合實境，並將技術導入教學應用，讓學習者透過MR實施裝備檢查，推展多元數位學習。

一、民國111年前裝備檢查教學方式

傳統教育訓練部分，教官透過連主官裝備檢查課程，講授年度保養計畫內容，並告知學員於單位時，會由資深人員帶領新進人員依單位裝備種類實施保養，作業程序包含領取檢查表、書刊、工具及記錄表，採邊講邊作方式，逐一逐項完成清點與檢查，完成檢查後將紀錄表所記錄之缺失內容，登載至線上系統，完成零附件申請(如圖10)，期間教官會以通用裝備來列舉保養及操作教學。



圖 10 裝備檢查課程施訓流程

資料來源：作者整理



透過這樣的訓練及方式完成裝備檢查，惟初學者於過程中常肇生操作不熟悉、不按程序、步驟、要領檢查及記錄不詳實等缺點，為解決窒礙則必須再個別指導操作檢查流程，受限教學裝備數量通常無法滿足乙人乙裝操作，因此訓練採輪帶式分組練習。

二、民國112年迄今裝備檢查教學方式

為改善學習者操作不熟悉、不按程序、步驟、要領檢查及記錄不詳實等缺點除傳統施訓方式外，增加由專案研發混合實境結合課程訓練。¹¹MR設備與伺服器之間的架構(如圖11)以有線或區域網路方式建置不連結網際網路，透過伺服器將軟體獨立安裝MR設備中實施操作，除了軟體安裝之外，也可用來簡易編輯現有MR程序，在與終端連線時能查看Hololens2¹²狀態，也能將檢查結果記錄在伺服器中或將檢查表作列印輸出，在終端的Hololens2則設計了「虛擬教學」、「虛擬測驗」、「實機保修」3種模式並結合後台伺服器之建置，期能提高學習者興趣與裝備操作的頻次，進而提升檢查準確度。

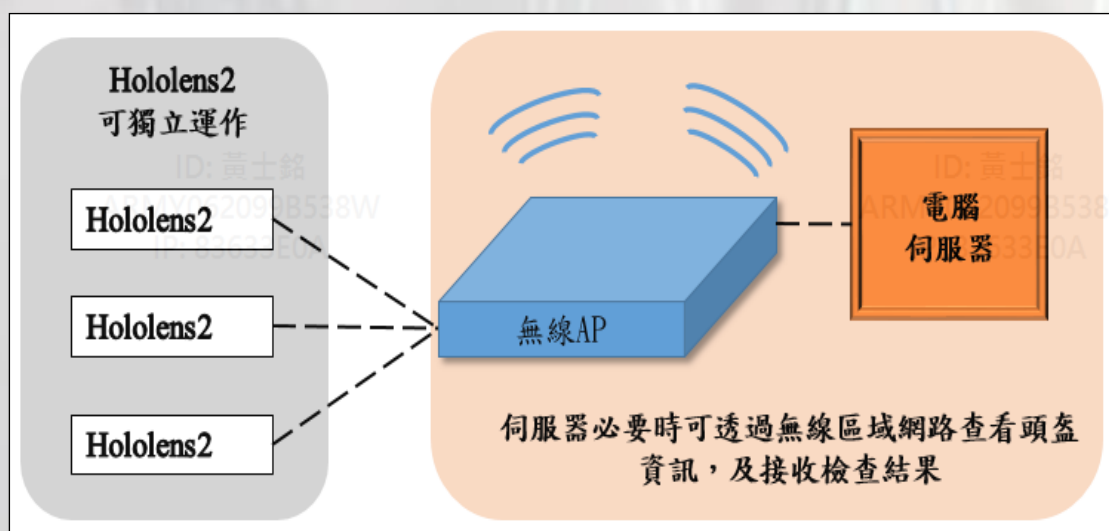


圖 11 混合實境設備架構

資料來源：作者整理

(一)教學模式設計：

將紙本檢查表數位化帶入虛擬教學模式，除了文字圖片解說也建構3D物件或影片(如圖12)，供學習者閱讀檢查步驟，並且配合裝備檢查中「狀況不影響妥善」、「停用」等情況，將常見態樣分別在檢查選項列舉，透過清晰的圖文與影

11 洪翊翔，〈混合實境輔助裝備保修之系統設計與效益評估〉(國立臺灣科技大學設計系碩士學位論文，民國112年1月9日)，頁21。

12 Hololens2是微軟研發之頭戴式混合實境裝置，可透過軟體開發拓展不同混合實境應用。



片讓使用者能更清楚瞭解檢查程序，減少疏漏檢查頻次且可隨時調整裝備操作進度。

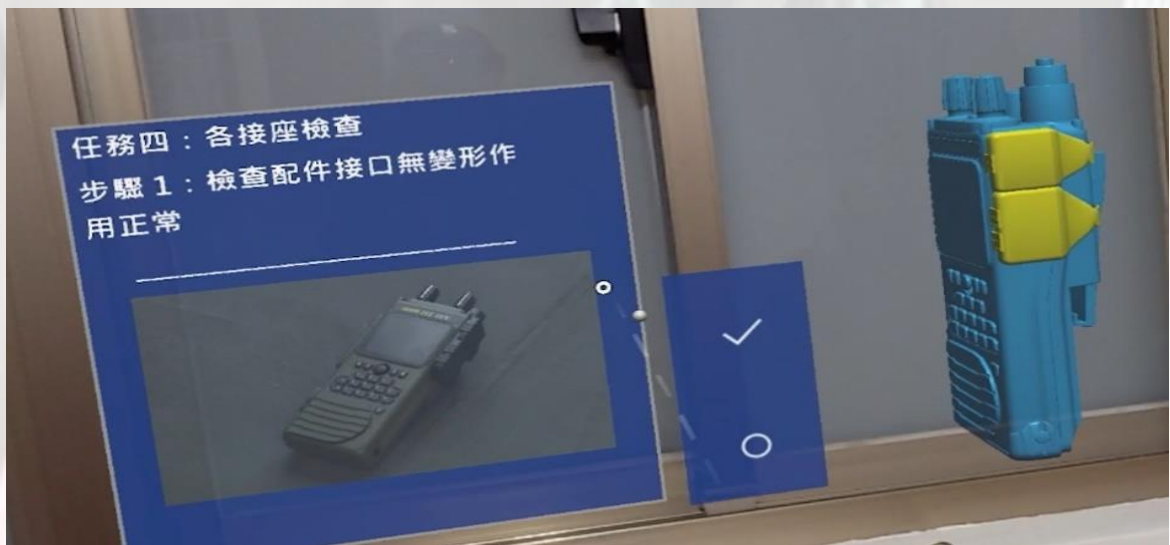


圖 12 虛擬教學示意圖

資料來源：作者整理

(二)測驗模式設計：

教學模式學習後可以透過測驗模式初步了解學習者是否具備保養知識，測驗中會將虛擬檢查過程中，顯示出缺失態樣，學習者需依照缺失內容選擇對應的檢查結果(如圖13)，並在最後統計合格項數，藉以評定分數。



圖 13 測驗模式示意圖

資料來源：作者整理



(三)實機保修模式：

這是一項實際保養過程，需搭配實際裝備實施檢查，與傳統差異為不需要攜帶檢查表及記錄表，透過任務視窗提示步驟，並依照檢查結果選擇對應選項(如圖14)，過程中也可以透過提示窗之圖片、影片、3D物件作為參考，使學習者更明確按步驟執行，完成檢查後，可透過區域網路連結伺服器回傳檢查資訊至後台，屆時可將檢查結果產製出檢查表，省去以往紙本填寫記錄過程，囿於線上系統與MR尚未結合，故申請與保養資料登載仍需至軍網實施。



圖 14 實機保修模式示意圖

資料來源：洪翊翔，〈混合實境輔助裝備保修之系統設計與效益評估〉(國立臺灣科技大學設計系碩士學位論文，民國112年1月9日)，頁29。

MR應用於教育訓練分析

藉混合實境技術開發成果，將設備投入通訓中心儲備士官班教學課程中，本研究透過班隊教學、問卷及專家訪談，探討MR教育方式的優缺點及發展其他教育訓練之可行性，並透過SWOT分析未來展望。

一、投入教學反饋分析

將設備投入「裝備檢查」課程後，除原則講解外，透過實作課程將頭盔適當分組練習，首先講解MR設備操作流程，引導學習者體驗裝備檢查流程，其次透過與專家討論並設計回饋問卷(如附表1)，本研究以通訓中心113-1儲備士官班隊為對象，共蒐整6個分科班、94筆問卷資料，區分基本資料及使用心得兩大部分(基本資料如圖15)

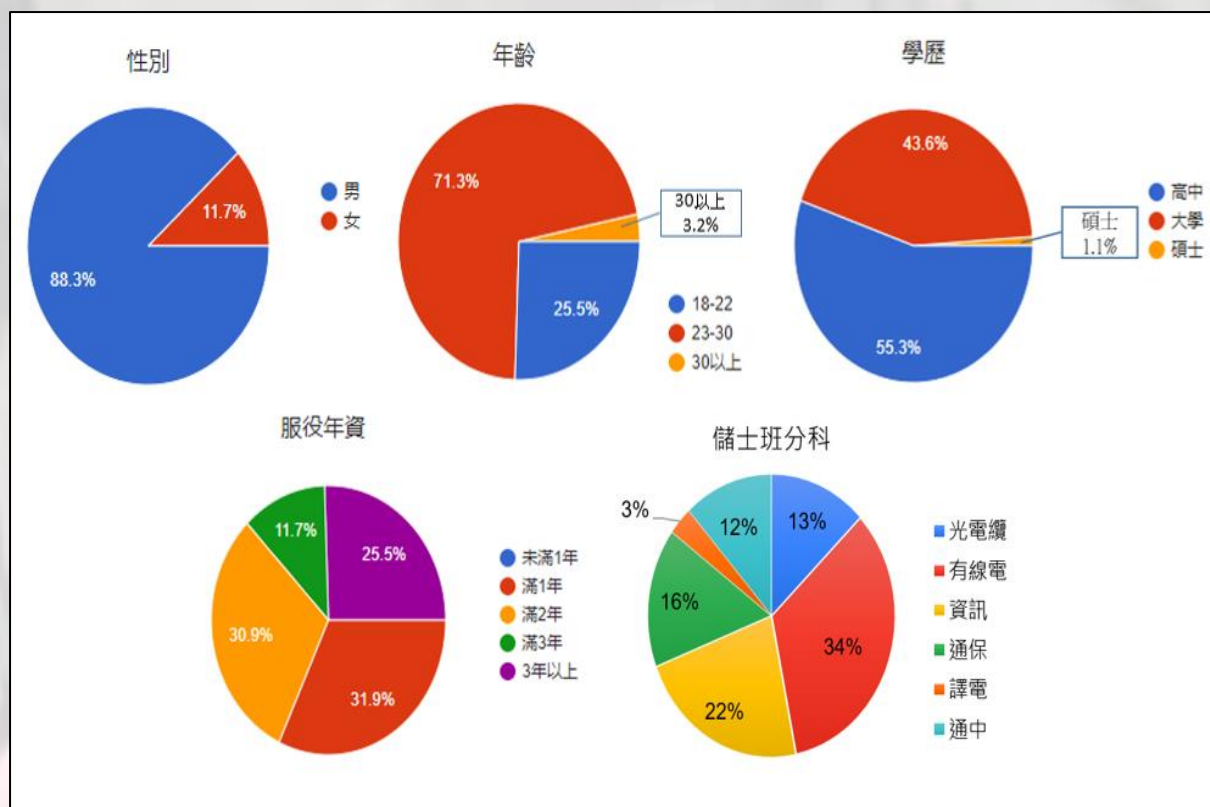


圖 15 教學反饋基本資料

資料來源：作者整理

使用者心得問卷設計方向置重點在探討經驗、學習效果、喜好方式、建議期望等，並列舉對應問題作為後續分析：

(一)經驗探討

52%的人員了解此技術概念，其中5%的人員操作過MR相關產品，雖然理解程度占比約各半(如圖16)，就操作而言以AR最為普遍，畢竟手機就可以成為AR介面使用，MR產品在個人來說並不普遍。



圖 16 MR 了解程度及相關操作經驗統計

資料來源：作者整理



(二)學習效果分析

區分MR技術對學習幫助、困難等兩部分討論，學習幫助部分多數人認為教學更直觀容易及提高學習興趣；學習困難部分，多數人覺得採購成本較高且久戴有暈眩感會造成在學習上困擾(如圖17、圖18)。

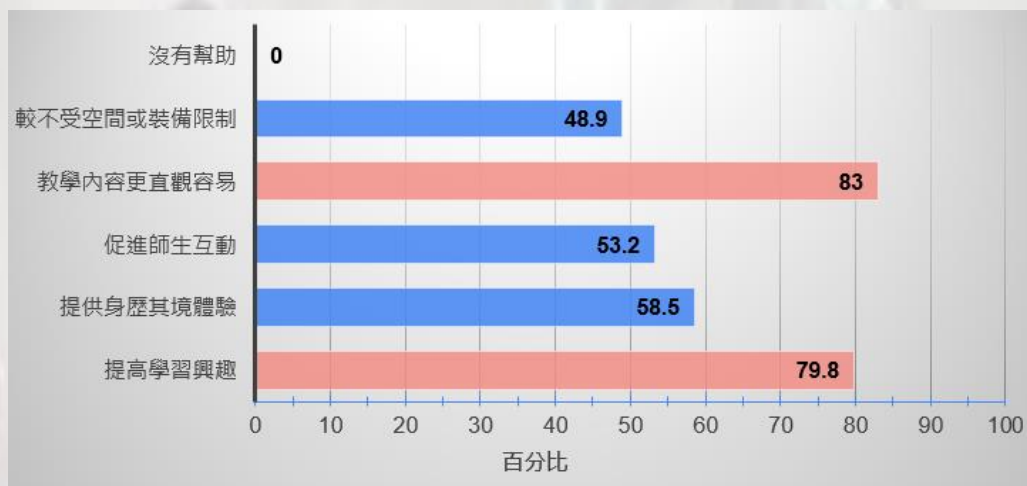


圖 17 MR 技術對學習的幫助統計

資料來源：作者整理

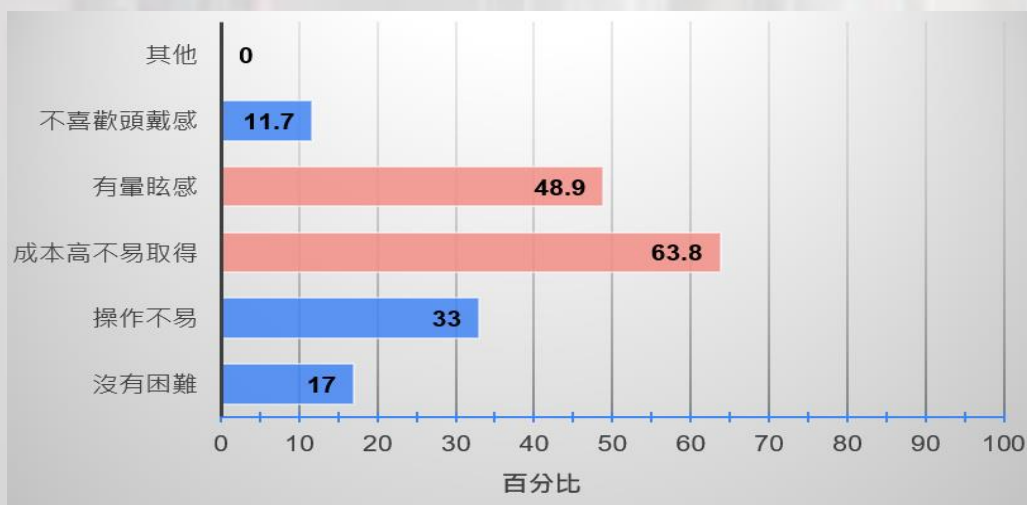


圖 18 MR 學習上的困難統計

資料來源：作者整理

(三)喜好方式

喜好模式部分多數人認為MR比較有趣且直觀，其次47.9%喜歡MR的原因為MR作業比紙本快，另外分析有12%偏愛紙本，經分析發現普遍認為暈眩是重要的考量(如圖19)。

認同度部分6.4%的人認為MR是沒有提高效率(如圖20)，認為紙本作業較



快，經過交叉分析發現，部分學習者在裝備熟練度上經驗較豐富，其中不乏有保養專長人員，操作實際裝備檢查時相當得心應手，反之使用MR除不熟悉外，認為步驟相對仔細的同時卻也必須多次點選提示面板相對費時，認為MR提供清楚步驟及環境較適合初學者培養熟練度，並且以裝備檢查而言，必須登載線上系統方完成作業，雖然MR實機保修模式也可以自動產出檢查表，但仍有硬體限制僅能在特定範圍透過伺服器產製，故認為實機結合仍有進步空間。

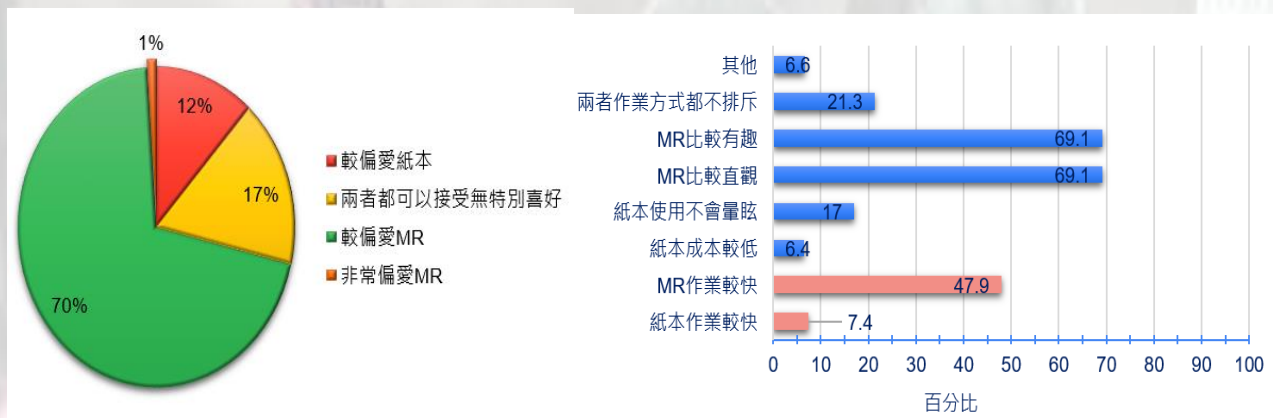


圖 19 偏愛學習（作業）方式及原因統計
資料來源：作者整理

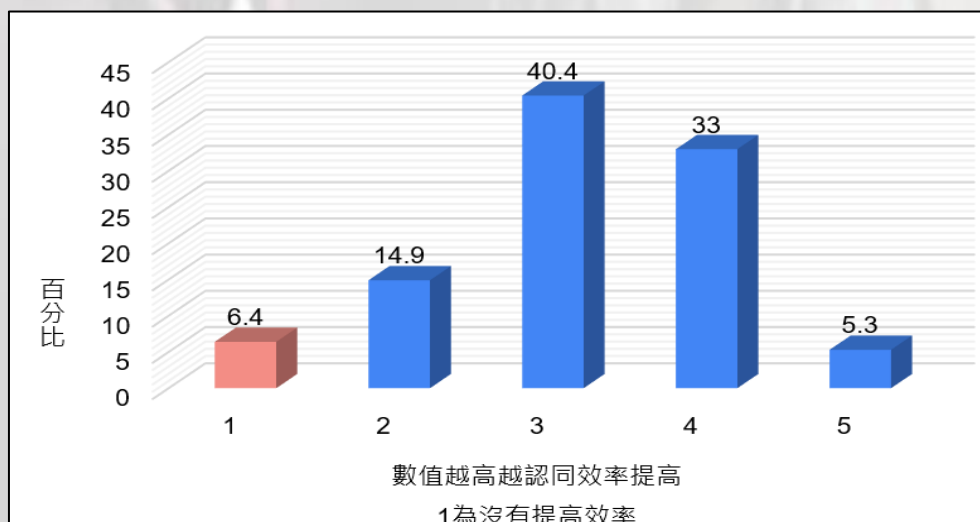


圖 20 MR 提高效率認同度統計
資料來源：作者整理

(四)建議與期望

這方面主要探討學員認為MR使用的重要學習因素、改善優化方向及建議(如圖21)，多數人認為操作靈敏容易最重要，以Hololens2為例設備需辨識手勢，初始在空間靈敏度不習慣時較不易操作，若能提供手把控制器使用雖能提高準



確性，但也限制了手部操作空間，同時畫質也相對不如LED顯示幕清楚，故多數人認為是未來須改善的方向，其次認為介面簡單易懂有助於理解步驟及快速完成作業，透過豐富的圖文及影音可以讓人理解步驟流程。

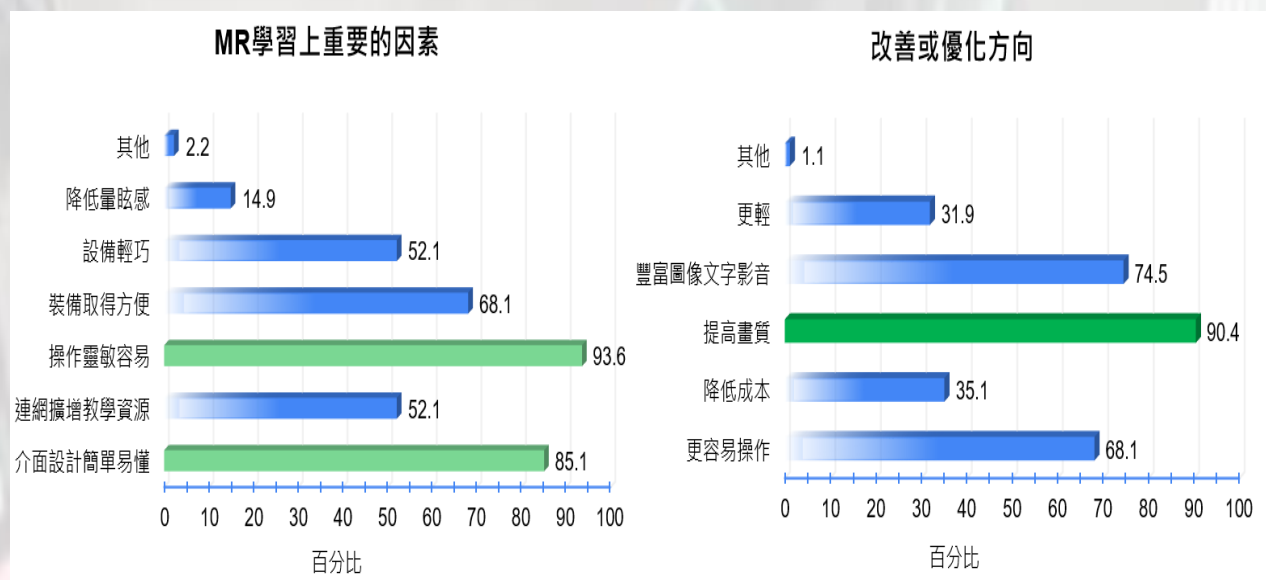


圖 21 重要學習因素與優化方向統計

資料來源：作者整理

不同專長班隊提出的建議也不盡相同，通中專長班學習者認為地圖閱讀可納入教學；通保專長班學習者則建議系統應該能聯網並且與現行裝備檢查系統整合，使其達到練習、安裝拆解檢查、料號查詢、系統回報等一體化訓練；光電纜專長班學習者建議將管道工程、管線配置等相關課程導入，配合訓練用管道，熟悉作業流程；另外部分學習者認為可納入模擬射擊或AED、CPR救護等訓練。

如同預期結果提升了學習者的學習興趣，就初學者而言普遍認為透過頭盔指引比閱讀紙本容易，MR頭盔中查閱步驟同時也能同步操作裝備，對於不熟悉的裝備可藉由虛擬物件指引實施參用。

執行窒礙部分為操作中教官無法一對多指導，在伺服器端只能一次檢視一台Hololens2的畫面，有別傳統在特定區域操作裝備時教官能全面看到操作過程，對於空間虛擬物件的點選靈敏度因人而異。

MR操作流暢部分普遍不熟稔，長時間配戴部分學習者暈眩感較深，造成進度緩慢，操作步驟上為了將紙本表達不足之處加以明確指引，部分主步驟會細分子步驟，使初學者感受較為明確，熟手部分反饋要花費時間往返虛實操作較費時，過程中檢查細節較多，不容易有忽略的情況，另外設備適應性與人因操作部分，熟手可快速找到指定位置，初學者則費時在裝備上查找目標(反饋分析如表2)。



表 2 操作反饋分析

分析項目 \ 對象	初學者	熟手
提升學習(工作)興趣	均能提升學習興趣	
辨識裝備操作	不熟悉裝備情形下，大幅提升裝備認知。	不受影響，但可藉由虛擬物件與實體相互對照，減少操作錯誤情形。
操作流暢度	對空間內的虛擬物件操作有待熟練後，可提升操作速度。	
工作完成效率	透過 MR 逐步完成檢查，相較於自行查找更快速容易。	透過拆解步驟指引，對於細節要求提高，相對操作時間也會較費時。
體感	長時間配戴易有暈眩感，手指對於虛擬物件靈敏度不高時，容易影響操作流程。	

資料來源：作者整理

二、專家訪談分析

(一)訪談目的

為使未來研發或教學具體可行，期使後續開發及教學人員有縝密之規劃與建構方向，向各專家實施訪談獲取執行之經驗，俾利未來教育訓練革新之參用

(二)訪談對象

專家標準需具教學或研發等相關經驗人員，透過實際執行經驗提供資訊，藉以實施研究分析(訪談人員資料如表3)。

表 3 訪談人員資料

資歷 \ 對象	職務	年資	經歷
專家A	教官	11年	曾任保養、補給士、專業教官。
專家B	教官	13年	曾任保養、管制士、後勤教官。
專家C	主官(曾任教官)	10年	曾任後勤教官，並擔任主官掌握連隊後勤維保相關任務。
專家D	專案研發經理	2年	曾任MR開發作業、設計等相關工作。

資料來源：作整整理



(三)訪談架構

訪談採半結構式問答，專家針對問題說明執行經驗或感受，訪談主要以五個面向實施開放式問答：

- 1.MR對教學幫助
- 2.MR教學上的困難
- 3.MR與其他教學方式的差異感受
- 4.MR可應用於那些教育訓練
- 5.期望發展的方向

(四)訪談問卷設計說明

目的在藉由專家回饋了解MR教學優點、缺點、差異性，並就執行上可實際運用於哪些教育面向及使用限制與期望未來發展等(如附表2)。

二、訪談內容概述

(一)MR對教學幫助

提升教學質量上專家普遍覺得有效，並且4位專家均認為能夠提高教學興趣及提供虛擬實境體驗(如圖22)

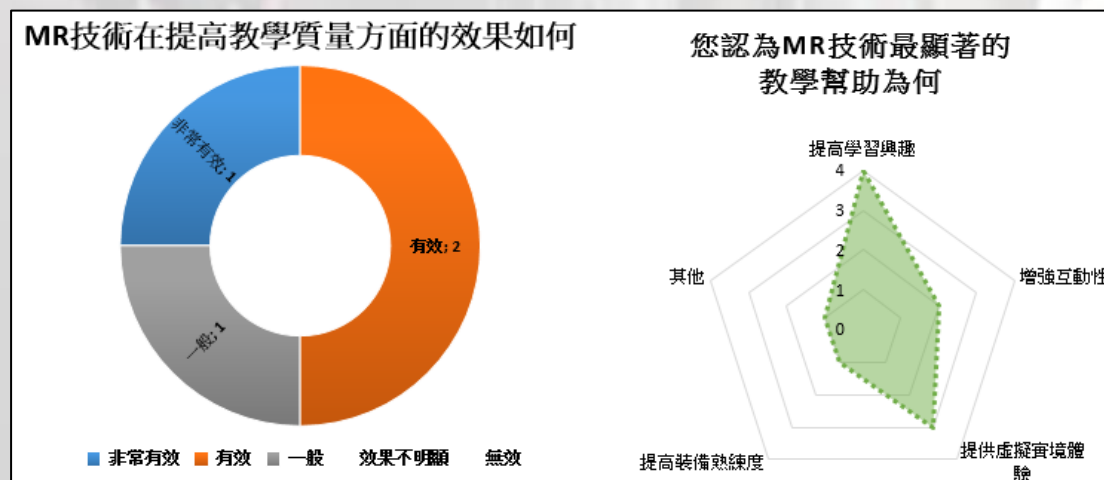


圖 22 教學質量與幫助統計

資料來源：作者整理

其中專家C提出「MR與實際裝備結合讓訓練及實際作業相結合，可減少教學人力成本」。MR主要將教學流程數位標準化，釋放雙手在混合實境下學習並操作實體，透過頭盔就可以搭載數樣裝備，減少因裝備不足訓練頻次少的窒礙。

透過3D物件指引可明確快速提供裝備操作輔助，並且建置3D模型可轉換於不同平台作為延伸教材，一般教學場地受限於裝備數量及運用範圍，透過混



合實境的虛擬物件可彌補不足，學習者可邊佩帶MR邊使用雙手操作裝備，並可自行選擇教材複習，保養訓練亦藉由後臺電腦檢視保養紀錄以利教官指導。

(二)MR教學的困難

教學或操作部分，專家們普遍認為教學過程會臨機遇到技術故障，且設備成本較高須考量足夠裝備提供施訓與維管，其次為操作不易與學員適應性低等（如圖23）。



圖 23 操作故障與困難統計

資料來源：作者整理

操作不易部分，專家D提出「Hololens2視野相對較狹隘，故需要在特定視野中找尋目標，裸視雖然較為直觀但光害也可能造成容易暈眩的可能」。礙於沉浸式體驗，操作過程中較難掌握學生學習進度，雖可透過區域連線方式透過伺服器電腦查看操作畫面，但須連線品質穩定方能有效查看操作畫面，目前設備無法及時掌握所有使用者畫面，僅能一對一個別教學，並且在初步或前期操作上較容易有暈眩感，手勢操作不熟練也會造成學習過程緩慢，裝備平均使用時數大約3至4小時，配戴過久容易有暈眩、過熱等不適感。

以Hololens系列為例，硬體上AR投影效果較容易因強光環境而造成影響形成物件辨識不佳情形，若採用VR沉浸式設備，調整色彩度與透明度可適度改善，螢幕中畫面與實際視野尚有落差，習慣後方可改善，另通信裝備在實際使用時較多參數設定，而參數往往都需搭配實際使用情形而更動，這部分較不易指引操作者完成，若實際運用通聯時能透過連線給予步驟參數指導，方能協助不懂的人員完成通聯參數設定。

(三)MR與其他教學方式的差異

MR設備運用於軍方較不普遍，沉浸式學習方式相對於紙本教學來說，對學習者而言較有吸引力，相較於傳統教學上，學習者為了瞭解內容主動與教官



、裝備互動之頻次也較高，積極熱絡的上課過程可提升學習效果。

專家C表示：「傳統裝備檢查授課受場地及裝備數量等限制，且初學者不熟練操作程序、步驟及要領容易造成裝備損壞(停用)，透過頭盔就可以改善場地的限制，減少實際裝備因操作不當損壞情況」，另成本考量普遍認為與教學改變較無關聯，但取得設備的難易度來說成本影響就較深(差異統計如圖24)。



圖 24 MR 與傳統教學方式差異統計
資料來源：作者整理

初學者操作HoloLens2時需透過手勢操作介面，這部分考驗操作手3D體感，部分學習者長時間操作後仍有虛擬物件接觸不易的情況，目前業界中有其他手勢操作設備，透過手把控制器即可改善空間觸控之困擾，此外混合實境中虛擬物件可提供學習者較深情境融入感，並能依自身步調學習，故專家們在教學效果方面均給與肯定(如圖25)。

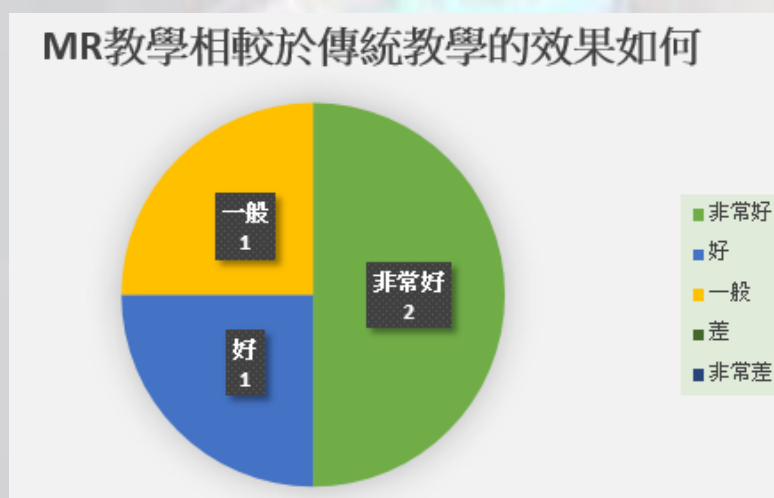


圖 25 教學效果統計
資料來源：作者整理



(四)MR可應用教育訓練範圍

專家認為可運用於地圖閱讀、工程結構、設備安裝拆卸指引等相關課程(如圖26)，並適度納入簡易醫療救護操作，未來設施(備)具備連線功能時可擴大應用範圍。

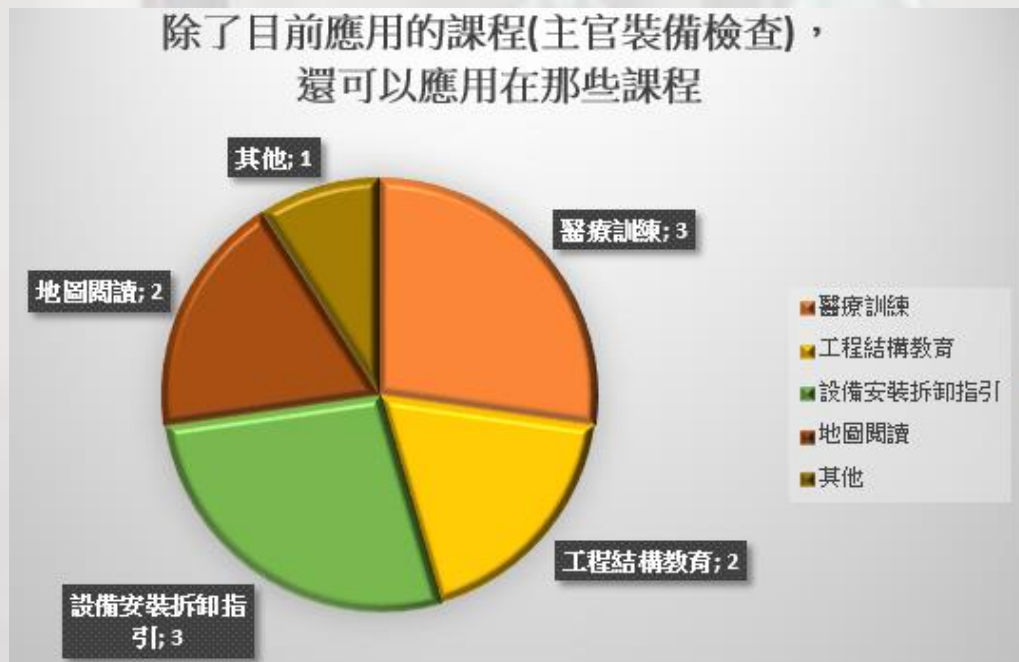


圖 26 課程應用範圍

資料來源：作整整理

專家D表示：「操作面如不易翻閱書籍或平板環境，或需要空出雙手操作的課程，都適用混合實境教學，透過混合實境能將不易查看之物件如人體器官(圖27左)、複雜設備安裝流程以虛擬物件方式呈現提高學習效益」，現行設計裝備檢查的混合實境，需克服檢查時若缺失超出預期或不易排除時之情況，因單位段不具拆卸權責，若將物件設計成爆炸圖(圖27右)拆裝型式，¹³對於有拆卸權責的單位而言，透過爆炸圖提示各項安裝細節能使操作保養更有幫助，另外機械式的操作步驟、不易見的工程結構也能設計在MR中，例如：裝備開機流程或安裝拆解，藉由混合實境顯示能夠更清楚明瞭、建築管線結構不容易查找，透過先行建構好的管線或建築圖資，於混合實境中能了解全貌，專家C認為：「除問卷內容外，若圖資建構龐大時，一定程度上就能做到設計規劃類型之課程，例如：美軍利用混合實境在虛擬地圖上沙盤推演(如圖28)，¹⁴藉此做好先行任務計畫作為」。

13 爆炸圖是用於工程設計上快速呈現結構的圖示，使人快速了解各項零件量表的一個呈現圖像。

14 蘇紫雲、翟文中，《國防科技趨勢評估報告》(臺灣：財團法人國防安全研究院)，2022年12月，頁75-90

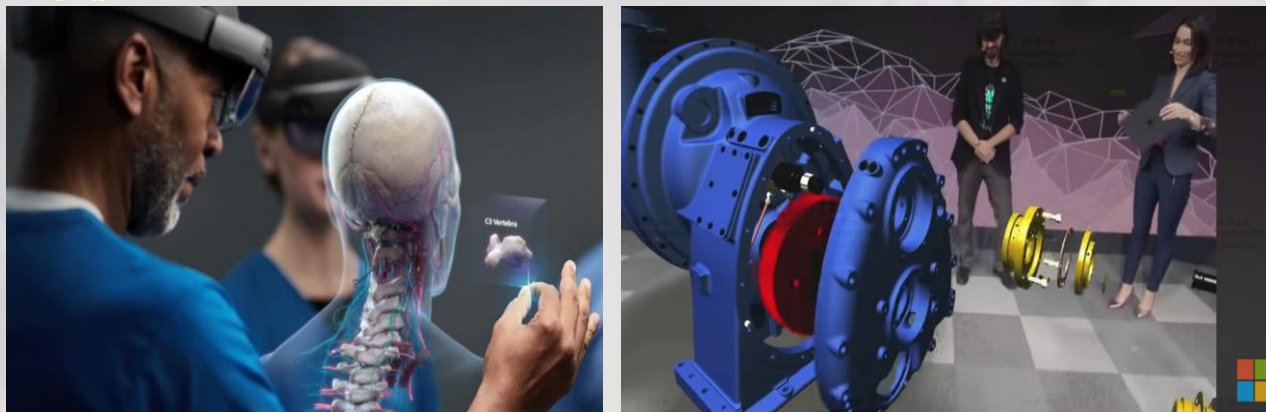


圖 27 微軟混合實境運用(左圖為人體器官、右圖為爆炸圖)

資料來源：Sam，〈微軟發表第2代混合實境裝置「HoloLens2」性能大幅強化支援手指辨識操作〉《巴哈姆特》，<https://gnn.gamer.com.tw/detail.php?sn=175853>，2019年02月25日



圖 28 混合實境沙盘推演示意

資料來源：蘇紫雲、翟文中，《國防科技趨勢評估報告》(臺灣：財團法人國防安全研究院)，2022年12月，頁82

(五)期望發展方向

針對成本、技術、課程、體驗等面向實施調查(如圖29)，藉以探討未來建案或課程設計。專家們認為成本為考量重點，不管研發或後續維管合約，成本低推廣相對更容易，專家A與B認為除成本等考量之外，在其他方面「連線功能也是一大重點，需規範營內無線網路使用限制，於限制條件下做到通信傳遞回饋資訊即可大幅開發應用之可能」。

目前研發成果，礙於MR設備與後勤系統屬不同平台，軍用程式或網頁並無額外設計混合實境介面，在軍網與實體網路隔離情況下，也無法如同民間企



業完善網路同步雲端資料庫，故教學與理想實作仍有進步空間，待未來能夠完善更相容的作業環境，期望實現檢查作業、回報故障、申請耗材、轉廠維修之全般服務系統。

教學屬於單機模式不連網際網路，若能夠連網協作，可投入遠距教學或連線會議，透過圖資兵棋推演、同步戰場資訊之可能性，物件辨識功能的導入可快速讓學習者即時反映所需要的動作或參考資訊。科技日新月異，相較於數年前僅透過嵌入AR來訓練，或許未來能夠再結合AI模擬更多元場景或者即時引導操作人員，例如：在特定建築物透過架構好的圖資，在建築物內搜索或演練戰術任務，以第一人稱射擊方式，搭配隨機出現人物攻擊，透過AI提示任務或選擇情境，針對掩護、時效、攻擊等加以評分，將提升訓練成效。

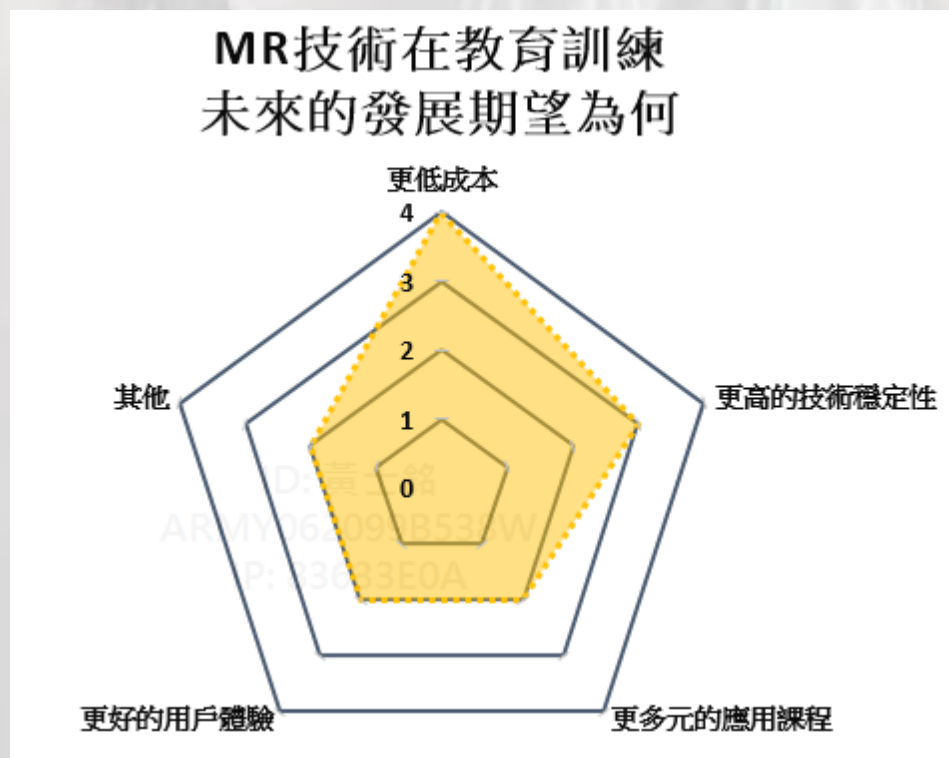


圖 29 未來發展期望統計

資料來源：作者整理

三、小結

MR導入教學之成效，除檢查仔細外，在訓練頻次有顯著提昇，傳統課程中20人班隊3套裝備，約執行1~2次檢查，若該班隊加上2套MR後，能執行3次保養檢查，於MR先行熟裝後也能降低在實裝操作不當之情形，另MR能搭配多樣裝備檢查程序減少實體裝備不足及更換裝備時的搬運，綜整MR裝備檢查授課數據與專家訪談論點，歸納整理SWOT分析(如表4)。



表 4 混合實境應用於軍事教育訓練發展方向 SWOT 分析

優勢 Strengths	劣勢 Weaknesses
1.解放雙手操作虛擬與現實設備 2.結合 AR、VR 優點 3.提高學習興趣 4.增加訓練頻次減少實裝操作損壞率	1.MR 設備較不普及成本高 2.軍網環境限制僅能單機模式 3.長時間配戴易產生暈眩 4.無法及時掌握學習情境
機會 Opportunities	威脅 Threats
1.應用於指揮通聯 2.透過 MR 頭盔達成協作任務 3.3D 模型建構擴充教學資源	1.連網模式下有資安疑慮 2.技術委商有情資外洩之虞

資料來源：作者整理

(一)優勢

教學模式有助學員同步操作實體裝備及虛擬物件，結合AR、VR的優點，透過完善設計操作細節及流程規劃，使現實環境結合虛擬物件後，讓資訊回饋在學員眼前，學習目標更明確，提高學習興趣增加訓練頻次。

(二)劣勢

MR設備尚未普及部分開發成本相對較高，軍網環境下MR無法像手機般下載軟體使用，也無其他MR使用介面，與現行軍用網頁或程式不相容，導致MR設計完成後僅能單獨使用，故以通訓中心建置訓練而言，目前僅能單機模式下操作訓練，教官與學習者之間無法同步協作完成，限制了部分功能範圍，初學花費時間較長，暈眩感也會隨之而來，後續透過熟裝後將可改善。

(三)機會

萬物聯網情形下，設備應用限制相對就會減少許多，透過MR技術將效能應用於指揮通聯，另開發虛擬3D模型，能為未來不同平台運用及擴展教學資源能量，應用上將更具彈性與多樣。

(四)威脅

以聯網為前提，MR技術潛存資訊遭駭之疑慮，一個安全網域相對而言對於MR設備的應用會更加安全，目前採委商方式透由中科院或專業廠商進行技術開發，過程中須慎防裝備資訊外洩之風險管控作為。

未來MR技術運用於陸軍軍事教育之芻議

未來研究方向可區分簡易型單機操作及伺服器雲端運算協作兩類，期許能



達到事前訓練、作業中輔助、多人協作等不同面向之目標，簡易型單機操作的程式運算皆由頭盔或載體本身獨立完成，如本研究所開發的裝備檢查混合實境，透過獨立伺服器將資料傳輸到頭盔後，更新軟體即可操作對應課程，所需資源僅需頭盔、伺服器及開發軟體，以此方式導入教育訓練，建議研發相關適性課程。

一、管道工程(線路查修)課程

以管道工程為例，人孔、手孔管道都不易深入觀察，可建構管道圖資，除管道結構外，可區分圖層標示將管道結構及內含之線路做分層或剖面顯示，使人員可以用現勘之外的方式理解管內結構，另外在線路查修亦有所益處，部隊常遇各類電源、訊號或光纖等線路查找不易的問題，若建構營區管線圖資，在訊號追跡時就可以利用此方式，調出大樓或局部線路路徑圖實施對照，以利人員訓練或查找故障點。

二、地圖閱讀

課程構想是透過地圖數位化，建構圖層、圖例顯示，操作手依需求作圖上標記，除二維顯示方式，也可建構三維圖資，如同Google地圖般，可在二維地圖切換道路衛星等圖層，三維顯示則可查看虛擬建築，當資料庫資訊更完善時，亦可建構建築物內部結構圖資，應用於城鎮戰時更能凸顯圖資之重要性，以通資系統開設為例，通訊中心、交換中心、中繼台等開設前，透過混合實境將局部圖資調閱，輔以3D物件將各系統位置作於圖中，製作通資開設規劃，提高人員開設前對環境之熟悉度與工作效率。

三、簡易安裝或操作類型課程

以通信裝備為例，通常安裝到最後都必須輸入相關參數設定，因主用、備用、時間、頻率管制等因素影響，參數內容較無固定模式可供參考，若將重點置於開關安裝等步驟，將提升其成效，例如：陸區通信系統車廂電源區分交流、直流轉換起始及開關機步驟，其中涵蓋了數樣電源開關，若透過頭盔指引方式可大幅降低出錯可能性，若未來有一鍵參數啟動，搭配頭盔指引就能使初學者獨立完成開機運轉，或者在野戰段、基地段的裝備拆卸安裝訓練，將各類裝備單體爆炸圖，透過虛擬物件指引就能循序漸進完成裝備拆解檢修流程。

開發3D虛擬物件過程中，需要將實體物件建模，在透過工程師建構物件渲染顏色，逐步討論程序修改細節過程難免繁瑣，有了圖資後不論是在AR、VR、MR或者一般傳統教學上都能加以應用，提升運用彈性，建議於裝備發展初期應先行建構3D模型，除了裝備製造時加工成形外，也利於更多數位化應用，現行單位段保養人員無法細部拆解裝備組成，若建構裝備3D爆炸圖後，未來在進階裝備維修如野戰段三、四級單體更換、基地段五級修護時，透過爆炸圖能了解裝備



拆解組裝提升修護技能。

現行研究開發的設備缺乏網際網路支援，處於單機模式執行，以企業案例及專家訪談結果，若能使用於聯網情況下，可發揮混合實境優勢，達到通信、協作、資料回傳等能量，如同多人會議、遠距協作教學等，建議高頻寬的區域網路逐步建置藉以提供設備使用，期發揮更多效能。

四、沙盤推演(多人會議)

連網情況下可嘗試多人協作課程如模擬兵棋推演，首先建構龐大圖資如地圖、兵棋、火力圖示等賦予一定程度自由設計或標記功能，在分配各類職務功能或共同作圖能力，在虛擬會議討論行動方案，可想像成地圖閱讀的進階應用，透過實際地理圖資，做出路線規劃，研判行動方案，訂定接戰路線，火力分配等，透過三維畫面可以讓推演更顯真實。

五、城鎮作戰模擬

以步兵為例，除了頭盔通信資訊顯示外，需要將手把控制器，轉換成模擬訓練用槍，透過模擬槍與頭盔的結合，使賦予定位、瞄準、射擊、換彈、後座力、爆炸音等效果，藉此強化作戰訓練成效，接續必須界定實際作戰空間，空間內需能有效的讓頭盔與伺服器做資訊整合，再將作戰環境圖資如建築空間、障礙設計等環境因素構成一個虛擬戰場，透過虛實結合特性，在實際作戰空間做出虛擬作戰任務如遭遇敵人、敵火下掩護、救援、進攻等，人員透過頭盔給予的資訊實施對應回饋或通信討論，使其有更深刻之訓練體驗。

網際網路發達的當下，萬物聯網是必然趨勢，嚴防情資外洩資訊安全需更加謹慎，為此就限制而言，在廠商選定、設備採購，人員保密上都需要嚴謹，為使教、訓、測、研一致，在建案初期就需考量設備未來教學模式，建構資料庫伺服器，提供裝備圖資參考運用，並且需考量後勤或維保需求，以利軟體更新或硬體提升之預算，藉此提升教學運用靈活性，資料庫的建立也可降低未來設計成本，避免額外或重複建構圖資，減少情資外流可能，獨立設備操作相對而言較有保障，卻也降低了設備的發展性，故在此考量下建置區域網路提供安全環境，避免資安疑慮之虞才能做到資源共享連線協作之可能。

結論

MR不僅能提升學習意願，最大優勢在於操作過程中可同步提供虛擬指引教學，無論是手勢感應或手把操作都各有優勢，使用者可在虛擬與現實之間自由切換，尤其在輔助過程中，虛擬物件指引的效果更為顯著，透過3D物件指引或影片教學，學習者能清楚完成學習目標。



精細動作則需更深入琢磨設計和表達，程序設計上考驗教學人員與工程師如何明確教學目標，並利用MR設備逐步引導學習者完成學習或作業，良好的設備與軟體並非一蹴可成，需要不斷根據使用者反饋進行改善與優化，如同手機或APP會持續更新，才能提供更佳的使用體驗。

若要翻轉學習模式，數位化既有的文字步驟和圖像只是開始，各個過程介面呈現都極為重要，不應被框架限制，需針對裝備及程序步驟考量人因工程，使體感更加直覺，必要時可設計MR設備操作流程，讓學習者可獨立學習操作流程，再進階至課程實作，經反覆體驗與回饋修正優化，才能提高學習效益。

參考文獻

一、書籍

(一)蘇紫雲、翟文中，《國防科技趨勢評估報告》(臺灣：財團法人國防安全研究院)，2022年12月，頁75-90。

(二)李政安，陳加乘，王仲民，黃正翰，吳書嫻，謝禎謙，〈捷運工程於BIM建築資訊模型 結合混合實境應用之前導研究〉《中國工程師學會會刊》(臺灣)，Vol.95 No.1，中國工程師學會出版，民國111年3月，頁58~67。

(三)洪翊翔，混合實境輔助裝備保修之系統設計與效益評估，民國112年1月9日，頁34。

(四)王昕淇，混合實境導入部隊教育訓練之關鍵影響因素，民國111年6月，頁61。

(五)CARLOS GOMES、TIAGO GUEDES、AUGUSTO ESTEVES, A First Exploration on the Use of Head-Mounted Augmented Reality in the Context of the Portuguese Military, Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Volume 7, Issue MHCI · Article No.: 192pp 1 - 11。

二、網路

(一)品玩，〈微軟尖端科技 HoloLens 的前世今生〉《科技新報Tech News》，<https://technews.tw/2019/02/28/microsoft-hololens-story/>，(2019年2月28日)，檢索日期2024年10月。

(二)Jennifer Langston，〈You can actually feel like you' re in the same place”：Microsoft Mesh powers shared experiences in mixed reality〉《Microsoft》，<https://news.microsoft.com/source/features/innovation/microsoft-mesh/>，(2021年3月2日)，檢索日期2024年10月。



(三)廠商新聞稿，〈臺北榮總善用Microsoft HoloLens 2 MR方案，賦能傳統手術室智慧轉型〉《iThome》，<https://www.ithome.com.tw/pr/154347>，(2022年12月13日)，檢索日期2024年10月

(四)Collaborator，〈Mixed Reality〉《SlideShare》，<https://www.slideshare.net/CollaboratorTaiwan/mixed-reality-232053006/>，(2020年4月15日)，檢索日期2024年10月。

(五)陳宗慶，〈宇萌XR互動科技翻轉台電培訓模式〉《工商時報》，<https://www.ctee.com.tw/news/20220822700790-431202>，檢索日期2024年10月。

(六)VIVE官方網站，〈VIVE XR Elite〉《VIVE》，<https://www.vive.com/tw/product/vive-xr-elite/specs/>，檢索日期2024年10月

(七)Sam，〈微軟發表第2代混合實境裝置「HoloLens2」性能大幅強化支援手指辨識操作〉《巴哈姆特》，<https://gnn.gamer.com.tw/detail.php?sn=175853>，2019年02月25日，檢索日期2024年10月。

(八)宇萌數位科技arplanet，〈台電智慧電力工程師〉《YouTube》，https://youtu.be/j39ypsLTkZw?si=ajE9_W7ZoGiFHLRJ，檢索日期2024年10月。

(九)SYSTEX產品共享中心，〈SYSTEX會客室EP6，臺北榮總善用Microsoft HoloLens2 MR方案，賦能傳統手術室智慧轉型〉《YouTube》，https://youtu.be/JO1dUP_OpTA?si=d8N2_HPRHrrxjr7L，檢索日期2024年10月。

作者簡介

黃士銘上士，明新科技大學光電系統工程系，通訓中心士高班45期，歷經通信保養士、補給組長、教官，目前任職於陸軍通信電子資訊訓練中心綜合保修組教官。



附表1

混合實境(MR)應用於主官裝備檢查訓後問卷

以下是一份針對混合實境(MR)使用者體驗的問卷以Hololens2為例，收集使用者在教育訓練過程中的看法和經驗，以利後續開發或研究參考所用。

一、基本資料:

- 1.您的性別：☐男、☐女
- 2.年齡：☐18-22、☐23-30、☐30以上
- 3.學歷：☐高中畢業、☐大學畢業、☐碩士畢業
- 4.服役年資：☐未滿1年、☐滿1年、☐滿2年、☐滿3年、☐3年以上
- 5.儲士班分科：☐有線、☐無線話務、☐光電纜、☐資訊、☐譯電、☐維星、☐通中、☐通信保養、☐機動數位微波

二、請依使用心得勾選出答案

- 1.你對MR混合實境科技的了解程度為何？
☐完全不了解、☐有聽過，但不熟悉、☐了解一些基本概念、☐了解並使用過相關產品或應用
- 2.以前是否有曾操作過AR/VR/MR設備?(可複選)
☐無、☐操作過AR、☐操作過VR、☐操作過MR
- 3.你覺得MR技術對學習的幫助為何(可複選)?
☐提高學習興趣、☐提供身歷其境體驗、☐促進師生互動、☐教學內容更直觀容易、☐較不受空間或裝備限制、☐沒有幫助
☐其他(請說明)_____
- 4.你覺得MR學習上的困難為何?(可複選)
☐沒有困難、☐操作不易、☐成本高不易取得、☐有暈眩感、☐不喜歡頭戴感、☐其他(請說明)_____
- 5.請選擇你偏愛的學習(作業)方式。
☐非常偏愛紙本、☐較偏愛紙本、☐兩者都可以接受無特別喜好、☐較偏愛MR、☐非常偏愛MR
- 6.呈上題偏愛的原因為何(可複選)。



☐紙本作業較快、☐MR作業較快、☐紙本成本較低、☐紙本使用不會暈眩、
☐MR比較直觀、☐MR比較有趣、☐兩者作業方式都不排斥、
☐其他(請說明)_____

7.MR設備是否提高了學習或作業效率，選填1到5分。

1為完全沒有提高-----5為提高學習(作業)效率

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5

8.你認為在MR學習上哪因素較為重要(可複選)

☐介面設計簡單易懂、☐連網擴增教學資源、☐操作靈敏容易、☐裝備取得方便、☐設備輕巧、☐降低暈眩感、
☐其他(請說明)_____

9.你希望MR技術還有哪些改善或優化(可複選)

☐更容易操作、☐降低成本、☐提高畫質、☐豐富圖像文字影音、☐更輕、
☐其他(請說明)_____

10.你認為MR技術還可以應用於哪些教育訓練

☐無意見、☐其他_____

再次感謝您抽空填寫，您的寶貴意見都會做為參考資料，供研究開發使用。



附表2

專家訪談資料

一、基本資料

1.您的性別：☐男☐女

2.您的職務：

3.相關年資：

二、訪談問題

1.您認為MR技術在提高教學質量方面的效果如何？

2.您認為MR技術最顯著的教學幫助為何

3.您認為在MR教學中遇到主要困難是什麼？

4.在使用MR教學或操作時，是否遇過技術故障

5.您覺得MR教學相較於傳統教學的效果如何？

6.您認為MR教學方式與傳統教學方式，主要的比較差異是什麼？

7.您認為除了目前應用的課程(主官裝備檢查)，還可以應用在哪些課程？

8.您對MR技術在教育訓練未來的發展期望為何？

9.MR對教學幫助為何

10.MR教學上的困難

11.MR與其他教學方式的差異感受

12.MR還可以應用在哪些教育訓練

13.期望發展的方向