



(Source: US Army/Jose Escamilla)

● 作者/Amy Hudson ● 譯者/黃坤銘 ● 審者/馬浩翔

美空軍擴增實境訓練平臺

Augmented Reality Goes Mainstream

取材/2022年1-2月美國空軍月刊(*Air Force Magazine*, January-February/2022)

美空軍教育暨訓練指揮部運用擴增實境與人工智慧科技，打造MOTAR訓練整合平臺，不僅可整合跨機種人員訓練資料，更可大幅縮短人員訓練週期，以達到人員一專多能、戰訓合一的目標。

克萊德(Powell Crider)二等士官長認為，美空軍執行飛機修護的作法須澈底改變。這位空軍國民兵腦海有個畫面：飛機修護人員戴上擴增實境(Augmented Reality)眼鏡，看著其上的數據和圖表逕行修護，而毋須在電腦監視螢幕與飛機間來回檢視。另外，修護人員也可騰出雙手，更有餘裕來進行修護工作。

幾年來，克萊德在工作之餘進行概念發想。自2012年，他開始與身邊同儕談及運用擴增實境進行修護與訓練的想法。另外，他也徵詢業界意見，是否有研發中的商用科技可將上述想法付諸實行，同時親自出席空軍修護訓練及作戰相關會議，掌握目前政策發展方向。解召期間，克萊德經

營一間電玩店，而在接獲徵召令後，擔任空軍第164空運聯隊停機線督導士(Flight Line Superintendent)，由田納西州孟斐斯市進行兵力投射。

六年後，美空軍採納克萊德的想法。

當時，克萊德官拜三等士官長，代表美空軍國民兵前往佛羅里達州奧蘭多市，參加空軍學會(Air Force Association)2018年空軍戰爭研討會(Air Warfare Symposium)首次舉辦的創意發想(Spark Tank)競賽。雖然他的想法未能在競賽中勝出，但卻得到時任空軍部部長威爾森(Heather Wilson)青睞，獲頒「部長獎」。

2021年，克萊德在華盛頓特區接受訪問時表示：「當她高高舉起我的專案名稱看板，我就知



十年前，克萊德二等士官長的初衷是運用擴增實境執行飛機修護工作。2018年，他的想法得到空軍部部長青睞，在創意發想競賽中獲頒部長獎。2021年，如此發想正式通過空軍教訓部需求審查，進入武獲流程。

(Source: USAF/Timothy Kirchner)

道經費到位了」。最初專案名稱是「擴增實境在修護作業與訓練的應用」(Maintenance Operations and Training in Augmented Reality, MOTAR, 以下簡稱MOTAR), 經過數年演變, MOTAR現在變成「人員作戰訓練分析與報告」(Member Operations Training Analytics and Reports)的簡稱。這個專案已經可說是「一站商店」(One-Stop Shop), 整併擴增實境與虛擬實境訓練相關計畫, 統一納管在空軍教育暨訓練指揮部(Air Education and Training Command, 以下簡稱教訓部)。

現在, 專案成員遍訪美空軍部與其他司令部, 以推廣前述技術未來在各領域的相關應用, 並且希望這項專案能夠延續下去, 最終能正式立案。

這項新科技由戴能匹克公司(Dynepic)研發, 可彙整使用者資料至單一介面、產製數位化訓練紀錄, 並且錄製學員現場操作的儀表參數, 如此一來, 教官就能確實掌握學員學習狀況。

這項專案目前仍是創意發想競賽中的一套概念, 俟通過驗證方可成為作戰需求。空軍創新單位「空軍創新計畫辦公室」(AFWERX)號稱「死亡谷」, 每項專案必須通過該辦公室繁瑣且曠日廢時的審查流程, 方可從開發階段進入量產部署, 而這也是MOTAR的當務之急。

創意演變

在創意發想競賽結束後, 克萊德拿到50萬美元資金, 並與Google及空軍創新計畫辦公室雙方代表洽談, 進一步商討本項專案概念雛形, 同時響應當局徵召轉為現役, 開始全程投入專案。2019年, 空軍創新計畫辦公室透過「混合實境挑戰

專案」(Mixed Reality Challenge), 要求廠商針對MOTAR提出可行方案。結果有超過120家廠商提案, 其中三家廠商入圍首輪設計評選, 戴能匹克公司也是獲選廠商之一, 其所提出的DX系統就是MOTAR刻正運作之平臺。

戴能匹克公司贏得一系列小型商業創新研究(Small Business Innovation Research)第一階段與第二階段合約, 接續又獲得第三階段為期數年的合約, 支援教訓部推動「新一代修護訓練專案」(Maintenance Training Next), 而前述專案也演變成「新一代技勤訓練專案」(Technical Training Next)。

在試行方案, MOTAR在德州夏波德(Sheppard)空軍基地開辦新式機工長基礎訓練課程(Crew Chief Fundamentals Course), 設置單一登入窗口及強化型聯合儀表, 作為擴增/虛擬實境相關應用平臺。在這個網路型態裝置診斷平臺上能呈現360度環景影片、文件及評估報告, 讓課程學員自行選擇最適方式進行學習。

美空軍教訓部第23分遣隊隊長強森(Jesse Johnson)少校, 負責主導新一代技勤訓練專案下的各項創新作為。他表示, 機工長基礎訓練課程的最初目標, 是要證明學員能夠在虛擬實境的環境下學習。在初步確認可行後, 轉由機工長課程接訓單位進行實務驗證, 並且研擬這項新科技該如何應用在空軍各種專長訓練課程上, 以及如何加速普及至全軍教育單位。

強森表示:「如此一來, 我們就可取得大量學員學習資料, 瞭解學員課堂表現, 而資料在經過人工智慧歸納分析後, 也能當作指揮官下達決心之

科技改變吾人學習方式

iPod與iPad分別於2001與2010年相繼問世，對資訊的展示與分享方式產生革命性變革。這些新興裝置讓人們更容易將資訊分門別類與模組化，學生也可透過彩色螢幕、影片、相機、音響與其他介面進行學習。但是，美空軍向官兵呈現資訊的方式卻始終沒什麼改變。

現在，年僅18歲的服役官兵，在iPad問世時，根本就還是學齡前兒童。

美空軍教訓部第23分遣隊是該部新成立的創新部門，隊長強森少校表示：「我手上還拿著蠟筆和建築圖紙，但是iPad卻是他們訓練的一部分」。

強森補充說明：「我們必須體認到，在空軍，依循傳統方式教學的效果會逐年衰退。提供學員PDF檔案，要他們從中學習的方式已經過時。學員只會隨便瞄上兩眼，隨口問一句『嗯？

這是什麼東西』，然後把檔案隨手一丟，直接上Google找答案。對學員來說，老師和教官已經不是課堂上最博學多聞的人——智慧型手機才是。我們必須善用這個趨勢，建立新訓練方式。如此一來，官兵才能融入訓練，讓其生活和部隊訓練無縫接軌」。

女性和男性的大腦分別會在11歲及14歲時生長完成，但是大腦結構在25歲前仍會持續發展。強森認為，18至25歲，人類仍會持續探索如何學以致用。在這個階段，學習型態或方法才會真正內化成一個人的性格。

上述年齡區間也是美軍主要的招募年齡層。

美空軍教訓部分析暨創新委員會下轄第23分遣隊，該委員會主席魏格納上校指出，美空軍必須從現在就開始思考未來該如何訓練部隊。

他進一步表示：「空軍，甚至可能整個國防

部，滿腦子都只想著《中程國防計畫》(Future Years Defense Program, FYDP)。我們必須用心思考計畫以外的事。但是，除非我們願意認真預想2040年空軍所應該呈現的樣貌，該以何種方式執行訓練，而後回過頭來，運用類似MOTAR這種專案著手進行。不然我們可能到死都還在用投影簡報教學」。



空軍教訓部課程工程師暨MC-130H專長教官雪夫(Renee Scherf)中士，正在展示虛擬實境訓練系統。MOTAR運用擴增實境、虛擬實境及人工智慧等科技，發展高效仿真的訓練方式。(Source: USAF/Keith James)



透過擴增實境眼鏡，使用者可以在實物前方看到危險警告訊息，使其在面對危險情況(如運轉中的發動機)時提高警覺。MOTAR企圖研發標準介面，讓虛擬實境科技得以搭載商用軟、硬體。(Source: USAF/Timothy Kirchner)

參據」。

強森更進一步說明，在機工長基礎訓練課程期間，第23分遣隊的11人小組「靈機一動」——若能即時監控學員課堂表現，那麼也可進一步運用在層級更高的整體工作上。

教官能即時監控學員訓練完成度，也就代表指揮官可以及時發現戰力間隙、採取應處作為。如此一來，不僅可大幅縮短突發狀況反應時間，也可用來培養官兵一專多能(Multi-

Capable)的專業技能。

「一專多能」是美空軍參謀長布朗(Charles Q. Brown Jr.)上將《加速改變，以免失敗》(*Accelerate Change or Lose*)戰略方針的核心。前述戰略方針不僅要求加速創新，同時更要求所屬策擬新的作戰方式。未來作戰可能都建構在「彈性戰鬥部署」(Agile Combat Employment)概念上，空軍部隊以小兵力編組，遍布世界各地以遂行作戰，讓敵軍更難掌握空軍裝備及人

員的確切位置。

不過，前述作法的前提是，每位空軍官兵都要一人分飾多角。強森指出：「在彈性戰鬥部署作戰場景下，執行飛機修護需要18員修護人力。雖然現在修護人力不足，但還有閒置的後勤計畫人員與警戒部隊。如果能夠交互運用手上專長人力，就可以打造出一專多能的部隊」。

因此，舉例來說，今天有某項任務要求參演官兵學會如何調配整備(Marshal)戰機。指揮官

或專責教官登入MOTAR系統，查閱哪位官兵已取得本項專長，並將虛擬訓練程式下載到未獲專長官兵的訓練目錄中，透過虛擬程式引導他們習得此項技能。而後，未獲專長官兵登入個人帳號，並於任務期間完成訓練，取得本項專長代碼。

強森提到：「也就是說，我手下的官兵取得多項專長，而他們也具備空軍官兵所應有之多項核心技能——在簡陋戰場環境下，所應具備的基礎技能」。

這種做法也適用於突發狀況。2018年10月，颶風麥可(Hurricane Michael)將佛羅里達州廷德爾(Tyndall)空軍基地吹得東倒西歪，美空軍花費數週召集相關專長人力，編成緊急應變小組，以評估災損與進行災後重建工作。強森認為，MOTAR只花10分鐘，就可以挑選適員，完成人員編組。

強森反問：「如果系統中存有所有官兵訓練紀錄，並且依任務屬性進行專長匹配，為什麼我不能派一個指揮官在現場描述任務內容，接著由人工智慧進行任務分析，然後再回饋給指揮官，報告有哪些官兵適任此項任務。這就是我們目前狀況」。

穿越死亡之谷

根據美空軍傳統武獲流程，空軍必須先發現戰力罅隙，確認作戰需求，接著再進行訪商，要求業界提出解決方案。但是，此流程在「小型商業創新研究」合約架構下有翻天覆地的變化。

強森表示：「我們知道問題，也解決了問題。現在，我們只是回過頭來補正書面程序」。也就是說，這是依照傳統流程執行武獲作業。

人腦發展階段

幼兒至4歲：大腦逐漸發育，試圖產生神經連結。在此階段，孩童對周遭事物的理解，都是仰賴五官感受與親子互動。這些就是孩童所能理解的世界與儲存在記憶中的樣貌，不過此時的幼年記憶與成人深層記憶不同。

4歲至14歲：大腦歷經突觸配對(Synapses Pairing)階段，探索學習方法。在此階段，大腦解構所有突觸，發掘其共振(Resonate)及儲存記憶的方式。這也可以解釋為「人類在5歲前記憶都是空白的」。強森表示：「這也是幼稚園僅招收5歲以上兒童的原因，其實是有其科學根據」。

18至25歲：大腦再次經歷突觸配對，開始發展內側前額葉皮質(Medial Prefrontal Cortex)，此區主要形塑人類認知功能，諸如注意力、習慣養成、空間記憶、長期記憶與衝動管理。

2021年9月，強森出席美空軍教訓部作戰需求審查委員會(Requirements Oversight Council)，確認本案建置需求為「產製、分析與綜整現代人員訓練成效」。

雖然依照往例，委員會只針對需求審查，但本次卻同時審查需求與產品。

根據強森的說法，「《美國法典》(US Code)第15編述明，如果簽訂小型商業合約進行研發，依照法律規範，就必須履行合約內容，而不可逕行



此為2018年激發創意展覽會上，使用者透過擴增實境看到的畫面，透過畫面黃色圖示，修護人員可藉此學習或完成修護作業。(Source: USAF)

採用其他作業流程。審查委員會深諳此道，不僅驗證系統資料分析與產製綜整報告需求，也同步驗證MOTAR系統滿足前述需求。因為我們已經先行簽署小型商業創新研究第三階段合約」。

雖然這是一個新需求，MOTAR實際上已是針對前述需求所提出的第四次解決方案。2007年，美國國防先進研究計畫局(Defense Advanced Research Projects Agency)提出第一次解決方案，同年，蘋果公司也開發iPad，以迅雷不及掩耳之速改變資料儲存方式——從

集中儲存轉變成模組化，儲存在個人智慧型手機中。2015及2018年，美空軍教訓部分別提出第二次及第三次解決方案，並將新型態資料的儲存方式納入考量，但這兩次提案都未能正式立案。

美空軍教訓部分析暨創新委員會主席魏格納(Thomas Wegner)上校表示，目前已獲得MOTAR投資門預算，既然教訓部已完成需求審查，俟維持門預算獲撥後，就能讓這個專案正式投入實務運作。

魏格納表示：「我們已經完成需求審查，但是需求並未

納入《計畫目標備忘錄》(Program Objective Memorandum, POM)——美國國防部五年預算計畫。因此，為讓此計畫不要胎死腹中，我必須回報時任教訓部指揮官韋柏(Marshall B. Webb)中將，請他在計畫執行年度保留部分主官預算。我們試圖轉用主官行政事務費持續推動計畫，靜候獲撥年度預算」。

魏格納指出，MOTAR已編列在2024年國防預算，但現在才2022年，而且屆時，美空軍須將MOTAR與《計畫目標備忘錄》內其他專案進行預算支用優先排序。

大幅推廣

這也是MOTAR專案團隊在美空軍其他單位大幅推廣這套系統的原因。

2021年11月4日，來自美空軍教訓部、空軍空戰司令部(Air Combat Command)、空軍特戰指揮部(Air Forces Special Operations Command)、空軍專案生命週期管理中心(Air Force Life Cycle Management Center)等單位的300多位官兵齊聚聖安東尼奧聯合基地(Joint Base

San Antonio)凱利場(Kelly Field)，出席MOTAR首次展覽會。

展覽會提供參展單位分享如何使用平臺，並可瞭解擴增/虛擬實境未來應用方式的機會。官兵代表可以參觀展場上28個不同展區，進行零距離互動，並可沉浸在虛擬環境中，運用MOTAR平臺快速擷取各項資料。

美空軍專案生命週期管理中心首席模擬器創新官(Chief Innovation Officer for Simulators)梅科爾(Margaret Merkle)在接受採訪時表示：「展覽會上，我們希望來自各處的官兵能夠互相溝通、彼此學習、分享成果。MOTAR這個平臺，讓我們能夠分享不同專案間的資料，快速達到預期結果，而不要再重蹈別人在研發過程中走過的冤枉路」。

梅科爾表示，空軍戮力整合各種數位訓練載臺與訓練能量，在透過平臺整合後，官兵可以隨時隨地進行訓練。

梅科爾進一步指出：「現在，各項工作在各處執行，相關資料也儲存於不同地方，我們很難在不同系統間回溯歷史資料。但是，即便官兵在不同單位中受訓，MOTAR平臺卻讓各司令部官兵能跨系統存取訓練績效資料。我們把這個平臺看成能簡化工作，並且提高作業效率的工具」。

梅科爾以數位掃描戰機外觀，然後分發給不同單位，以建置與該機種相關訓練課程舉例說明。各單位可負責不同訓練科目，包含武器裝掛、飛機修護及模擬器飛行訓練。

梅科爾說：「一個原型機的數位模組，可以和三個接訓單位共享使用。而且，每個單位的工作

進度相對較快，因為大家不用再重複做同一件事」。

美空軍空戰司令部機艙效能發展小組(Capability Development Engine Room)專案分析員黑根(Andrea Hagen)指出，雖然空戰司令部比教訓部起步更早，但此平臺未來可以整合部內推行的「再造」(Reforge)戰鬥機飛行員訓練計畫進行。「再造」計畫預劃縮短訓練時程，讓飛行訓完學員晉升為長機領隊所需的訓練時間減半，透過新型T-7「紅鷹」(Red Hawk)教練機飛行模擬器，搭配陸基虛擬實境與人工智慧進行訓練即可達成此目標。

黑根表示：「目前我們所缺少的，就是能夠整合不同部隊訓練單位(Force Training Unit, FTU)的學習管理系統(Learning Management System)。空戰司令部下轄多個訓練單位，他們目前各自為政，但我們一直在找一個共通平臺，而MOTAR就是答案」。

2021年12月，專案團隊在維吉尼亞州舉辦類似活動，藉此向五角大廈面臨同樣問題者，提倡MOTAR所能帶來的效益。

強森進一步表示：「空軍任務繁重，每個人都有自己的一畝田，每天就已經忙得不可開交，還要再以創新為由在這片田地上大做文章，要比登天還難。如果官兵對此不熱衷，不願利用工作之餘投注心力，那麼終究還是會落空。這也是我個人認為，到目前為止，都還沒有任何創新作為的原因」。

強森提到，高階將領的支持是「飛越駝峰」關鍵因素。美空軍參謀長鼓勵官兵要跳脫框架思



2020年3月2日，美空軍第366修護中隊戰機金屬科技組(Aircraft Metals Technology Section)小組長科林(Kevin Collins)上士，在愛達荷州(Idaho)山家(Mountain Home)空軍基地用3D掃描器掃描戰機結構。手持式3D掃描機，讓官兵無須再透過電腦以人工繪製戰機結構圖。過去要花五到十小時才能完成的工作，現在只花不到一小時。

(Source: USAF/Natalie Rubenak)

考、提出創新作為，並且要求各級指揮官貫徹命令。

強森表示：「現在我們正在做的，就是走到對街大樓同仁身旁，因為他們的職責就是要解決這些問題，但也因為忙得分身乏術，只能拍拍他們的肩膀、告訴他們：『我已經幫你解決一半問題。現在，告訴我還剩下哪些問題，我才知道該怎麼著手』。也就是說，我們是來支援的，告訴他們：『已經有人在試圖解決了』。不過，我們也會對那些阻礙的人施壓」。

克萊德是MOTAR計畫的幕後發起人，也有出席前述展覽會，現在已經是第23分遣隊的一員。當

他被問到，看著自己最初想法最後在空軍落地生根有什麼感想時，他說：「感覺超級棒。我希望能夠加快腳步，但是我們現在遇到的是，委員會內部在創新時所面臨的窒礙。問題並非侷限在專案本身，而是擴及到整個委員會內部——整個官僚體系嘴巴上說準備好進行創新，實際上卻並非如此。我們還要突破重重官僚體系，才能夠讓專案依序到位」。

版權聲明

Reprinted by permission from *Air Force Magazine*, published by the Air Force Association.