

出國報告（出國類別：考察）

「106 年度科發基金補助國際交流計畫」
虛擬實境技術應用於勞工安全教育訓練
交流計畫

服務機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

姓名職稱：蘇文源 副研究員

劉國青 助理研究員

派赴國家：香港

出國期間：106 年 12 月 4 日~106 年 12 月 9 日

報告日期：106 年 12 月 21 日

摘要

在全球科技日新月異與普及下，虛擬實境、物聯網、無人機或大數據等資通訊科技運用職業安全衛生之危害預防，已成為近來提升勞工職場安全衛生之重要趨勢，而經由相互交流資通訊科技運用於職業安全衛生之經驗，更可共享其對職場安全環境、勞工安全技能與安全教育訓練之效用，以達到降低職場危害，保障勞工之工作場所安全。

本計畫參訪香港職業訓練局之專業教育學院、香港職業訓練局之青年學院及香港大學等單位，主要考察該等機構學校利用時下盛行之虛擬實境技術，所開發之沉浸式頭戴顯示器及洞穴式虛擬實境技術，進行職業安全教育訓練及工作技能訓練等應用，以提供本所及國內開發虛擬實境勞工安全學習系統之參考，另訪視香港職業安全健康局有關勞工安全教育與安全技能訓練之做法，並參觀 DesignInspire 及 SmartBiz Expo 2017 展覽會之虛擬實境、物聯網及人工智慧等。

本次考察參訪發現香港相關之工作安全技能培訓、工作安全危害辨識及職場職災體感等，已逐漸導入以「體驗學習」為主之教育訓練方式，目前香港職業訓練局所開發之虛擬實境學習教具，主要係用於該局學員之工作技能培訓、工作安全技能與危害辨識之教育訓練，而香港大學之工業及製造系統工程系則引進並開發各種虛擬實境應用與學習系統。另香港職業安全健康局之職安健訓練場地相當多元，並依據香港產業發展特性，提供如物流、餐飲、家務、營造裝修服務等有關安全教育訓練實習場地，學員可現場實務操作或觀摩，增加其學習興趣及強化印象。

資通訊科技是我國科技強項，但強隨著虛擬實境、物聯網、人工智慧、大數據及無人機等資通訊科技之進展，其運用於勞工教育訓練、勞工安全技能培訓、職場安全防護或職業災害之預防皆會出現各種新的創意或作法，所謂「他山之石，可以攻錯」，因此建議多方面進行國際間之互相交流，將有助於國內研究開發及運用虛擬實境等資通訊科技於勞工與職場安全之成效。

目 錄

摘	要.....	2
目	錄.....	3
一、	簡介.....	4
二、	目的.....	4
三、	過程.....	5
四、	心得.....	24
五、	建議.....	26
六、	照片.....	27
七、	附件.....	29

一、簡介

虛擬實境（virtual reality, VR）是利用電腦模擬產生一個三維空間的虛擬世界，提供使用者關於視覺等感官的模擬，讓使用者感覺仿佛身歷其境，可以及時而沒有限制地觀察三維空間內的事物。近年來虛擬實境的應用非常廣泛，可以利用虛擬實境模擬人員的任務，以輔助醫學復健治療、遊戲、育樂或職業訓練等。

一般勞工之安全教育訓練多以課堂授課為主，將工作的危害與預防一一介紹，這樣的授課方式一直是勞工安全衛生相關的教育訓練方式，也是遵循「職業安全衛生教育訓練」規定辦理。然而，傳統的安全教育訓練僅透過講師所編撰的書面教材在課堂上講授，學員只能用揣摩想像實際情境，模擬可能造成事故狀況，但此種教育方式會隨著時間增長而淡忘，其產生之持久效果有限。近年來工業主要國家體認到課堂講授之「談話式」工安訓練對提升個人「安全意識」有幫助，但仍不足以達成「體認危害」之效果，因此衍生出設計類似現場環境及危害情境，讓勞工務實的以手到、眼到、口到、心到親身去操作體驗危害的情境。從「體驗學習」之教學模式，運用「做中學」（Learning by doing）設計了許多「具體的體驗」，如遊戲或活動，導入輕鬆且生動的方式（Everything is for fun），讓教育訓練變得生動活潑，並可引發勞工學習動機。

二、目的

本計畫主要參訪香港職業訓練局之專業教育學院、香港職業訓練局之青年學院、香港大學及香港職業安全健康局等單位，考察該等機構學校利用時下盛行之虛擬實境(VR)技術，所開發之沉浸式頭戴顯示器(HMD)及洞穴式 VR 技術，讓使用者可以透過戴在頭上的裝置，進行觀看影片和工作訓練等用途，結合虛擬實境，搭配對使用者的動作感應，達到與媒體內容互動的效果，逼真的畫面及互動式的操作，讓使用者在頭戴式顯示器的螢幕中就可以達到親臨現場操作的體驗，了解其使用情形，以提供國內將來開發類似虛擬實境勞工安全學習系

統之參考，希望藉虛擬實境輔助教育方式，讓勞工事先學習和避免災害發生，並透過香港之虛擬實境技術應用發展經驗，加速落實我國發展相關技術，造福我國勞工。

三、過程

本計畫主要參訪香港職業訓練局之專業教育學院、香港職業訓練局之青年學院、香港大學及香港職業安全健康局等單位，考察該等機構學校利用時下盛行之虛擬實境(VR)技術，所開發之沉浸式頭戴顯示器(HMD)與洞穴式 VR 技術，及交流勞工安全教育與安全技能訓練做法，並參觀 DesignInspire 及 SmartBiz Expo 2017 展覽會，其考察行程、參訪單位及內容如表 1。

表 1 考察參訪行程及內容

日期	考察參訪單位	考察參訪內容
12/4 (一)	交通去程	長榮航空 BR0869 香港機場快線地鐵
12/5 (二)	香港職業安全健康局	交流勞工安全教育與安全技能訓練做法及教具開發。
12/6 (三)	香港職業訓練局(專業教育學院)	交流虛擬實境勞工安全學習使用系統，加強勞工教育訓練，減少勞工職場危險事故與增進其工作技能做法及使用。
12/7 (四)	香港職業訓練局 (青年學院) 香港大學 香港會議展覽中心	1. 虛擬實境學習系統(CAVE)開發經驗及相關運用與展覽及解說。 2. DesignInspire 2017：相關虛擬實境之國際創意設計展覽。
12/8 (五)	香港會議展覽中心 市區	1. SmartBiz Expo：相關虛擬實境之創新科技國際發明與創智營博覽展。 2. 市區營造鷹架施工考察。
12/9 (六)	交通回程	香港機場快線地鐵 長榮航空 BR0870

(一)香港職業安全健康局職安健學院

香港職業安全健康局於 1988 年根據香港《職業安全健康局條例》成立。為一個法人機構，職安局致力於改善工作環境，提高企業安全管理水平，從而保障香港寶貴的人力資源。職安局的工作包括推廣宣傳、教育及訓練、顧問服務、調查及策略研究、提供資訊，以及促進政府、雇主、雇員和專業及學術團體之間的交流合作。本此考察香港職業安全健康局之接待者為：**Alice LAM Senior Consultant**(林莉 高級顧問兼代理職安健學院校長)，考察項目有：密閉空間工作安全訓練(圖 1)、貨車尾板安全操作(圖 2)、機械砂輪切割操作安全訓練(圖 3)、堆高機操作安全訓練(圖 4-5)、電器操作安全訓練(圖 6)、裝修維修工程及流動式臨時防墜系統裝置安全訓練(圖 7)、高處作業安全-移動式工作台/梯台及功夫凳展示(圖 8-11)、樹藝工作安全訓練(圖 12)、餐飲業工作安全訓練(圖 13-14)、家庭傭工及家務助理工作安全訓練(圖 15-16)、人體工作桌椅(圖 17-18)、石棉工作安全訓練(圖 19)、噪音評估及聽力保護(圖 20)、防火安全訓練(圖 21)及宣導品 DM 資訊(圖 22)等。

由於香港產業發展特性，相關勞工多從事物流、餐飲、家務、營造裝修服務等，因此，工作安全訓練項目多相對應於該性質等業別，較少石化、製造業等工作安全訓練項目，其中家庭幫傭工及家務助理、餐飲業廚房、樹藝工作安全訓練項目，在台灣相關勞工安全教育單位較少看到。另香港職業安全健康局有自行研究開發相關安全防護裝置，包含貨車尾板安全裝置(圖 2)、移動式式施工架工作台(圖 11)、廚房蒸氣防止溢洩(圖 14)、防止開窗墜落(圖 16)等防護裝置，及針對堆高機操作安全訓練開發電腦模擬訓練系統(圖 4)。

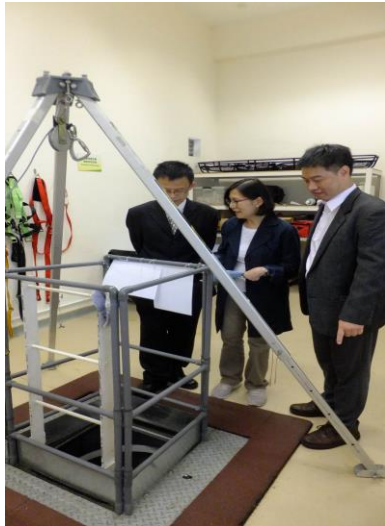


圖 1 密閉空間救援訓練



圖 2 貨車尾板安全操作



圖 3 砂輪切割展示



圖 4 堆高機電腦模擬操作安全訓練



圖 5 堆高機電腦模擬(左)V.S.實地操作安全訓練(右)



圖 6 電器操作安全訓練



圖 7 移動式臨時防墜系統裝置安全訓練

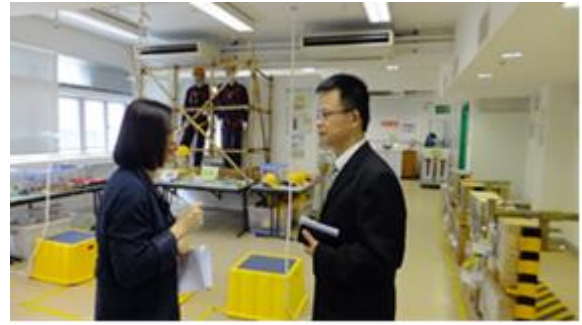


圖 8 營造鷹架操作安全訓練

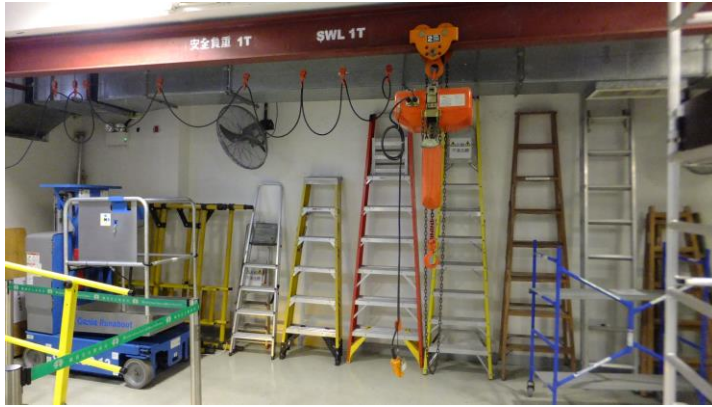


圖 9 移動式梯台展示



圖 10 移動式工作台展示



圖 11 開發移動式工作台



圖 12 樹藝工作安全訓練



圖 13 餐飲業工作安全訓練





圖 14 開發蒸氣防止溢洩



圖 15 家庭幫傭工及家務助理工作安全訓練



圖 16 開發防止開窗墜落



圖 17 人體工學椅



圖 18 人體工學桌



圖 19 石棉工作安全訓練



圖 20 噪音評估及聽力保護



圖 21 防火安全訓練



圖 22 宣導品 DM 資訊場所

(二)香港職業訓練局(專業教育學院)

香港職業訓練局(VTC)於 1982 年成立，目的是提供一套全面和具成本效益的職業教育培訓制度，以配合香港社會的需求。香港職訓局透過其轄下機構成員提供全面的職業教育及培訓服務，包括香港高等科技教育學院、高峰進修學院、才晉高等教育學院、香港專業教育學院、香港知專設計學院、旅遊服務業培訓發展中心、國際廚藝學院、中華廚藝學院、海事訓練學院、卓越培訓發展中心、青年學院、匯縱專業發展中心和展亮技能發展中心。香港專業教育學院(IVE) 為 VTC 機構成員，是香港卓越的職業專才教育機構，致力為各行各業提供具價值的人才。

「科技強化學習」是香港職業訓練局三年策略計劃(2016-2019)的發展項目之一。主要應用擴增實境和虛擬實境等科技，有助提升教學效能，引起學習興趣，幫助學生主動學習，促進師生彼此協作。

本此考察香港專業教育學院之接待者為：Dr. KWONG Ng Fung Senior project officer (鄺伍鋒博士 高級項目主任)、MIU Yin Kwan assistant project officer (繆彥君 助理項目主任)、PANG Kwong Fai assistant project officer (彭光輝 助理項目主任)，考察項目如下：

(1)VR 虛擬實境

虛擬實境技術利用電腦模擬產生一個三維空間的虛擬世界，提供使用者關於視覺等感官的模擬，讓使用者感覺仿佛身歷其境。該技術整合了電腦圖形、電腦仿真、人工智慧、感應、顯示及網路並列處理等技術的最新

發展成果，是一種由電腦技術輔助生成的高技術模擬系統。香港專業教育學院採用 HTC Vive「頭戴式 VR 顯示器」播放各種 3D 擬真場景，及「手持控制器」來判斷使用者的動作與按鍵來進行輔助反映更細膩的手部動作，「動態偵測」就是為了擷取包含姿勢、移動等更大的動作；香港專業教育學院展示 VR 軟體計有「石化廠管路洩漏處理」(圖 23)、「攀爬高架電塔移除異物處理」(圖 24)，未來會不斷加入其他 VR 應用範圍。



圖 23 「石化廠管路洩漏處理」VR



圖 24 「攀爬高架電塔移除異物處理」VR

(2) 「洞穴式」VR

CAVE (Cave Automatic Virtual Environment, 洞穴式自動化虛擬環境) 為對虛擬現實的整體效果幻覺狀態，在三米見方的小房間，發現自己正被三面牆壁及地板上同步刷新的投影圖像所包圍。參與者需配戴一副內置有頭部追蹤技術的立體眼鏡來進入「幻覺」，揮動手中的「魔杖 (magic wand)」就能實時操控圖形做出精妙地變化。

香港專業教育學院自行研發了一套 VR 教學系統來輔助教學。系統分為 3 部分，包括導師操作系統、虛擬實境圖像生產器和模擬學習流動應用程式。首先導師可從電腦選取特定工作環境的場景，再投射到稱之為「CAVE」貌似一個洞穴中的三面投射屏幕，營造立體效果。數名學生配戴 3D 眼鏡入內，加上 CAVE 附有的紅外線感應器，學生便恍如置身實際工作場所，可一同商量解決危機方法，再用手控制物件修補故障，更可模擬移動場境中物件。系統能模擬機房、升降機甚至在飛機內等場景，並投射出 3D 影像，讓學生置身其中，在導師指導下學習不同機械系統及訓練安全意識。現在部分

工程學科已開始使用此系統，未來還會擴展到樹藝管理、零售管理、海事訓練等課程。所採用「洞穴式」VR，室內有 14 部紅外線攝影機，天花板有 4 部投影機，教師及學生戴着特製 3D 眼鏡進入房中，紅外線攝影機通過偵測教師所戴眼鏡來判斷師生身處位置及所望方向，再投射出相應角度的立體影像。教師可指着模擬場景中的不同部分進行教學，學生可從不同角度觀察虛擬機器，一旁有專人從電腦上操控場景、虛擬機器變化等，以訓練學生臨場應變及學習解決方法；香港專業教育學院展示「洞穴式」VR 軟體計有「電梯維修保養」(圖 25-26)，未來會不斷加入其他作業應用範圍。



圖 27 「電梯維修保養」洞穴式 VR(1)



圖 28 「電梯維修保養」洞穴式 VR(2)

(3)AR 擴增實境

擴增實境 (Augmented Reality, AR) 透過攝影機影像的位置及角度精算並加上圖像分析技術,讓螢幕上虛擬世界能夠與現實世界場景進行結合與互動的技術。香港專業教育學院採用手機或平板電腦上應用程式,掃描機器平面圖,該機器的立體圖形便會出現在移動設備上,學員可縮小、放大、旋轉以查看機器的不同部位,點擊使機器開始運作後,更可透視機器內部結構是如何運轉,徹底認識機器及其原理。香港專業教育學院展示現時資料庫中有空氣壓縮機、水泵、局限空間作業用三腳架、升降機及梯子(圖 27-30),未來會不斷加入其他機器或作業情境 AR 應用範圍。

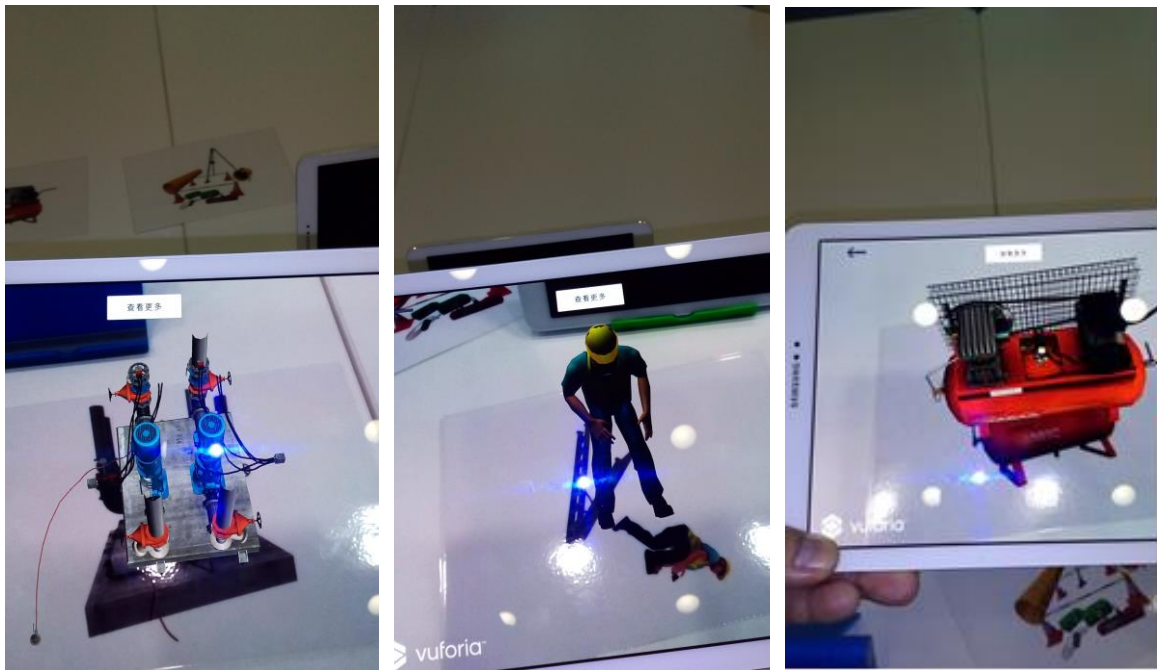


圖 27 水泵 AR 立體展示 圖 28 梯子作業 AR 立體展示 圖 29 空氣壓縮機 AR 立體展示



圖 30 水泵、梯子、空氣壓縮機、局限空間作業用三腳架 AR 展示

(4)物聯網 IOT 及人臉辨識等應用

香港專業教育學院展示該院學員自製之智慧住宅物聯網、AI 人工智慧相棋、育樂物聯網、人臉辨識等展品（圖 31-34）。



圖 31 智慧住宅物聯網

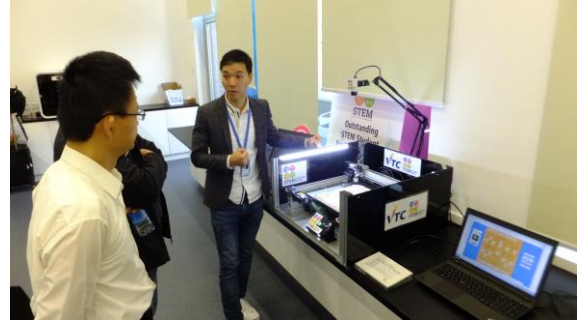


圖 32 AI 人工智慧棋



圖 33 育樂用物聯網

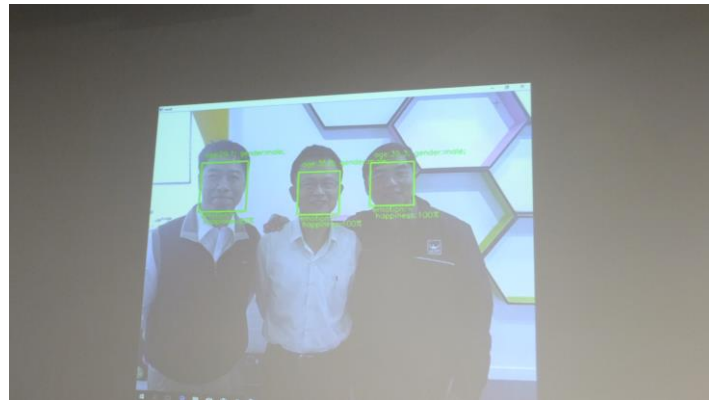


圖 34 人臉辨識

(5)3D 列印

3D 列印又稱加法製造、積層製造(英語: Additive Manufacturing, AM)，可指任何列印三維物體的過程。3D 列印主要是一個不斷添加的過程，在電腦控制下層疊原材料，列印的內容可以來源於三維模型或其他電子資料，其

列印出的三維物體可以擁有任何形狀和幾何特徵。香港專業教育學院提供 3D 掃描與列印儀器供學員學習職業專才技能。香港專業教育學院展示 CoLiDo 3.0 Duo 3D Printer、Makeblock 3D Printer (Smark Robot Technology Co. Ltd)及學員成果 3D 列印展品。

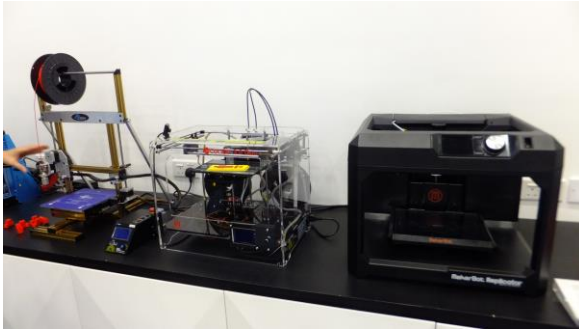


圖 35 CoLiDo 3.0 Duo 3D Printer

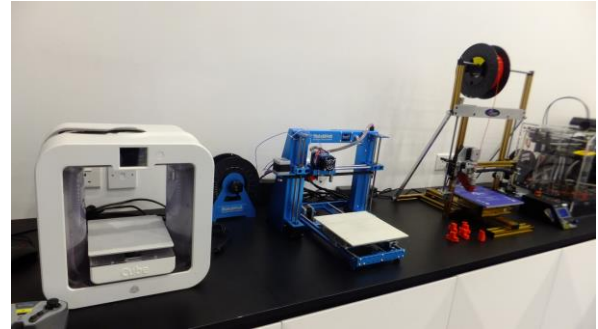


圖 36 Makeblock 3D Printer

(三)香港職業訓練局(青年學院)

香港青年學院是 VTC 機構成員之一，為國三以上程度的青少年提供互動的學習環境，協助學生掌握知識與技能，為將來升學及就業作好準備。青年學院提供靈活貫通的進修途徑，多姿多采的學習環境，以及多元的學生發展項目，促進學生成長。課程兼備通用技能、專業及全人發展單元，平衡學術與專業發展，致力為學生開拓成功前路。本此考察香港青年學院之接待者為：LEE Ka Chun centre secretary(李家進 中心秘書)、SIU Chun Ho project officer(蕭俊豪 項目主任)，考察項目如下：

(1)「洞穴式」VR

香港職業訓練局自行研發了一套 VR 教學系統來輔助教學，系統能模擬飛機內等場景，並投射出 3D 影像，讓學生置身其中，在導師之指導下教育訓練有關飛機保養維修廠之安全衛生問題。所採用「洞穴式」VR，室內有 14 部紅外線攝影機，天花板有 4 部投影機，教師及學生戴着特製 3D 眼鏡進入房中，紅外線攝影機通過偵測教師所戴眼鏡來判斷師生身處位置及所望方向，再投射出相應角度的立體影像。教師可指着模擬場景中的不同部分

進行教學，學生可從不同角度觀察虛擬機器，一旁有專人從電腦上操控場景、虛擬機器變化等，以訓練學生臨場應變及學習解決方法；香港青年學院目前展示飛機維修保養之「洞穴式」VR (圖 37-41)，未來會不斷加入其他作業應用範圍。

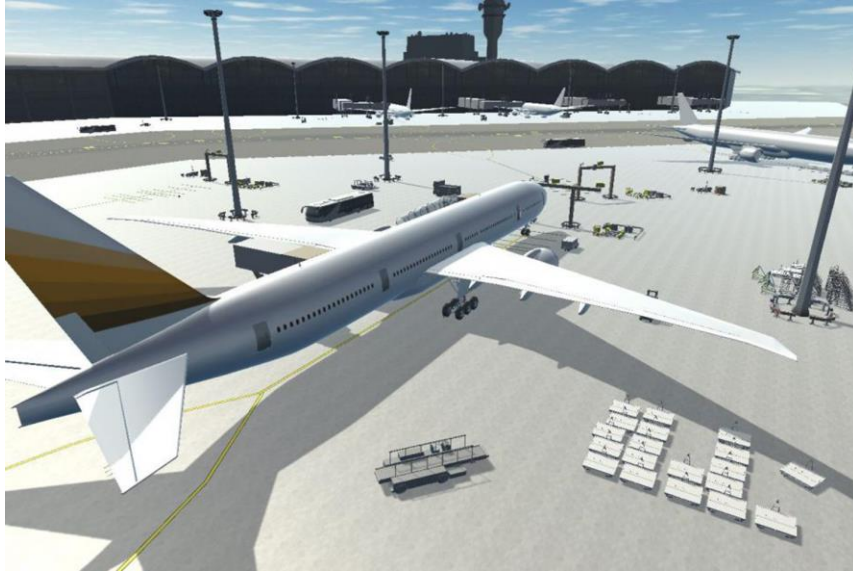


圖 37 「飛機維修保養」之「洞穴式」VR (1)



圖 38 「飛機維修保養」之「洞穴式」VR (2)



圖 39 「洞穴式」VR 電腦主機 圖 40 「洞穴式」VR 眼鏡



圖 41 「洞穴式」VR 布幕場景

(2)3D 列印

香港青年學院提供 3D 掃描與列印儀器供學員學習職業專才技能，展示 Ultimaker 3 Extended 3D printer, Fortus 450mc 3D Production System 及學員成果 3D 列印展品(圖 42-46)。



圖 42 Fortus 450mc 3D Printer

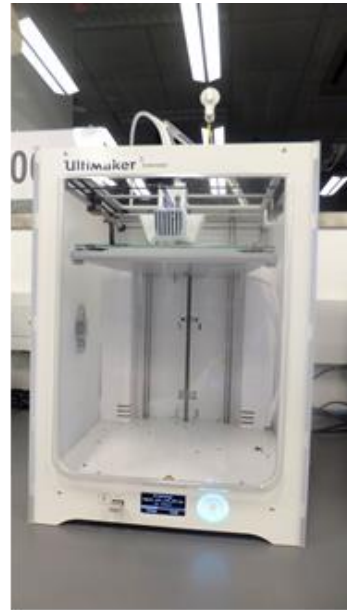


圖 43 Ultimaker 3D Printer

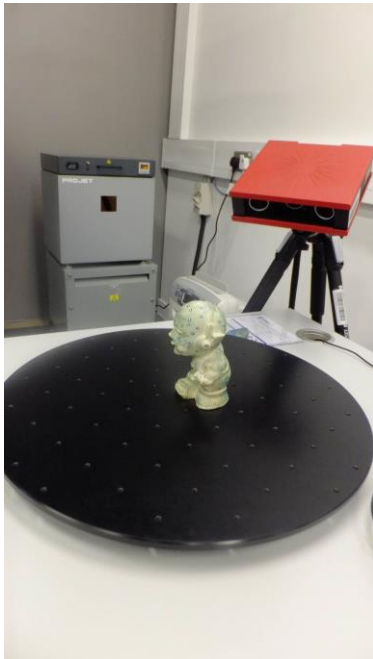


圖 44 3D 掃描



圖 45 學生 3D 列印成品



圖 46 與學生 3D 列印成品合影

(3)科學展品

青年學院提供靈活貫通的進修途徑，多姿多采的學習環境，以及多元的學生發展項目，另展示相關科學展品如「空氣動力」、「機器手臂」(圖 47-48)等多項。



圖 47 「空氣動力」科學展示

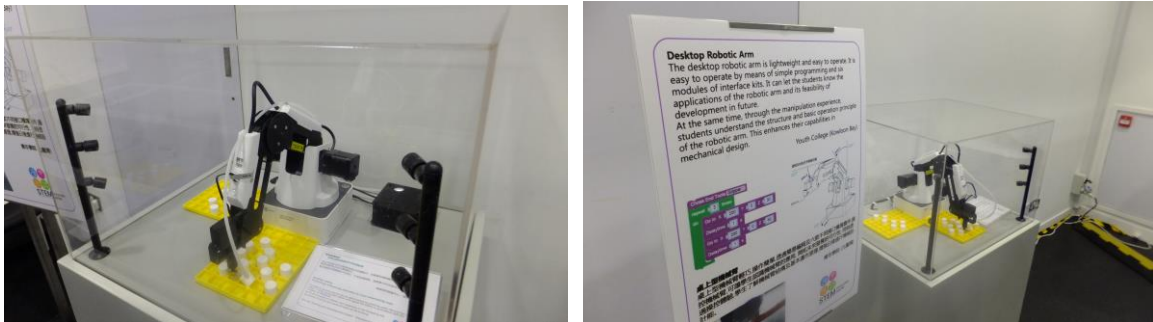


圖 48 「機器手臂」科學展示

(四) DesignInspire 2017 國際創意設計展覽

12 月 7~9 日在香港灣仔國際會議展覽中心舉行 DesignInspire 展覽會，雲集全球創意菁英、潮流設計品牌、設計協會及學院參與的國際創意設計展覽 — DesignInspire，透過全球創新的互動裝置、設計傑作及得獎項目，呈現新穎構思及嶄新的創意設計意念。香港被譽為亞洲創意之都，多年來一直致力推動本地創意產業，為行內企業及專才提供優良的發展環境及營商機遇。香港的創意專才一直走在世界尖端，在各創意產業領域內均表現卓越，包括設計、廣告、市場推廣、數位娛樂（包括動漫）、電影、音樂、電視、出版與印刷及建築等。本次考察 DesignInspire 展覽會主要參觀香港大學工業及製造系統工程系攤位，展示有關 imseCAVE「洞穴式」VR 系統及 imseDOME「巨蛋式」3D 影片系統；香港大學之接待者為：Cr. Henry Y. K. Lau associate professor(劉應機 副教授)、HACTIC 公司 William W. L. Tam system development manager。

香港大學之工業及製造系統工程系結合了頂尖的工程設計和創新的虛

擬技術，研發出科技產品 imseCAVE。研究團隊由港大工業及製造系統工程系副教授劉應機博士領導，研究團隊已利用 imseCAVE，模擬自動化空運貨站和港口貨櫃碼頭等大型複雜物流系統，與國泰航空服務有限公司（CPSL）合作，為管理人員、工程師等提供一個虛擬實境的學習平台，進行航空貨運裝載技術培訓。另一個應用例子，是與香港警務處合作，為刑事偵緝部提供專業培訓，模擬不同情景，做策略及實戰培訓（圖 49-52，香港大學提供）。本次香港大學工業及製造系統工程系展示「屋宇裝備工程」及「星空」VR(圖 53-55)及海報(圖 56)。



圖 49 imseCAVE 裡的虛擬的碼頭吊車控制室



圖 50 imseCAVE 內的虛擬駕駛室



圖 51 imseCAVE 內的虛擬自動化空運貨站



圖 52 香港警察學院的虛擬訓練



圖 53 imseCAVE 外部入口

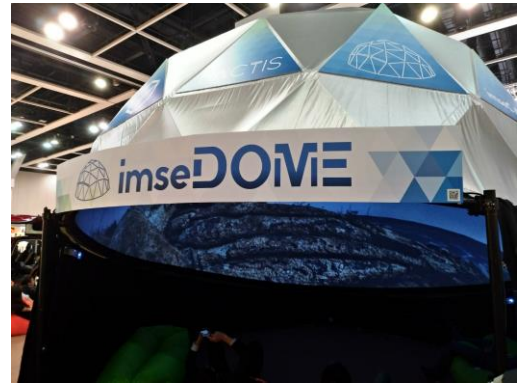


圖 54 imseDOME 「星空」3D 影片

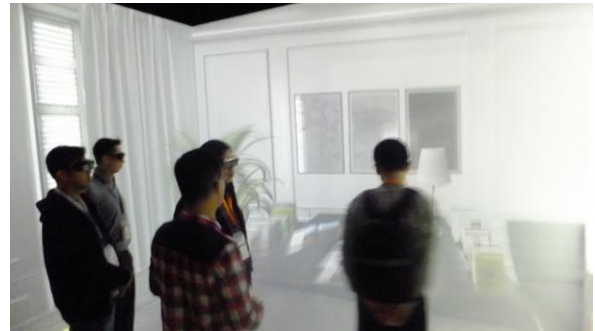


圖 55 imseCAVE 「屋宇裝備工程」VR

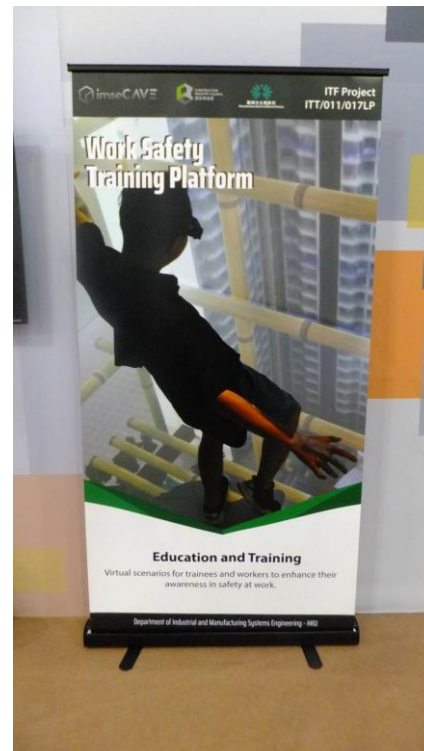


圖 56 imseCAVE VR 海報

(五)SmartBiz Expo 2017 創智營商博覽會

12月6~8日在香港灣仔國際會議展覽中心舉行 SmartBiz Expo 創智營

商博覽會，由香港貿易發展局主辦，主要展品類別擴增實境及虛擬現實、物聯網及智能辦公室科技、人工智慧及機器學習等。展會參觀者可以與來自世界各地的頂級解決方案提供商和行業合作夥伴，進行演講與展示對話討論。本次考察以擴增實境及虛擬現實為主，其中大陸南昌城市主打 VR 產業發展基地，展示如 VR 之遊戲育樂、故宮導覽等（圖 57-59）。



圖 57 大陸南昌城市 VR 產業基地攤位(1)



圖 58 大陸南昌城市 VR 產業基地攤位(2)



圖 59 大陸南昌城市 VR 產業基地攤位(3)

(六)市區營造鷹架施工考察

香港地區大樓外牆施工大多採用竹子搭鷹架(當地簡稱竹棚)，甚至高 20 樓層業也是採用相同工法，對於搭架工人藝高人膽大的工作方式，相對嚴格要求安全帶的使用，但國外旅客均表示具有危險性(圖 60-61)。



圖 60 香港地區大樓外牆施工採用竹子搭鷹架

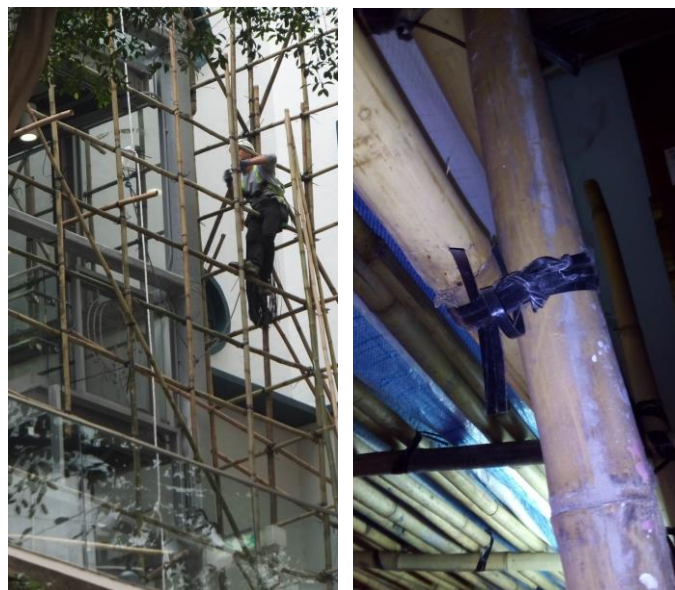


圖 61 香港地區大樓外牆工人搭鷹架(左)及竹子間搭接(右)情形

四、心得

職業安全衛生教育訓練為提升工作者安全衛生知能之必要手段，更是確保工作環境的安全與健康的基礎，因此，各國針對職業安全衛生教育訓練均明定相關法規明定，並提出具體政策加以實行。我國「職業安全衛生法」第 32 條明定，雇主對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。「職業安全衛生教育訓練」第 16 條明定，雇主對新雇勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。無一定雇主之勞工及其他受工作場所負責人指揮或監督從事勞動之人員，應接受前項安全衛生教育訓練。

「人」是控制危害發生與否的重要關鍵因素，包括自身擁有的安全知識、安全態度以及安全行為。因此，引導勞工在工作場所中相關的自我安全維護以及對場所危害因子的敏感度，是避免意外事故發生的最根本方法。近年來工業主要國家體認到課堂講授之「談話式」工安訓練對提升個人「安全意識」有幫助，但仍不足以達成「體認危害」之效果，因此設計類似現場環境及危害情境之遊戲、活動或教育訓練的虛擬實境教具，讓勞工去操作體驗危害的情境，以輕鬆且生動之「體驗學習」模式，引發勞工較強烈之學習興趣及印象。

本次考察參訪香港職業訓練局之專業教育學院、香港職業訓練局之青年學院、香港大學工業及製造系統工程系及香港職業安全健康局等單位，並參觀 DesignInspire、SmartBiz Expo 2017 博覽展，發現相關之工作安全技能培訓、工作安全危害辨識及職場職災體感等，逐漸導入以「體驗學習」為主之教育訓練方式。尤其香港職業訓練局之三年策略計劃(2016-2019)特別增訂「科技強化學習」發展項目，此計畫主要應用虛擬實境和擴增實境等科技，提升教學效能，引起學習興趣，幫助學生主動學習。

應用資訊科技 AR/VR 技術，開發體感式數位教育訓練教具，透過「體驗學習」之教學模式，以遊戲或活動之輕鬆且生動的方式，導入勞工安全教育，

讓教育訓練變得生動活潑，可引發勞工學習動機及持續的成效，達到勞工實際作業中的安全意識、態度，避免降低職災發生。

洞穴式 VR 為多面沉浸式環境，可提供身臨其境的感覺，適合多人同時參與學習，例如老師及小組學生成員，由老師導師操作系統，與學生一同進入設有模擬情景展示的擴增實境/虛擬實境展覽室(AR/VR Showcase)。學生只要帶上立體眼鏡，就可沉浸在電腦模擬的世界中，親眼目睹真實工作環境中種種情形。然而，洞穴式 VR 系統以老師為主要沉浸對象，其所觀看虛擬影像較清晰，但相對偏移老師位置的周圍學生，所觀看的虛擬影像較不清晰，會造成眼睛調焦而吃力，不適合長期使用，同時影像解析不足也是其缺點，但是創造師生共同及多人沉浸式環境學習是其較大優點。

目前虛擬實境技術於業界、研究機構或學校已漸成熟，在應用上之主要問題不是技術，而是該教育訓練之劇情腳本是否符合現場實務情況，及如何在有限時間下可完成該訓練之核心事項，例如本次參訪香港職業訓練局座談交流時，該局人員也表示在開發過程中，往往確定劇情腳本是最花時間，但也最重要。

有關 DesignInspire 及 SmartBiz Expo 2017 展覽會，會場議題及展品顯示，相關安全研究機構及解決方案廠商，紛紛朝向善用智慧科技，強化職場安全與健康管理，而將智慧型監控、體感教育訓練，列為其開發研究項目及展示相關產品。而隨著虛擬實境、物聯網、人工智慧、大數據及無人機等科技之進展，其運用於勞工教育訓練、勞工安全技能培訓、職場安全防護或職業災害之預防皆會出現各種新的創意或作法。

香港職業安全健康局之職安健訓練場地相當多元，並依據香港產業發展特性，提供如物流、餐飲、家務、營造裝修服務等有關安全教育訓練實習場地，學員可現場實務操作或觀摩，增加其學習興趣及強化印象，另針對有關石棉之拆解處理作業，也提供石棉工作安全訓練實作場地，保護石棉作業勞工安全及避免環境污染。

五、建議

目前國內相關產官學研也相繼投入有關虛擬實境技術應用於勞工安全教育訓練之計畫，本所今年度也進行「營造業虛擬實境教育訓練工具開發」及「石化業維修與洩漏教育訓練工具開發」之虛擬實境教具開發製作，該等教具之特色也具有「危害辨識」及「職災體感」，在過程中除搜尋工地不安全的環境、機具之外，也可感受危害發生的體驗，強化對於職災防護重要性的認知。經本次考察參訪交流後，針對有關應用虛擬實境技術於勞工安全教育訓練及有關職業安全教育訓練之研究發展與規劃，提出下列幾項建議，並提出虛擬實境技術於勞工安全教育訓練系統規劃建議如附件。

- 1.在規畫虛擬實境技術之勞工安全教育訓練時，應事先與相關需求者或使用者充分溝通，若有實際現場或作業，應到現場參觀調查，以確實了解其實際需求及其將來之應用。
- 2.開發虛擬實境技術運用於勞工安全教育訓練教材之前，應先諮詢相關現場使用者及該領域之專家學者確認劇情腳本符合實務或法規要求，另國內相關產學研應加強培養兼具虛擬實境概念之編寫劇情腳本人才。
- 3.對於虛擬實境技術運用之開發研究，建議應專門之研發小組，例如香港職業訓練局設有6位研究人員之專門研發小組，以充分掌握及傳承虛擬實境技術與運用。
- 4.有關虛擬實境技術運用於勞工安全教育訓練之教材開發，建議優先朝職災較多之類型(例如切割、夾捲、被刺、被割等)及危險性高或損害大之作業(例如火災爆炸相關製程等)，及實施現場訓練有困難之作業(例如大型鍋爐壓力容器操作等)。
- 5.後續除應用虛擬實境技術於教育訓練之外，也可應用擴增實境、混合實境等技術於輔助訓練、職災體感、維修保養、安全檢點巡查等職場安全之運用。
- 6.不論虛擬實境或物聯網、人工智慧、大數據及無人機等資通訊科技之進展及運

用日新月異，因此建議多進行國際間之互相交流，有助於國內研究開發及運用資通訊科技於勞工與職場安全之成效。

- 7.將來擴增國內之職業安全衛生訓練課程，可參考香港職業安全健康局之作法，依本地產業發展特性，提供例如物流、餐飲、家務、長照服務或中高齡等台灣特定或較急迫之工作安全教育訓練場地，尤其石棉拆除及處理作業危害，係目前被嚴重關心之議題，建議可參考香港之作法，建立石棉工作安全訓練實作場地，以保護石棉作業勞工安全及避免石綿之環境汙染。

六、照片



圖 62 香港職業安全健康局職安健學院大樓及合影



圖 63 香港職業訓練局(專業教育學院(左)、青年學院(右))合影



圖 64 香港職業訓練局致贈禮品合影



圖 65 與香港大學於 DesignInspire 2017 博覽會展覽合影



圖 66 12 月 7 日 DesignInspire (左)及 12 月 8 日 SmartBiz Expo(右)2017 展覽會合影

七、附件

虛擬實境技術於勞工安全教育訓練系統規劃建議

一般作業場所之教育訓練常為講師透過課堂講授之教育訓練模式，本規劃將進行「體驗學習」教育訓練工具開發。本規劃將建立軟硬體設備及編撰做中學的活動，藉由沉浸式虛擬實境活動來強化技術職能、危害認知與工安體感，並期望能進一步矯正不安全態度及行為，進而避免在真實環境工作中職業災害的發生。規劃執行需求具有相關勞工安全、3D 建模美工、VR 虛擬實境程式開發等專業能力，預期成果應用在勞工安全之技術職能、危害辨識、職災類型體感等方面，分四項說明：

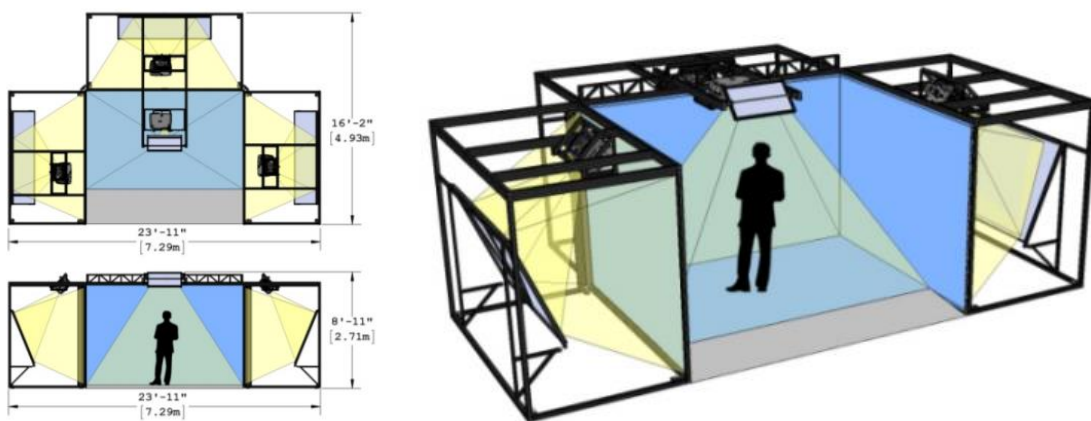
(一) VR 沉浸式虛擬實境程式，包含有關勞工作業活動場景，及技術職能、危害辨識、職災類型體感之人機互動功能。

1. 設計勞工作業場所危害辨識、職災體感、技術職能等之情境劇本與互動腳本。
 - (1) 沉浸式虛擬實境有關勞工作業活動場景。
 - (2) 危害辨識人機互動。
 - (3) 職災體感人機互動。
 - (4) 技術職能人機互動：虛擬互動包含維修操作 SOP、緊急應變處理程序邏輯互動功能。
2. 製作勞工作業場所危害辨識、職災體感、技術職能等之情境 VR 虛擬實境場景與人機互動包含 VR 程式。
 - (1) 使用者在可虛擬空間中環顧、操作、移動，感受沉浸式體驗；另可讓使用者於此虛擬空間中討論場景危害缺失項目、安全改善處理等。
 - (2) 應能搭配 VR 硬體裝置進行沉浸式體驗。
3. 系統試用性評估：至少包含腳本設計、模型美工、互動體感等評估。

(二) 包含建築空間、設備之硬體

1. 至少 200 坪空間容納洞穴式 VR 套、虛擬實境 VR 套、Carboard、擴增實境 AR 套、混和實境 MR、操作活動空間及工作辦公空間。
2. 設備
 - (1) 洞穴式 VR：適合老師同時帶領小組數名學員配戴 3D 眼鏡入內，恍如置身實際工作場所，在老師指導下學習職能及訓練安全意識。
 - System Specifications
 - Resolution: 1920x1200 or 2560x1600 front wall, floor, 1600x1200 or 2133x1600 side walls
 - Screens: 3 walls + 1 floor
 - Screen size: 144''w x 90''h front wall, floor, 120''w x 90''h side walls
 - Footprint: 24'w x 16.5'd x 9'h (approx)

- Includes:
 - 4 active stereo projectors (1920x1200 or 2560x1600)
 - Free-standing aluminum structure with front-surface mirrors
 - Active stereo and 10 pairs of glasses
 - Video, projector control, projector sync, and power cabling
 - Installed and calibrated on-site by Visbox, Inc.
- A.R.T. Optical Tracking
 - TrackPack4 system (4 cameras)
 - Tracked head, tracked wand (controller)
- Image Generator
 - Graphics workstation with NVIDIA Quadro graphics
 - 19" APC rack and all cabling
 - Control console stand with monitor/keyboard/mouse
 - Software demos, applications, and development libraries
- Option: Surround Sound System
 - 5.1 Surround speakers: 5 satellite, subwoofer
 - 5.1 Surround system processor/amplifier
- Option: MiddleVR for Unity
 - Run Unity applications in the VisCube



(2) 頭戴式 VR：適合單獨使用如個人職能檢定、單獨作業等沉浸學習

- 頭戴式顯示器規格
 - 螢幕:直徑 3.6 吋 Dual AMOLED 顯示螢幕
 - 裝置解析度:單眼解析度 1080 x 1200 像素(雙眼 2160 x 1200 像素)
 - 螢幕更新率:90 Hz(赫茲) 視野:110 度
 - 安全防護裝置:VIVE 導護系統(Chaperone System)與前置相機
 - 感應器:SteamVR 追蹤、重力感測、陀螺儀感測、距離偵測
 - 裝置連接槽:HDMI、USB 2.0、3.5 mm 立體聲、電源插孔、藍芽

- 手持控制器規格
 - 感應器:SteamVR 追蹤技術
 - 裝置連接槽:Micro-USB 插
 - 追蹤範圍設置需求
 - 房間規模:最小為 2 公尺 X1.5 公尺，最大穩定追蹤範圍 5 公尺
 - 高階遊戲專用電腦
- (3) Cardboard：與智慧型手機配合使用的虛擬現實頭戴式顯示器，學員可以利用廉價簡易的元件自行製作頭盔，或購買預先做好的頭盔。學員只須在手機上執行 Cardboard 相容的應用，將手機置於頭盔後端，透過鏡片觀看內容；因此適大量推廣與學員自主學習。
- (4) AR 眼鏡：把虛擬化技術加到學員感官知覺上，能提供現實中無法直接獲知的訊息，更深層次來講，這種訊息實際上又讓每個人眼中的世界更加多樣性；因此適合工廠管理、工業維修等職能應用。
- 配戴：可適合各種臉型、尺寸的鼻墊替換
 - 顯示：高解析度螢幕，相當於在 8 尺距離觀看 25 吋高解析度螢幕。
 - 相機：照相功能 500 萬畫素、錄影功能 720p 規格、聲音：透過骨傳導技術傳送聲音 (Bone Conduction Transducer)
 - 連接性：Wifi 802.11b/g 、 Bluetooth
 - 儲存：12 GB 可用記憶體，並能與 Google 雲端空間同步。共有 16GB Flash 記憶體。
 - 相容性(Compatibility)：任何內建藍牙功能的手機。使用 GPS 及 SMS 簡訊功能，需搭配安裝 MyGlass App，該 App 適用於 Android 4.0.3 (Ice Cream Sandwich) 以上系統。
 - 高階遊戲專用電腦
- (5) 平板電腦及周邊零組件
- (6) 電視或投影機
- (7) 辦公裝潢及桌椅

(三) 專業繪圖引擎工具模組

提供一系列可視化開發工具和可重用模型組件。專業繪圖引擎集成了圖形、聲音、物理和人工智慧等功能部件，通常提供平台抽象層，實現同一款 VR 軟體可以在各種平台上執行，諸如：個人電腦、PlayStation、PlayStation 2、PlayStation 3、Xbox、Xbox 360、Wii 等，方便後續開發勞工安全教育訓練虛擬實境系統 VR 程式，均能於洞穴式 VR、頭戴式 VR、Carboard、AR 眼鏡等裝置使用。

(四) 建置及維運人力經費規劃

1. Uuity、Crazy 相關遊戲引擎繪圖軟體人力
2. IOT 資通訊人力

3. VR、AR、MR 程式設計人力
4. 藝術美工繪圖人力
5. 兼具虛擬實境概念之編寫劇情腳本人才