



擴增實境技術應用於模座調整導引軟體設計 The Guidance Software Design for Die-Holder Adjustment by Using Augmented Reality Technology

林佩蓉、溫志群*、宋祥亦
國立高雄科技大學模具工程系
*E-mail: ccwen@nkust.edu.tw

摘要

擴增實境技術應用已經為人民的生活帶來許多便利性的體驗，在工業上許多企業都已開始應用擴增實境軟體來做為新人教育訓練輔助以及設備維修步驟導引。在鍛造模座操作調整目前業界仍是採用人工經驗判斷調整，老師傅的操作經驗也因此難以傳承，且現況更因反覆測試調整易導致時間與材料之耗費。本研究應用擴增實境技術建立一套模座調整導引之使用者軟體，主要以 Unity 3D 為軟體設計之主架構，再整合 Vuforia 擴增實境套件建立其操作介面。本研究所設計之操作介面中更加入自建之模座 3D 動態模型並以中文字依程序導引標示，調整之參數則依程序步驟按鈕以文字顯示框呈現。本研究使用手持裝置之鏡頭掃描模座辨識圖後即可出現擴增實境模座調整導引軟體介面，內容包含目錄、模座 3D 動態模型、程序導引、調模分量顯示等。運用本研究成果僅需將分量參數於介面輸入後，系統可自動演算各步驟所需之調模量，使用者即可直覺地依步驟及顯示調整量導引逐步完成模座調校操作，不僅可達到精準操作設備目的也可同時提升調模操作效率，調機人員更可以藉由此套軟體來進行調整模座教育訓練或推廣應用。

關鍵詞：擴增實境、人機介面設計、模座調整、3D動態模型

Abstract

The applications of augmented reality technology have brought many convenience experiences to people's life. Many enterprises have begun to adopt domain augmented reality software for new employees' educated training as a guide for equipment maintenance process in industry. Nowadays, the requirement of equipment operation still relies on manual's experience to adjust die holder for forging machine. Hence, it is difficult to inherit the operation experiences from skilled masters, and the current situation is more time consuming because of the trial and error testing for die holder adjustment. This research applies augmented reality technology to develop a user software for die holder adjustment guidance, the main software architecture adopted is Unity 3D, and then integrating with Vuforia augmented reality kit to construct its augmented reality operation interface. A set of 3D die holder dynamic model is added to enhance real world experience and text marked with Chinese characters according to the guide process in the operation interface that was designed in this research. The adjusted parameters are displayed in a text display box following to the program step buttons. By using the mobile phone's camera capturing to identify the die holder, and the augmented reality image with adjustment guide software interface will appear on the displayed screen. The contents include catalog, die holder 3D dynamic model, guidance processes, and die holder adjustment components. By using the results of this research, one only need to key in the component vectors on the software interface first, and the user just need to follow the designed processes of die holder adjustment operation step by step to complete the adjustment intuitively. These results can not only achieve the purpose of precise operation of die adjustment, but also improve the efficiency of machine



operations in factory manufacture. This augmented reality die holder operating guidance software can be also used to the purpose of education training or commercial promotion applications.

Keywords: augmented reality, human-computer interface, die-holder adjustment, 3D dynamic models

1. 前言

擴增實境在生活中的應用已經為人民帶來了不少便利性，從餐廳菜單到觀光導覽都能看見擴增實境的技術應用，在邁向工業4.0與工業元宇宙的時代時擴增實境已經變成傳統產業中不可或缺的一項重要科技。目前，擴增實境技術在工廠中多以設備維修機台應用呈現卻顯少出現在模具調整上，在工廠中調模技術目前還是依靠老師傅們自身的經驗做調整，卻因反覆試誤不僅費時且調模效率較低。

賴[1]將擴增實境應用於生產線配合機械手臂實作視覺化，使用微軟Hololens擴增實境眼鏡搭配樂高EV3機器人做為生產線輸送帶工具，並搭配達明機械手臂進行影像辨識夾取，軟體方面Hololens開發平台以Visual studio為主要系統開發環境及應用建置，輸送帶則是以EV3機器人搭配Python做為輸送帶系統開發，系統共分為產品BOM表列、生產數據分析、歷史數據、Deadline、故障排除SOP等五大部分。柳[2]建立具高整合度之擴增實境操控系統及其輔助策略於工業機械手臂之應用，使用Unity作為系統端介面成像、三維操控模組、路徑規劃與逆向運動學演算法等主要功能開發，搭配Structure SDK驅動感測器，引入深度資訊開發擴增實境輔助操控介面，連線部分採用無線網路和電腦進行路徑傳值，再透過TCP/IP將動作命令封包傳送給控制器讓手臂進行動作，系統以平板作為擴增實境投射之裝置以及與機械手臂溝通的媒介。Lai等人[3]利用擴增實境製作出一套以作業員為中心之智慧機械組裝教學系統，在開發系統時應用了兩個攝像頭從不同角度捕捉工作區域的數據，考慮到現實生活中的組裝平台在生產線將工作區域與工具分開防止零件與工具混在一起。Sotiris Makris等人[4]應用擴增實境系統用於操作員支援合作組裝人體機器人利用Unity與Vuforia來做為主要開發，C#處理3D模型與執行系統的網路通信和消息交換，提供組裝指令及生產數據幫助操作員組裝完成。

綜合以上文獻瞭解到目前擴增實境應用在工廠多為設備維修教學、數據管理等，關於調整模座導引還未開發出相關軟體，因此本研究以一模二衝螺絲成型機為標的，應用擴增實境導引調整模座來解決調整偏心問題，利用手持裝置在工廠上操作更加方便，精準調模量導引也可減少調機人員反覆操作的時間，提升整體調機效率讓此技術更便於繼續傳承下去。

2. 研究方法

2.1 開發工具說明

2.1.1 軟體

本研究所使用開發軟體工具為Unity 3D與Vuforia，以Unity 3D做為開發軟體主要架構結合Vuforia擴增實境套件建立軟體操作介面。Unity 3D為一套跨平台的2D和3D遊戲引擎，可開發跨平台的電動遊戲、並延伸於基於WebGL技術的HTML5網頁平台，以及tvOS、Oculus Rift、ARKit等新一代多媒體平台。除可以用於研發電子遊戲之外，Unity還廣泛用作建築視覺化、即時三維動畫等類型互動內容的綜合型創作工具[5]。本研究使用Unity 3D建構軟體介面，在介面上加入模座調整內容、3D動態模型、步驟按鈕等。Vuforia提供行動裝置的SDK軟體開發套件與Unity 3D遊戲引擎的模組，可製作各種平台的擴增實境應用程式。以往AR開發工具ARToolKit、Unifeye等軟體的授權價格非常昂貴，而Vuforia可先下載進行開發測試，商業用則需要另外付費[6]。本研究使用Vuforia擴增實境套件結合Unity 3D，先上傳辨識圖到Vuforia網

站由網站判斷圖是否為合適之辨識圖，再將辨識圖包下載匯入進Unity 3D做使用。在設計辨識圖時，Vuforia辨識圖評分最高星級為5顆星，使用原始一模二衝模座辨識圖為3顆星(圖 1)，所以我們在模座剩餘空白地方加上黑白間隔圖讓辨識圖增加特徵點，更改後模座辨識圖評分為4顆星(圖 2)。

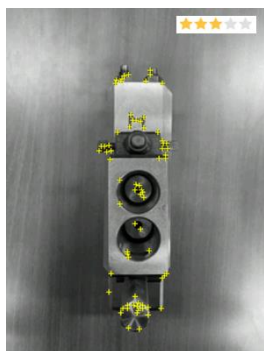


圖 1 原始模座辨識圖特徵點

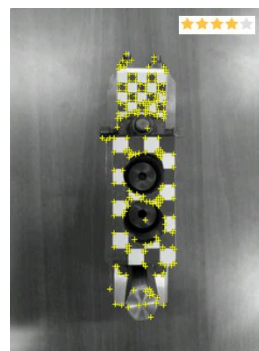


圖 2 更改後辨識圖特徵點

2.1.2 硬體

本研究在Windows系統環境下進行軟體開發與功能測試，利用Unity 3D讓所開發之擴增實境軟體可於Android手機裝置上運行與操作。表 1為本研究使用之硬體設備規格：

表 1 硬體設備規格表

	系統建置：桌上型電腦 +外接式鏡頭	操作設備：SAMSUNG Galaxy C9 Pro
作業系統	Windows 10	Android 8.0.0
處理器	i7-11700	高通 653
顯示卡	Intel(R) UHD Graphics 750	Adreno 510
記憶體	16 GB	6 GB
鏡頭畫素	30萬	1600萬

2.2 模具之模座調整說明

本次研究以螺絲成形常用之一模二衝打頭機為例[7]，其主要設備完整調整步驟如下所述：

1. 送料長短調整，2. 剪刀動作之時間配合調整，3. 剪刀進退調整，4. 打頭長短調整，5. 打頭後之螺絲衝出模外調整，6. 一衝螺絲頭厚調整，7. 一衝螺絲桿長調整，8. 一衝左右調整，9. 一衝上下調整，10. 二衝螺絲頭厚調整，11. 二衝左右調整，12. 二衝上下調整，13.上下帶動座穩定調整。

打頭機中因一衝與二衝左右及其對應之上下調整與模座偏心調整功能相關最高，故本研究之調整步驟設計即著眼於一衝左右調整、一衝上下調整、二衝左右調整以及二衝上下調整等功能。在實際調整模座時會有分量互相影響之問題[8]，若操作時先調整一衝模座再調整二衝模座位置時，會因二衝模移動時影響一衝模之位置，導致調整完二衝後又要再調整一次一衝模(先調整一衝模時則無此問題)，為避免[8]所提及之問題影響調模效率，所以本研究軟體導引之步驟設計順序為先調整二衝模座各分量後再調整一衝模座各分量。

3. 模座調整導引設計

本研究開發之調模導引軟體步驟分為 3 個步驟，分別為 1. 軟體首頁與程序設計，2. 擴增實境調模軟體設計，3. 建立 3D 動態模型，詳細步驟內容在以下做說明。

3.1 軟體首頁與程序設計

在人機介面上設計了標題、調整步驟、結束功能按鈕以及功能介紹按鈕(圖 3)。在完整調整步驟方面共有六個步驟，在調整模座時必須先輸入原始螺絲偏心分量，再依所設計程序逐步調整模座即可完成模座偏心調整。在最下方加入結束按鈕及功能介紹按鈕，功能介紹主要目的為方便讓初次使用此軟體的人員能瞭解此軟體的運作方式(圖 4)，結束按鈕則為結束擴增實境軟體操作功能。



圖 3 軟體首頁畫面

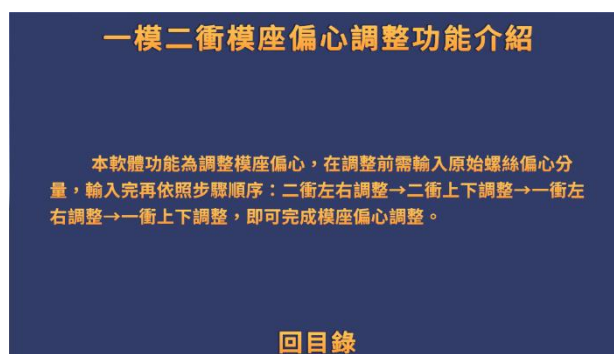


圖 4 功能介紹畫面

3.2 擴增實境調模軟體設計

在調整模座前，需先輸入原始螺絲量測之偏心分量接著再開始進入調整模座步驟，因此介面設計第一步驟為輸入第二衝螺絲偏心分量(圖 5)，第二步驟為輸入第一衝螺絲偏心分量(圖 6)。在介面下方加入上一步、回首頁、下一步功能按鈕共三顆，提醒調機人員可依據所設計之功能按鈕操作。



圖 5 輸入第二衝螺絲偏心分量

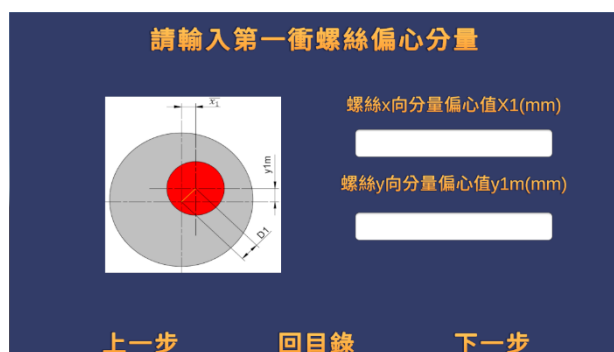


圖 6 輸入第一衝螺絲偏心分量

在調機人員操作軟體時，我們在標題上方設計了「請將相機對準模座拍攝」指示，指引調機人員如何正確操作本軟體。以調整二衝左右為例，調機人員調整模座之動作是以調整螺絲扭轉之角度為調整量，所以我們第一欄加上顯示調整螺絲角度數值文字框。依據模座偏心調整演算法[8]調整二衝模座時會產生二衝Y向分量、一衝X、Y向分量，所以在第二欄加上顯示這三種數值因調整而產生的增量文字顯示框，調機人員依據所設計步驟依序操作即可完成調整偏心模座。

將辨識圖上傳至Vuforia網站辨識後再下載辨識圖包匯入Unity 3D，接著使用SolidWorks繪圖軟體繪製一模二衝模座之模型，匯入3D模型與模型的作動將詳述於3.3。此外，在Unity 3D內建的字體當中並沒有中文字體，所以我們在Unity 3D當中建立了要使用的中文字體資源包，建立完成後再將所要用的中文字加到導引畫面當中。本研究使用之字體為思源黑體(Noto Sans CJK)，為了優化顯示畫面還在字體顏色上做了漸層變化。圖 7為進行操作到第二衝左右調整實際軟體介面截圖。

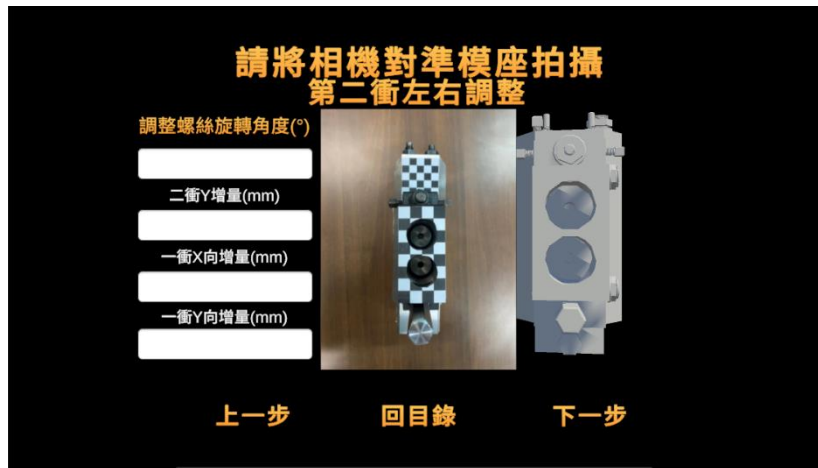


圖 7 軟體介面

3.3 建立3D動態模型

圖 8為本研究採用之一模二衝模座實體，利用SolidWorks繪圖軟體將拆開的模座零件量測各部件尺寸繪製後再組合成完整的3D模座模型時，須先將模型各個零件分別組裝，匯入到Unity 3D後才能成為一個單獨物件。Unity 3D目前可支援的模型檔案格式包含*.3ds、*.dxf、*.dae (Collada)、*.obj、*.fbx等，所以我們把組裝完的模型轉檔為*.obj檔後再匯入到Unity 3D裡進行動畫製作(圖 9)。

本研究以一模二衝模座偏心調整導引為應用實例，為了讓調機人員更能直覺地瞭解如何調整偏心模座，所以我們使用Unity 3D中的Animation製作3D動態模型，該導引程序中當下之模型作動的部件使用不同色彩，可使3D模型中要調整的部件更加明顯，也在上方加入箭頭指示調整螺絲位置，使整體擴增實境導引更加明確(圖 10)。

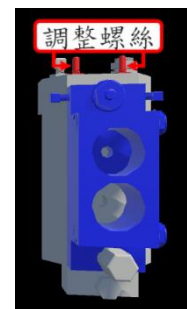
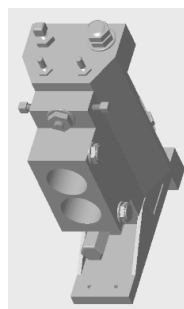


圖 8 實體一模二衝模座 圖 9 使用 SolidWorks 繪製模型 圖 10 已完成的 3D 動態模型

最後在電腦中將所設計之調模操作軟體發佈成應用程式APK檔再傳輸至手機，下載後在手機開啟軟體即可進入調模導引介面(圖 11)。



圖 11 手持裝置使用時之操作畫面

4. 結論與未來展望

本研究透過Unity 3D架構成功建立調模系統所使用之擴增實境軟體介面開發，以Vuforia導入所繪製之3D模座組件圖示達成以手持裝置鏡頭動態取像時，經辨識後立即可對應顯示模座立體圖於調模操作介面中之功能。所設計擴增實境模座調整導引軟體介面，內容包含目錄、模座3D動態模型、程序導引、調模分量等，依所顯示步驟逐步進行操作模座調整，並於3D動態模型中以顏色與指標強化該步驟所需調整零件位置，文字提示框中即顯示導入先前研究成果之該調模程序中模座所需調整量[8]，完成擴增實境技術於模座調整導引軟體開發。本研究成果應用除了可解決鍛造模座偏心調整避免人工經驗試誤操作問題而提升調模效率之外，因擴增實境應用讓調模操作導引可更直覺地使用，調機人員亦可藉由這套軟體來進行調整偏心模座教育訓練或應用推廣，此擴增實境調模導引技術之應用為未來建置設備調模工業元宇宙相關領域之重要基礎。

5. 參考文獻

1. 賴柏安，2022，擴增實境應用於生產線配合機械手臂實作視覺化之研究，國立臺北科技大學碩士論文，台北，台灣。
2. 柳喬斐，2018，具高整合度之擴增實境操控系統及其輔助策略於工業機械手臂之應用，國立交通大學碩士論文，新竹，台灣。
3. Z.H. Lai, W.J. Tao, M.C. Leu, and Z.Z. Yin, 2020. Smart augmented reality instructional system for mechanical assembly towards worker-centered intelligent manufacturing, *Journal of Manufacturing Systems*, vol.55, pp.69-81.
4. Sotiris Makris, Panagiotis Karagiannis, Spyridon Koukas, Aleksandros-Stereos Matthaiakis, 2016. *Augmented reality system for operator support in human-robot collaborative assembly*, CIRP Annals, vol.65, pp.61-64.
5. Unity(遊戲引擎)，維基百科，[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Unity_\(%E6%B8%B8%E6%88%8F%E5%BC%95%E6%93%8E\)](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Unity_(%E6%B8%B8%E6%88%8F%E5%BC%95%E6%93%8E))
6. Vuforia教學-使用Unity製作擴增實境遊戲，CG數位學習網，<https://www.cg.com.tw/Vuforia/>
7. 顏玉山，1985，螺絲製造技術，全華科技圖書股份有限公司，台北，台灣。
8. 宋祥亦、溫志群、吳宗哲，2023，一模二沖螺絲打頭機之調模驗證，第21屆精密機械與製造科技研討會論文集，屏東，台灣。