

結合 Arduino 與裸視 3D 技術之手部即時 3D 互動系統開發

Development of a 3D Interaction System for Finger Posture using Arduino Devices and Glasses-Free 3D Display Technology

曾俊霖
Juin-Ling Tseng
明新科技大學
資訊工程系
助理教授
flysun@must.edu.tw

邱謙辰
Qian-Chen Qiu
明新科技大學
資訊工程系
學生
azxc8756@gmail.com

林漢剛
Han-Gang Lin
明新科技大學
資訊工程系
學生
glenxx123@gmail.com

王永鈞
Yung-Chun Wang
明新科技大學
資訊工程系
學生
o0pqds3900@gmail.com

摘要

隨著 3D 虛擬實境與遊戲設計技術的迅速發展，目前已有越來越多的專家學者投入到體感互動或穿戴式裝置的相關研究之中。為了更逼真地呈現 3D 虛擬場景且讓使用者身歷其境地進行互動，本論文結合了 3D 立體影像與手部穿戴式裝置，使其能更發揮真實感。為了達到此一目的，本研究運用了 Unity 3D 軟體為實作平台，並透過 Arduino、3D 裸視視訊平台(Liquid 3D)的整合來進行研發。在手部穿戴式裝置方面，本論文以 Arduino Uno 開發板搭配六軸感測器與彎曲感測器來判斷手部姿勢訊息。實作結果裝設在一個手套之上，使用者可直接戴上此手套進行操控，而為了驗證此一手部操控系統，我們也開發了一款丟擲遊戲，此一系統可透過 3D 裸視平台逼真地呈現出 3D 立體效果。實作結果證明，使用者可透過本研究所開發的手部即時操控系統，傳送使用者手部的姿勢訊息到 3D 裸視平台之中，而遊戲系統內容亦會即時反應使用者的手勢資訊。

關鍵詞：Arduino、穿戴式裝置、裸視 3D 顯示技術、手部姿勢、Unity3D。

Abstract

With 3D virtual reality technology and game design developing rapidly, a growing number of research experts are becoming involved in the study of motion sensor interactions and wearable devices. To present a 3D virtual scene and allow users to interact realistically, this paper integrates 3D stereoscopic images and hand-based wearables to raise a sense of reality. This study employs Unity3D, Arduino, and a glasses-free 3D platform to achieve the above goal. In hand-based wearables, an Arduino Uno with a six-DOF sensor and a flex sensor is developed to analyze the finger posture. The finger posture analyzer with the Arduino Uno is installed on a glove. User can put on the glove to operate a 3D hand model in a game. In 3D display, this study adopts the glasses-free 3D technology, Liquid 3D, to present the stereoscopic information of 3D virtual scenes. Finally, this paper also develops a throw game using Unity3D software. This game combines the finger posture analyzer and glasses-free 3D technology. User can use the finger posture analyzer to throw virtual ball models in the game. The game system can deliver the information from the finger posture analyzer to the glasses-free 3D display module, and present the reaction results in real time.

Keywords: Arduino, wearable devices, glasses-free 3D display technology, finger posture, Unity3D

* 本研究接受科技部編號：MOST 105-2622-E-159-001 -CC3
研究計畫經費補助

1. 簡介

隨著資訊科技的發展，虛擬實境的 3D 技術儼然已成為目前最為熱門的研究課題之一。數位生活中也經常運用著 3D 技術，然而多數的 3D 資訊若要更具親和性地與場景中的 3D 資訊進行互動，通常需要相當昂貴的虛擬實境互動裝置。為了解決這個問題，本研究提出了一種以 Arduino 為基礎的手部即時操控系統，此系統為一低成本的手套型穿戴式裝置，僅需 Arduino Uno 開發板、六軸加速感測器、彎曲感測器等相關感測裝置便可進行開發。另外在 3D 虛擬實境的開發上，為了逼真地呈現 3D 立體效果，本研究也導入了裸視 3D 技術[10][11]，在此 3D 裸視技術中，本系統會自動偵測使用者的眼睛位置，以便取得較佳的 3D 裸視呈現效果。

所謂的 Arduino Uno 開發板為一系統開發之主機板，其包含了 ATmega328 微控晶片、USB Port、輸入輸出腳位等。其中，ATmega328 微控晶片為主要的處理運算晶片；USB Port 為提供電力供應與 PC 程式開發實作後上傳到開發板的途徑；而輸入輸出腳位則可連接所需之相關感測器。由於其具有低價位、開發容易等優點，因此，Arduino Uno 為眾多開發板中，最具普及性的開發板之一。

Arduino IDE 開發軟體是以 AVR-GCC 和一些開源軟體為基礎，以類似 Java、C/C++ 程式語言來進行撰寫。程式撰寫完畢後，可以先進行編譯，若編譯成功，則可上傳至開發板中，而開發板中所連接的相關感測器或顯示燈便會依據程式的執行，顯

示其反應結果。



圖 1 Arduino Uno 開發板

而所謂的 3D 技術即是利用雙眼視差的原理，透過各種光學技術，讓左眼及右眼分別接收到不同的視角影像，使觀看者對畫面產生立體視覺。早期是以佩戴眼鏡的方式，例如紅藍雙色的濾色眼鏡、偏光式眼鏡。透過眼鏡的濾光，讓雙眼分別看到不同的畫面，產生立體視覺的效果。而裸視 3D 技術同樣是運用雙眼視差的原理，透過螢幕本身的光學技術，來達到讓雙眼接收不同畫面的目的。

為了實作出手部即時 3D 互動系統，本計畫運用了 Unity3D 開發環境來將 Arduino 裝置、裸視 3D 技術進行整合，並進一步開發一 3D 丟擲遊戲系統，以呈現本研究所完成之手部即時 3D 互動系統。



圖 2 結合 Arduino 與裸視 3D 技術開發手部即時 3D 互動系統開發

2. 相關研究

Arduino 是一個以小型開發板為實作平台，並透過開發板上連接各種不同的感應裝置，以達到使用者與實境中各生活物件進行互動，其應用也非常廣[6][7][8][9]，包括醫療照護[1]、3D 虛擬環境互動[2]、穿戴式裝置[3]等。簡述如下：

2.1 醫療照護[1]

Dasios et al. 利用 Arduino 裝置設計了一套年長者照護遠端監控系統，此系統裝設在年長者家中，

針對一般家中臥室、客廳、浴室、餐桌等經常使用的空間地點皆設置了 Arduino 的偵測節點，甚至在年長者身上也裝置了一可穿戴節點，如圖 3 所示，藉以偵測各區域的溫度、濕度、光線強度以及年長者的活動現況，並透過 Coordinator 節點將各偵測節點的相關數據透過網路傳輸到伺服器中，記錄在伺服器中的資料庫系統中，而照護人員可透過網頁介面直接遠端了解年長者的居住環境情形以及活動現況，一旦照護人員發現有異狀，可即時得知，並進一步進行相關照護行為。



圖 3 Arduino 技術在年長者照護上的應用[1]

2.2 3D 虛擬環境互動[2]

Wang 與 Yu 在 2013 年提出了一個名為虛擬脊柱(Virtual Spine)的專案計畫實作，該專案主要之目的在於協助避免一般人長時間錯誤或過於固定的坐姿，而危害到身體健康。該專案所開發之 3D 虛擬脊柱互動系統共分成久坐感知單元(Sedentary-Sensory Unit)、諮詢單元(Advisory Unit)、互動 3D 單元(Interactive 3D Unit)以及訊息傳遞單元(Messaging Unit)。

在久坐感知單元中，Wang 與 Yu 在座椅上裝設了許多的 Arduino 壓力感測器，收集 Arduino 壓力感測器所量得之壓力數據，並傳送至諮詢單元和互動 3D 單元中，以計算在脊柱上所累積的壓力負擔，以及進行 3D 呈現與互動，系統中虛擬座椅中紅色區域表示壓力值較大的區域，因此，可推算出 3D 虛擬脊柱中所受壓力較大的兩個紅色圓形區域，圖 4 所示。而諮詢單元則透過訊息傳遞單元將綜合資訊透過手機設備、電腦螢幕或智慧型電視等媒體，即時傳送給使用者，以避免人久坐或坐姿不良，導致身體傷害。

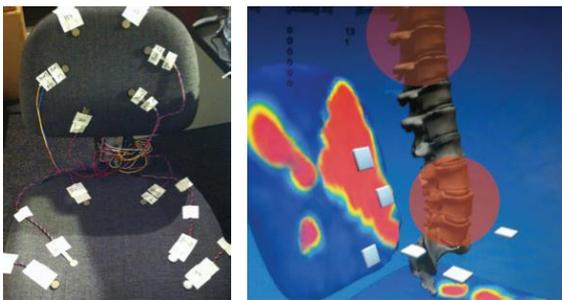


圖 4 利用 Arduino 開發虛擬脊柱 [2]

2.3 穿戴式裝置[3]

Sugathan et al.在 2013 年發展了一套穿戴式健康監控系統，此系統主要是在衣著中利用了 Arduino 與生物感測器，如圖 6 所示，當醫療病人穿上此系統之後，可啟動使用者之心跳頻率、電子式皮膚活動以及非侵入式膚溫等感測器。而透過這些裝置的整合，我們便可即時了解該醫療病人之整

體現況，事實上，該類醫療病人經常因心臟病引起跌倒，導致生命跡象轉變，甚至進而造成身體衰竭。而透過該系統可即時偵測病人身體的變化，進而盡量避免更嚴重的病情發生。



圖 5 透過 Arduino 開發穿戴式裝置 [3]

3. 系統設計與實作

3.1 系統設計概念

本研究結合了 Arduino 開發系統、Liquid 3D 裸視平台[4]等硬體裝置技術，並以 Unity3D[5]為主要的 3D 軟體開發整合環境，建置一套手部即時 3D 互動系統，其設計概念如圖 6 所示。本研究在使用者手部位置架設 Arduino Uno 開發板，並在 Arduino Uno 開發板上加裝彎曲感測器、六軸加速感測器等相關感測裝置，其中彎曲感測器設置在手指上方，用以偵測手指彎曲程度；六軸加速器則進行手部移動與旋轉之感測，以便將使用者的手部變化資訊反應至 3D 虛擬實境遊戲系統之相關 3D 物件中(如 3D 虛擬手部物件)。而這些透過 Unity3D 所整合在一起的 3D 虛擬實境資訊，則運用 Liquid 3D 裸視平台逼真地立體呈現。

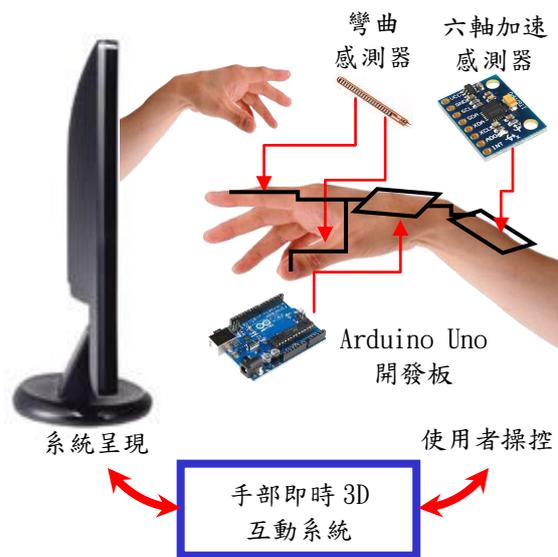


圖 6 手部即時 3D 互動系統之設計概念

3.2 手部 Arduino 裝置實作

手部 Arduino 裝置除了 Arduino Uno 開發板之外，還運用了彎曲感測器、六軸加速感測器等相關感測裝置等，如圖 7 所示，並透過 Arduino IDE 開發軟體撰寫感測程式，並燒錄製 Arduino Uno 之中。

彎曲感測器是一可變電阻，隨著彎曲的程度越大，其電阻值也隨之增加，因此，本系統可透過 Arduino Uno 讀取彎曲感測器的電阻值便可判斷出目前手指的彎曲程度。而所謂的六軸感測器 MPU6050 是包括了三軸的陀螺儀以及三軸加速計的感測功能，因此，透過此六軸感測器便可測得手部旋轉角度與加速度量值。因此，透過此二感測器便可偵測出手勢資訊。手部裝置整合後，如圖 8 所示。

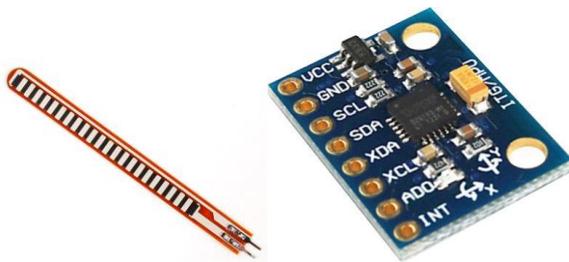


圖 7 彎曲感測器(左)與六軸感測器(右)



圖 8 手部 Arduino 裝置實作結果

Arduino IDE 開發環境，如圖 9 所示，主要的功能便是撰寫 Arduino Uno 中的偵測程式，其主要的程式內容包括 `setup()` 與 `loop()` 兩個函式，其中 `setup()` 函式在程式一開始時會被執行一次，所以 `setup()` 函式內所撰寫的程式碼通常負責做初始化的工作；而 `loop()` 函式則會不斷的被重複執行，也是程式主要的撰寫區域。程式撰寫完畢後，可以先進行編譯，若編譯成功，則可上傳至開發板中，而開發板中所連接的相關感測器或顯示燈便會依據程式的執行，顯示其反應結果。

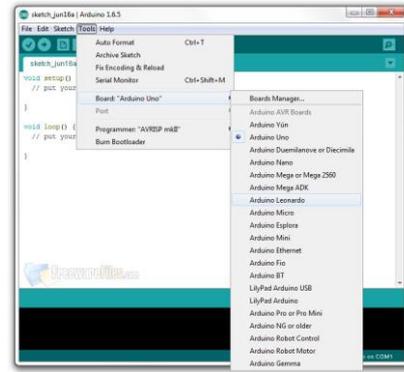


圖 9 Arduino IDE 開發環境

3.3 Liquid 3D 裸視技術實作

由於 Liquid 3D 裸視技術針對 Unity 提供了 Stereoscopic Display Plug-In for Unity 之套件，因此，讓裸視 3D 技術與 Unity3D 之系統更易於進行整合，另外，為了在使用者前更精準地呈現出 3D 逼真效果，本研究也導入了 Liquid3D 的臉部追蹤機制。透過此機制，本研究可以隨時偵測使用者的兩眼位置，進而呈現出較精準的兩眼影像資訊，進而準確地呈現出 3D 立體資訊。

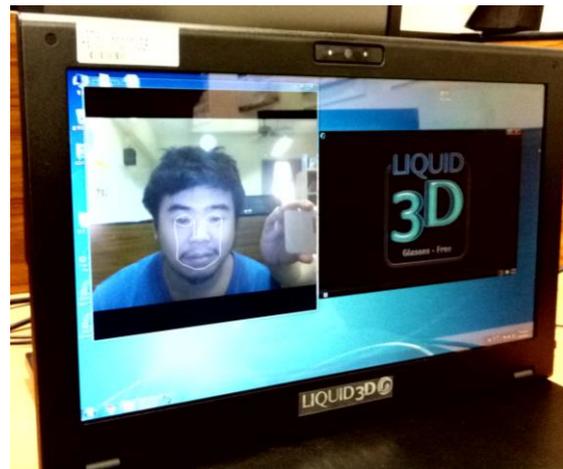


圖 10 Liquid3D 裸視技術

4. 實作結果

由於 Unity3D 是一個跨平台且可結合許多電腦周邊裝置的 3D 開發環境，因此，為了將透過 Arduino 技術所實作出來的手部互動裝置與 Liquid3D 的裸視系統進行整合，本論文運用了 Unity3D 來進行實作。在此實作中，本研究製作了一款丟擲遊戲系統，此遊戲系統中包括了一 3D 手部模型，球型丟擲物、丟擲目標標靶以及其相關場景內容等，遊戲系統實作結果如圖 11 所示。



圖 11 3D 丟擲遊戲系統實作結果

本遊戲系統可偵測以 Arduino 所建置出來的手部互動裝置，進而判斷當下的手勢動作是抓取、釋放還是丟擲。當判斷出 Arduino 手部互動裝置的訊息後，便將之反應在遊戲場景中的 3D 手部模型的動作之中，包括持球、放球、以及丟球等。



圖 12 整合 Arduino 手部互動裝置後之 3D 丟擲遊戲系統實作結果

誌謝

本文作者特別感謝行政院科技部核予科技部產學合作計畫之經費贊助支持(計畫編號：MOST 105-2622-E-159-001-CC3)，讓研究能夠順利進行，另外，亦感謝愛迪斯科公司在 3D 相關技術上的眾多建議與協助，本文作者在此特別致謝。

參考文獻

- [1] A. Dasios, D. Gavalas, G. Pantziou, C. Konstantopoulos, "Wireless sensor network deployment for remote elderly care monitoring," *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2015.
- [2] S. J. Wang, D. Yu, "Virtual-spine: the collaboration between pervasive environment based simulator, game engine (mixed-reality) and pervasive messaging," *Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pp.45-48, 2015.
- [3] A. Sugathan, G. Gautam Roy, G.J Kirthivijay,

- J. Thomson, "Application of Arduino Based Platform for Wearable Health Monitoring System", *2013 IEEE 1st International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems*, pp.1-5, 2013.
- [4] Liquid3D, "3D Glasses-Free LCD Display", <http://www.liquid3dsolutions.com/product1.aspx>
- [5] Unity, "Create the games you love with Unity", *Unity Technologies*, 2014.
- [6] L. Silva, R. Dantas, A. Pantoja and A. Pereira, "Development of a low cost dataglove based on arduino for virtual reality applications," *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications*, Milan, 55-59, 2013.
- [7] A. S. A. El-Hamid, A. E. Fetohi, R.S. Amin, R. M. A. Hameed, "Design of Digital Blood Glucose Meter Based on Arduino UNO," *International Journal of Software & Hardware Research in Engineering*, vol. 3, no. 8, pp.1-7, 2015.
- [8] N. Rai, B. Rai, "Neural Network based Closed loop Speed Control of DC Motor using Arduino Uno," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 137-140, 2013.
- [9] H. Saini, A. Thakur, S. Ahuja, N. Sabharwal, N. Kumar, "Arduino based automatic wireless weather station with remote graphical application and alerts," *2016 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks*, pp.605-609, 2016.
- [10] D. Fattal, Z. Peng, T. Tran, S. Vo, M. Fiorentino, J. Brug and R. G. Beausoleil, "A multi-directional backlight for a wide-angle, glasses-free three-dimensional display," *Nature*, vol. 495, pp.348-351, 2013.
- [11] H. Fan, Y. Zhou, H. Liang, J. Wang, P. Krebs, D. Lin, J. Su, K. Li, H. Chen, X. Wang, J. Zhou, "Glasses-free 3D display with glasses-assisted quality: Key innovations for smart directional backlight autostereoscopy," *2015 Visual Communications and Image Processing*, Singapore, pp. 1-4, 2015