

運用電腦視覺科技設計一套網路視訊互動育樂系統

Using Computer Vision Technology to Design A Web-based Video Interactive Edutainment System

林伯諺

Bo-Yen Lin

元智大學資訊傳播學系

s946419@mail.yzu.edu.tw

王照明

Chao-Ming Wang

元智大學資訊傳播學系

csjames@saturn.yzu.edu.tw

摘要

隨著電腦運算速度不斷提昇，電腦視覺互動科技近幾年已成功的走入家庭娛樂與商務市場。在商業化性質的發展上，擴充性較低、平台授權成本高的娛樂軟體，以及裝置與展場價格偏高的體驗行銷廣告，是目前主要的應用方向。然而，在探討國內外近期之初探性實驗後，發現視訊互動科技在 web 平台上應用的潛力，本研究以電腦視覺技術為主體，開發動態影像捕捉與擷取等技術，將其應用到 web 平台中，並結合網路連線功能，開發出一套網路視訊互動育樂系統。

關鍵詞：互動科技、電腦視覺、網路遊戲、互動育樂

Abstract

Along with the increasing of computer processing speed, computer vision interactive technology has been implemented in family entertainment and commercial field for recent years. There are two business implementation directions, one is low expandability and high licensing fee entertainment software; another is high equipment investment experience marketing advertising. After examined recent domestic and abroad studies, however, we found potentiality of computer vision

interactive technology, and attempt to develop and implement this technology for more use. This research uses computer vision technology to design a vision-based user interactive application. The techniques of motion video capture and vision-based interactive technology are adopted to implement this application. A novel web-based game application is implemented to combine vision-based interactive technology to develop an interactive edutainment system.

Keywords: Interactive Technology, Computer Vision, Internet Game, Interactive Edutainment

1. 緒論

1.1 研究背景與動機

1990 年代初期，由於個人電腦硬體設備的不斷進步，電腦遊戲得以蓬勃發展。在遊戲發展初期，輸入的介面以搖桿、滑鼠和鍵盤為主，直到 2003 年，SONY 在其遊戲主機 PlayStation 2 上推出了 EyeToy 系列遊戲，將過去主要用於工程領域的電腦視覺技術，應用在遊戲輸入介面上，成功地將電腦視覺互動科技導入家庭娛樂與商務市場，玩家可透過 EyeToy 專屬攝影機，以肢體動作為人機互動介面，利用四肢、頭部或是身體，與遊戲內容互動。

在網路及網路攝影機的日漸普及之下，使用者得以實現即時視訊傳遞的功能，透過網路攝影機拍攝自身的影像，再經由網路即時傳遞至遠端，遠端使用者在電腦螢幕上，看見彼此的即時影像，此硬體技術的進步，促使視訊互動應用更加廣泛。在 Microsoft 所發展之 Windows Live Messenger 中，除即時文字通訊功能外，影像即時通訊亦成為基本功能之一，連上 Windows Live Messenger server 的使用者，皆可利用網路攝影機，將自身的影像，與連絡清單中的連絡人進行影像交談。

Web 平台透過網路，連接全世界的網路使用者，將遊戲應用至 web 平台上，可讓使用者透過瀏覽器，即時享受遊戲的樂趣，無需繁複的安裝及更新程序。而網路攝影機導入電腦視覺技術，提供使用者直覺輸入的介面，如何將其藉由網路平台推展至互動教學與娛樂層面，創造更大的數位內容可複製化的經濟效益，實為本研究亟待發展的目標，也是視覺互動技術應用於網路平台可能性的初探型應用研究。

1.2 研究目的

基於上述之背景動機，本研究之主要目的，為利用現有的視覺互動科技理論基礎，研發出一個確實可行、並架構於 web 平台中的視覺互動平台。未來期許能以此平台為基礎，將現有視覺互動科技實際應用於相關商業育樂領域，創新互動而有全新商機；另一方面，藉由這種新型態互動模式研發，讓眾多網路使用者能更容易、更低廉的接觸使用，達到教學、行銷活動或遊戲設計者在育樂方面的特定目的。

1.3 研究範圍

本研究專注於 web 平台之遊戲系統開發，因此在遊戲類型部份，以網頁遊戲 (Web Game) 為主要發展類型，遊戲規模受限於研究時間、人力及經費，在系統雛型開發階段，以單一關卡為遊戲架構，偏重互動介面設計。在開發軟體方面，為考慮

遊戲在各不同作業系統平台相容性，及多媒體整合的考量，使用 Macromedia Flash Media Server 2.0 試用版為主要開發工具。在硬體設備方面，考慮互動裝置的價格及普遍性，視訊輸入裝置採用 USB 介面之網路攝影機，為主要遊戲互動裝置。

2. 文獻探討

2.1 電腦視覺科技

電腦視覺技術透過攝影機輸入影像轉換成數位化影像，其數位化的影像可以視為一個二維矩陣，在矩陣中每個行與列的值稱為顏色像素，能夠藉由相關的演算法加以處理分析。其中運用於即時人機互動研究在近十年間逐漸發展出一些成果；尤其是應用於互動設計的範疇，更是於近五年內引起設計創作者的注目，透過幾種不同的影像技術來發展各類即時性互動媒體藝術設計(Levin 2005, Valli 2004)，如下介紹幾種常見的表現手法：

(1) 肢體動態律動

透過電腦視覺偵測畫面中的物體是否處於運動狀態，在運動的瞬間捕捉影像位置，產生動態的視覺效果。如圖 1 作品 *Playing with Fire* 就是運用此概念進行創作，在肢體律動間的影像對應位置上，描繪出火焰燃燒的效果，隨著肢體擺動的頻率與幅度，產生豐富的視覺造型效果。



圖 1. *Playing with Fire* (Setpixel, 2004)

(2) 身體輪廓互動

透過電腦視覺取得畫面中人形輪廓，此手法主要能夠設計出虛擬物體仿如沾黏於身體上之效果，如圖 2 作品 *Molecular Bubbles* 就是運用此概念進行創作，利用單槍置於觀者後方的方式，因背光的照射而產生影子於畫面上，當畫面中的虛擬物件碰到人影輪廓，就會產生特殊的視覺效果，如此作

品中會因為人體的介入而改變虛擬物件的造型外貌，產生有趣的互動情境。

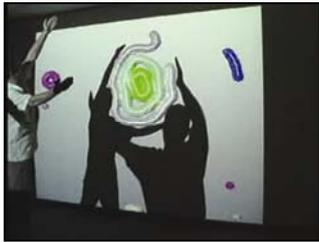


圖 2. Molecular Bubbles (ZBS, 2002)

(3) 簡單物件追蹤

透過一些方法來進行物件追蹤，從簡單的單一物件，到多個物件追蹤，除了能夠追蹤物件位置甚至取得外型輪廓。圖 3 作品 The Manual Input Sessions 以現場表演的形式呈現創作，運用對聲音與影像的靈活掌控，創造出概念鮮明、幽默動人的互動聲音藝術。透過電腦程式去分析物件的形狀，並依據輪廓自動運算出獨特的聲音，亦能辨識手的形狀，依據手掌的擺放姿態產生出具有獨特音感的聲音效果，創造出豐富的聽覺經驗。



圖 3. The Manual Input Sessions (Levin, G. & Lieberma, Z., 2005)

2.2 非 Web 平台之影像互動遊戲

探討影像互動遊戲，就必須提到將此類型遊戲應用在家用主機的 EyeToy，打開了影像互動遊戲的市場，EyeToy 系列遊戲為 SONY 公司 PlayStation 2 於 2004 年 2 月推出的新型態電腦遊戲，互動方式需透過攝影機擷取玩家身體影像，以電腦視覺技術即時和遊戲互動，取代傳統的搖桿操控介面，因此遊戲性及玩法都有極大的突破，玩家在玩 EyeToy 時，使用 PlayStation 2 的專用攝影機，利用肢體動作與遊戲內容互動，而非使用 PlayStation 2 既有的搖桿介面。在過去的三年間，遊戲公司不斷推出新的 EyeToy 系列遊戲，顯示在家用主機遊戲市場，

影像互動遊戲亦占有一席之地。本研究以 EyeToy 系列遊戲於 2004 年 11 月由 SEGA 公司推出的 SuperStar 為例，此遊戲結合了數個不同的互動，包括：

(a)全身互動：運用到玩家全身的動作和遊戲中的虛擬敵人對戰，頭、手、腳、身體都是互動的裝置(圖 4a, 圖 4b)。

(b)手臂姿勢：運用雙手張開相對位置控制遊戲中的主角飛行(圖 4c)。

(c)手的大動作：運用七個虛擬按鍵，配合音樂的節奏，玩家的手臂需要於適當的時間碰到適當的按鍵(圖 4d)。



(a)格鬥遊戲



(b)顏色分類



(c) 飛行遊戲



(d) 音樂遊戲

圖 4. EyeToy 之 SuperStar 遊戲畫面(SEGA, 2004)

2.3 Web 平台之互動應用

(1) OHAYO PLAYERS 遊戲

日本 Bascule 公司 2005 年使用 Flash Communication Server MX 軟體加上視覺互動技術製作的遊戲(圖 5)，遊戲玩法類似「一二三木頭人」，為典型影像互動遊戲範例之一，曾獲得 One Show Interactive 2004: Finalist 及 SIGGRAPH 2004 Web Graphics Program 等獎項，主要的輸入介面是透過網路攝影機擷取影像，做「動量偵測」分析，主要偵測前後兩時間點所擷取影像差異的量值，玩法規則與「一二三木頭人」相似，玩家可點選畫面

中左邊四個替身中的任一角色，進行連線遊戲，連線的上限為四人。當畫面右邊紫色的熊向右看時，也就是背對玩家時，玩家可在攝影機前做動作，產生動量，使自己影像向右移動，動作越大，向右的位移越大，當熊回頭向左看時，若玩家移動，熊就會揮手將玩家的影像打飛，遊戲失敗。在結束遊戲後，若是分數在排行榜內，則可留下自己的影像與姓名，登上排行榜。



(a)遊戲畫面



(b)視訊畫面

圖 5. OHAYO PLYERS 畫面(Basculc, 2005)

(2) Logitech@VideoEffects 造型精靈

甩甩頭、眨眨眼！虛擬角色便會跟隨我們動作表情作出同樣動作！造型精靈是 2005 年末硬體廠商羅技搭配該公司的高階 webcam 推出的附屬軟體，可以主動偵測使用者的五官輪廓位置，並使用特有的 3D 動畫虛擬人物，隨著使用者的表情和動作千變萬化，另外軟體也提供一些 2D 臉部造型配件，使用者可類似紙娃娃換衣服般，隨意搭配眼鏡、帽子等配件作虛擬裝扮。(圖 6)

該軟體主要配合 MSN 之類的即時通訊軟體使用，使用者不需使用真實的影像跟其他網路使用者對話，可以隱身其後改用虛擬角色傳情達意。不過由於該軟體是搭售於羅技硬體設備中，必須使用該公司的硬體及驅動程式，因此普及率較低，使用範圍也僅限於即時通訊應用中的虛擬角色控制與虛擬裝扮功能。



圖 6. Logitech 造型精靈(Logitech, 2006)

3. 系統設計

3.1 系統簡介：Air Hockey

為探討多人連線影像互動育樂系統，未來在網路平台上應用的可能性，本研究開發一套 web-based 為主的影像互動系統，命名為「Air Hockey」，使用者可利用熟悉的瀏覽器，如 Microsoft Internet Explorer 或 Mozilla Firefox 等等，連線到本系統的 http server，下載本系統之 swf 檔至各個使用者電腦，Flash Player 將會在 client 端瀏覽器播放 swf 檔案，同時，swf 檔案所內的連線功能，將會透過 Real-Time Message Protocol (RTMP)與 Flash Media Server 連線，同步傳送與接收資料，如圖 7 所示。本系統於 client 端所需硬體設備為網路攝影機、螢幕、個人電腦主機、滑鼠、鍵盤以及網路連線裝置，如圖 8 所示，網路攝影機擷取玩家影像裝置，為互動育樂系統之主要影像輸入裝置，螢幕為主要顯示裝置，顯示整體系統介面，提供視覺影像回饋。個人電腦為接受網路攝影機的影像，計算傳送給 server 端的資料，以及接收 server 端的資料，將圖形或資料顯示於銀幕上。滑鼠與鍵盤為控制系統之用，在利用影像互動介面控制不易處，直接使用滑鼠與鍵盤控制。

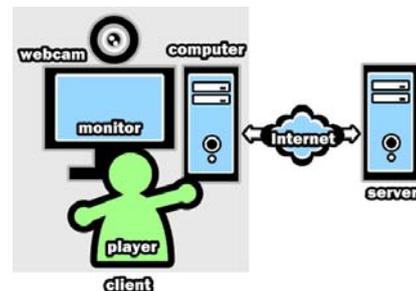


圖 7. 硬體架構圖 (本研究繪製)

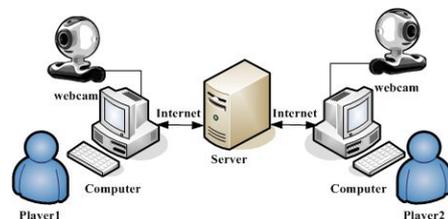


圖 8. 連線架構圖 (本研究繪製)

3.2 互動機制模式

在互動機制模式方面，本系統主要是利用玩家

身體動作，作為輸入的根據，玩家可透過揮動手臂、利用頭頂或是移動身體，來碰撞螢幕中的球。在遊戲一開始，首先進入主畫面，此時 server 端將判斷目前連線人數，若超過系統雛型所設置的兩人時，畫面將會呈現以紅色燈號以及「Full」文字，提示玩家遊戲連線人數已達上限，反之，若連線人數未達兩人時，畫面將出現綠色燈號以及「Enter」文字，以提醒玩家此時可進入遊戲。

在玩家順利連線後，將會進入輸入頭像以及暱稱的場景，畫面中央上方是玩家網路攝影機的畫面，玩家可將滑鼠移到圓框，按住滑鼠左鍵，拖曳圓框至影像臉部位置，按下鍵盤上的 SPACE，就會拍下玩家的影像，作為遊戲物件之用。在畫面下方的文字欄位，玩家可透過鍵盤，輸入自己的暱稱，成為在遊戲時的代號。在玩家頭像與暱稱皆輸入完成後，按下畫面右下方的「PLAY」，即可進行遊戲。

玩家將頭像與暱稱皆輸入完成後，進入主要遊戲場景，server 會根據玩家進入遊戲的順序，將玩家編號，再依據編號，如圖 9 所示，畫面左邊為影像互動區域，編號 1 紅色的球，在藍色框框內運動，撞到藍色框框的邊緣就會反彈，編號 2 的影像，是各玩家自行擷取的頭像。而畫面右邊主要顯示兩個玩家的遊戲資料，編號 3 的文字，顯示各玩家所輸入的暱稱，編號 4 的圖形，顯示各玩家間所剩餘的生命值，正確的數值比例以編號 5 文字顯示。

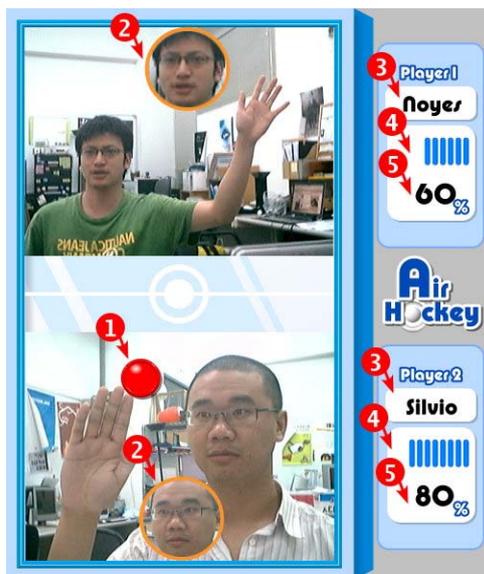


圖 9. 遊戲場景畫面 (本研究繪製)

3.3 影像擷取與碰撞偵測

在影像擷取技術方面，本系統開發軟體以 Macromedia Flash 8 為影像擷取工具，利用其內建函式，透過 USB 擷取攝影機即時動態影像，擷取完成後，先將單張的影像資料儲存於暫存點陣圖影像記憶體內，進入下個程序後，再即時擷取一張點陣圖影像，與前一程序暫存點陣圖影像相減，若像素點所擷取的顏值相減絕對值大於所設定閾值，則畫成紅色，若小於等於閾值，則畫成白色，處理整張點陣圖陣列後，輸出結果於畫面，如圖 10(c)所示，在本系統中，無需將結果以視覺方式呈現，僅將相減結果以程式紀錄，作為影像碰撞偵測之用。除碰撞偵測外，即時擷取的影像，亦透過 Flash Media Server，傳遞至遠端的玩家電腦，以達成即時網路影像互動。

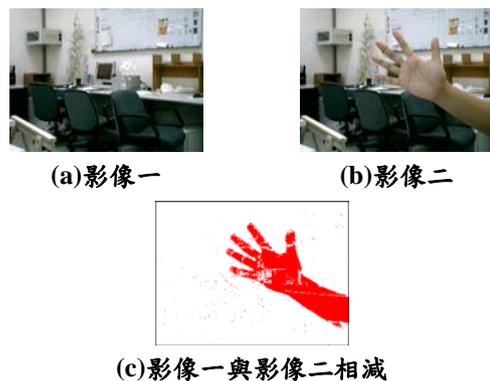


圖 10. 影像前後相減 (本研究繪製)

在影像碰撞偵測技術上，考慮 web 平台上，玩家架設 webcam 的環境各有不同，以及考慮個人電腦硬體配備上的差異，本系統發展簡易通用的碰撞偵測技術，在球的周圍，每 22.5 度設置一個偵測點，共有 16 個偵測點，如圖 11 之紅點，當玩家碰撞到球邊緣的偵測點時，該像素點擷取之顏值與前一程序相減絕對值大於閾值，程式判斷該點為碰撞，系統即時計算碰撞點與球的圓心夾角 θ ，產生反彈的角度，並且向量正負相反，因此球在經過玩家影像碰撞之後，球將會依照反射定律反彈。

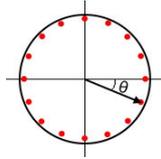


圖 11. 碰撞偵測反彈角度 θ (本研究繪製)

3.4 遊戲內容設計

遊戲系統以 webcam 為主要輸入介面，使用者可透過 webcam 影像，與遠端的玩家進行影像互動，如圖 9 所示，遊戲場地的上下端，各為兩玩家的即時影像，玩家間彼此競爭，利用身體的影像去碰撞的球（編號 1），使其反彈，並且碰撞到對方的頭像（編號 2），若某方的頭像被球碰撞到，就會扣生命值，每被球撞到一次，就扣 10% 的生命值，先被扣到 0 的玩家遊戲失敗，斷線回到主畫面，若有其他玩家加入遊戲，則必須等待他人斷線，若無他人連線，則可重新開始遊戲。整體遊戲流程圖，請參照圖 12。

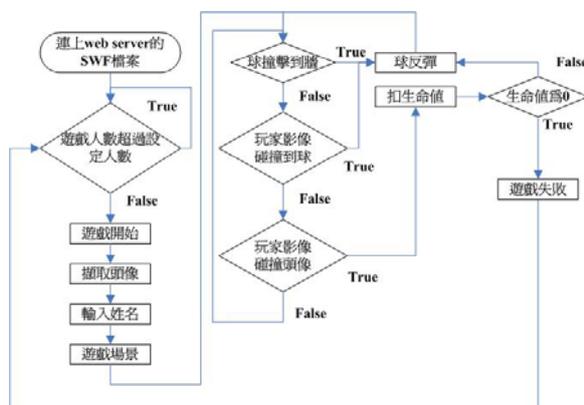


圖 12. 遊戲流程圖

3.5 小結

本系統遊戲為減少開發時所會遭遇的困難，以及降低風險，選用已有單人遊戲範例，為發展的類型，開發雙人連線視訊互動遊戲，藉此比較與探討網路視訊互動遊戲在未來發展的可能性。

4. 結論與建議

本研究以電腦視覺技術為主體，開發動態影像捕捉與擷取等技術，將其應用到 web 平台中，並結合網路連線功能，開發出一套網路視訊互動育樂系統。研究以「Air Hockey」遊戲系統，做整體之遊戲企劃與實作，期盼能應用於家庭娛樂市場，並突破傳統互動育樂模式，利用網路視訊互動平台的建立，發展新型態的視訊網路應用服務與內容。研究重點在於運用電腦視覺科技，開發適合應用於 web 平台之動態影像捕捉與擷取等技術，構思在網路上視訊互動育樂新創意，目前在網路連線方面僅以點對點方式進行實作，未來為達成家庭娛樂之應用，宜將遊戲系統擴大到實際之多人連線系統，並測試其影像傳輸頻寬之容忍度與整體遊戲構想之可行性。

5. 誌謝

本文之研究由國科會計畫經費補助，計畫編號：NSC 95-2516-S-155-001-CC3，感謝國科會給予經費上之支持。

參考文獻

- [1] Levin, G. (2005). Computer Vision for Artists and Designers: Pedagogic Tools and Techniques for Novice Programmers. Journal of Artificial Intelligence and Society, Springer-Verlag.
- [2] Adobe Macromedia Media Server 2 (2005)。2007 年 8 月 13 日，取自：
<http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/>
- [3] Bascule (2005)。2007 年 8 月 13 日，取自：
<http://faces.bascule.co.jp/ohayo/main.html>
- [4] Logitech (2006)。2007 年 8 月 13 日，取自：
<http://www.logitech.com/>
- [5] Setpixel (2004)。2007 年 8 月 13 日，取自：
<http://www.setpixel.com/>
- [6] SONY EyeToy (2003)。2007 年 8 月 13 日，取自：
<http://www.eyetoy.com/>