

# 使用 QR Code 於電腦上的擴增實境之應用系統

陳佳揚

金揚資訊公司  
經理

yang@simpleact.com.tw

許靜芬

金揚資訊公司

游坤明

中華大學  
教授

yu@chu.edu.tw

林靈逸

中華大學

劉禮彰

金揚資訊公司

## 摘要

過去有標誌的擴增實境之應用，大多直接將圖形資料寫在程式中，並且因為標誌設計上的要求而造成無法動態下載圖形資料，造成所開發出的應用軟體無法在廣告行銷上重覆使用，每次有新廣告圖形時，必須釋出及安裝新的軟體。本論文為了改善上述缺點，使用一般常用的 QR Code 為標誌及動態下載圖檔之使用方式，因而可藉由網路來下載及顯示圖形資料，終端使用者便無需更新軟體便可以藉由不同 QR code 條碼來觀看新的圖形，並且可藉由轉動 QR Code 而改變顯示的角度，進而增加 QR Code 的新應用方式。

**關鍵詞：**QR Code，擴增實境，廣告，手機，ARToolkit。

## Abstract

Traditional Marker AR applications require a special marker and that the marker and 3D polygon graphic information are embedded in source codes. This way causes that developed software has to be targeted for using fixed markers and graphics. To overcome the fixed graphic problem, an AR system which using QR code as the marker is proposed in this paper. The proposed system decodes the QR code marker to obtain the graphic file name and downloads the graphic file via the internet. The user can rotate the QR code marker to change the view angle of the 3D graphics. The proposed system creates a new QR code application usage.

**Keywords:** QR code, Augmented Reality, AR, advertisement, cell phone, ARToolkit.

## 1. 前言

Marker Augmented Reality(AR)是偵測影像

擷取畫面中是否有其特定標誌(marker)的圖形，然後利用所偵測到的特定標誌之位置座標資訊，計算出所想要顯示圖形的大小位置並且置放於特定標誌上，因此使用者可在拍攝畫面上看到虛擬圖形，並可進一步與此虛擬圖形互動。最近一年中，眾多 Marker AR 軟體被使用於商品的廣告行銷上[1、2]，例如圖 1 便是台灣台北市的「詩肯柚木」家俱店利用 Marker AR 的方式來展示不同的家俱設備。在眾多 Marker AR 軟體中，其中以 ARToolkit[3,4,5,6]較為人知，但是 ARToolkit 為了便於快速偵測 marker 的位置，因此在 marker 上採取簡單的圖像設計，這也造成無法輕易將一些動態資料寫到 marker 中；另一方面，ARToolkit 也將 3D 圖檔資料直接寫於程式碼中之方式，造成無法輕易改變欲顯示的 3D 圖形，這兩問題造成廣告行銷上的使用問題，一般民眾不可能為了使用不同的新 marker 或是觀賞不同的 3D 圖形而不斷重新安裝新的軟體程式，大多數使用者只希望安裝應用軟體一次，便可適用於相同應用方式。為了解決上述問題，本論文提出一種使用 QR code 做為 marker 的擴增實境之應用系統，利用 QR code 內容記錄所要下載圖形的檔名以及藉由網路來讀取下載的 3D 圖檔，最後顯示 3D 圖檔於畫面中，因此使用者只須要安裝應用軟體一次，便可以觀看不同的 3D 圖形，這不僅改善原本 ARToolkit 的弱點，也擴大 QR code 的使用範圍。

## 2. AR-QR code 系統

ARToolkit 的原始運作流程如圖 2 所示，當偵測到特定標誌時，便計算其鏡頭與特定標誌的空間六度座標之轉換矩陣，然後再依據座標轉換矩陣來計算出 3D 圖形的顯示位置及大小，最後畫出 3D 圖形及光影的效果，之後不斷重覆此流程。然而這流程有其商業實際使用上的問題，第一個問題是使用特定標誌的問題，ARToolkit 要求其所使用的標誌為一黑色正方形加上正方形中心內部包括一空白區域及

一些簡單的圖樣，使用一定厚度的黑框可幫助快速偵測可能的標誌候選區域，其建議的黑框厚度大於 0.8cm，然後在利用中心的簡單圖樣計算合乎特定標誌的可能性，這方式雖可加速計算速度，但是造成程式必須事先內建所使用的標誌特徵檔，因而無法包括較複雜的文字資訊在內，例如檔名或網址資料。第二個問題為 ARToolkit 要求 3D 圖檔的資料必須事先內建於程式中，若要顯示新設計的 3D 圖形時，必須重新編譯程式及安裝軟體，不利於一般廣告行銷所希望的終端軟體普及度大及使用簡便之需求。

為了改善 ARToolkit 的使用弱點及增強在廣告行銷上的服務應用，本論文提出 AR-QR code 系統，其系統架構如圖 3 所示。此系統包括一遠端的廣告伺服器及一使用於電腦端或手機端的 AR-QR code 應用軟體，其特色為使用 QR code 當 marker，因此可將所要下載顯示的 3D 圖檔名字寫至 QR code 的條碼內容中，並且可藉由網路下載 3D 圖檔並且將下載的 3D 圖形顯示於 AR-QR code 應用軟體的畫面中，以達到動態資料的應用目的。此方式的另一好處為一般人不熟悉 ARToolkit 的特殊 marker，因而不知道如何使用，但對 QR code 較熟悉，知道使用條碼軟體來解讀使用，因此在商業推廣上較容易被接受。

## 2.1 AR-QR code 應用軟體的運作流程

圖 4 為 AR-QR code 應用軟體的運作流程，使用者在一包含 webcam 的電腦上或包含相機功能的手機上安裝 AR-QR code 應用軟體後，便可利用 AR-QR code 應用軟體來掃描 QR code 圖形並進行下列步驟之運作。步驟(1) AR-QR code 應用軟體擷取拍攝畫面；步驟(2) AR-QR code 應用軟體偵測畫面中是否有 QR code，當 AR-QR code 應用軟體偵測到 QR code 的定位點後，記錄其三個定位點及第四點的座標值，若無法偵測到定位點則回到上一步驟；步驟(3) 解析 QR code 內容，若無法解析內容則回到第一步驟，若可解析內容，確認是否為“QRA:圖檔名”的語法；步驟(4)若有結束執行要求則結束執行 AR-QR code 應用軟體，若無結束執行之要求，則進行下一步驟；步驟(5)發現條碼內容為“QRA:圖檔名”的語法時，AR-QR code 應用軟體則先搜索應用軟體的儲存區是否有此圖形檔存在，若儲存區無此圖形檔則連線到廣告伺服器要求下載此圖形檔，廣

告伺服器將回傳此圖形檔或無此圖形檔之訊息；步驟(6)AR-QR code 應用軟體確認有此圖形檔後，將依據三個定位點及第四點的座標值來計算其 QR code 與鏡頭的空間座標轉變矩陣，然後讀取 3D 圖形檔資料，設定圖檔的光源位置，將 3D 圖形的位置做縮放並畫出，最後回到第一步驟。

另外在顯示 3D 圖形的動作上，增加縮放及旋轉等按鍵控制功能。當按下特定鍵時，其所對應的空間轉換矩陣改變其值，然後在繪畫三角形前，對三角形各點的點座標乘上空間轉換矩陣並且記錄其每個空間轉換矩陣值。也設定一還原鍵，會將各個空間轉換矩陣值重設為預設值時，可立即將圖形恢復原狀。各空間轉換矩陣的定義如下[7]。

平移的空間轉換矩陣如下。

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & T_z & 1 \end{bmatrix}$$

縮放的空間轉換矩陣如下。

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

對 x 軸旋轉的空間轉換矩陣如下。

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

對 y 軸旋轉的空間轉換矩陣如下。

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

對 z 軸旋轉的空間轉換矩陣如下。

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## 2.2 廣告伺服器的功能

廣告伺服器主要提供 3D 圖檔上傳及儲存、依上傳的 3D 圖檔名稱來產生包括 QRA 內容的 QR code 圖形、依檔名來搜索 3D 圖檔、及回傳 3D 圖檔到 AR-QR code 應用軟體等功能。廣告伺服器也提供管理員權限控管及會員

登陸功能與上傳圖形功能，管理員權限控管功能包括管理會員登陸名稱及密碼、刪除會員上傳圖形及設計圖形使用期限、及管理會員資料等功能。

### 3. 實驗結果

本系統主要測試於筆記型電腦上及網路伺服器上，其筆記型電腦的規格為 Compaq v3000，CPU 為 Intel Pentium Dual CPU-T2370 @1.73GHz、RAM 為 1GB、圖形卡為 Intel 整合晶片、及作業系統為 Vista SP2。AR-QR code 應用軟體以 c/c++ 語言為開發主體，手機端為 windows mobile 5.0 版本的開發平台。廣告伺服器的開發以 .net 的 ASP 為開發平台，廣告伺服器的規格為 Intel Pentium 4 的 3 GHz 之 CPU、Windows XP 的作業系統、及 3 GB 的 RAM。

廣告伺服器的管理員使用畫面如圖 5 所示，可提供系統管理員管理其會員上傳的圖檔及使用權限等功能。圖 6 為會員上傳圖檔到廣告伺服器的網頁使用畫面。目前廣告伺服器只支援 3ds 規格及某種特殊規格的圖檔資料，此特殊規格的圖檔資料是將 3ds 檔的三角形數量、vertex 座標值、material 資訊、及法向量值取出並儲存，並且同時儲存 3D object 之包圍盒子的邊長、寬度、及高度值，以方便其他嵌入式系統直接讀取圖檔及使用 OpenGL-ES 指令來繪圖。由於特殊規格的圖檔不包括光源位置的資料，因此將依 3D object 的包圍盒子的邊長、寬度、及高度值來設定四個光源，分別位於 marker 的正前方、marker 的後上方、marker 的左後下方、及 marker 的右後下方，並且在繪圖前會將 3D object 縮放至 marker 大小的一定比例值。

筆記型電腦上 AR-QR code 應用軟體可直接讀取 3ds 圖檔或特殊規格的圖檔，圖 7 及圖 8 為讀取後的顯示畫面，完整的測試錄影檔已上傳至 youtube 上[8、9]，以供他人觀看測試效果，圖 9 為在 youtube 放映時的畫面。

手機上的 AR-QR code 應用軟體設計成只能讀取特殊規格的圖檔，測試手機為 ASUS P735 型號，其規格為 2.8 吋的電阻式觸控螢幕、螢幕解析度為 240x320 pixels、256MB 的儲存空間及 64MB 的 RAM、2MP 的照相鏡頭、及 Intel PXA270 512MHz 的 CPU。此測試手機的 CPU 因無內建 3D 圖形處理硬體，經多次實驗後，發現此 AR-QR code 應用軟體在 ASUS P735 手機不合適畫出超過 500 個三角形，超過

500 個三角形時，則畫面更新延遲的情況非常嚴重。經測試多種不同三角形數量之圖形，使用於此手機的 3D 圖形之三角形數量最好小於 300 個。圖 10 為三隻海豚的測試結果及圖 11 為單隻海豚的測試結果畫面，其中圖 10 為圖 8 在手機上的效果，由於觀看角度及顯示 3D 圖形三角形數量的問題，因此三隻海豚上下重疊在一起顯示。

在觀看 3D 圖形的互動功能方面，提供放大、縮小、對 x 軸旋轉、對 y 軸旋轉、及對 z 軸旋轉之按鍵控制功能，並且是以 marker 的 x-y-z 軸做為控制方向，這些功能是在畫出三角形前，將 vertex 座標值及法向量值乘上所對應的旋轉矩陣，而不採用 glRotatef 等指令來轉動 3D 圖，如此做的優點是保持原本 marker 的視點座標系及 3D 圖的原本座標值，因此使用者容易觀看著 marker 來控制轉動方位或恢復 3D 圖的原本座標值。Marker 的 x-y-z 軸之定義為由左到右為 x 軸並且大小由負 x 值到正 x 值、由下到上為 y 軸並且大小由負 y 值到正 y 值、及由後(遠)到前(近)為 z 軸並且大小由負 z 值到正 z 值。

在 marker 旋轉角度的偵測問題上，由於為了減少誤判的機會，採取 QR code 內容必須解析成功才判定此畫面有 marker，因此旋轉角度也被限定於可解析的角度範圍內，經測試後為對 x 軸或 y 軸的旋轉在 15 度內，而對 z 軸旋轉無限制。旋轉角度在 15 度內時，其辨識的成功率為 95%，發生無法辨識的情況為手機照相機鏡頭對準 QR code marker 時，手機過於接近 QR code marker，造成 QR code marker 有陰影遮蔽，導致讀取 QR code marker 的內容不正確。在未來的研究上，將研究 marker 型的影響[10]及增加條碼解析成功後的追蹤功能，以增加旋轉角度的容忍範圍和其他條碼種類做為 AR 的 marker 之可能性。

### 4. 結論

本論文所提出的 AR-QR code 系統成功使用 QR code 做為 Marker AR 的 marker 來計算其 AR 的空間轉換矩陣，並且利用 QR code 可攜帶文字資料的特性，將想要顯示的圖檔名稱記錄於 QR code 條碼內容中，藉由解析條碼內容及網路下載圖形之方式，可讀取不同 QR code 來顯示不同的圖形，而不受限於特定的 marker 或圖形。目前手機端的 AR-QR code 應用軟體之繪圖能力將由手機繪圖硬體決定其繪圖精緻程度，雖然 iPhone 3GS 及新的 Android 手機

都包括 3D 圖形處理硬體和提供每秒繪製百萬個三角形之能力，這些手機雖可解決現在繪圖精緻程度的問題，但是未來 AR-QR code 系統仍研究如何提供不同三角形數量之圖形檔，並且增加 AR-QR code 應用軟體的判斷功能，讓應用軟體可判斷使用那一等級的圖檔，以因應不同硬體設備的情況。

### Acknowledgement

本論文是由經濟部工業局 98 年度產學聯合研發計畫「二維條碼互動式廣告技術開發計畫」(JAID 計畫編號：S09800226-005)所支持的研究開發成果。

### 參考文獻

- [1] <http://www.find.org.tw/find/home.aspx?page=news&id=5645>
- [2] <http://agoramedia.co.uk/blog/augmented-reality-ar/abi-research-anticipates-dramatic-growth-for-augmented-reality-via-smartphones/>
- [3] Meiguins, B.S., Carmo, R., Almeida, L., Goncalves, A.S., Pinheiro, S.C.V., Garcia, M., Godinho, P., "Multidimensional Information Visualization using Augmented Reality," *Proceedings of the 2006 ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and its Applications*, pp. 391-394, 2006.
- [4] Mooser, J., Wang, L., You, S., Neumann, U., "An Augmented Reality Interface for Mobile Information Retrieval," *Proceedings of IEEE International Conference Multimedia and Expo 2007*, pp. 2226-2229, 2007.
- [5] Hu, Q., Liu, T., Yao, Y., "An Easy System of Spatial Points Collection Based on ARToolkit," *Proceedings of 2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering*, Vol. 1, pp. 582-586, 2009.
- [6] <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/download/>
- [7] Pulli, K., Aarnio, T., Miettinen, V., Roimela, K. and Vaarala, J., *Mobile 3D Graphics with OpenGL ES and M3g*, Morgan Kaufmann, 2008.
- [8] <http://www.youtube.com/watch?v=I6MiJKgtbug>
- [9] <http://www.youtube.com/watch?v=tWHYnuB7OYw&feature=channel>
- [10] Ababsa F., Mallem, M., "A Robust Circular

Fiducial Detection Technique and Real-time 3D Camera Tracking," *Journal of Multimedia*, Vol. 3, No. 4, pp. 34-41, 2008.



圖 1. 「詩肯柚木」家俱店的 AR 應用例子。

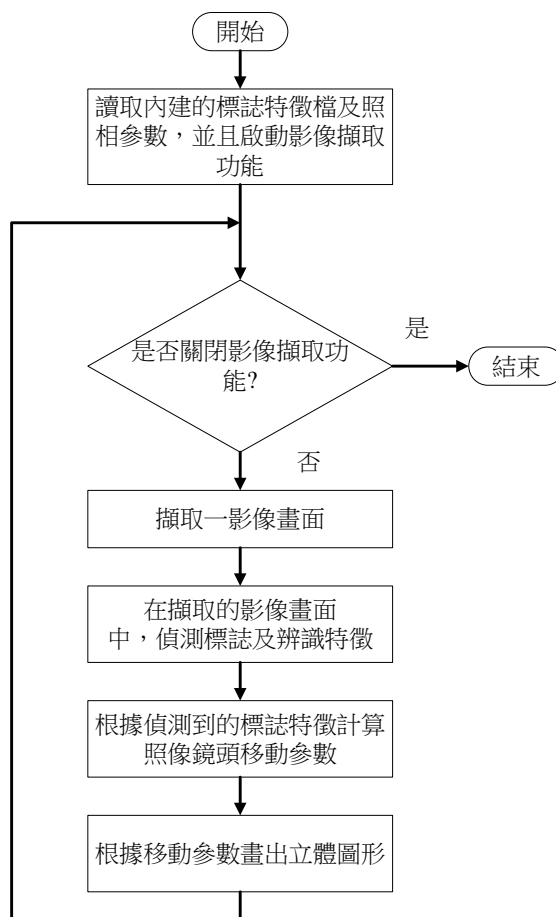


圖 2. ARToolkit 的基本運作流程。

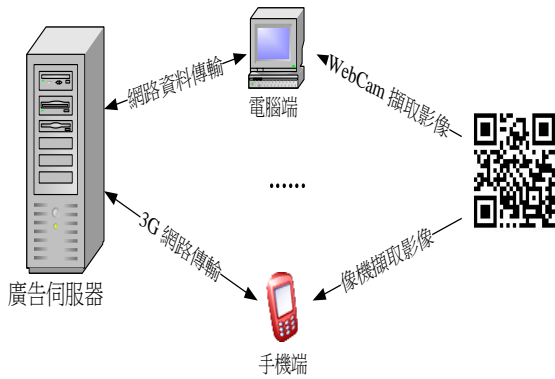


圖 3. AR-QR code 系統的架構流程。

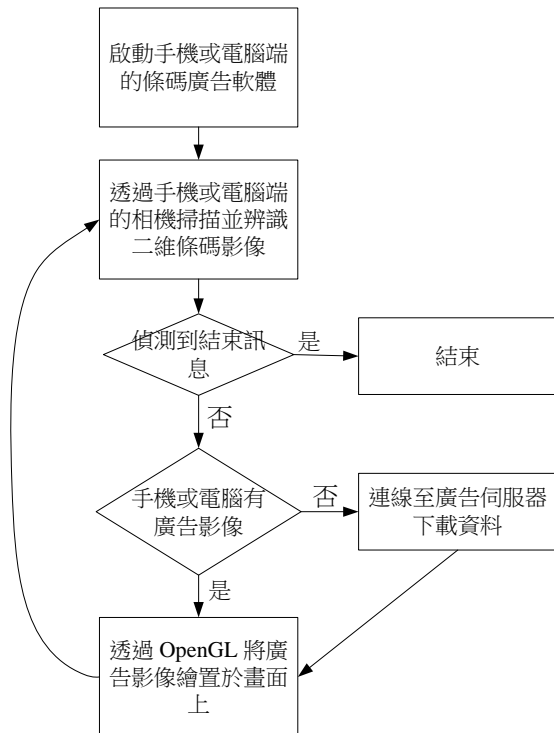


圖 4. AR-QR code 終端軟體的運作流程。

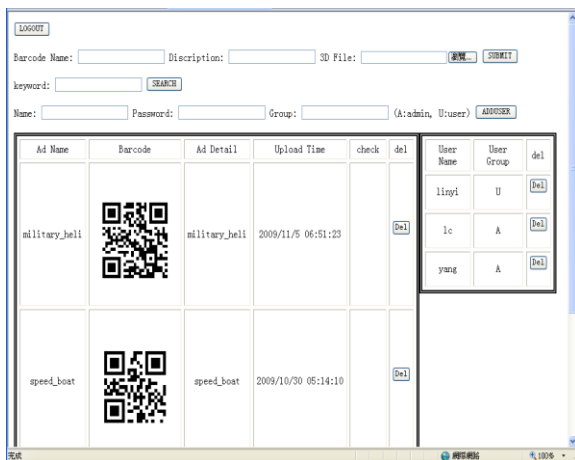


圖 5. 廣告伺服器的管理員畫面。



圖 6. 廣告伺服器的會員登錄使用之畫面。



圖 7. AR-QR code 應用軟體在電腦端的測試畫面(1)。

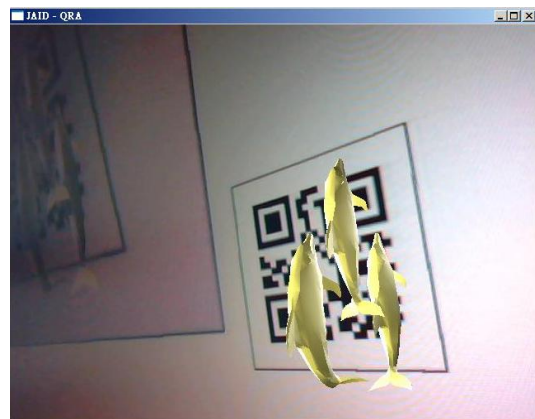


圖 8. AR-QR code 應用軟體在電腦端的測試畫面(2)。





圖 9. AR-QR code 應用軟體的測試影片。



圖 10. AR-QR code 應用軟體在手機端的測試畫面(1)。



圖 11. AR-QR code 應用軟體在手機端的測試畫面(2)。