

由單眼環物產生雙眼環物之方法

陳映睿³ 蔡玉寶^{1,4} 洪一平^{1,2,3}

¹台灣中央研究院資訊科學研究所

²台灣大學資訊網路與多媒體研究所

³台灣大學資訊工程研究所

⁴國立交通大學資訊工程研究所

E-mail:hung@csie.ntu.edu.tw

摘要

環物影片(Object movie)是種相當簡單而且又能完整的保留物體原有的面貌的 3D 物體呈現方式，這種技術已被使用在多方面的應用上，近年來，隨著環物影片在各應用面上的優質表現及其重要性，有許多在呈現物體的方式上的改進被提出，其中雙眼立體環物影片更是現今應用中重要的一環，然而傳統用於產生雙眼立體環物影片的方法卻是相當的費時費力，需要兩倍以上的時間於影像的取得及後製，因此，我們提出了一個產生雙眼環物的新方法，藉由從傳統的環物影像中自動產生的 3D 模型的幫助，我們可以產生出雙眼立體環物影片，本篇論文將會介紹我們所提出的方法及其應用。

關鍵詞：環物，雙眼環物，立體視覺。

1. 簡介

近年來，以影像為基礎的 3D 物體呈現方式成為一個熱門的研究題目，因為它的高品質及對物體真實面貌的保留力，環物影片已經被大量的使用在各個領域，像是博物館，線上商品展示等。一個環物影片指的是一組由物體各個方向所取得的相片的集合(如圖 1)，當環物影片被播放時，使用者可以與虛擬物體互動，畫面中的物體會繞著自己的中心旋轉，如此一來，使用者就可以看到物體的各個地方。環物技術是在 Apple QuickTime VR [5]中首先被提出的，在取得環物影片的時，每張影像都被賦予一組資訊，其中包含了俯角及水平旋轉角度，如此一來，在播放時就可以依據這個資訊來選擇要播放的影像，所以使用者可以與系統互動，在虛擬世界中轉動物體來看到想要的角度。

由於虛擬實境能提供在現實世界中難以體驗的環境的特性，加上虛擬實境已經漸漸的被世人所接受，在未來，虛擬實境勢必成為生活中不可缺少的一環，大部分的展覽館都意識到這樣一個趨勢，漸漸的把虛擬展場視為未來的一個重要功能，隨著人們對於虛擬實境的熟悉以及顯示設備技術的進步，單眼無立體感的展覽方式已經無法滿足人們對於虛擬視覺的高度要求，因此，雙眼立體環物因應而生。雙眼環物是改進自單眼環物的環物影

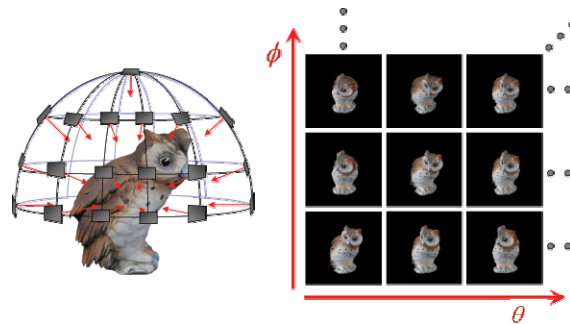


圖 1 環物影像的 3D 示意圖及其對應的影像陣列

片，不同的是，在取得雙眼環物影片時，還會使用一台相機擺放在原本單眼環物拍攝相機的一旁，藉以模擬人類的雙眼，所以，一個雙眼環物影片包含了兩組單眼環物影片，一組是左眼，另一組是右眼，經由立體展示系統的幫助，使用者的左眼便可以看到左邊的環物影片，右眼看到右邊的環物影片，使用者就如同看到一個立體的物體(如圖 8)。

如同上面所提及，立體的環物系統在許多的領域都變的越來越重要，然而，現存取得立體環物的方法是藉由拍攝兩次的單眼環物來實作，也就是說，必需進行兩次的拍攝及後製，然後再接合成為一組雙眼立體環物，這樣的工作是非常花費時間的，同時其背後所需的人力資源也是任何廠商所不樂見的。此外，有許多的現有的單眼環物影片也會

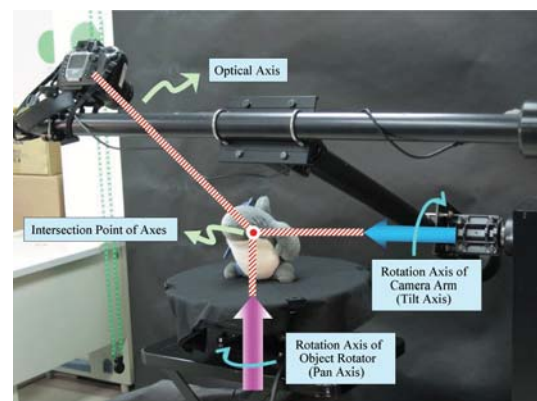


圖 2 Motorized object rig-AutoQTVR

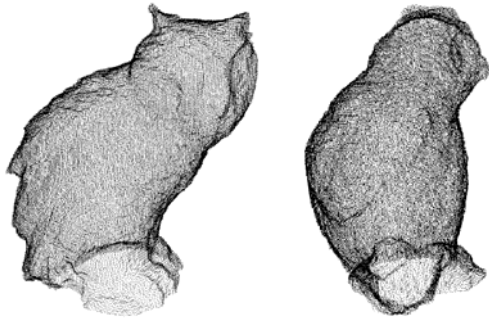


圖 3 去背程式所產生的 Point cloud 立體點狀圖

在系統升級成雙眼環物時遭遇到必須被從系統中移除的命運，因為以上種種原因，我們提出了這樣一個方法來產生雙眼立體環物。

在我們的方法中，我們使用一組已經校正過的單眼環物影像，然後會從這給定的環物影片中產生出與其相對應的右眼環物，整個過程中，我們會使用到該環物所拍攝到的物體的立體模型來產生另一隻眼睛的環物影片而不是再度使用相機去實際拍攝，這個立體模型是經由先前我們所提出的方法所自動產生的[1]。在我們所提出的方法中，主要分成三個部分，第一是相機及拍攝環境的校正，我們首先校正我們的拍攝系統(圖 2)，接下來會交由[1]中所提出的方法對整組環物影像進行去背，同時也會從中得到這個物體粗略的立體模型，最後再利用這個立體模型跟去好背的環物影像來產生出另一組環物影像，在接下來的章節中將會對我們的方法進行詳細的介紹，最後會再就我們方法的實際應用進行討論。

2. 系統概觀

我們的系統使用 motorized object rig, Auto QTVR(如圖 2)來取得環物影像，在取得影像的時候，被拍攝的物體的中心必須要放在各個轉軸的交點上才能得到一組依自己中心旋轉的環物影像，所謂的各個轉軸的交點指的是下方旋轉盤的轉軸，懸臂的旋轉中心，以及照機的視線這三條射線的交點，但是由於這三條射線都是空間中的虛擬直線，因此，要使這三條射線交於物體的中心並不是一件容易的事，為了得到平順旋轉的環物影像，我們首先必需先對機器進行校正，我們使用黃邦宏等多位作者提出的方法來對機器進行校正[4]，在這個方法中，我們使用簡單而且易於實作的 completely and parameter continuous (CPC) 模型來描述 Auto QTVR 的運動機制。我們首先會對一個放置於旋轉盤上的立體校正物進行拍攝，約取得 30 到 40 張影像後，經由程式對這個立體校正物進行辨識，由辨識而得的特徵點中計算出相機的內外參數，這些資訊將進一步被用來計算機器的各部分參數，最後

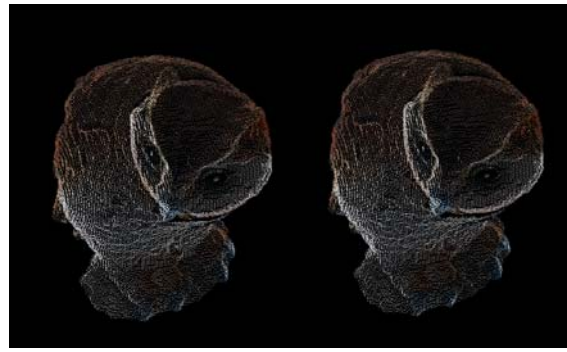


圖 4 (A)為左邊影像所收集到的顏色，(B)為右邊影像收集到的顏色

再視覺化的將空間中虛擬的三軸呈現給使用者，使用者便可以依據這個資訊來對機器進行校正以及確認空間中三軸是否交於一點。

在校正好相機及機器後，我們接下來要對拍攝好的影片進行去背的動作，同時也得到物體的立體模型，一般來說，物體去背的動作會使用藍幕或是綠幕的場景進行拍攝，再使用機器自動去背，然而，這樣的方法卻會使得物體表面出現不正常的反光，而這樣不正常的反光現象是不能出現在各式對影像高度要求的環物影片中的，所以，為了得到不反射出背景的環物影片，我們使用黑幕進行拍攝，然而，使用黑幕卻會使物體打光不足的地方與背景混合，使得以往藍綠幕所用來自動去背的技術失效，所以必需使用人工對數百張環物影像進行去背，這是個耗時耗力的工作，所以我們使用科政宏等人所提出的方法對物體進行自動去背[1]，在這個方法中，使用者只需要選擇出幾張程式自動去背的結果中較好的幾張影像集合，程式即可自使用者所選擇的影像中學得物體的立體形狀，並使用這項資訊自動對全部的環物去背進行修正，同時這個物體的立體模型也將被使用在我們後來的方法中。

最後，我們再使用所得的相機參數、立體模型以及給定的環物影像來產生雙眼立體環物影像，在現有的影像中的每兩個視點的影像中，我們可以利用立體模型以及去好背的環物影像來產生出中間的畫面，然後再原本環物影像中的輪廓來估計我們產生出來的影像的輪廓，關於這部分的細節將在接下來的章節中有更進一步的說明。

3. 立體影像之產生

我們會從去背的程式中得到一個粗略的、無色的點狀立體模型(如圖 3)，這個模型並不適於直接拿來產中間的圖，除了他是無色的原因外，最大的問題是它相對於原始影像來說只是個很稀疏的分布，所以我們需要兩個步驟來產生立體影像，第一步是產生中間的影像，第二步是對產生出來的影像輪廓進行修飾，以下將對這兩個步驟進行介紹。

3.1 影像內插

首先，我們利用這個點狀立體模型的 3D 資

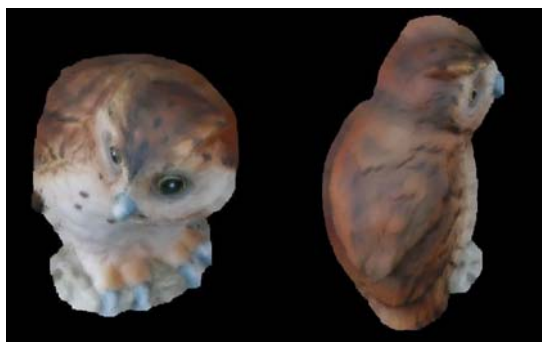


圖 5 利用上色後的模型所畫出的離散點狀圖再進行內差的結果

訊，我們在要用來產生雙眼的兩張影像間收集原有相片的顏色資訊，在將立體模型投影到兩張影像後我們可以各從左右兩張影像中收集到一些顏色(圖 4)，然後根據要內差的比值 α 來決定顏色，所謂內差的比值 α 指的是要產生雙眼視覺的兩眼間距， α 將隨著使用者與物體的距離、使用者的眼距以及原始環物影像拍攝的夾角來決定。

$$\alpha \approx \frac{Distance_{eye}}{Distance_{User-Object} \times \theta} \quad (\text{Eq. 1})$$

，其中 $Distance_{eye}$ 代表的是使用者的雙眼眼距，一般來說是介於 5 到 7 公分之間， $Distance_{User-Object}$ 指的是使用者到物體的距離， θ 則是拍攝原始環物影像時所使用的角度。

在獲得了顏色的資訊後，我們再利用立體模型在平面上畫出離散、稀疏的點狀圖，接著我們用內插的方式，依 Eq. 2 的方式來填補中間未被填上顏色的地方，圖 5 是完成內差後的結果。

$$\bar{c}_p = \frac{\sum_{q \in P_{Neighbor}, q \in Feature} [dist(q, p)]^2 \times \bar{c}_q}{\sum_{q \in P_{Neighbor}, q \in Feature} [dist(q, p)]^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

，其中 q 為點 p 週圍的特徵點， \bar{c}_q 為 q 的顏色

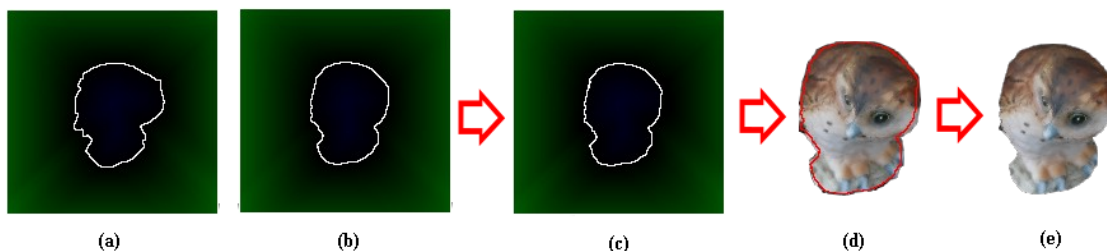


圖 6 (a)為左邊影像的 distance field，(b)為右邊影像的 distance field，(c)為合成後的結果。(d)是將(c)使用在產出出來的圖上的裁切線(e)為最後的結果

值， $dist(p, q)$ 為 p 到 q 之距離。

3.2 輪廓修正

我們可以發現，因為使用內差法的關係，物體的輪廓被破壞了，所以我們必需使用別的方法來修正這個錯誤。我們參考了 Distance field 的方法[2]來實做輪廓的產生，我們先根據之前去背的結果得到物體的輪廓，接著為影像上的每個點標上該點離輪廓的距離，這裡我們使用廣度優先搜尋演算法來填補每個點的距離值，將會得到如**錯誤! 找不到參照來源**。(a)(b)的 Distance field，然後，我們再依據上面一段中所提及的 α 值來將兩張 Distance field 結合而得到如**錯誤! 找不到參照來源**。(c)的結果，最後我們使用這個輪廓來修剪我們的影像(**錯誤! 找不到參照來源**)。(d)(e)。

4. 實驗結果及應用

越來越多的博物館使用環物影片技術在他們的虛擬展覽場中展示展覽品，陳健維等人提出一個只需要少量 3D 資訊就可以把立體環物放進立體環場的方法

[3]，然而，許多現存的環物影像卻不是立體環物，這造成了展示系統在從單眼視覺升級到雙眼視覺的時候遭遇了困難，畢竟，再次對館藏的展覽品進行一次雙眼環物拍攝不但花費巨額的金錢還需要大量的人力，更增加了這些無價之寶損壞的機會。而且傳統的雙眼環物還有一個視點已被固定的問題，也就是說，在拍攝的當時的眼距跟眼睛到物體的距離就已經固定了，也就是說以後環物可以被放置的位置也被固定了，這同時也限定了虛擬展覽場中物體擺放的地點。而我們所提出的方法卻可以解決這些問題，我們可以從已校正的單眼環物中出產生雙眼環物的影像，而且這另一眼環物影像的位移量還是任意的，因此物體放置的地點不會再被限制。(圖 6)

此外，還有一個重要的應用在平滑的物體旋轉上，以往的環物影像由於取像張數的關係，並不能取得每一個角度的影像，一般來說，是以 10 度為一個拍攝基準，所以在播放影片的時候，物體難免會出現跳動的情形，而若是要平滑的轉動，卻需要每間隔一度都有其相對應的環物影像，但是拍攝這



圖 6 最右方及最左方為拍攝而得的影像，中間皆為產生的影像

樣的環物影片，光是拍攝時間就約需要 5 天，所以並不是個可行的方式，不過，如果借助我們的方法來產生中間原本不存在的角度的話，就不用增長拍攝的時間也可以得到一個可以連續轉動的環物影片。(圖 7)

5. 結論

在這個研究成果中，我們提出了一個從單眼環物影像中直接產生立體環物影像的方法流程，其中包括了拍攝環境與拍攝機器的校正，環物影像的自動去背，環物影片中物體的建模，以及任意位移量的雙眼立體環物的產生。我們的方法比起傳統拍攝兩組環物來產生立體視覺的方法來說，節省了一倍以上的拍攝時間並且只需要少量的時間即可完成去背的工作。

除了產生立體雙眼環物影片以外，我們提出的方法還有其它額外的貢獻，我們將之整理如下：1. 使用我們的校正程式將可以輕易取得高品質的環物影像 2. 環物影像的去背工作不再需要大量的人工來去背，使用我們的方法只要簡單的點選幾張影像即可完成數百張環物的去背工作。

銘謝

本研究成果感謝國科會加值計劃的支持，計劃編號 NSC 94-2422-H-002-019-

參考文獻

- [1] C.-H. Ko, Y.-P. Tsai, Z.-C. Shih, and Y.-P. Hung, "A new image segmentation method for removing background of object movies by learning shape priors." In *Proc. IEEE Int'l Conf. Pattern Recognition*, 2006.
- [2] Cohen-Or, D., Solomovic, A., and Levin, D. 1998. Three-dimensional distance field metamorphosis. *ACM Trans. Graph.* 17, 2 (Apr. 1998), 116-141. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/274363.274366>



圖 7 Kiosk 一個提供立體視覺環物的展示系統，使用者可以透過上方的螢幕看到展覽館的虛擬環場，透過下方的螢幕看到立體的物體。

- [3] C.-W. Chen, L.-W. Chan, Y.-P. Tsai, and Y.-P. Hung, "Augmented stereo panoramas." in *ACCV* (1), 2006, pp. 41-49.
- [4] P.-H. Huang, Y.-P. Tsai, W.-Y. Lo, S.-W. Shih, C.-S. Chen, and Y.-P. Hung, "A method for calibrating a motorized object rig." in *ACCV* (1), 2006, pp. 379-388.
- [5] S. E. Chen, "Quicktime VR: an image-based approach to virtual environment navigation." in *SIGGRAPH*, 1995, pp. 29-38.



(a)

(b)

圖 8 產生出來的立體環物影像結果，圖(a)為左眼，圖(b)為右眼