

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

回憶工場-創造個人化回憶記錄之公共資訊站 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2422-H-002-020-
執行期間：95年03月01日至96年05月31日
執行單位：國立臺灣大學資訊網路與多媒體研究所

計畫主持人：洪一平
共同主持人：許永真、陳祝嵩、成者仁
計畫參與人員：碩士級-專任助理：何佩璇、趙毅柳、莊怡凡、陳映睿、胡婷婷
 博士班研究生-兼任助理：詹力韋
 博士後研究：蔡玉寶

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 09 月 06 日

國科會專題研究計畫成果報告撰寫格式

一、說明

國科會基於學術公開之立場，鼓勵一般專題研究計畫主持人發表其研究成果，但主持人對於研究成果之內容應負完全責任。計畫內容及研究成果如涉及專利或其他智慧財產權、違異現行醫藥衛生規範、影響公序良俗或政治社會安定等顧慮者，應事先通知國科會不宜將所繳交之成果報告蒐錄於學門成果報告彙編或公開查詢，以免造成無謂之困擾。另外，各學門在製作成果報告彙編時，將直接使用主持人提供的成果報告，因此主持人在繳交報告之前，應對內容詳細校對，以確定其正確性。

本格式說明僅為統一成果報告之格式，以供撰寫之參考，並非限制研究成果之呈現方式。精簡報告之篇幅（不含封面之頁數）以 4 至 10 頁為原則，完整報告之篇幅則不限制頁數。

成果報告繳交之期限及種類（精簡報告、完整報告或期中報告等），應依本會補助專題研究計畫作業要點及專題研究計畫經費核定清單之規定辦理。

二、內容格式：依序為封面、中英文摘要、目錄（精簡報告得省略）、報告內容、參考文獻、計畫成果自評、可供推廣之研發成果資料表、附錄。

(一)報告封面：請至本會網站(<http://www.nsc.gov.tw>)下載製作(格式如附件一)。

(二)中、英文摘要及關鍵詞(keywords)。

(三)報告內容：請包括前言、研究目的、文獻探討、研究方法、結果與討論（含結論與建議）…等。若該計畫已有論文發表者，可以 A4 紙影印，作為成果報告內容或附錄，並請註明發表刊物名稱、卷期及出版日期。若有與執行本計畫相關之著作、專利、技術報告、或學生畢業論文等，請在參考文獻內註明之，俾可供進一步查考。

(四)頁碼編寫：請對摘要及目錄部分用羅馬字 I、II、III……標在每頁下方中央；報告內容至附錄部分請以阿拉伯數字 1.2.3……順序標在每頁下方中央。

(五)附表及附圖可列在文中或參考文獻之後，各表、圖請說明內容。

(六)計畫成果自評部份，請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

(七)可供推廣之研發成果資料表：凡研究性質屬**應用研究及技術發展**之計畫，請依本會提供之表格（如附件二），每項研發成果填寫一份。

三、計畫中獲補助國外或大陸地區差旅費、出席國際學術會議差旅費或國際合作研究計畫差旅費者，須依規定撰寫心得報告，以附件方式併同成果報告繳交，並請於成果報告封面註記。

四、打字編印注意事項

1. 用紙

使用 A4 紙，即長 29.7 公分，寬 21 公分。

2. 格式

中文打字規格為每行繕打(行間不另留間距)，英文打字規格為 Single Space。

3. 字體

報告之正文以中英文撰寫均可。在字體之使用方面，英文使用 Times New Roman Font，中文使用標楷體，字體大小請以 12 號為主。

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

回憶工場 — 創造個人化回憶記錄之公共資訊站

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2422-H-002-020

執行期間： 95 年 3 月 1 日至 96 年 2 月 28 日

計畫主持人：洪一平

共同主持人：許永真、陳祝嵩

計畫參與人員：蔡玉寶、詹力韋、何佩璇、趙懿柳、陳映睿、莊怡凡、
胡婷婷、吳明勳

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：台灣大學 資訊網路與多媒體研究所

中 華 民 國 96 年 8 月 31 日

目錄

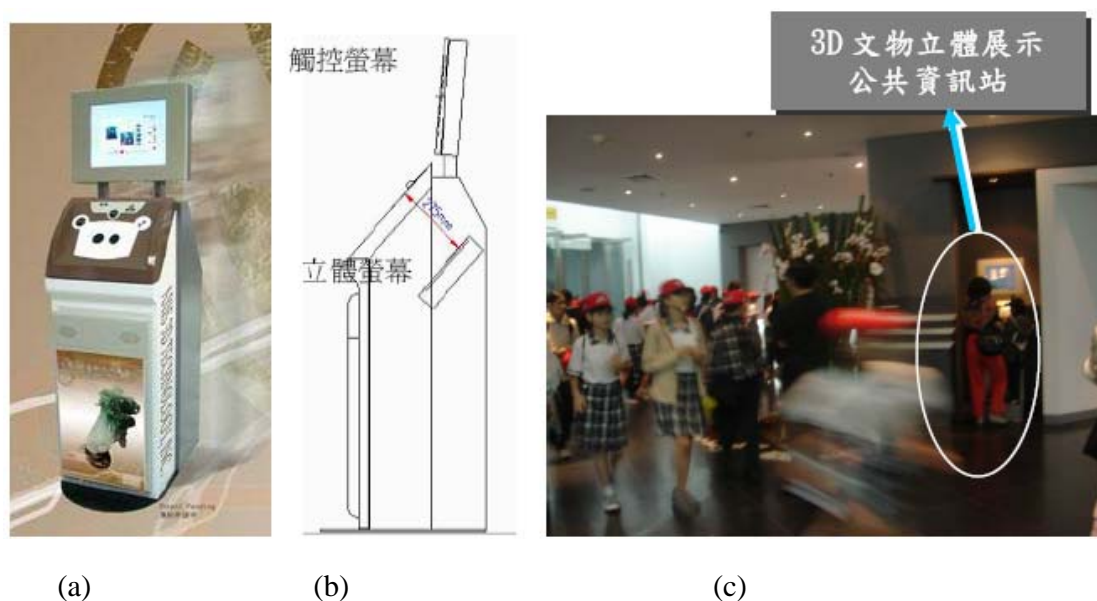
第 1 章 計畫緣起與目的.....	4
第 2 章 回憶工場之技術開發.....	13
第 1 節 參觀者定位技術.....	13
第 2 節 回憶的呈現與瀏覽.....	16
第 3 章 環物/環場製作技術之改進.....	19
第 1 節 環物自動建模技術之開發.....	19
第 2 節 環場影像的平順轉場.....	22
第 4 章 展示系統之開發與改良.....	26
第 1 節 多重解析度投影系統.....	26
第 2 節 3D 魔幻水晶球互動展示系統.....	28
第 5 章 結果與討論.....	32
參考文獻.....	32

第1章 計畫緣起與目的

數位典藏的目的在於保存對歷史文化具有深遠意義的文物，使其不因各種因素而隨時間消逝。以更積極的角度而言，透過數位化的保存，人們可以容易地欣賞到這些偉大的智慧結晶。以創意加值計畫的精神而言，在數位化的過程中如何展示這些數位化資料，讓文物得以重現其風采，吸引群眾參與並創造實際商機是本研究團隊追求的目標。

過去成果

為了能忠實地呈現3D文物的真實狀況，我們採用影像型技術來從事3D數位化的工作。在92年度的計畫中，我們首先與史博館及中研院史語所合作，挑選一批示範性的典藏器物，並完成其3D數位化工作。接著，我們一方面製作虛擬展場內容與架設網站，另一方面也實作了同時具有觸控式螢幕與立體展示螢幕的公共資訊站(kiosk)，其外觀造型如圖一所示。



圖一、雙螢幕立體展示公共資訊系統。(a) 外觀造型。(b) 硬體結構剖面圖。
(c) 3D 立體展示公共資訊系統於國立故宮博物院展覽的現場實況。

使用者可以利用公共資訊站上方的觸控螢幕進行3D虛擬展場的瀏覽，並獲得深入淺出的文物解說。當使用者選定觀看某個文物時，下方的立體顯示器即會同步地顯示出該文物的立體影像，讓使用者可以進行虛擬的3D互動觀賞，獲得身歷其境的感受。該系統中的3D

虛擬展場包含了兩種製作方式，分別為「幾何式的3D模型場景」及「影像式的環場影像場景」。幾何式場景可以提供較高自由度的瀏覽方式，而影像式場景則可以提供較為逼真的展示效果，兩者各有其優點。圖二(a)所示為幾何式3D虛擬展場之一隅；圖二(b)則為影像式3D展場所呈現的效果。



(a)

(b)

圖二、(a)幾何式3D虛擬展場之一隅。(b)影像式3D虛擬展場之一隅。

在典藏文物方面，我們選定中研院史語所珍藏之殷商時期青銅文物27件以及史博館珍藏之唐朝文物23件做為我們系統呈現的示範文物（見表一及表二）。我們所完成的3D環物立體拍攝總計大約2萬張影像，資料總量達15.5GB。另外，我們也與故宮合作，將其精選的五項器物數位化之後，放置在我們的公共資訊系統中做3D虛擬互動展示。此一系統曾於2004年5月在「國際博物館與文化資產多媒體展示與競賽會議」(F@imp 2004)對博物館專業人員公開展示，頗受好評。因此，故宮決定對一般參觀民眾公開展示（目前正在故宮的圖書文獻大樓配合故宮精品展一起展示）。圖一(c)即為展覽現場的實況。另外，史博館及中研院史語所的歷史文物陳列館也分別利用此一3D立體展示公共資訊系統作館藏文物的虛擬展示。

在93年度的計畫中，為了因應不同的應用及展示環境，我們進一步研發多種不同模式（Multi-Modal）的立體展示系統，以創造更多的數位內容加值機會。首先，我們利用兩台投影機來實作一個大型的立體投影系統。經過幾何及色彩校正後，兩台投影機可以精準地投射出左、右眼所需看到的影像在立體螢幕上。為了讓左、右眼所需看到的影像可以分別反射到觀看者的左、右眼中，兩投影機分別以不同方向偏極化後再投影，而觀看者則可以搭配相對應的偏光眼鏡，過濾出正確的影像。此種系統可以提供相當大的3D立體顯示範圍，讓多人一起同時觀看，效果相當不錯，唯必須穿戴眼鏡才能觀看。

接著，我們嘗試改用兩個獨立的小型液晶顯示器來取代單一的雙頻道微偏光液晶顯示器。此一設計除了可以完全消除一般立體螢幕的交錯殘影(crosstalk)，提升立體顯像的品質之外，亦可大幅縮小立體顯示器的體積，進而可以美化產品的外型設計與強化產品的實用性。基於此一構想，我們研發了新一代可以提供多人觀賞，但不需戴立體眼鏡的3D立體展示公共資訊系統。

為了提供更符合直覺的3D 文物操作介面，我們也研發了透明球虛擬呈像系統。其目的在於提供一個透明球形的互動顯示系統來達成三維物體的展示。利用此一系統，使用者可以在透明球內看到虛擬的3D 文物，也可以藉由轉動透明球來控制虛擬文物的轉動。當使用者轉動透明球時，系統會自動更新顯示相對應的影像，讓使用者感覺好像是在真實地轉動該3D 物體一般。

另一方面，我們也進行改良虛擬展場的展示功能。在kiosk的幾何型場景中，首先新增了幾何型虛擬展場之放大鏡，提供放大鏡讓使用者可以更進一步欣賞文物之美。使用者可以在觀賞環物的時候，點選出放大鏡，用以觀看該視角下物體的細節。由於幾何型場景是利用Virtools這套軟體來建置，所以我們開發了一個plug-in使得可以直接在原來的環境之下可以使用放大鏡的功能。因此我們在Virtools中產生一個2D Entity，當作放大鏡。2D Entity的中心會跟著游標移動，放大的影像會被貼到2D Entity上，使用者移動游標的同時會有操控放大鏡的真實感。

因為考慮使用者立場，所以我們在初始時的預設畫面中加入兩個新功能，如圖四所示，使用者可以利用自動導覽的方式到達商朝及唐朝的場景；當點選“商朝自動導覽”按鈕時，電腦會自動帶領使用者順著庭院的場景走道進入商朝的洞口；點選“唐朝自動導覽”按鈕時，電腦會自動帶領使用者順著庭院的場景走道進入唐朝的宮殿門口。此功能不僅讓使用者可以觀賞到精緻的虛擬場景，更能有回到古代身歷其境的感覺。虛擬展場之改良的部份，為了讓站在虛擬展示館庭院中的人物李白表現更生動，我們設定了幾種動作模式，以增加虛擬人物的趣味性。



圖三、自動導覽之例圖。

除了發展不同應用環境的展示系統之外，我們還將先前所有拍攝的文物全部放入3D虛擬展示館中，並製作成DVD多媒體光碟。光碟首頁、光碟表面圓標圖、光碟上、下封面如圖五、六所示。另外，我們也增加了中央研究院歷史陳列館之商代馬車重建內容以及規劃了史博館的兒童網站，希望能從未來的主人翁教育著手，讓歷史文化能長遠流傳。最後，我們也新增了多種展示效果到我們的公共資訊系統之中，以期能讓我們的系統更具吸引力，創造更多的加值機會。



圖四、光碟表面圓標圖和光碟內容首頁。



圖五、光碟上、下封面圖。

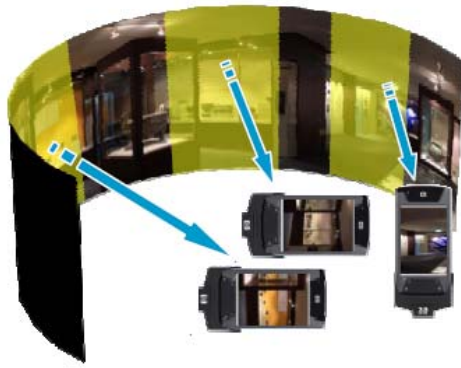
基於92與93年度於數位內容製作及多模式展示之成果，我們在94年度的計畫中開始著重於個人化增值服務之提供。為了達到個人化增值服務的功能，我們結合了長距離與短距離無線通訊技術，以分別取得參觀者的所在位置及辨識參觀者的身分。長距離無線通訊技術因其無線訊號遞減之特性常見其應用於室內定位系統之開發，此類定位系統常見的有WIFI室內定位、Zigbee室內定位以及長距離RFID定位等。透過室內定位系統，導覽系統可以取得參觀者約略的所在位置，若參觀者租用手持式導覽設備，導覽系統則可以依據參觀者位置資訊經由手持式導覽裝置來提供「隨身型導覽服務」。在計畫架構中，我們同時也透過散佈於展場的各處的公共資訊站，提供「定點型導覽服務」。公共資訊站藉著強大的運算能力以及較大展示螢幕，可以為文物提供更豐富而多樣的多媒體展示。然而，當參觀者使用公共資訊站時，公共資訊站為了能提供個人化服務必須知道“正在”使用此資訊站的參觀者身分。雖然室內定位系統因為可以知道每個參觀者約略所在位置則可以推測出正在使用公共資訊站的參觀者，若是公共資訊站附近同時有多位參觀者在旁觀看或是等待使用公共資訊站，很容易造成定位系統誤判而將錯誤的個人資訊套用在真正使用公共資訊站的參觀者，而提供了錯誤的導覽資訊。為了能避免上述的情形發生，我們搭配了一RFID技術(短距離無線通訊協定)讓使用公共資訊站的參觀者能方便提供系統其身份資訊。

針對前述之定位技術，我們經過審慎的考量之後決定與資策會合作，採用Zigbee無線通訊標準及其相關技術來實作室內定位之功能。如圖六系統架構圖所示，我們在各展覽室及其他重要展覽點設置Zigbee訊號接收器用以計算取得參觀者的所在位置，並且整合了Zigbee定位技術、RFID身分辨識技術以及手持式裝置成為一手持式導覽設備。當參觀民眾進行瀏覽博物館時，可以向館方租借手持式導覽設備。參觀者瀏覽於館內時攜帶此手持式導覽設備，導覽系統則可以取得參觀者在展場中的粗略位置，如圖七所示，並將這些位置資訊收集至遠端的中央伺服器。同時我們也在散佈四處的公共資訊站(Kiosk)中裝設RFID讀取機，當使用者操作公共資訊站時可以區別使用者的身份，藉以提供個人化增值服務，如：導覽路線的即時動態規劃、靜態目標的協尋(例如：洗手間、休息區、咖啡廳、或某一特定的展覽品)、動態目標的協尋(例如：隨行同伴、導遊的團員、導覽員、或館方的服務人員)、文物虛擬互動展示與個人化的多媒體深入解說等。

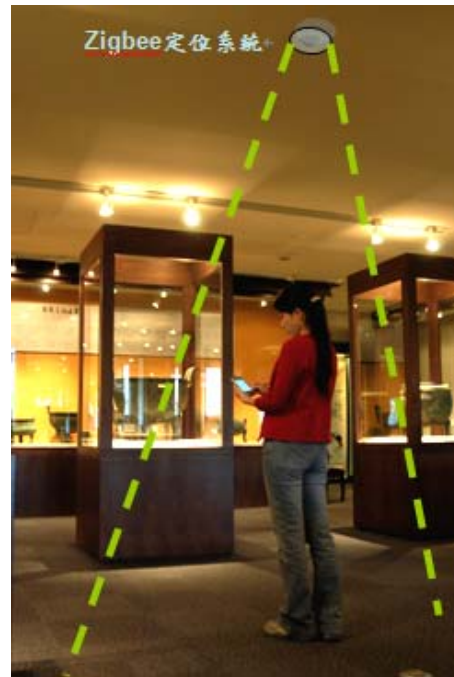
為了提供隨身的文物虛擬導覽，當系統得知參觀者進入導覽範圍時，參觀者攜帶的手持式裝置上的小螢幕上即可展現該展覽室的環場影像，以作為導覽之用，如圖七所示。我們在小螢幕的環場上設計了環場捲軸，參觀者透過拖拉環場捲軸來旋轉環場影像，則可以

輕易的點選影像中展覽品，即時地取得展覽品的相關資訊，例如：播放對應的文字、影像、視訊影片或環物影片等。

另一方面，針對現代人忙碌的生活步調，我們與史博館設計了兩種基本導覽模式：精選五件文物模式以及二十件文物模式，讓忙裡偷閒的參觀者能夠以自己允許的時間範圍內選擇適當的導覽模式。在精選文物導覽模式中，史博館挑選出最符合展示主題的代表性文物，提供參觀者不同時間彈性的選擇方案。



(a)



(b)

圖七、(a) 在手持式裝置上播放環物影像 (b) 利用 Zigbee 來定位

今年度計畫成果

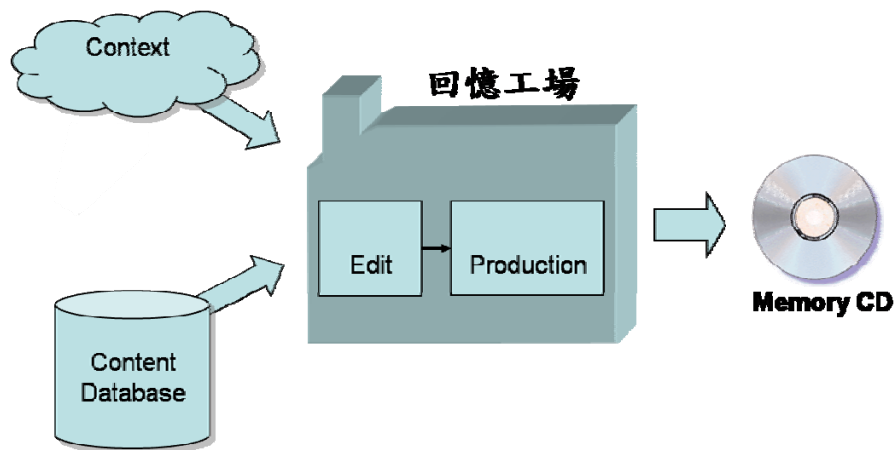
在本年度的計畫中，我們將透過個人化導覽系統來記錄參觀者在博物館中與展覽的各種互動行為。參觀者也許只是在展覽品前靜靜的欣賞，或透過我們提供的手持式裝置及公共資訊站與虛擬3D展品進行的多媒體式互動，這些互動的過程都可以被我們收集起來，作為猜測參觀者對展品的個人喜好的依據。除此之外，為了讓參觀者對回憶記錄能擁有更多的專屬感與參與感，我們將在博物館的多個定點架設攝影機，當參觀者在欣賞展覽品的同時為其倩影拍攝照片。在此情況下，參觀者可能不明確知道攝影機的存在，如此的設計是為了真實捕捉參觀者與展覽品之間的互動行為，而參觀者也有機會由另一角度觀看自己專注的身影。另一方面，我們也將在某些定點提供產生虛擬照片所需的綠幕，讓參觀者在綠幕前拍攝照片。然後，經過特殊的影像合成處理，參觀者可以在照片中虛擬地穿梭於各個

朝代，把玩當時的古物。當瀏覽結束時，回憶工場將自動產生參觀者專屬的回憶記錄；當然，參觀者也可以主動參與回憶內容的編輯，挑選喜歡的照片，自行編輯合成的虛擬影像。回憶記錄內容將會結合參觀者的個人瀏覽經驗以及數位典藏內容，製作出讓參觀者能夠因為所呈現出來的內容憶起猶如重臨現場的真實感受。

分析收集的參觀者個人經驗(Context)除了作為產生回憶記錄的用途，更可以提供館方分析參觀者在展覽中的瀏覽模式，了解參觀者對特定展品的喜好，展覽過程中參觀者的分佈傾向，以及展覽動線的安排是否適當等，透過了解參觀者所發出的無聲的建議，館方可以適時的對展覽的設定作調整，而參觀者也能感受到博物館的貼心之處。

除此之外，藉由回憶的位數保存更可以將回憶記錄延伸至經驗的分享。對於沒有時間親臨現場參觀的民眾而言，其他參觀者的瀏覽經驗是很有價值的參考。此資訊一方面可以協助使用者在事前了解其他參觀者的意見，以作為行程規劃的參考，另一方面也可以協助館方了解參觀民眾對展出內容的想法。

本年度的計畫目標在於開發一「回憶工場」，為參觀者提供個人化的回憶記錄。回憶工場將會參考參觀者的個人瀏覽經驗(Context)，將數位典藏內容(Content)整合到個人化的回憶製作中。本計畫的架構與系統關聯圖可使用下圖來說明：



圖九、系統關聯圖

在Context部分，92與93的計畫執行成果與經驗，已讓我們具備相當的能力進行文物3D數位化並為數位化文物提供豐富的展示模式。在Context部分，94年的計畫中，我們利用參觀者定位技術來收集分析參觀者瀏覽路徑，並提供個人化的導覽服務。基於過去累積瞭三年創意增值計畫的執行成果與經驗，在今年度的計畫中，我們提出的回憶工場將整合過去研究的成果，藉由個人化回憶光碟的產生，刺激參觀者的購買慾望，將增值直接面向參觀

民眾。

I. 參觀者情境感知 (Context)

藉由分析參觀者在博物館中的各種瀏覽行為，我們可以了解其對展品的個人喜好，並據以編輯一套客製化的回憶記錄，讓參觀者更容易喚起其經歷過的感受與經驗。參觀者的瀏覽歷史（或瀏覽記錄）將透過以下各種方式來收集：

◆ 由定位系統來收集

當使用者在參觀博物館時，我們會以定位系統記錄其瀏覽足跡。透過其流覽足跡，我們可以得知參觀者在不同的展品前停留的時間長短。在上年度的計畫中，我們係利用 Zigbee 定位技術來記錄參觀者任何時候於展場中的位置。

◆ 由手持式裝置來收集

當使用者透過我們所提供的即時互動式導覽，以手持式裝置與展場中的展覽品進行互動時（取得展覽品的相關資訊或把玩環物影片等），我們亦將此行為過程記錄下來，以作為分析及預測參觀者對展覽品喜好程度的指標。

◆ 由公共資訊站來收集

當使用者在參觀過程中使用公共資訊站所提供的互動式展示功能時，公共資訊站將記錄使用者對特定展覽品的關注時間等，作為分析參觀者對展覽品喜好程度的指標。

II. 數位典藏內容 (Content)

豐富的內容才能保障導覽的品質。在過去的計畫中，我們已研發出許多不同的技術，可以為數位典藏的內容提供多樣性的呈現方式，進而讓參觀者可以有不同的方式來欣賞展覽品。我們過去幾年有關數位化內容的成果包括：(1)展場的環場影像虛擬呈現，(2)展場的3D式虛擬呈現和(3)展覽品的環物影片虛擬呈現等。回憶工場將會參考參觀者的瀏覽經驗，將這些數位化內容整合到個人化的回憶產生，並在光碟中提供多種模式的虛擬呈現。參觀者也可以依其喜好與選擇，將其所喜愛的展覽品數位內容帶回，變成自己的珍藏。

III. 回憶記錄工場 (System)

雖然數位典藏內容是此創意加值計畫的關鍵，然而，即使是製作精美的數位典藏內容光碟讓參觀者選購，參觀者對此光碟內容仍會缺乏特有的專屬感。在回憶記錄工場部份，我們將結合數位典藏內容與參觀者的個人體驗來製作專屬於參觀者個人的回憶記錄。擁有這份專屬感，參觀者將會對此回憶記錄更增一份親切，進而增加其購買慾望。

我們開發了一套回憶收集系統，以參觀者的瀏覽行為、個人喜好等為依據，自動地產生專屬於某一參觀者的回憶內容。未來，若能在展場中放置回憶販賣機，當參觀者來到回憶販賣機前，回憶販賣機會自動根據參觀者產生其個人的回憶內容。透過在回憶販賣機上進行操作，參觀者也可以參與回憶內容的規劃。例如：提供多個佈景主題，讓參觀者可以根據個人喜好切換不同的佈景。或是讓參觀者參與調整回憶的內容（所呈現的瀏覽路徑以及選入的展覽品），挑選我們為參觀者拍攝的照片，編輯虛擬照片的內容等。同時也可以提供參與製作光碟封面的功能，參觀者若有足夠的時間，則可以盡情享受製作個人化光碟的過程。

第 2 章 回憶工場之技術開發

第 1 節 參觀者定位技術

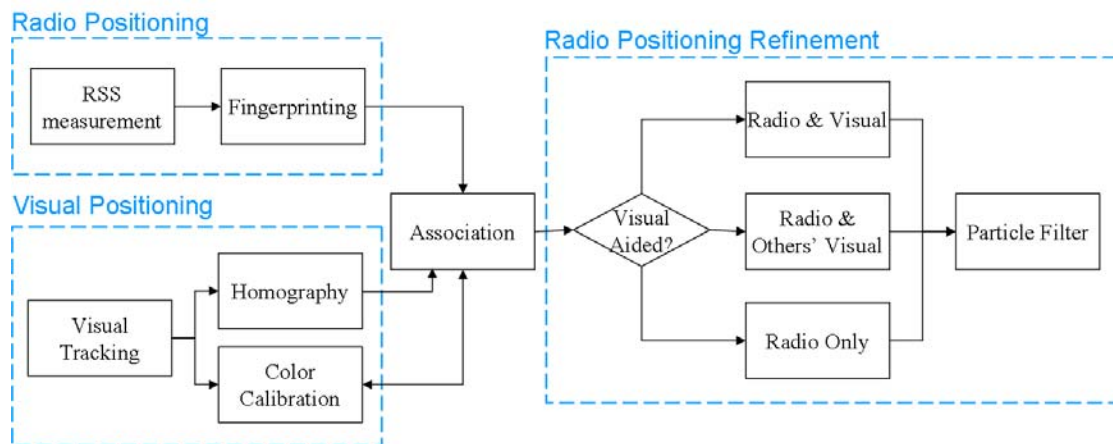
在我們提出的博物館導覽系統中，系統必須知道使用者瀏覽過程的歷史足跡，以提供導覽和回憶資訊的收集。在室內的定位系統中，最常使用的是無線定位技術（radio positioning）。方法是在環境中事先佈置無線電發送器（radio beacons），使用者身上則攜帶一個無線電信標（radio tag），當使用者在環境中移動時，無線電發送器會定時發出無線電訊號。因為無線訊號的強度會隨著距離而減弱，所以我們可以根據使用者身上無線電信標所接收到的訊號強度來推測使用者所在的位置。但是，無線電訊號的強度還會受到距離以外的其他因素影響，（例如，空間中人體對訊號的阻隔、環境的溫度和溼度等）使得我們無法從訊號強度準確的推斷使用者的位置，造成定位結果的不準確。因此我們整合和無線定位技術特性互補的視訊定位技術（visual positioning），進而突破無線定位技術的限制。

關於視訊定位技術，我們事先在環境中架設一些攝影機，當使用者經過攝影機的「視線範圍」時，視訊定位技術會偵測使用者的出現並根據得到的影像推測使用者的位置。無線定位技術和視訊定位技術有以下幾個互補特性。首先，無線定位技術提供了大範圍的定位，而視訊定位技術的定位只限制在攝影機的視線範圍內。另外，因為無線定位技術可以根據無線電信標而得到使用者的身份，所以能夠提供長期的位置資訊，而視訊定位技術無法直接從影像上判斷使用者的身份，只能提供短期的定位結果。但是，無線定位技術因為訊號強度受到其他因素的干擾，而使得定位結果不準確，但視訊定位技術則可以準確的得到使用者的位置。因為以上這些互補的特性，我們希望可以截長補短，而得到比較好的定位效果。

另一方面，在人群發生聚集的現象時，因為人體會對訊號強度產生阻隔，所以在這種情況下，無線定位技術的定位結果會受到嚴重的影響，而當視訊定位技術遭遇人群聚集的情況時，還是有機會可以從人群之中取得精準的定位結果。因此我們利用視訊定位技術所提供的位置資訊，來修正無線定位技術的結果，進而提升整個系統的定位準確度。

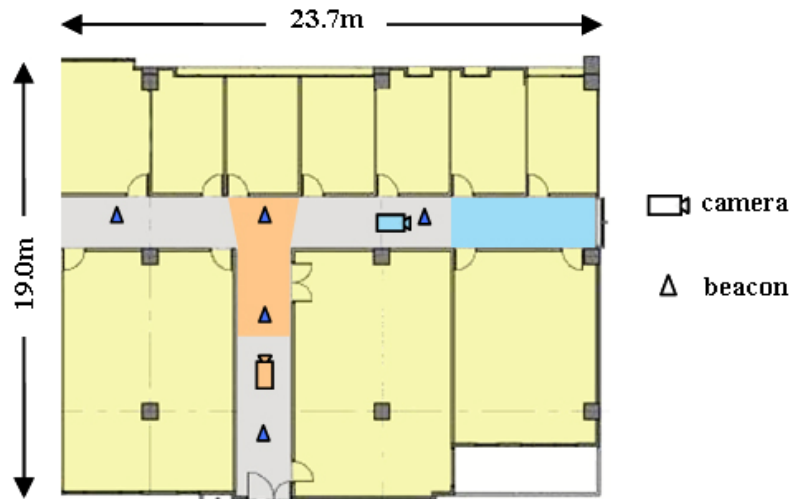
無線定位技術可以根據使用者所攜帶的無線電信標而得知使用者的身份並推測使用者的位置。但是視訊定位技術所取得的資訊為使用者被攝影機所觀察到的色外觀（color appearance），無法從影像上取得使用者的身份。所以當我們取得兩個系統的觀測結果時，我們需要一個資料聯結（data association）方法來決定兩個系統觀測結果之間的對應關係。針對這個問題，我們同時考慮觀測結果的色外觀及其在空間中移動的軌跡（trajectory），提出一個資料聯結方法來決定觀測結果之間的對應關係。根據此關係我們即可以整合兩個系統的觀測結果，取得更精準的定位結果。

下圖為我們的系統架構，左上角為無線定位技術的部分，取得無線電信標所接收到的訊號強度之後，我們採用廣泛使用的訊號特徵定位（fingerprinting）來推測使用者所在的位置。左下角的部分為視訊定位技術，當攝影機取得影像之後，視訊追蹤技術會偵測使用者的出現並決定使用者在影像中所佔的位置，此位置經過單應矩陣轉換（homography transformation）即可取得使用者在空間中的位置。另外，因為在資料聯結方法中會考慮到觀測結果的色外觀，所以我們必須把各攝影機觀測結果的色外觀經過色彩校正（color calibration）的處理，移除不同照明情況對各攝影機所取得的影像所造成的影響。取得兩個系統的觀測結果後，聯結方法即據此決定觀測結果間的對應關係，最後所有的資訊即用於無線定位精細化（radio positioning refinement）之中，以得到較精準的定位結果。

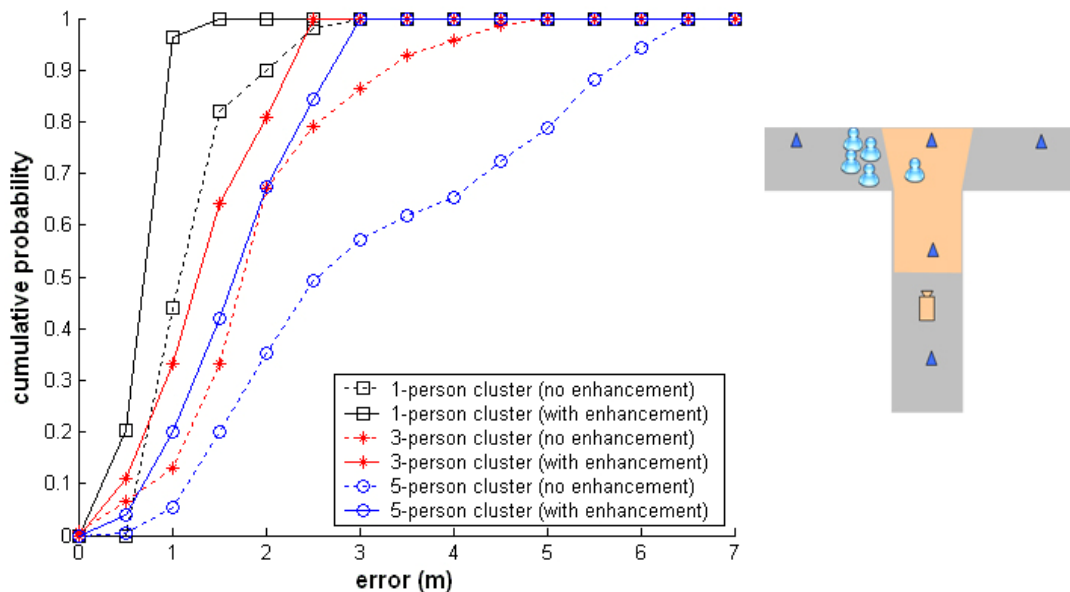


在無線定位精細化步驟中，根據不同的資料聯結結果所能取得的資訊也不同。首先，當所有的使用者都不在攝影機的視線範圍內，此時的視訊定位系統無法提供任何使用者位置的資訊，因此所能使用的只有無線定位系統的資訊。在其他情況中，部分使用者進入攝影機的視線範圍內，針對這些使用者，我們可取得的資訊有無線定位結果和視訊定位結果。而對於其他沒有在攝影機視線範圍內的使用者，我們除了可以利用他們的無線定位結果之外，還有其他人的視訊定位結果可以使用。不論我們取得的資訊為何，最終都是透過粒子

濾波 (particle filter) 綜合考慮各種資訊，並產生最後的定位結果。



上圖是我們的系統架構，實驗範圍為以灰色標示的走廊部分。深藍色為無線定位系統中，無線電發送器所設置的地點，圖中同時標示了視訊定位系統中，攝影機所架設的位置及其視線範圍。我們在圖中的「T」型走廊區域，針對不同人數的人群聚集情況做定位，實驗的人員配置為下圖右，而定位結果的誤差累積分部函數顯示在下圖左。其中虛線的部分為單獨使用無線定位技術的結果，實線的部分是整合過後系統的定位結果。曲線越靠近縱軸表示定位結果的誤差越小。由此圖中我們可以看到，當人群聚集的人數越多的時候，因為人體對無線訊號所產生的阻隔，的確會對無線定位技術產生嚴重的影響。在只有一個人的情況下，所有的誤差都在3公尺以內，而在五個人的情況下，有一半的誤差在3公尺以上。而不論在哪一種情況下，我們的系統都得到比較好的定位結果，所有的定位結果誤差都在3公尺以內（包含不在攝影機視線範圍的使用者）。

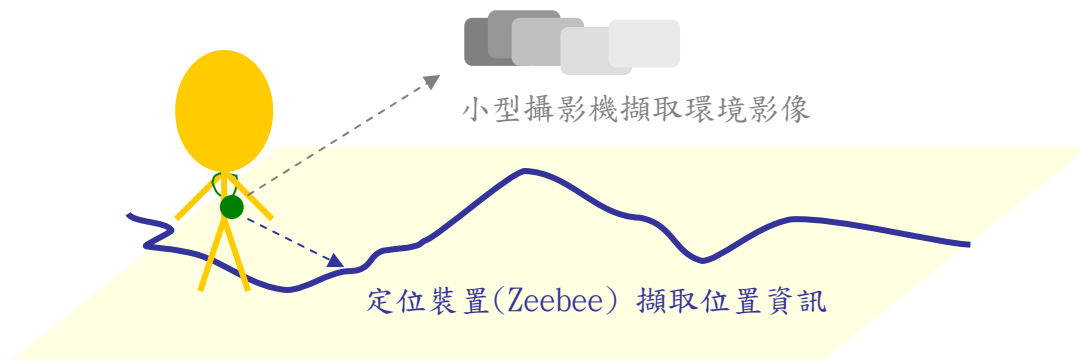


由於在博物館中常有部份區域會聚集參觀者，在此情況下，以無線訊號為基礎的室內

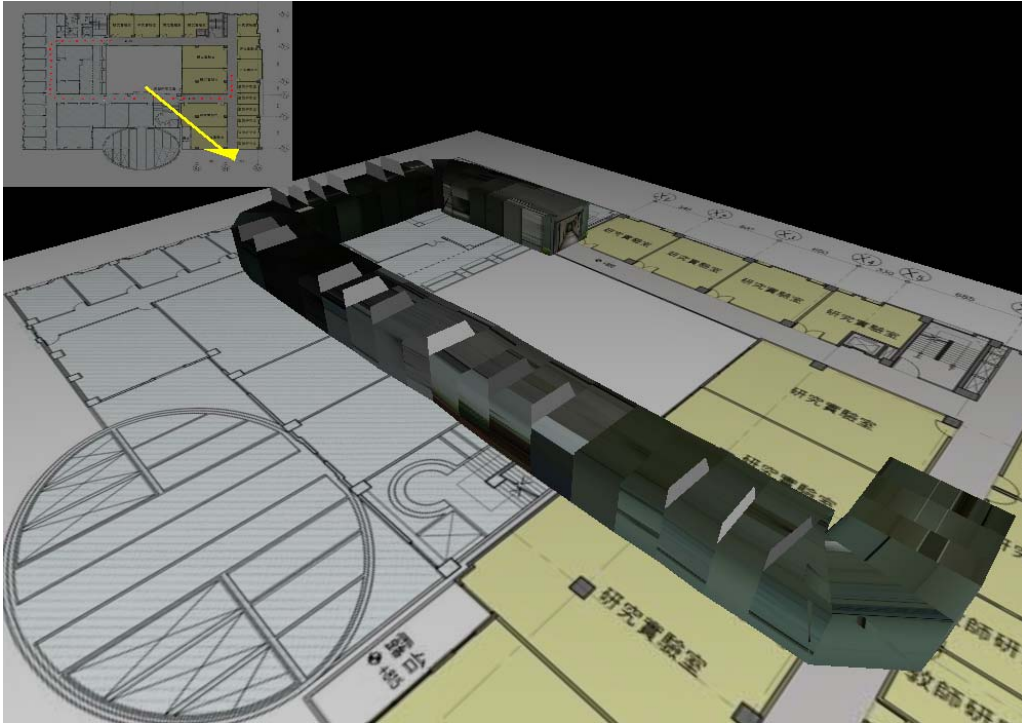
定位系統必須面臨定位結果不穩定的考驗。在我們提出的方法中，透過攝影機的協助在人群聚集的區域仍可以有效的提供足夠的定位精準度，以達到位置感知應用的需求。基於此較為穩定的定位系統，除了可以即時的依據參觀者所在位置提供展覽室導覽資訊，更可以收集到完整而正確的參觀者瀏覽路徑，是製作回憶紀錄的重要資訊。

第2節 回憶的呈現與瀏覽

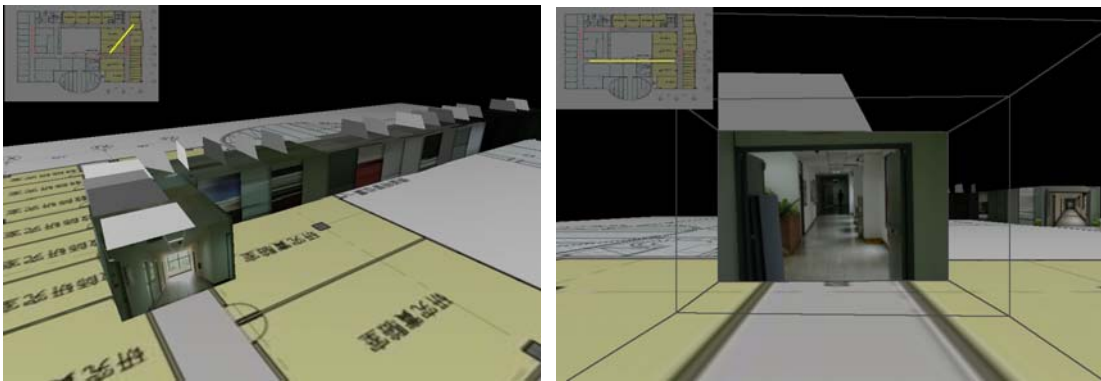
傳統的流覽方式，在參觀的回憶紀錄部分，也許是拍攝展場影像，或者是記下參觀了哪些展物，參觀者都必須主動地去完成這樣的紀錄，而我們的回憶工場，則是希望結合「定位資訊」與「回憶相機」，透過一個較為隱性的裝置，讓參觀者在自然瀏覽展場的狀態下，可以隨時隨地替參觀者完成個人專屬的瀏覽歷史紀錄，而且透過3D視覺的呈現，讓參觀者可以用較直覺的方式重溫回憶。



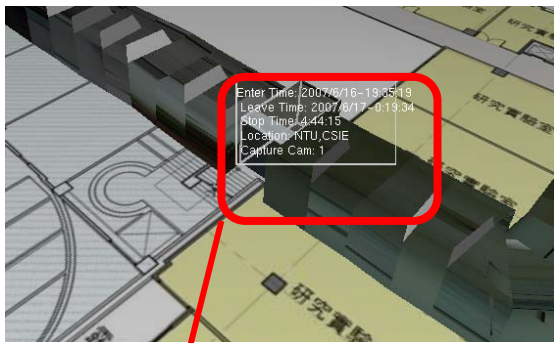
在我們的回憶工場系統中，參觀者的身上配有Zigbee或其他定位裝置，週期性地擷取於目前所在的位置資訊，以完成參觀路徑的紀錄。另外，配合一數位攜帶型相機配戴於參觀者胸前，定時拍攝參觀者眼前的環境影像，詳實紀錄下瀏覽路徑上的視覺經歷。隨後，系統將自動將這兩者資訊作整合處理，以立體視覺化的方式呈現。



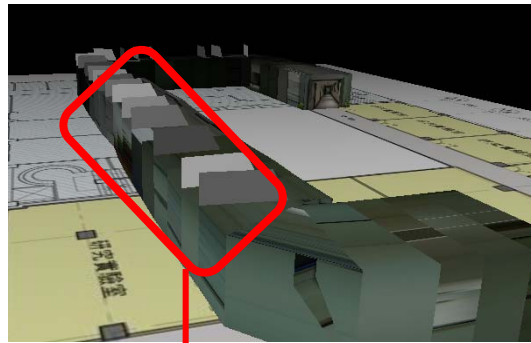
回憶紀錄的呈現方式部份，我們以展場地圖作為回憶紀錄的展示平台，讓一張張由回憶相機取得的影像，根據拍攝的位置與時間依序站立排列於地圖上，自然地形成一條延綿的回憶隧道，參觀者可以隨意的於此3D環境中移動、旋轉、縮放，改變瀏覽的視角，有如又重新回到當時參觀的場景。宏觀地看，參觀者可以清楚知道自己的瀏覽路徑；微觀地看，每一張影像都是回憶的呈現。



除此之外，透過系統完整的紀錄，參觀者可以回溯當初拍攝時間、地點等資訊，每個地方的停留時間也會在影像上呈現不同的顏色標記，因此亦可得知何處是當時瀏覽展場時最有興趣的區域，進一步蒐尋該區展物的訊息，甚至，可與同個時間下其他參觀者的所見畫面做個連結，得知其他參觀夥伴的瀏覽情形。



瀏覽時間、地點資訊



停留時間示意標記

配合定位系統，我們預期透過精緻的3D視覺呈現與簡易的操作介面，讓參觀者可以隨時重溫其遊覽經歷的每個精彩片段。

除了利用隨身的回憶相機紀錄參觀者的視覺經歷，我們也延續了上一代的水晶球系統設計了新的使用者操作方式，並增加了回憶的收集與呈現的機制。有關水晶球系統的改良將在4.2節中詳細說明。下面我們先著重於水晶球的回憶收集與呈現。

水晶球上操作介面的設計主要為符合使用者普遍對巫師操作水晶球時的想像，一方面讓使用者能夠透過水晶球的魔力來欣賞文物之美，另一方面也希望能夠提供使用者直覺的操作方式來與顯現於水晶球中的文物互動。為了讓水晶球的設計更加完善，我們必須瞭解使用者對魔幻水晶球的反應，並根據其使用經驗，重新檢視與調整水晶球的設計。為此一目的，我們將在水晶球機構上加裝一個攝影機來觀察使用者的操作行為與反應，完整的收集使用者操作經驗。此攝影機將會和水晶球的程式整合在一起，當有使用者在進行操作時來開始進行錄製。透過這樣的方式，未來當水晶球在各種展出機會時，可以進行使用者經驗的收集，長期性的觀察使用者的反應，並作為未來評估水晶球的依據。另一方面，由於此攝影機將會紀錄使用者的操作過程與反應，我們也規劃開發影片自動剪輯，讓程式自動為使用者製作一份10~30秒的水晶球回憶片段。當使用者欣賞過典藏文物之後，水晶球將會提供此一隱藏片段，點選後就可以在水晶球裡看到自己操作時的樣子。當播放此特殊片段時，水晶球系統會同時詢問使用者是否願意提供電子郵件位址，該片段將會由郵件寄送給該使用者。若使用者願意留下個人郵件信箱，未來我們更可以透過該管道來提供使用者更多回憶紀錄，同時也有機會得到更多的使用者經驗回饋。

第3章 環物/環場製作技術之改進

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，環物影片與環場影像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(如圖二十一)，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 [57]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。而環場的製作過程簡易、編輯及展示的軟體普及，在虛擬實境中環場也已成爲普遍使用的媒介之一。環場可分爲圓狀、圓柱狀、四方體。在此計畫中，我們使用的是圓柱狀的環場。在展示軟體(如：Quick VR)觀看圓柱狀的環場的方式，乃將使用者的視點置於圓柱中心，允許使用者在單一環場中轉換水平視角、垂直視角及放大的動作，亦可於多個環場間轉換。

第1節 環物自動建模技術之開發

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，環物影片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。

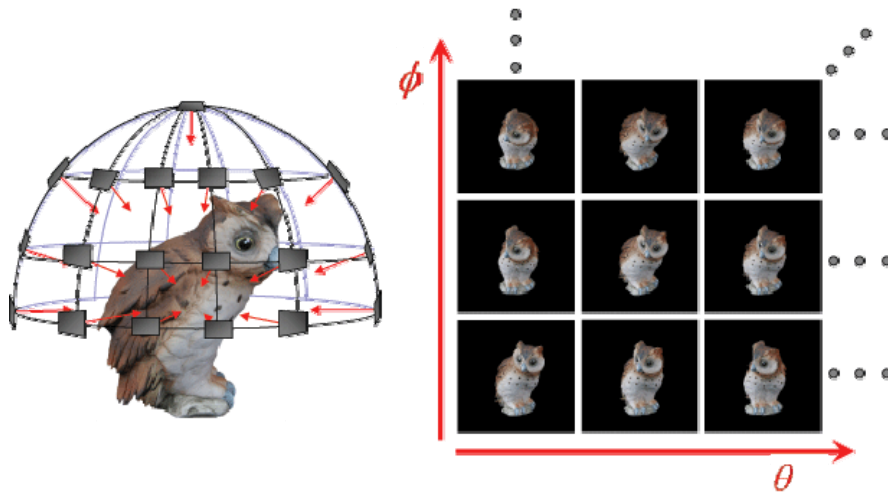


圖 1 環物影像的 3D 示意圖及其對應的影像陣列

我們在整個環物影片從取像到呈現的過程中提出許多新的方式，包括環物拍攝器(如圖 2)的校正，環物影片的自動去背，環物影片的自動建模，在環場影片中置入環物影片的方法，以及環物影片任意視點的重製。

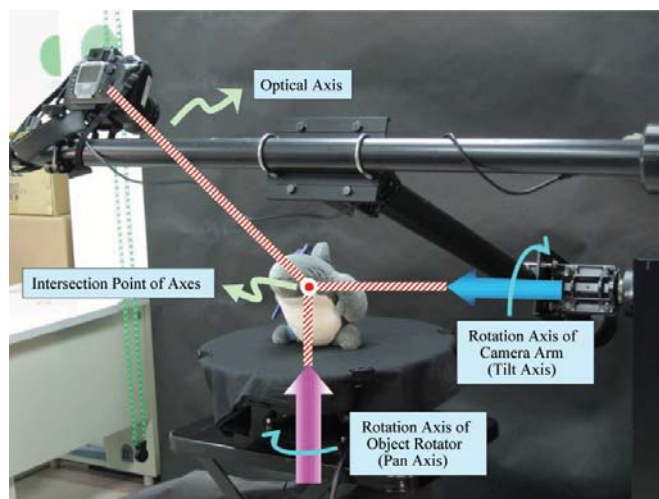


圖 2 Motorized object rig-AutoQTVR

在環物拍攝器的校正上，因為拍攝器的各個部分是分別獨立的所以環物平台的轉軸、相像的轉軸及相機的光軸並不一定會交於一點，而造成物體在旋轉的時候會在螢幕上飄動的情形，我們在ACCV 06中發表的校正方式，讓使用者可以很快很方便的對機器進行校正，藉由自動的辨識機制跟對環物拍攝器量身打造的數學模型，此系統可以全自動的，快速的計算出正確的拍攝器設定並以視覺化的方式呈現給使用者(如圖3)



圖 3 視覺化的環物拍攝器呈現，圖為校正前後

在環物影片的自動去背上，以往都是使用人工去背的方式，由於一組環物影片往往都包含了上百張的影像，去背的工作就成了一個相當耗時耗力的工作，我們提供了一個近全自動的方法，使用者只需要進行少量的選取的動作即可以對整組環物影片進行去背，節省了大量的時間及人力。

在環物影片的自動建模上，我們提出了一個方式能從去背好的環物影片中取得相當精準的物體3D模型，得以保留物體上的許多細節，取得的這個3D模型可以用於輔助環物影片呈現，使得更多的視覺效果成為可能，例如光影的改變，視點的改變等(如圖4)。



圖 4 左圖為原始影像，右圖為繪製出的影像

傳統上，要將環物影片場景中，通常需要場景的立體模型，我們在02年提出一套新的方法可以不用得知場景的立體模型，而且可以快速的在場景中加入環物影片(如圖5)。

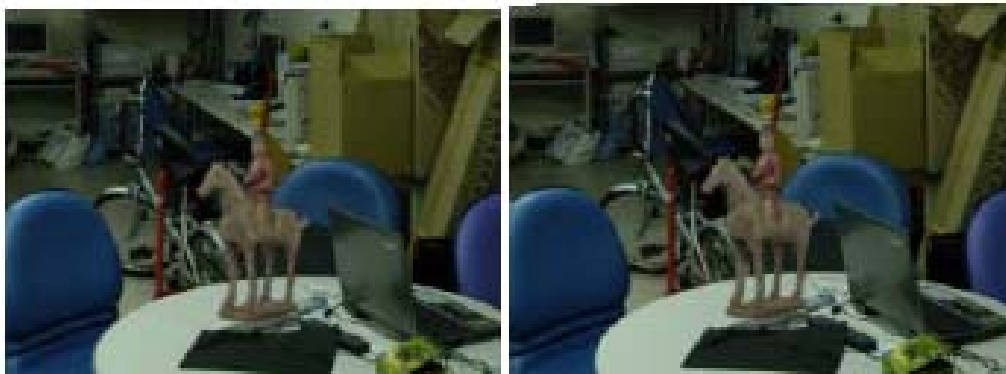


圖 5 將環物影片放入場景中

最近，我們還提出了一套新的方式來繪製環物影像，以克服環物影片視點固定的問題，藉由這個新的繪製方法，我們可以產生原環物影像中兩兩視點間的轉換，在轉換的過程中又不會失去物體的細節，也不會讓物體變的不自然。(如圖6)

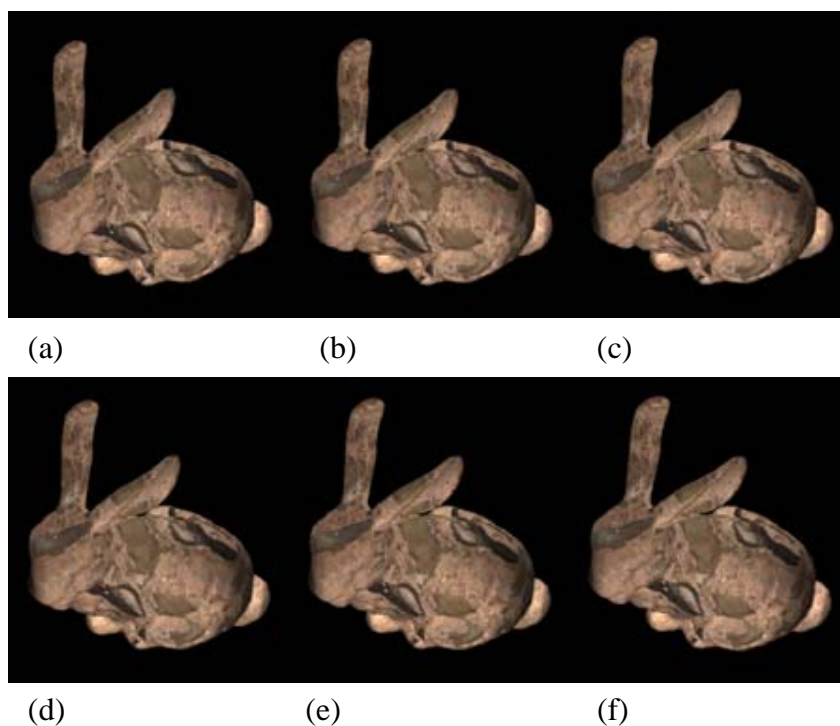


圖 6 (a)(f)為原始影像，(b)~(e)為程式產生的影像

第 2 節 環場影像的平順轉場

隨著環場的製作過程簡易、編輯及展示的軟體普及，在虛擬實境中環場成為普遍使用的媒介。環場可分為圓狀、圓柱狀、四方體。在此計畫中，我們使用的是圓柱狀的環場。在展示軟體(如:Quick VR)觀看圓柱狀的環場的方式，乃將使用者的視點置於圓柱中心，允許使用者在單一環場中轉換水平視角、垂直視角及放大的動作，亦可於多個環場間轉換。但目前的展示軟體在兩環場間轉換時，採用直接跳接，從來源環場直接轉換到目的環場，

這樣的處理方式會讓使用者由於畫面的不連續而感到不舒服。因此，我們提出一個產生平順轉場的方式。在使用者指定的轉場路徑上，分別在來源及目的環場各取一張影像，產生這兩張影像間的中間影像。當在來源和目的環場間轉場時，連續播放這些中間影像可讓使用者感受到平順的轉移。

在僅有來源與目的影像的資訊下，我們的方法結合了許多新穎的技術與極少的使用者介入，可產生令人信服的中間影像。首先分別將場景影像切割成多個區域，並找出來源及目的影像間的對應區域。在場景表面可以平面來趨近的假設下，可以使用單應性矩陣（Homography）作為對應影像區域的轉換函式。接下來的圖示將以史博館的兩相鄰場景為例（圖1，2），及使用者指定的來源影像（圖3）及目的影像（圖4）。



圖 1：來源環場



圖 2：目的環場



圖 3：來源影像



圖 4：目的影像

要使用單應性矩陣作為轉換函式，必須取得對應點及套用區域。對應點的取得乃利用SIFT分別兩影像中找出特徵點，再使用SIFT產生的描述來尋找點跟點之間的對應關係。在我們的方法中，場景被分成多個區塊，對於每一個區塊計算其單應性矩陣。區塊有兩種類型：前景與背景。前景為使用者關注的區域，此區域被認定為必須在中間影像完美呈現；背景為使用者認為不重要的區域。場景的切割（Segmentation）需要簡易的使用者介入，利用GrabCut來取出前景，利用我們設計的簡單介面即可切出背景部分。GrabCut利用使用者輸入的資訊，以GMM（Gaussian Mixture Model）來估計前景跟背景的色彩，再利用graph cut來取得最適的前景背景分割。再來，背景分割的部分，背景通常可由多邊行來表示，因此我們設計了簡易介面允許使用者透過依序指定多邊形的頂點來完成背景的切割方式。

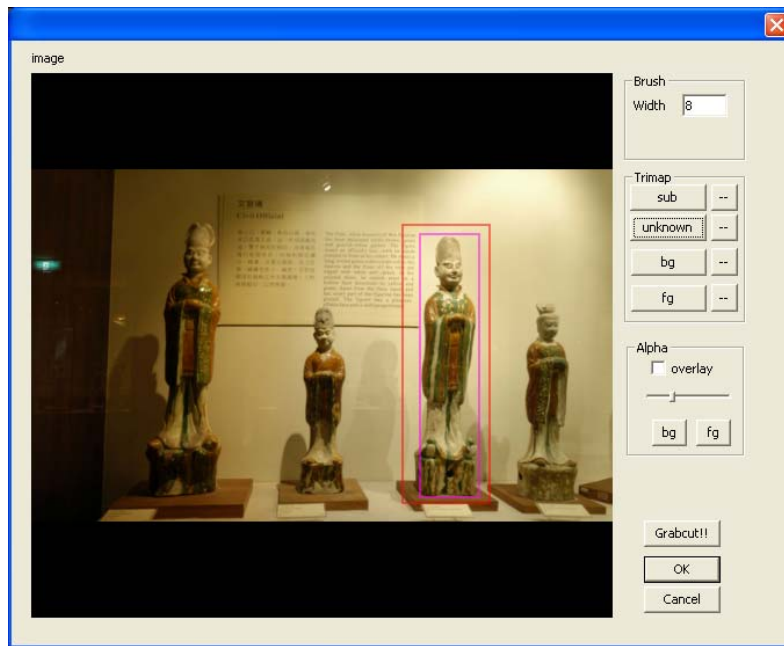


圖 5：前景切割的使用者介面

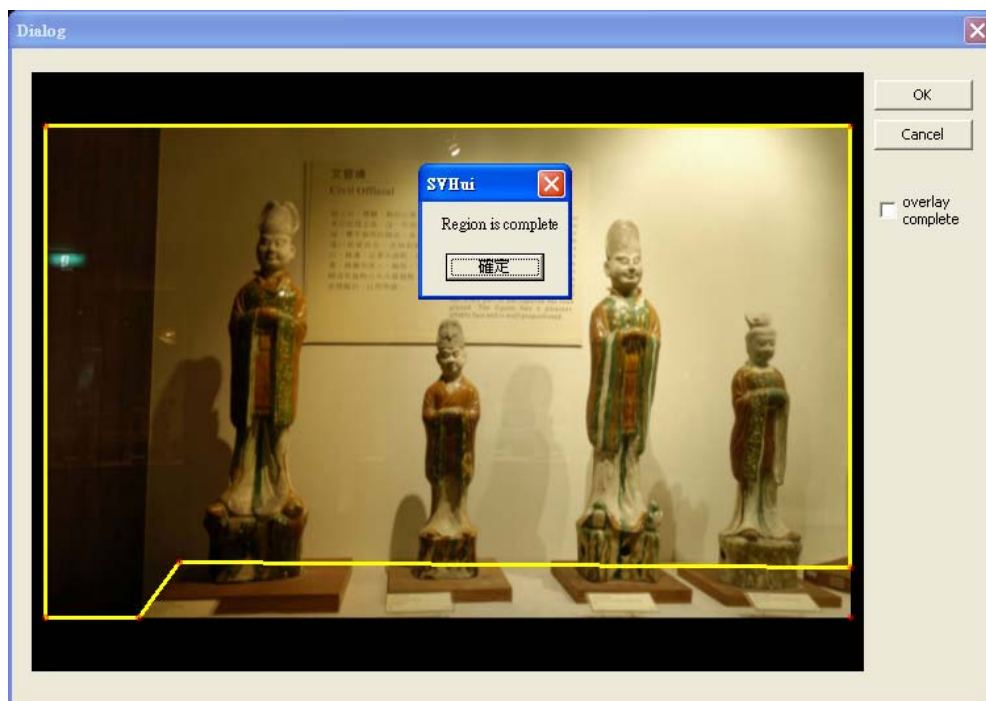


圖 6：背景切割的使用者介面

由於每個區域依照各自的單應性矩陣做轉換，會有破洞出現在產生的中間影像中。因此，在產生中間影像前，會先把背景區域中被前景佔據部分以其他背景資訊填補起來，如此一來，此填補的區域在整個視覺轉換的過程中會是一致的，且為使用者預期看到的背景影像。在此步驟，我們運用了兩影像間的互補資訊來填補並搭配傳統的inpainting技術。接著，進入產生中間影像的階段，在此階段我們引進了兩個視覺特效：非寫實渲染

(Non-Photorealistic Rendering) 與縮放模糊 (Zoom Blur)，非寫實渲染之目的在於提供使用者具有藝術風格的轉場，而縮放模糊可讓此轉場過程更加平順。我們利用單應性矩陣作為兩對應區域間的轉換函式。欲產生某時間點的中間影像時，我們分別將來源及目的影像的區塊轉換到這個中間影像，並利用適當的可視性分析 (Visibility analysis) 解決重疊與破洞的問題，最後用線性內差 (Bilinear Interpolation) 將顏色融合。以下為我們的成果：

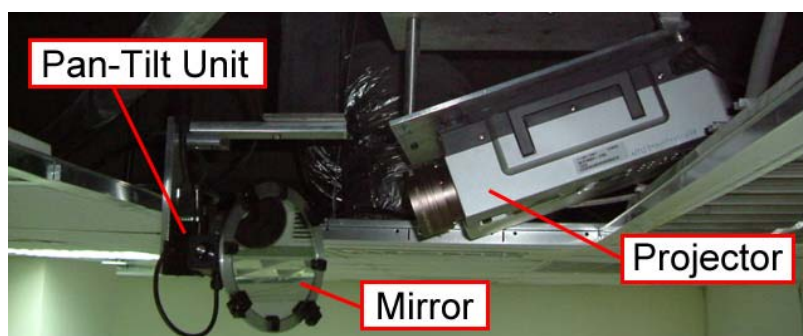


圖 7：利用來源影像 (圖 3)、目的影像 (圖 4) 產生的中間影像。依上而下分別為時間點 0.2、0.4、0.6 及 0.8。左欄為原始產生的中間影像，右欄為搭配縮放模糊後的中間影像。

第4章 展示系統之開發與改良

第1節 多重解析度投影系統

我們的多重解析度投影系統是由一組固定式投影機以及一台可旋轉式投影機所構成的。這組固定式投影機包含兩台投影機，兩台投影機合力投影出一面大投影牆。可旋轉式投影機是由一台投影機、一個雙軸馬達與一面鏡子所組成。鏡子由馬達承載並安置於投影機鏡頭前以反射投影出來的光線。故當鏡子轉動時，鏡子可以把投影機所投影出來的光線反射到室內的各個角落。



圖十二、安裝於天花板的可旋轉式投影機。其機構由一台投影機、一個雙軸馬達與一面鏡子所組成。

雖然固定式投影機可以投影出很大的畫面，但是此一畫面的解析度偏低，故使用者可能無法清楚的辨認出畫面上的各種細節。然而，可旋轉式投影機可以提供較高解析度的投影畫面，但是它的投影範圍較小。我們將可旋轉式投影機所投影出來的畫面疊在固定式投影機所投影出來的投影牆上，以加強某一特定區域的解析度。藉由這樣的方式，固定式投影機用來提供一個全景的大畫面，可旋轉式投影機則用來提供一個補強的局部畫面，讓使用者可以清楚辨認出那個小區域的細節。



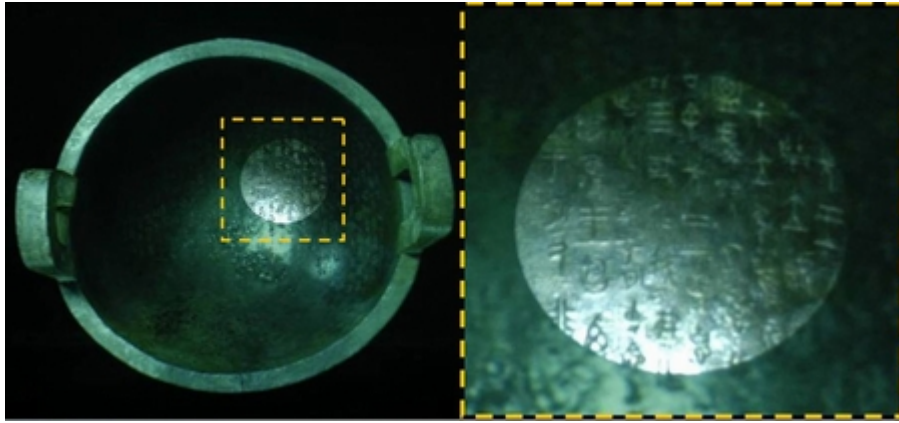
圖十三、多重解析度顯示牆面之示意圖。

我們提供了一個使用者介面讓使用者可以操控高解析度畫面的投影位置。使用者可以使用雷射筆來指出他有興趣、想看清楚的區域，然後我們用天花板上的攝影機偵測出畫面上的雷射光點位置，偵測到的座標會被送到控制馬達的機器上，機器會根據這個座標對要投影出來的影像做一些運算，然後將鏡子旋轉到適當的角度並將影像投影出來，讓高解析畫面疊到使用者期望的位置上。

我們使用此多重解析度投影系統建構出一個「虛擬博物館」系統。我們用環場全景影像來建構一個以影像為基礎的虛擬實境系統。就像在真實的博物館裡面一樣，使用者可以在博物館裡面到處逛並在特定的文物前停下來細看。在這個系統裡，使用者可以用滑鼠拖拉場景，並且點選任一個使用者感興趣的文物。當使用者選擇了他想細看的文物後，系統會將文物放大到佔滿整個畫面，讓使用者可以看清整個文物的面貌，此時，使用者如果想進一步的看清楚文物的細節，則可以藉由操控可旋轉式投影機，使它投影出局部的高解析度畫面，以補強文物的某一部份，讓使用者可以進一步看清文物的細節。



圖十四、由牆面投影系統頭射出虛擬博物館場景。



圖十五、由多重解析度牆面投影系統呈現一環物影像。藉由同時呈現兩種解析度影像，使用者可以看清他想看清楚細節又不會遺漏整體性的資訊。

此一系統的優點主要有兩個：一、這個系統平衡了解析度與系統建置成本雙方的需求。二、此系統不但提供大範圍的畫面，又能兼顧局部的解析度，故使用者可以看清他想清楚的細節又不會遺漏整體性的資訊。

第2節 3D 魔幻水晶球互動展示系統

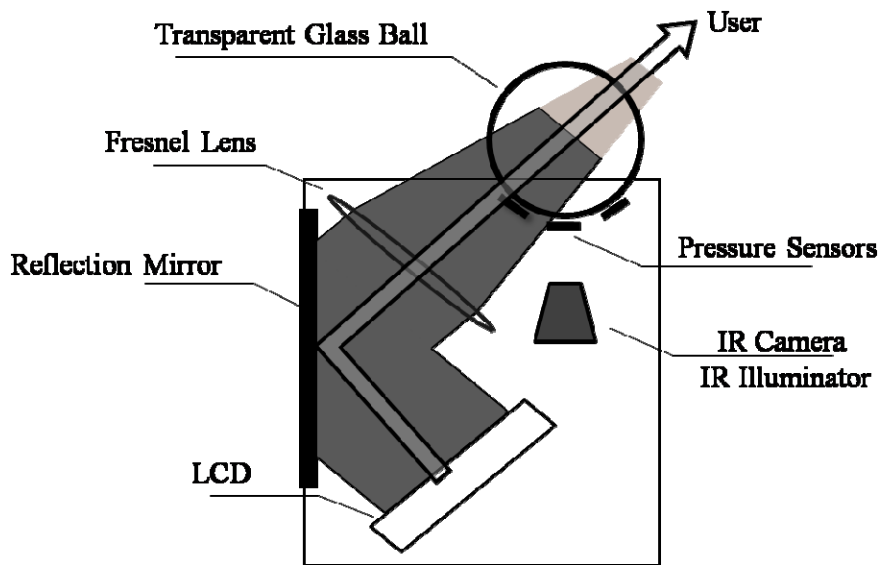
基於上年度水晶球的顯示機構，我們進一步努力水晶球上使用者操作介面的改善。新的操作介面將可以使用者感覺自己就像女巫擁有魔力般自由地操控水晶球，更增添玩賞文物的樂趣。



左圖為魔幻水晶球操作示意圖，右圖為使用者由水晶球中看到虛擬文物。

「3D魔幻水晶球」系統主要可以分成兩部分：顯示模組與偵測模組。顯示模組是由一個15吋的LCD顯示出想要投影的影像，光線經由鏡子反射以及特殊透鏡（Fresnel Lens）的折射，將影像投影在透明的玻璃球中。由於利用光學反射及折射的原理，可以讓虛擬物體

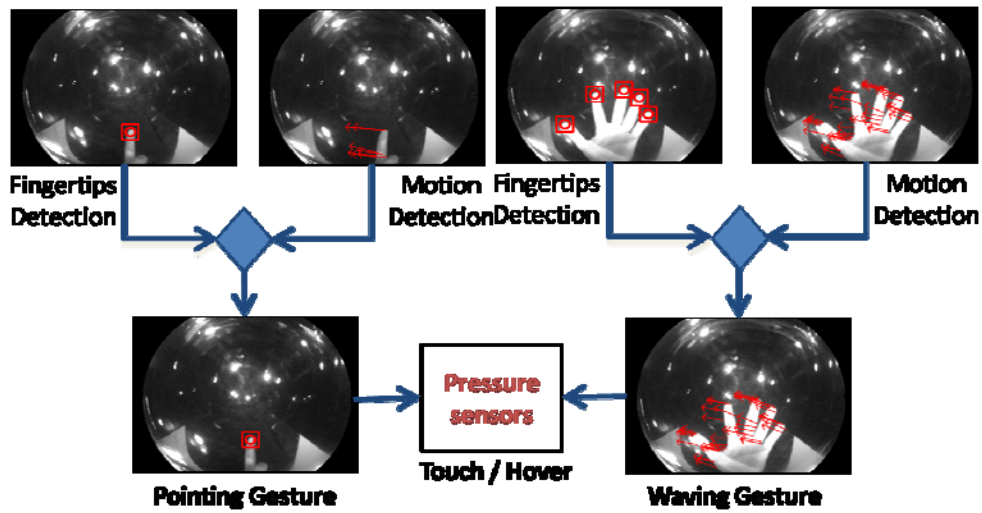
如同真實物體一般地呈現在「透明水晶球」裡，讓原本2D影像顯示成3D的虛擬物體，讓觀賞者以互動的方式來觀看展示文物。



圖十、魔幻水晶球硬體架構圖

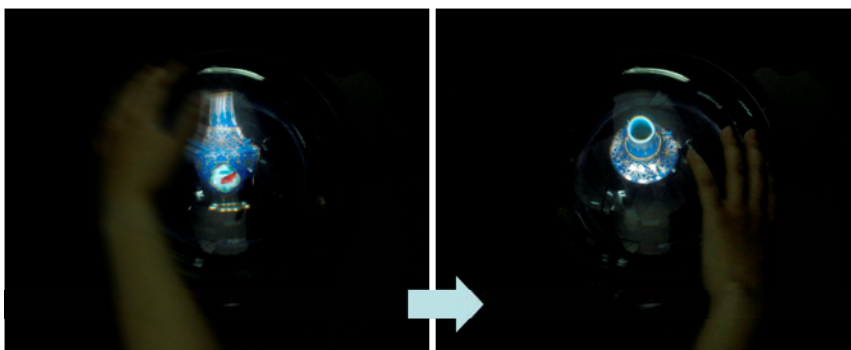
偵測模組由一個紅外線攝影機及三個壓力偵測感測器組成。經由紅外線攝影機擷取到的影像，我們分析使用者在玻璃球上的手勢。我們將使用者的手勢分成兩大類：指向手勢（Pointing Gesture）及揮動手勢（Waving Gesture）。利用我們研發出的指尖偵測技術，可以將使用者的指尖位置偵測出來，偵測的結果用於指向手勢；利用光學流動偵測演算法（Lucas-Kanade Optical Flow Algorithm），可以偵測出手的運動方向，偵測結果用於揮動手勢。判定使用者手勢時，當指尖偵測技術偵測到影像中只有一支指尖，此時我們就當作使用者使用指向手勢，此手勢可用於選擇物體。當指尖偵測技術偵測出有多隻指尖時，我們就當作此時使用揮動手勢。這兩種手勢在使用上是很直覺而且自然的，使用者可以自由的根據需求使用不同的手勢，不必再特別去記住其他的手勢。

三個設置於水晶球下的壓力感測器，是用來偵測使用者的手是否有碰觸到玻璃球。壓力感測器會根據所偵測到的壓力回傳不同的數字值，原始的數值是只有玻璃球的壓力，當使用者將手放在玻璃球上時，壓力感測器會偵測到比原始壓力更大的壓力值。藉由壓力感測器的偵測結果，使用者的手勢可以分成碰觸到玻璃球及懸浮在水晶球上方的兩種類型，再搭配影像分析的指向手勢及揮動手勢兩種結果，在「3D魔幻水晶球」系統中，就可以組成基本的四種使用手勢（碰觸的指向手勢、懸浮的指向手勢、碰觸的揮動手勢、懸浮的揮動手勢）。

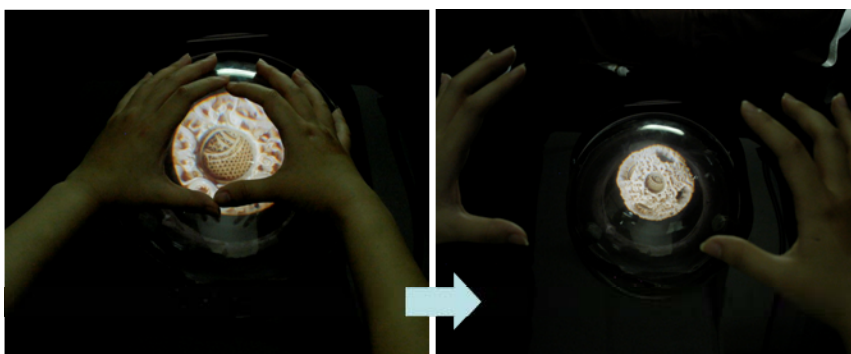


圖十一、使用者參作水晶球時，由紅外線攝影機觀測到之影像與分析結果。

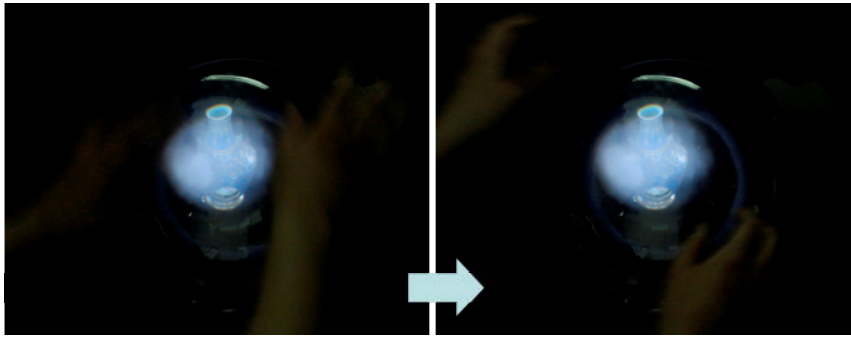
我們使用此「3D魔幻水晶球」建構出一個「文物瀏覽」系統，我們使用環物影像將文物呈現於水晶球內，就像透過水晶球可以看到平常無法看到的寶物一樣，就像把玩著文物般，使用者的手可在水晶球上任意的移動用來轉動文物，從不同的方向來觀看展示文物。若使用者想進一步看清楚文物的細節，只要用兩隻手圍出一個圓形的形狀，系統就會將文物放大，讓使用者可以看清楚文物的細部。當使用者想要觀看其他的文物時，也只要像女巫在使用水晶球時，在水晶球上方揮舞著手，水晶球內部就會慢慢被煙霧佔據，等煙霧重新散開時，水晶球內就會顯示出另外一種文物可供使用者觀賞。



手在水晶球上滑動可轉動文物，讓使用者從不同角度觀賞文物。



使用者手圍成圓形時，可放大文物，看清楚細部內容。



換文物時，用手在水晶球上揮動，煙霧會慢慢佔滿水晶球。

不同於一般的展覽，使用者只能透過櫥窗看到珍貴的文物，無法近距離的和文物接觸甚至把玩文物，也無法自由的看清楚文物細部的內容，此系統除了可提供一般的導覽功能之外，還能透過立體顯像技術讓使用者與文物有近距離的接觸，展現數位典藏文物的藝術之美。

第5章 結果與討論

在今年度回憶工場的計畫中，我們基於去年度個人化導覽的成果，進一步利用收集到的使用者參觀紀錄來提供使用者回憶紀錄。我們預期該回憶紀錄不僅可以作為未來使用者對該博物館遊覽的回憶依據，更可以透過數位回憶的散撥來吸引更多的潛在參觀者，增加博物館的加值機會。在回憶收集部份，我們開發了多種回憶收集的方式，除了在各個展覽裝置上以安置攝影機來收集使用者的行為與反應，我們也讓使用者配戴一隨身回憶相機來收集使用者在博物館中的視覺經歷。回憶瀏覽程式將會自動將所有收集到的回憶影像整理組織，並視覺化的呈現在導覽地圖上。透過瀏覽介面，參觀者可以輕易的重溫當時經歷的每個視覺畫面，所觀賞的每個典藏文物，所參與的每個互動裝置。使用者的操作反應，典藏文物的珍貴影像都被集成在瀏覽程式，讓參觀者可以事後回憶或分享給家人好友。

除了回憶紀錄的收集與製作，我們也進行了多項環物、環場上製作技術的改良，與文物互動裝置的開發。其中環物影片的製作部份，我們開發的技術可以由一拍攝好的環物影片產生其三維模型，並進一步利用此三維資訊來產生雙眼環物，以及產生環物影片中任意角度的影像。在環場技術的改良中，我們開發了環場影像間的平順轉場技術。如此使用者可以在環場影像間切換時，能夠感覺到一順暢的轉換效果，而不是瞬間的跳躍。除此之外，在互動裝置的部份，延續先前魔幻水晶球的成果，我們進一步重新設計了水晶球的操作方式，以提供參觀者更直接、自然的操作方法。同時我們也在水晶球的設計上預留空間以增加一攝影機以作為觀察使用者操作水晶球的行為與反應。透過自動剪輯出使用者操作片段，除了可以讓使用者在水晶球看到自己的身影，豐富與水晶球的互動關係，更可以作為分析與重新檢視水晶球社計的依據。多重解析度投影系統則是在建構一個「虛擬博物館」系統，讓使用者在該投影牆上觀賞文物時，既可以看到文物的全貌，也可以同時在有行去的部份看清楚文物的細節。

參考文獻

[1] T. Okoshi, *Three-dimensional imaging techniques*, Academic Press, NY, 1976

[2] D. F. McAllister, Ed., *Stereo Computer Graphics and Other True 3D Technologies*, Princeton

U. Press, Princeton, NJ, 1993

- [3] H. Ikeda, T. Naemura, H. Harashima and J. Ishikawa, "i-ball: Interactive Information Display like a Crystal Ball," *Conference Abstract and Applications of SIGGRAPH 2001*, 2001
- [4] H.-C. Huang, S.-H. Nain, Y.-P. Hung, and G. T. Cheng, "Disparity-based view morphing – a new technique for image-based rendering," *Proc. of the ACM Symp. on Virtual reality software and technology (VRST 98)*, Taipei, Taiwan, 1998, pp. 9-16.
- [5] C.-H. Yu, Y.-P. Tsai, C.-S. Chen, and Y.-P. Hung, "Interactive Object Manipulation Strategies for Browsing Object Centered Image Set," *Proceedings of 2002 Computer Graphics Workshop*, Tai-Nan, Taiwan, June 2002.
- [6] C.-K. Yu, J. Hwang, Y.-P. Tsai, Y.-P. Hung, "Seamless Display Created by Multiple Projectors with Consideration of Non-Planar Regions," 15th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Hsin-Chu, pp. 406-413, August 2002.
- [7] C. M. Tsai, W. Y. Chang, C.-S. Chen, and G. Y. Tang, "Compression of 3D Objects with Multistage Color-Depth Panoramic Maps," *Proceedings of IEEE Data Compression Conference, DCC'2002*, Snowbird, Utah, USA, pp. 475, April 2002.
- [8] C. M. Tsai and C. S. Chen, "Finding Minimal Photo Hull for Image-based Rendering by Carving Space with Progressively Stricter Consistent Criterion," *Proceedings of IAPR Workshop on Machine Vision Applications, MVA2000*, Tokyo, Japan, November 2000.
- [9] C.-S. Chen, Y.-P. Hung, C.-C. Chiang, J.-L. Wu, "Range Data Acquisition Using Color Structured Lighting and Stereo Vision," *Image and Vision Computing*, Vol. 15, pp. 445-456, 1997.
- [10] C. S. Chen, C. K. Yu, and Y. P. Hung, "New Calibration-free Approach for Augmented Reality Based on Parameterized Cubed Structure," *Proceedings of International Conference on Computer Vision, ICCV'99*, Corfu, Greece, pp. 30-37, September 1999.
- [11] C. S. Chen and W. T. Hsieh, "Composition of 3D Graphic Objects and Panoramas" *Proceedings of International Conference on Artificial Reality and Tele-existence, ICAT2000*, pp. 207-214, October 2000.
- [12] C.-Y. Lin, S.-W. Shih, Y.-P. Hung, G. Y. Tang, "New Approach to Automatic Reconstruction of a 3-D World Using Active Stereo Vision," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 85, No. 2, pp. 117-143, Feb 2002.
- [13] E. N. Mortensen and W. A. Barrett, "Intelligent Scissors for Image Composition," in *Computer Graphics (SIGGRAPH '95)*, pp. 191-198, 1995.
- [14] E. N. Mortensen and W. A. Barrett, "Interactive Segmentation with Intelligent Scissors," *Graphical Models and Image Processing*, **60**(5), pp. 349-384, 1998.
- [15] E. N. Mortensen and W. A. Barrett, "Toboggan-Based Intelligent Scissors with a Four Parameter Edge Model," in *Proc. IEEE: Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'99)*, Vol. II, pp. 452-458, June 1999.
- [16] H. C. Huang, and Y. P. Hung, "Panoramic Stereo Imaging System with Automatic Disparity Warping and Seaming," *Graphical Models and Image Processing*, Vol. 60, No. 3, May 1998, pp. 196-208.
- [17] H. C. Huang, C. C. Kao, Y. C. Lin and Y.-P. Hung, "Disparity-based view interpolation for multiple-perspective stereoscopic displays," *Proc. of SPIE Con. on Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VII*, San Jose, Calif., Vol. 3957, 2000, pp.102-113.

- [18] H. Y. Shum and L. W. He, "Rendering with Concentric Mosaics," *Proceedings of SIGGRAPH'99*, pp. 299-306, 1999.
- [19] J. Gluckman, and S. K. Nayar, "Ego-motion and omnidirectional cameras," *Proc. 6th Int'l Conf. on Computer Vision (ICCV 98)*, IEEE CS, Bombay, India, 1998, pp. 999-1005.
- [20] K. Hinkley, J. Tullio, R. Pausch, D. Proffitt, and N. Kassell. "Usability Analysis of 3D Rotation Techniques," *Actes de UIST*, 1997, pp1-10.
- [21] K. Kutulakos and S. M. Seitz, "A Theory of Space Carving," *Proc. 7th Int'l Conf. on Computer Vision (ICCV 99)*, IEEE CS, Corfu, Greece, 1999, pp. 307-314.
- [22] K. Shoemake, "ARCBALL: A User Interface for Specifying Three-Dimensional Orientation Using a Mouse," *Graphics Interface*, 1992, 151-156.
- [23] M. Chen, S. J. Mountford, A. Sellen, "A Study in Interactive 3-D Rotation Using 2-D Control Devices," *Computer Graphics*, 22, 4, August 1988, 121-129.
- [24] M. Levoy and P. Hanrahan, "Light Field Rendering," *Proc. Computer Graphics (SIGGRAPH 96)*, ACM Press, New Orleans, Louisiana, 1996, pp.31-42.
- [25] P. Debevec, "Rendering Synthetic Objects into Real Scenes: Bridging Traditional and Image-based Graphics with Global Illumination and High Dynamic Range Photography," *Computer Graphics (SIGGRAPH 98)*, ACM Press, Orlando, Florida, 1998, pp. 189-198.
- [26] R. Szeliski and H.-Y Shum, "Creating full view panoramic image mosaics and texture-mapped models," *Proc. Computer Graphics (SIGGRAPH 97)*, ACM Press, Los Angeles, Calif., 1997, pp. 251-258.
- [27] S. Baker and S. K. Nayar, "A Theory of Catadioptric Image Formation," *Proceedings of International Conference on Computer Vision, ICCV'98*, pp. 35-42, 1998.
- [28] S. E. Chen, "QuickTime VR – an image-based approach to virtual environment navigation," *Proc. Computer Graphics (SIGGRAPH 95)*, ACM Press, Los Angeles, Calif., 1995, pp. 29–38.
- [29] S. M. Seitz and C. R. Dyer, "View morphing," *Proc. Computer Graphics (SIGGRAPH 96)*, ACM Press, New Orleans, Louisiana, 1996, pp.21-30.
- [30] S. Mann, "Wearable, Tetherless Computer-Mediated Reality: Wearcam as a Wearable Face-Recognizer, and Other Applications for the Disabled", in *Tech. Report TR 361*, MIT Media Lab Perceptual Computing Section, Cambridge, Mass., 1996.
- [31] S. Peleg and J. Herman, "Panoramic Mosaics by Manifold Projection," *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR'97*, pp. 338-343, June 1997.
- [32] S. J. Gortler, R. Grzeszczuk, R. Szeliski, and M. F. Cohen, "The lumigraph," *Computer Graphics (SIGGRAPH 96)*, ACM Press, New Orleans, Louisiana, 1996, pp. 43-54.
- [33] T. Jebara, B. Schiele, N. Oliver, and A. Pentland. DyPERS: "Dynamic personal enhanced reality system", in *Proceedings of Image Understanding Workshop*, Monterey, CA, November, 1998.
- [34] Y.-P. Hung, C. S. Chen, Y.-P. Tsai, S. W. Lin, "Augmenting Panoramas with Object Movies by Generating Novel Views with Disparity-Based View Morphing," *Journal of Visualization and Computer Animation*, Special Issue on Hallucinating the Real World from Real Images, Vol. 13, pp. 237-247, 2002.
- [35] Y. P. Hung and Y. P. Tsai, "Trail-Dependent Intelligent Scissors Based on Multi-Scale Image Segmentation," *Proceedings of Fifth Asian Conference on Computer Vision*, Melbourne, pp.

539-544, January 2002.

- [36] Y. S. Chen, C. S. Su, J. H. Chen, C.-S. Chen, Y.-P. Hung, C.-S. Fuh, "Video-Based Eye Tracking for Autostereoscopic Displays," *Optical Engineering*, Vol. 40, No. 12, pp. 2726-2734, Dec. 2001.
- [37] Y. Boykov and M.-P. Jolly, "Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary and Region Segmentation of Objects in N-D Images," *Proceedings of International Conference on Computer Vision (ICCV)*, vol. I, pp. 105-112, 2001.
- [38] A. Beeho and R.C. Prentice (1995).Evaluating the Experiences and Benefits Gained by Tourists Visting a Socio-Industrial Heritage Museum: An Application of ASEB Grid Analysis to Blists Hill Open-Air Museum,The Ironbrige Gorge Museum,United Kingdom. *Museum Management and Curatorship*,14(3):232.
- [39] B.E. Braverman, (1994).Empowering Visitors:Focus Group Interviews for Art Museum.In E. Hooper-Greenhill (Ed.), *The Educational Role of the Museum*.New York: Routledge.
- [40] E.Chaplin, (1994). Sociology and Visual Representation. London: Routledge.
- [41] E.W. Eisner, (1985). "Aesthetic Modes of Knowing " in E.W., Eisner, (Ed.) *Learning and Teaching The Ways of Knowing*. Published by: The National Society for the Study of Education.
- [42] J.H. Falk, and L.D Dierking.,(1992).The Museum Experience. Washington: Whalesback Books.
- [43] J.H. Falk, L.D. Dierking, and D.G. Holland, (1995), Public Institutions for Personal Learning— *Establishing a Research Agenda*. New York:AAM.
- [44] G. Fyfe, and M.Ross, (1996). Decoding the Visitor's Gaze:Rethinking Museum Visiting. In M. Fyfe and G.Fyfe(Ed.), *Theorizing the Museums*. Oxford:Blackwell.
- [45] B. Graf, (1994). Visitor Studies in Germany:Method and Examples.In R. Miles. and L. Zavala (Ed.), *Toward the Museum of the Future* . New York:Routledge.
- [46] B.J. Hauck, (1982). Creative museum methods and educational techniques . Charles C. Thomas Published.
- [47] E. Hooper- Greenhill, (1991).Museum and Gallery Education.Leicester: Leicester University Pressd.
- [48] E. Hooper- Greenhill, (1994). The Educational role of the museum. London: Routledge Pressed.
- [49] E. Hooper- Greenhill, (1997). Museum Learners as active post-modernists: Contextualising Constructivism. *Journal of Education in Museums*, 18,1-3.
- [50] E. Hooper-Greenhill, (ed.)(1988).Counting Visitors or Visitors Who Count ? In R. Lumley(Ed.) , *The Museum Time-Machine*.New York: Routledge.
- [51] L. Kelly, and T. Sullivan (1996). Front –end Evaluation—beyond the "Field of Dreams".In Museum Australia Conference .
- [52] T. McClafferty, (1996). Improving the Visitor's Experience through Evaluation . In Museum Australia Conference
- [53] F. Peterman, (1997). Becoming constructivist museum educators *Jornual of Education in Museums*,18,4-7.
- [54] D. Philips, (1995). Evaluating Time-Lapes Video Evaluation.*Museum Management and Curatorship*,14(1):21.

- [55] R. Prentice, A. Davis, and A. Beeho (1997). Seeking generic Motivations for Visiting and Not Visiting Museums and Like Cultural Attractions. *Museum Management and Curatorship*, 16(1):53.
- [56] J. Shuter, (1991). The Audience for the American Art Museum. Washington :Seven Locks Press.
- [57] S. E. Chen, "Quicktime VR: an image-based approach to virtual environment navigation." in SIGGRAPH, 1995, pp. 29–38.
- [58] 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.
- [59] 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.
- [60] 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>
- [61] C.-W. Chen, L.-W. Chan, Y.-P. Tsai, and Y.-P. Hung, "Augmented stereo panoramas." in ACCV (1), 2006, pp. 41–49.
- [62] J. Hightower, G. Borriello, "Location Systems for Ubiquitous Computing", *IEEE Computer*, August 2001.
- [63] N. B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan. "The Cricket Location Support System", *MobiCom'2000*, pp. 32-43, August 2000.
- [64] P. Bahl and V. N. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System", *IEEE INFOCOM 2000*, Vol. 2, March 2000.
- [65] Li-wei Chan, Ji-rung Chiang, Yi-chao Chen, Chia-nan Ke, Jane Hsu, Hao-hua Chu, " Collaborative Localization – Enhancing WiFi-Based Position Estimation with Neighborhood Links in Clusters," *Pervasive 2006*.
- [66] Hyuk Lim, Lu-Chuan Kung, Jennifer C. Hou, and Haiyun Luo, "Zero-Configuration, Robust Indoor Localization: Theory and Experimentation," *INFOCOM 2006*.
- [67] Li-Wei Chan, Ya-Ying Hsu, Yi-Ping Hung and Jane Yung-jen Hsu, "A Panorama-Based Interface for Interacting with the Physical Environment Using Orientation-Aware Handhelds," *The Seventh International Conference on Ubiquitous Computing, UbiComp 2005 (Poster)*, Tokyo, Japan, Sep 11-14, 2005.
- [68] Li-Wei Chan, Ya-Ying Hsu, Yi-Ping Hung and Jane Yung-jen Hsu, "Orientation-Aware Handhelds for Panorama-Based Museum Guiding System," *UbiComp 2005 Workshop: Smart Environments and Their Applications to Cultural Heritage*, Tokyo, Japan, Sep 11, 2005.
- [69] Chan, L.-W., Chuang, Y.-F., Chia, Y.-W., Hung, Y.-P., and Hsu, J. 2007. A new method for multi-finger detection using a regular diffuser. In *International Conference on Human-Computer Interaction*.
- [70] Grossman, T., and Balakrishnan, R. 2006. The design and evaluation of selection techniques for 3d volumetric displays. In *UIST '06: Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM Press, New York, NY, USA, 3–12.
- [71] Grossman, T., Widdor, D., and Balakrishnan, R. 2005. Multi-finger gestural interaction with 3d volumetric displays. In *Siggraph '05: ACM Siggraph 2005 Papers*, ACM Press, New York, NY,

USA, 931–931.

- [72] Ikeda, H., Naemura, T., Harashima, H., and Ishikawa, J. 2001. i-ball: Interactive information display like a crystal ball. In *Conference Abstract and Applications of Siggraph*, 122.
- [73] Langhans, K., Guill, C., Rieper, E., Oltmann, K., and Bahr, D. 2003. Solid felix: a static volume 3d-laser display. *SPIE*, A. J. Woods, M. T. Bolas, J. O. Merritt, and S. A. Benton, Eds., vol. 5006, 161–174.