

國立臺灣師範大學

圖文傳播學系

碩士論文

3D 點矩陣全像片呈現經典動態影像之研究 - 以盧彥  
勳晉級溫布登八強親吻手指及指向天際動作為例  
Presentation of the Classic Video Images by 3D Dot  
Matrix Holograms— Rendy Lu Kissing His Finger and  
Raising It to the Sky as an Example

研究生：林子淵

指導教授：王希俊 教授

中華民國一〇一年六月

## 中文摘要

由於非法盜版之猖獗，使用光學變化裝置 OVD (optical variable device)，可有效防止掃描、影印，藉以保護其版權。全像片亦為 OVD 的一種，不僅可用於防偽用途上，亦可用於藝術創作。而數位典藏的蓬勃發展，讓許多懷舊商品，帶來了典藏加值之可能性。而全像科技的研究，過去多著重於全像片防偽功能上的探討，較少關於數位典藏動態影像之整合應用。因此本研究試圖將點矩陣全像片與典藏動作加以結合，除了可呈現特殊的光影變化效果，亦可應用於防偽及品牌保護，將提高其附加價值。本研究主要目的為參考我國網球好手盧彥勳晉級溫布頓八強賽影片中，擷取其親吻手指伸向天際之經典動作，繪製成連續動作之 3D 圖像，再運用數位點矩陣全像片 (Dot matrix hologram) 來設計成具有連續動畫效果的全像影像，並實際輸出作為參考。亦即將藉由點矩陣全像的合成技術方法，應用於盧彥勳 3D 圖像，且製作出 3D 點矩陣全像片，來顯示其特殊的動態效果與光影變化。最後將此全像片設計為加值產品，及賦予一段故事作行銷推廣。本研究結果顯示，所設計之點矩陣全像片，不需電源與螢幕，可直接顯示其動畫效果，此種兼具科技及典藏內容的整合設計，將有許多加值應用的可能性。

關鍵字：全像科技、典藏加值、故事行銷、經典動態影像、盧彥勳

# Abstract

To protect the copyright, the use of OVD (Optical variable device) can effectively prevent the original document from illegal copy. Hologram is a kind of the OVDs. It can be used not only for artistic creation but also for security purposes. With the rapid development of digital archives, it can bring the possibility of the value-added application for many old commodities. However, in the past, the research of holography technology has always been focused on discussing the function of anti-counterfeiting, and less efforts has been devoted to the conformity application between digital archives and the video-images. Therefore, this research will propose a method to combine dot-matrix holograms and classic video-images because dot-matrix holograms can profoundly enhance its value-added application. The main purpose of this paper is to transform the classic video-images from Rendy Lu, who won the ticket of quarter-final in Wimbledon Tennis Tournament in 2010, into a series of images. These images show that Rendy Lu kisses his fingers and raises his hand to the sky. Then, we take the 3D model of Rendy Lu as elements to design an optical variable effect by using dot-matrix hologram. In the end, we make this dot matrix hologram become a value-added product, and give it a story to promote the product in the market. The result shows that the dot matrix holograms which we design can directly display 3D video-images without using any electricity or power. Consequently, this dot-matrix hologram design which combines technology and digital archives will have many possibilities of value-added applications.

**Keyword** : holographic technology, value-added application, story marketing, classic video-image, Rendy Lu

# 目次

中文摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目次.....	III
表次.....	V
圖次.....	VI
<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究問題.....	3
第四節 名詞解釋.....	4
<b>第二章 文獻探討 .....</b>	<b>5</b>
第一節 經典動態影像研究.....	5
第二節 立體影像技術探討.....	10
第三節 全像術的起源與發展.....	17
第四節 全像片之加值應用.....	25
第五節 加值應用類別.....	34
第六節 運動產業周邊產品.....	35
第七節 運動產業之故事行銷.....	37
第八節 文獻小結.....	39
<b>第三章 研究方法 .....</b>	<b>41</b>
第一節 研究架構.....	41
第二節 研究設備與工具.....	42

第三節 研究設計 .....	43
第四節 設計 3D 動態全像片 .....	45
<b>第四章 實驗結果與討論 .....</b>	<b>48</b>
第一節 變圖影像之結果 .....	48
第二節 盧彥勳 3D 點矩陣全像片之設計 .....	52
<b>第五章 結論與建議 .....</b>	<b>60</b>
第一節 結論 .....	60
第二節 未來工作 .....	61
<b>參考文獻 .....</b>	<b>62</b>

## 表次

表 2.1	3D 立體影像技術比較圖 .....	15
表 2.2	各類全像片通用範圍 .....	20
表 2.3	全像科技運用於增值應用呈現類別 .....	33
表 2.4	台灣職棒與 NBA 銷售排行銷售排行表 .....	35
表 3.1	研究設備及工具 .....	42

## 圖次

圖 1.1	夏娃克隆肖像 3D 動態全像攝影.....	2
圖 2.1	紀錄動物位置 ANIMAL LOCOMOTION .....	5
圖 2.2	杜象(1912) 下樓梯的裸女「NUDE DESCENDING A STAIRCASE, No. 2」 .....	6
圖 2.3	白南準之作品「電視佛陀」 .....	7
圖 2.4	動態影像照片-一名路人在公園長椅上翻看報紙.....	8
圖 2.5	《邁向金牌》動態影像郵票 .....	9
圖 2.6	澳大利亞「衝浪救生」郵票 .....	9
圖 2.7	直線透視與質地漸變 .....	11
圖 2.8	雙眼視界示意圖 .....	12
圖 2.9	3D 影像顯示技術分類圖.....	14
圖 2.10	GABOR 所發明的全像裝置圖 .....	17
圖 2.11	UPATNIEKS 和 LEITH 發明之離軸式全像裝置簡圖.....	18
圖 2.12	DENISYUK 發明之反射式全像裝置簡圖.....	19
圖 2.13	光柵結構繞射示意圖 .....	21
圖 2.14	點矩陣全像片的微結構示意圖 .....	22
圖 2.15	不同角度觀看全像片呈現不同光影變化 .....	22
圖 2.16	光柵點結構圖 .....	23
圖 2.17	點矩陣全像片成像示意圖 .....	24
圖 2.18	OVD 應用於新台幣鈔票.....	25
圖 2.19	英國 20 元英鎊之變圖效果 .....	26
圖 2.20	建國百年慶典煙火郵票-首枚郵票使用光影變化箔膜印製.....	27
圖 2.21	全像片應用於中國知名香菸-黃鶴樓.....	27
圖 2.22	石井勢津子教授之全像作品「草原景色」 .....	28
圖 2.23	QUANTUM FIELD X3 (A) 白天的景色 (B) 夜晚的景色 .....	29

圖 2.24	林珮淳—夏娃克隆 3D 動態全像作品 .....	29
圖 2.25	全像片加值產品 (A) 全像硬幣圖 (B) 全像鈔票 .....	30
圖 2.26	一矢中的考試御守加值產品 (A) 御守全像動畫 (B) 御守外觀圖 .....	31
圖 2.27	「與師大大師同行，不舍晝夜」全像手錶 .....	31
圖 2.28	開啟智慧之門全像鑰圈 .....	32
圖 2.29	個人化郵票結合生肖龍年全像紀念章 .....	32
圖 2.30	穿山甲圖形轉化對照圖 .....	33
圖 3.1	研究架構圖 .....	40
圖 3.2	全像製版機 (A) 點矩陣全像設備；(B) 系統介面 .....	41
圖 3.3	點矩陣全像系統架構圖 .....	42
圖 3.4	數位點矩陣全像片的製作 .....	43
圖 3.5	光柵角度與灰階值對應之示意圖 .....	43
圖 3.6	盧彥勳打進溫布頓八強賽影片 .....	44
圖 3.7	點矩陣全像片光柵角度與入射光、繞射光的關係圖 .....	45
圖 3.8	每間隔 5 度擷取之盧彥勳 3D 圖像 .....	46
圖 4.1	PHOTOSHOP 設計出盧彥勳 Q 版風格圖像 .....	49
圖 4.2	經過網、二階化、彩色索引檔選用紅色、灰階值處理之參數圖 .....	49
圖 4.3	影像合成結果 .....	49
圖 4.4	同一光阻片不同角度之拍攝圖(A)親吻手指(B)指向天際 .....	50
圖 4.5	「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章說明頁 .....	50
圖 4.6	盧彥勳球員卡之加值產品圖 .....	51
圖 4.7	盧彥勳圖像轉化步驟圖 .....	52
圖 4.8	盧彥勳十張 3D 圖像 .....	53
圖 4.9	盧彥勳動態圖檔 .....	53
圖 4.10	盧彥勳動態全像檔 (A) 彩色檔 (B) 灰階檔 .....	54
圖 4.11	盧彥勳立體圖檔 .....	54

圖 4.12 盧彥勳立體全像檔 (A) 彩色檔 (B) 灰階檔.....	54
圖 4.13 盧彥勳動態加立體圖檔 .....	55
圖 4.14 盧彥勳動態加立體全像檔 (A) 彩色檔 (B) 灰階檔 .....	56
圖 4.15 (A) INPUT IMAGE (B)全白區域轉全黑 (C)非純色像素 0 .....	56
圖 4.16 (A)COLOR IMAGE (B) GRAY IMAGE (C)不對應之像素數 0.....	56
圖 4.17 模擬人眼在不同角度下出現的全像影像圖 .....	57
圖 4.18 光阻片實體影像拍攝圖 .....	58
圖 4.19 盧彥勳動態實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖 .....	58
圖 4.20 盧彥勳立體實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖 .....	59
圖 4.21 盧彥勳動態加立體實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖 .....	59

# 第一章 緒論

我國政府在 2002 年為提升產業的附加價值與人民的文化認同，遂提出了「挑戰 2008 年：國家發展重點計畫」。隨後再將文化創意產業列入台灣的六大新興產業之一，並於 2010 年 2 月 3 日由行政院公佈施行文化創意產業發展法，期能促進文化創意產業的發展。英國於 1997 年施行文化創意產業的政策，統計至 2008 年為止，文創市場總值超過一千億英鎊，占英國國內生產總值百分之七，已為重要的支柱。2011 年 3 月中國大陸「國民經濟與社會發展第十二個五年規畫綱要」第十篇也提到：「積極推動文化創新，提高文化的質量，創造具有科技與藝術深度，同時又受到群眾喜愛的文化精品」，在此顯示了透過科技與藝術的整合，再結合當地文化的故事，此種跨領域的加值商品在未來商機將無限。

## 第一節 研究背景與動機

由於 OVD (Optical Variable Device) 具有特殊變化以及無法用影印機複印來仿製的特性，其製作門檻高，因此國際刑警組織 (International Criminal Police Organization) 已建議各國使用 OVD 來防止偽造 (van Renesse, 1997)。這也是為何世界各國於近十年在新鈔券改版時紛紛加入以全像科技為基礎的 OVD 防偽裝置。而全像片又為 OVD 的一種技術，尤其可用於第一線防偽的直覺識別真偽，廣泛應用於各國鈔券、信用卡上的防偽標籤、有價證券、身分證。最近幾年來學術界對於全像片的探討多著墨於防偽特性上，對全像科技之相關典藏內容整合的議題則較少提到。又由於點矩陣全像片具有特殊的光影變化效果，更可用於藝術表現領域上。由灰階值的設定，可控制全像片的觀看角度，將為人們帶來趣味性與互動的可能。

為了推廣全像科技藝術，台師大圖文傳播系於 2006 年期間曾邀請國際全像科技藝術大師石井勢津子博士來台舉辦專題演講。石井博士於演講中強調：「全像術為一種特殊的影像顯示技術」(Ishii, 2006)。她打破了長年以年來，產、學

界對於全像科技多應用於防偽用途上的概念，她將全像獨特的光影變化，應用於藝術作品的表現上。國內全像藝術的例子為 2011 年 3 月在台北當代美術館所舉辦的「2011 林珮淳個展—夏娃克隆系列」，這位藝術大師曾如此表示：「所有的數位媒材都需要使用電力能源，唯獨全像技術不需要依靠電力，即可呈現畫面的立體影像與動態效果。」在《夏娃克隆肖像》中，她使用 3D 動態全像的高科技技術，將夏娃克隆的頭像與獸的形象結合(如圖 1-1)，再用聖經啟示錄記載的獸印，來表達各民族、民眾、各國在末世大災難中，凡在額頭與右手被蓋有獸印 666，它們無法逃脫獸的挾制。

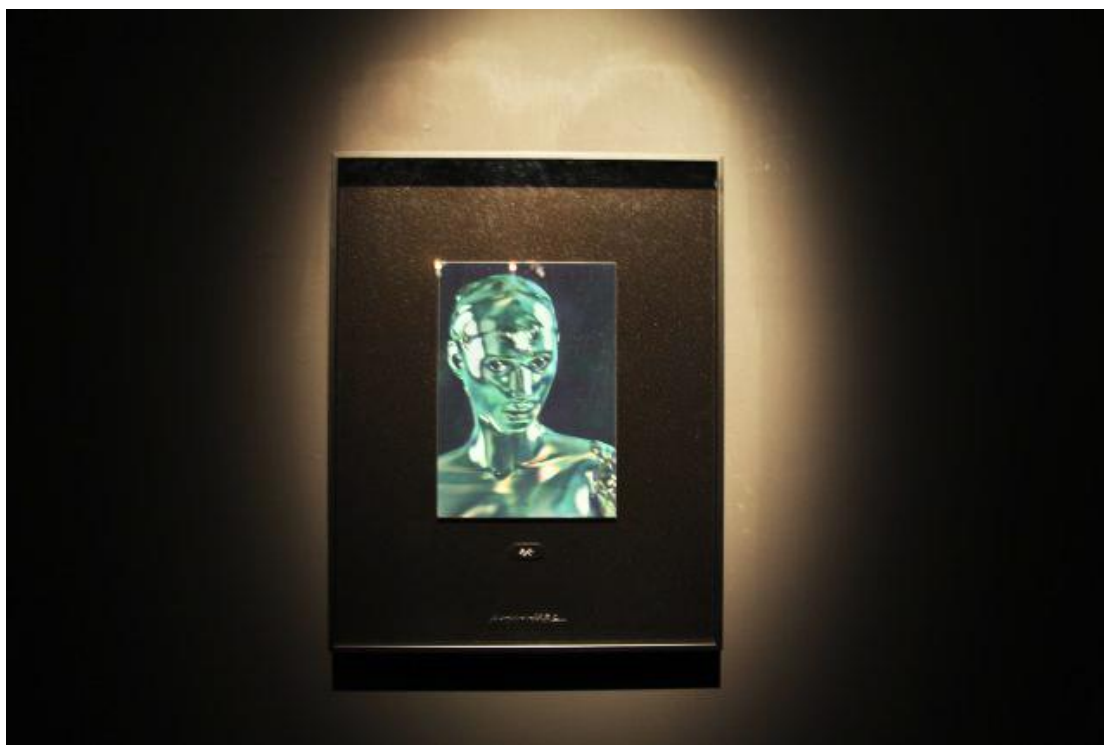


圖 1-1 夏娃克隆肖像，3D 動態全像攝影

圖片來源：<http://ma.ntua.edu.tw/labs/dalab/eve-clones>

自 1960 年雷射光發明後，全像科技快速進步，除了傳統拍攝式全像之外，另一重要的發展為數位點矩陣全像片 (Dot-matrix Holography)，由於數位時代的來臨，全像片可透過程式撰寫的方式來設計，透過彩色索引檔、灰階檔的設定，分別可控制全像片色彩呈現，以及全像片觀看角度。全像科技改變了傳統 2D 影

像，不只能在平面紙張顯示其效果，亦可設計出 3D 立體影像效果的作品。其防偽功能包括變圖、立體、景深、細微字、案碼字、疊文效果、真彩。另外，全像片獨特如彩虹般的色彩變化，將為人們帶來不同的視覺表現藝術，如何將此視覺表現藝術與數位典藏內容作結合，為本文欲探討之目的。

因此本研究意圖參考我國網球好手 2010 年盧彥勳打進溫布頓八強賽影片，將使用剪輯軟體擷取他親吻手指與指向天際之動作，經轉化繪製為 Q 版圖像，期能製作出 3D 動態點矩陣全像片。最後再與一段故事作連結，將典藏內容、科技藝術、故事行銷三者的概念融入；透過全像片獨特的視覺表現藝術，來達到科技、藝術、人文整合之目的。

## 第二節 研究目的

本研究主要目的為結合數位典藏內容與全像科技，來設計 3D 動態點矩陣全像片，進而改善近年來非法盜版猖獗，藉以保護版權；再藉由全像片獨特的光影呈現，讓所設計的加值產品顯示其 3D 動態的視覺效果，提高加值產品的整體藝術感。最後再將產品與故事行銷作結合，讓全像科技不僅有防偽功能，也能展現其特殊的藝術價值。

茲將研究目的整理如下：

- 一、擷取盧彥勳晉級溫布頓八強賽影片關鍵動作，加以轉化為 Q 版圖像，再將其設計成 3D 動態點矩陣全像片。
- 二、將輸出之全像片設計成 3D 動態點矩陣全像片之加值產品。

## 第三節 研究問題

基於上述研究目的，本研究所欲探討的研究問題如下：

- 一、如何設計 3D 動態點矩陣全像片？
- 二、加值產品的類型為何？

## 第四節 名詞解釋

茲將本研究所提及之專有名詞進行解釋：

### 一、點矩陣全像片 (Dot Matrix Hologram)

點矩陣全像片是由光柵點的大小與光柵角度和間距來呈現特殊視覺效果的全像圖像。與過去的傳統拍攝式全像有著顯著的不同，它可透過壓印、製版的方式大量複製，現今大多應用於防偽標籤與包裝印刷等用途上。

### 二、動態影像 (Dynamic Images)

動態影像是指在很短的時間內連續播放一連串的畫面，讓人類的大腦以為這一連串的畫面是連續的影像（創新科技網政治大學科技管理研究所，2011）。

### 三、加值應用 (Value-added Application)

將數位內容進一步轉化運用，賦予、創造出更高的效益與價值（行政院國家科學委員會，2007）。數位內容的加值使用，讓原創內容透過科技技術、創意設計或行銷包裝等方法，跳脫舊有框架，將其整合成一產品或服務內容，產生更多經濟效益。

### 四、盧彥勳(Rendy Lu)

盧彥勳 (Rendy Lu ，1983 年 8 月 14 日生) 是台灣網球選手，為台灣男子網壇創造了許多新紀錄，2010 年闖進溫布頓網球錦標賽男子單打八強，當選 2010 年台灣最具影響力之男性。目前世界排名第 56 (2012 年 3 月 18 日)

## 第二章 文獻探討

本研究主要探討 3D 全像科技呈現經典動態影像之研究。本章將分別從經典動態影像之研究，3D 立體影像之探討，全像術的起源與發展、全像片之加值應用、運動產業之故事行銷、加值產品之類別、運動周邊產品等各方面來進行文獻探討。最後，文獻探討小結作歸納整理，作為本研究的理論基礎。

### 第一節 經典動態影像研究

動態影像的定義是指在很短的時間內連續播放一連串的畫面，讓人類的大腦以為這一連串的畫面是連續的影像。而關於動態影像的經典研究始於 1872 年，穆依布利吉（Edward J. Muybridge）所從事針對動物運動作的研究（Nielsen，2009），如圖 2-1 所示。他使用十二架相機，當馬飛躍過鏡頭的中心軸線時，快門會自動啟動，拍出馬匹跑步時的分解動作。運用攝影術與動作的結合，來分析動物的動作，雖然沒有製造出連續動態影像，但卻啟蒙了動態影像的發展。

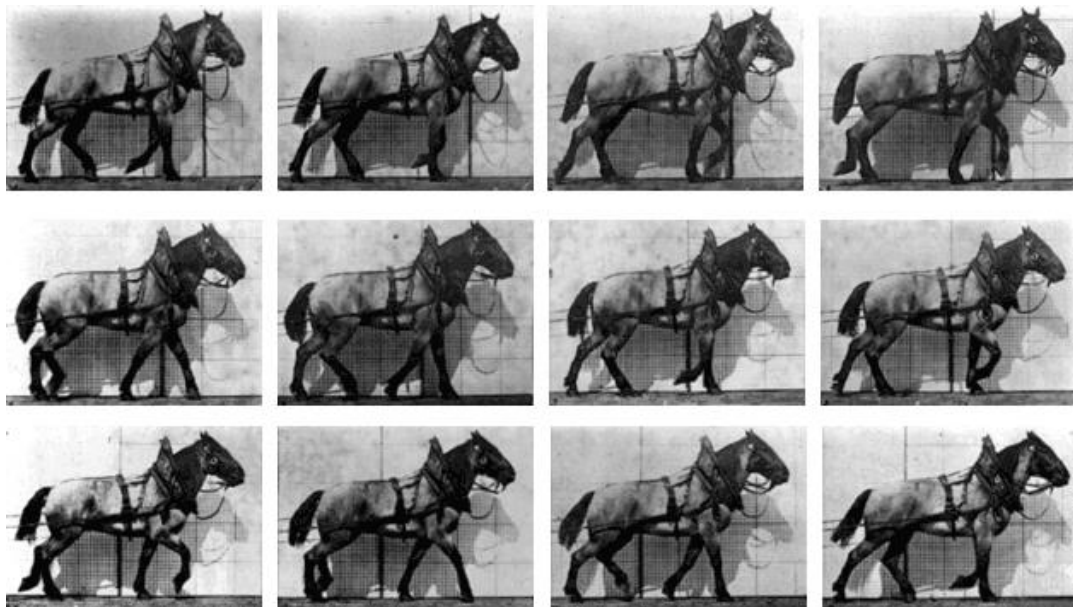


圖 2-1 紀錄動物位置 Animal Locomotion

圖片來源：<http://photo.ucr.edu/photographers/muybridge/1gallery567.html>

到了 1888 年，愛迪生對穆依布利吉的研究結果感到興趣，於是他和年輕的蘇格蘭人助手狄克遜 (William K. Laurie Dickson) 開始研究電影 (Motion picture) 的錄製與放映。時間花不到三年，發明了解決的方法。過了兩年之後，「西洋鏡」 (Kinetoscope) 的發明便問世，也是世界上首次出現電影放映機，然而當時價格並不便宜，相關藝術家亦不可能使用此媒體來進行創作。

而國外知名畫作杜象的作品 (下樓梯的裸女) 「Nude Descending a Staircase, No. 2」(圖 2-2) 就是受到動態影像的影響。在平面的空間上要表現出具有時間流逝的視覺效果，這些都受光頻攝影術和動態攝影所影響的繪畫，亦正是現代繪畫同時融合科技的最佳寫照。由此可以看出，科技技術的進步也影響著藝術的發展，然而全像科技亦是一種新科技，其特殊的光影變化效果，非常適合用於藝術表現。



圖 2-2 杜象(1912) 下樓梯的裸女「Nude Descending a Staircase, No. 2」

圖片來源：<http://www.beatmuseum.org/duchamp/nude2.html>

另外一項動態影像的例子為 1970 年代被稱作「錄影藝術之父」的一位藝術家白南準 (MediaArt 媒體藝術, 2006), 他的一件作品「電視佛陀」(TV Buddha) (圖 2-3), 對動態影像發展亦有更新的詮釋。他使用電視機的畫面與實物作平行對比, 一尊佛祖雕像與自己在螢光幕中的影像相對靜坐, 以物實的「實」, 來對螢光幕中的「虛」。螢幕中沉思著自己的影像, 其中表現出強烈的視覺諷刺。在當時, 白南準就已經藉由電視與攝影機開始探討「實」與「虛」的關係, 對當時的電視媒體提出了批判性的思考。白南準對於動態影像虛與實之創作, 如同全像片呈現之光影變化, 在虛幻與真實之間, 將為人們帶來無窮地想像空間。



圖 2-3 白南準之作品「電視佛陀」

圖片來源：<http://www.geocities.com/namjunepaik/gallery1.html>

根據英國《每日電訊報》2011年4月26日之報導，藝術家貝克和伯格創造了一種新記錄影像的方式，先經過拍攝後再經過幾個小時的處理，做成 GIF 格式的動態影像。此種會動的照片，看上去與普通照片沒什麼兩樣，但突然動的瞬間卻會造成驚奇效果，使大眾忍不住一直盯著它看。其中一張動態影像照片拍攝題材為擁擠的廣場，人們的身體都定格在一瞬間，但是一個坐在椅子上的男人正在翻閱著一份報紙，如圖 2-4 所示。



圖 2-4 動態影像照片-一名路人在公園長椅上翻看報紙

圖片來源：<http://article.dcview.com/newreadarticle.php?type=0&id=9688>

國外亦有郵票以平面媒材呈現動態影像的例子。因隨著資訊科技發展的進步，一些高科技的技術陸續被運用到郵票的印製當中，使得郵票不再僅是單調的靜止影像，它也有了動態與立體的效果。而荷蘭動態影像郵票名稱取為《邁向金牌》，是為了紀念荷蘭奧運會於 2006 年 2 月 9 日發行的郵票 (Gizmodo, 2006)。小全張包含 2 枚郵票，郵票面值均為 0.39 歐元，小全張的下端是由荷蘭在歷屆冬奧會上第 14 位獲得競速溜冰金牌運動員的名錄。其中共三次獲金牌的男運動員申克(Ard Schenk)和女運動員範詹妮普(Fan Zhannipu)的冰上英姿就出現於郵票動態影像的畫面上，其原理為使用了半圓柱光柵片，使動態影像技術能夠得以呈現。而兩枚郵票的連續動作畫面，使用了每秒 12 張動畫來製成，才成為連續

動作的溜冰影像，如圖 2-5 所示。這也是一個將經典動作設計成加值產品的的實例。



圖 2-5 《邁向金牌》動態影像郵票

圖片來源：<http://gizmodo.com/155496/netherlands-debuts-video-stamp>

另一動態影像郵票的例子，為紀念澳大利亞新南威爾士衝浪游泳協會成立 100 週年，2007 年 3 月 6 日澳大利亞發行了一套《衝浪救生》郵票，如圖 2-6。由於這個組織為澳洲發展並建立衝浪救生指導、規範與實踐發揮了巨大的作用。因此澳大利亞將 2007 年定為「衝浪救生年」，同時發行了這套郵票。郵票上圖案為一艘在海上的救生艇，由於採用了光柵式郵票的技術，此郵票中救生艇與船上的救生員的圖案動了起來，只見海面浪花飛舞，救生艇和救生員也隨之一上一下地動著。



圖 2-6 澳大利亞「衝浪救生」郵票

圖片來源：<http://www.hudong.com/wiki>

根據以上典藏動態影像的文獻蒐集，可知過去較少有人進行數位典藏動作結合 3D 動態全像片的研究，大半都是擷取動作，再製作成動態影像的產品。因此本論文研究方向意圖朝 3D 動態全像片這部份來進行研究。

## 第二節 立體影像技術探討

1838 年由物理學者惠斯登 (Charles Wheatstone) 發明立體視鏡，讓同一個物體從不同的兩個方向所得到的兩張影像，利用兩個反射鏡，讓兩張影像分別由左右眼觀看，遂打開了人眼的奧秘，讓人們看到了影像深度並發現了雙眼視差的原理，也因此展開了全新的立體視覺研究領域。所謂 3D 是指影像存有三維的資料，而立體效果是由於影像的深度感覺產生而來，要了解 3D 立體影像的原理，必須先了解人類的雙眼是如何產生深度感之因素為何。

### 一、立體視覺原理

為了了解立體視覺原理，必須先了解深度感產生之因素為何。立體視覺原理為日本學者 Okoshi 所提出 (Okoshi, 1980)。他提出十條線索能讓觀看者能感受到深度感，其中又可區分為心理線索 (Psychological Cues)、生理線索 (Physiological Cues)。心理線索常使用在一般的二維平面影像，如一般的螢幕所播放的 3D 動畫，藉由觀看者的經驗及想像來感受到深度感。產生深度感的生理線索由於無法由靜態的二維影像或照片來產生，也因此比心理線索來的重要，以下依序介紹心理線索、生理線索的因素。

#### (一) 深度知覺的心理線索因素 (李偉誠, 2005)

1. 視網膜上的影像大小 (Retinal Image Size)：由於物體距離遠近，觀看物體時，視網膜上的成像也隨之變小及變大，因此在心理上也能感覺物體的距離遠近。
2. 直線透視 (Linear Perspective)：由圖 2-7 中所示的建築物，其高度呈線

性降低的現象，因而感覺到建築物其距離的遠近，稱之為直線透視。

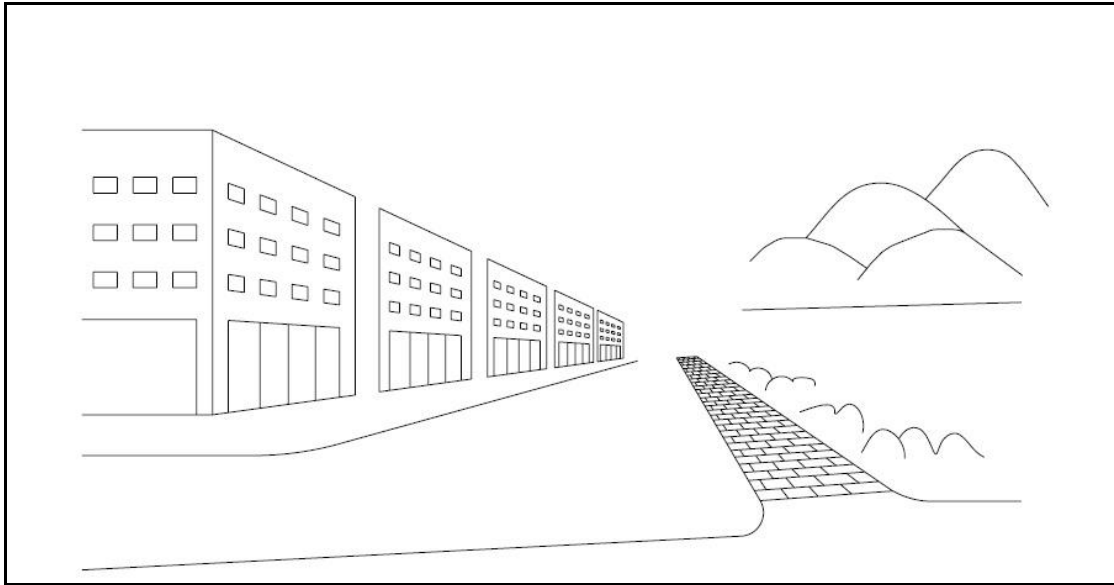


圖 2-7 直線透視與質地漸變

圖片來源：<http://etdncku.lib.ncku.edu.tw/ETD-db/ETD-search-c/view>

3. 濃淡透視(Aerial Perspective)：由於眼睛看近的物體比較清楚，而遠方的物體呈較模糊，因此二維的影像常藉由模糊的雲朵與清晰的景物如建築物來呈現物體的遠近。
4. 重疊(Overlapping)：利用影像重疊的手法，較近的物體總是遮住距離較遠的物體。
5. 光的明暗與陰影(Shades and Shadows)：人們知道陰影即為光線的反向，因此藉以判斷方向，陰影是深度感中重要的心理線索之一。
6. 質地的漸變(Texture Gradient)：質地的漸變可說是直線透視中的一種。如圖 2-7 中，人行道上的磚塊，藉由疏密的排列來呈現遠近的效果。

由於人類雙眼間有著 6.5mm 左右的距離（陳昭遠，2005），使得左右眼視網膜能接收到不同的二維影像資訊。資訊透過視神經傳輸至大腦判別後，人進而對該物體產生遠近距離的深度感。此外，在觀看三度空間的物體時，人們的眼光角（Convergence）與水晶體調節（Accommodation）扮演著關鍵之角色。當眼睛凝

視著物體的固定一點時，其光線則會透過雙眼的水晶體，聚焦在雙眼的視網膜中心，因此成像於視網膜其他位置的影像，則會根據視網膜中心判斷其相對的位置關係。然而，並非所有異於固定點的光線都會聚焦在視網膜的正確相對位置，這種效應便會產生「雙眼視差」(Binocular Parallax)。

如圖 2-8 所示，假設我們觀看的固定點為 M，雙眼水晶體的中心為  $O_1$  及  $O_2$ ，而直線  $MO_1$  與  $MO_2$  的延長線交點  $m_1$  與  $m_2$ ，分別為雙眼的視網膜中心，透過簡單的幾何概念可發現，空間中的 P 點落於視網膜上的位置為  $P_1$  及  $P_2$ ，則其正確相對位置關係方程式 (2-1)。

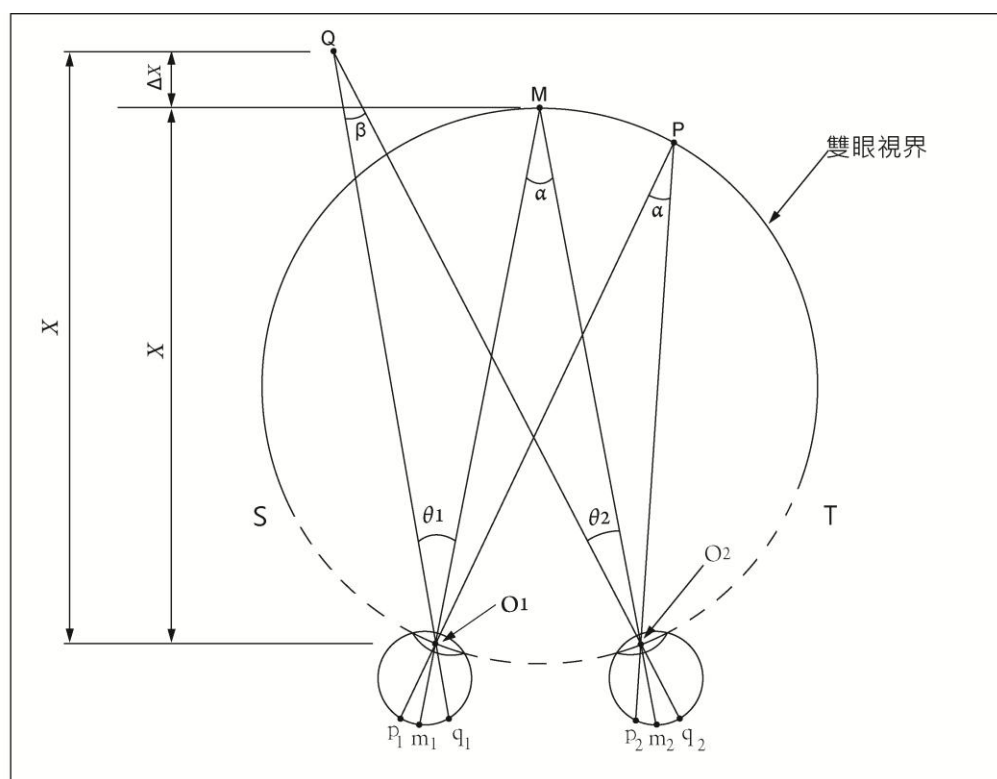


圖 2-8 雙眼視界示意圖

圖片來源：<http://etdncku.lib.ncku.edu.tw/ETD-db/ETD-search-c/view>

$$\angle P_1O_1m_1 = \angle P_2O_2m_2 \quad (2-1)$$

經簡單的幾何證明，可以得知  $P$ 、 $O_1$  及  $O_2$  可形成一個圓，而就影像  $P$  點而言，成像於上述的  $P_1$  和  $P_2$  的相對位置，雙眼感覺不到視差，因此可以發現只要落在圓上的點，皆不會有雙眼視差的產生，因此可將此軌跡定義為雙眼視界 (Horopter) (Okoshi, 1980)。然而對於不在軌跡上的點，如圖中的  $Q$  點，則不會聚焦於雙眼視網膜正確的相對位置，因此便能感受到雙眼視差所造成的深度及立體感。

## 二、3D 立體影像顯示技術

3D 立體影像的顯示大多是由於雙眼視差所形成，經由此原理，各種不同的 3D 立體影像顯示技術接續被開發出來 (許精益、黃乙白, 2007)。1838 年由惠斯登 (Wheatstone) 所發明的立體鏡 (Stereoscope)，其原理利用雙眼像差來引出深度知覺。透過立體鏡左右兩邊的鏡片讓兩眼各自看一件物品，利用兩張稍微不同的圖分別讓左右眼觀看，來產生立體影像。1853 年由 Joseph D'Almeida 所發明的紅藍眼鏡 (Anaglyphs)，利用顏色過濾的原理，將紅色鏡片隔絕藍色的光波，藍色鏡片阻礙紅色的光波，即可造成兩眼個別觀看的像差，產生 3D 圖像。隨著時代的演進陸續開發出：偏光眼鏡 (Polarizer Glasses)、機械快門式眼鏡 (Mechanical Shutter Glasses)、液晶快門式眼鏡 (LC Shutter Glasses)、頭盔式顯示器 (Head Mount Display) 等方法來觀看 3D 立體的影像，以上皆為雙眼視差的原理，來顯示 3D 影像。但是這些立體影像皆需配戴特殊儀器才能顯現，不符合人類自然視覺，所以近年來科學家也逐漸研發出裸眼式的立體影像顯示，其分類如圖 2-9 所示 (Lipton, 2012)、(許精益、黃乙白, 2007)。

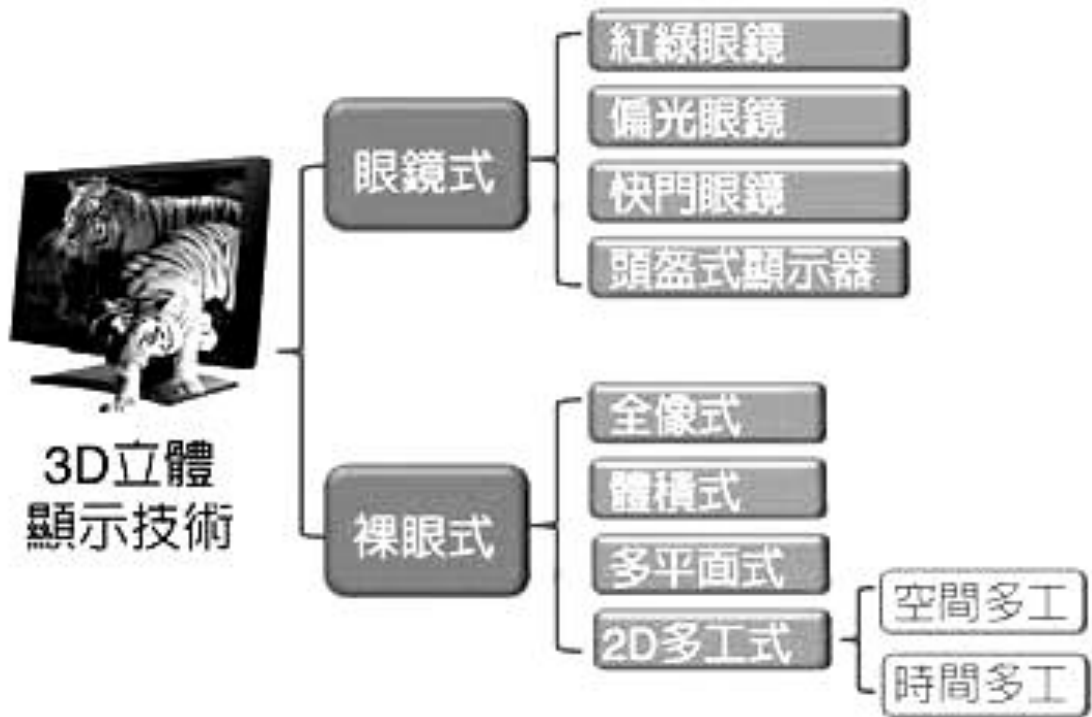
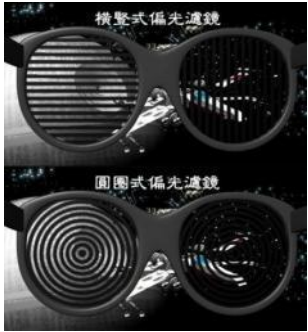



圖 2-9 3D 影像顯示技術分類圖

圖片來源：<http://www.ieo.nctu.edu.tw/comm1/viewtopic.php?CID=46&Topic>

(一) 3D 立體影像主要藉由人類的兩眼視差，分別提供給兩眼不同影像而使兩眼產生 3D 立體感。茲簡單介紹下列各種不同的立體影像顯示技術，也大致分析目前各技術所面臨的問題及缺點，如表 2-1。

表 2-1 3D 立體影像技術比較圖

立體影像技術	成像視覺原理	立體影像特徵
<p>紅藍眼鏡(Anaglyphs)</p> 	<p>是目前市面上最常見技術，原理是將左右眼的內容，用不同的色彩編碼在同一個畫面上，一般使用紅色與藍或綠色，利用左右眼不同色彩濾鏡(Color filter)的眼鏡，而產生立體效果。</p>	<p>色彩飽和度自然不佳，左右眼資料都在同一張畫面上，解析度低；視覺看久了會不舒服。但是由於技術原理最簡單，因此成本最低廉。</p>
<p>立體鏡 (Stereoscope)</p> 	<p>利用兩張具有像差的圖像同時呈現或一前一後出現在同一個畫面上，讓左眼看到左眼的畫面，右眼看到右眼的畫面，即可知覺到平面上的立體影像。</p>	<p>將兩張相似但卻角度略為不同的圖像透過立體鏡觀看，可看到具有深度的影像。(蘇祐琮，2005)</p>
<p>偏光眼鏡 (Polarization anaglyph)</p> 	<p>以單一高頻率投影機快速交錯播放左右眼畫面，並以遠紅外線同步配合觀眾所佩帶之主動式液晶快門立體眼鏡，以極快的速度交錯遮蔽左右眼，讓觀眾的左右眼『接近同時』各看到不同畫面而產生立體感。</p>	<p>優點：畫質良好，無色差問題，立體眼鏡造價低。 缺點：需特殊播放設備，有時會出現殘影，立體眼鏡一般人取得不易，也比較難DIY。</p>
<p>快門眼鏡 (Shutter glasses)</p> 	<p>將影像分為奇數影像設定為右眼看；偶數影像設定為左眼看，如此左右交替便能看到立體影像。</p>	<p>眼鏡利用液晶製作，可以控制左右眼的開關。缺點是眼鏡成本較高，LCD 螢幕的反應速度不夠快速則無法使用。</p>
<p>頭盔式顯示器 (Head mounted display)</p> 	<p>直接在頭盔裡的眼鏡上安裝兩個螢幕分別給予左右眼觀賞，且分別給兩邊不同的訊號而產生立體影像。</p>	<p>缺點是只能讓單一觀眾觀賞，而且眼鏡不管是在價格上和重量上都屬最貴最重的。</p>

立體影像技術	成像視覺原理	立體影像特徵
<p>體積式 ( Volumetric )</p> 	<p>德州儀器 (Texas Instrument, TI) 公司所提出，利用一個快速旋轉的圓盤，配合由底下投影的雷射光源。為雷射光源投射到快速旋轉的旋轉面時，會產生散射的效應，以掃描空間中的每一點。</p>	<p>缺點是影像中央必須有一個旋轉軸，靠近軸心的影像旋轉速度較慢，立體影像較不清晰。(許精益、黃乙白，2007)</p>
<p>全像式 (holographic)</p> 	<p>由麻省理工學院研發，將雷射光分為兩道光束，藉由光路設計以特殊角度相交於感光材料上，於光阻材料上，形成以點為單位的干涉圖形透過改變相交雷射光的角度和方位可以改變光柵繞射的顏色和方向。</p>	<p>優點為全像片容易取得且技術成熟，也可與印刷結合大量生產，攜帶方便。</p>
<p>多平面式 (Multi-Planar)</p> 	<p>日本 NTT 所研發，利用兩個重疊的液晶面板，在兩個面板顯示大小相同的影像，利用物體離觀賞者的遠近距離不同，產生陰暗及顏色上的差別，進而將前後物體影像重疊在一起，讓觀賞者產生立體感。</p>	<p>缺點是前後面板的對位困難，且因為是由兩個二維影像重疊的結果，只有在正面觀看時才会有較好的立體效果。(許精益、黃乙白，2007)</p>
<p>2D 多工式 (Multiplexed 2D)</p> 	<p>日本的三洋 (SANYO) 最先提出，將液晶面板的畫素分成若干個奇數畫素及偶數畫素，對透過柱狀透鏡讓光線分光分別投射到左右眼上，形成立體影像。</p>	<p>缺點是在製作柱狀透鏡常會產生透鏡表面不平整，容易產生散射等問題。</p>

### 第三節 全像術的起源與發展

#### 一、全像術的起源

全像術 (Holography) 為匈牙利裔英籍物理學家蓋伯 (Dennis Gabor) 於 1948 年所發明 (Leith, Upatnieks, & Haines, 1965)。當時為了解決電子顯微物鏡解析度之問題，他未使用傳統的透鏡成像原理，而運用干涉之方式，讓規則的電磁光波來記錄另一道含有訊息的電磁光波，稱為波前重建術 (wave front reconstruction) (Collier et al., 1971)。其主要的原理為以電子束 (e-beam) 射出於物體，讓物光 (object wave) 與另一道參考光互相干涉，形成的干涉條紋記錄在感光底片上 (如圖 2-10)，不僅記錄了光的強度，同時也將相位以及振幅資訊記錄於感光材料上。

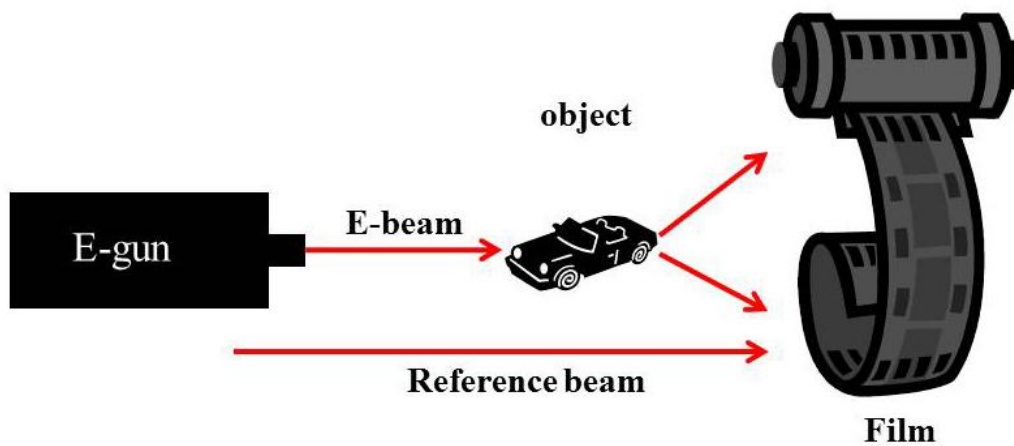


圖 2-10 Gabor 所發明的全像裝置圖

較早期的全像術，是利用水銀燈記錄同軸 (in-line) 干涉條紋的方式，來製作出全像片。但受到直流光重疊以及共軛虛像之影響，並未有好的同調性光源，使得影像重建效果較差。直到 1960 年雷射光發明之後，全像術有了更寬廣的應用面向 (Rhody & Ross, 1999)。1962 年工程學者 Upatnieks 和 Leith 所發明離軸式 (off-axis Holography) (Leith, 1964) 拍攝方法取代了傳統同軸式，如圖 2-11

所示，解決了影像重疊的問題。這兩位科學家製作了第一張具 3D 物體的「穿透式全像片」。於同年，另一學者 Denisjuk 提出了反射式全像片之拍攝方法，如圖 2-12 所示，使得全像拍攝方式又躍進一步。他利用折射率的改變來記錄干涉條紋資訊，因此對重建光入射角度與波長皆有較高之選擇，可利用白光來重建全像影像，使得全像術發展漸趨完善。從此許多科學家遂投入全像技術的開發，因此發展了許多不同的拍攝方式。

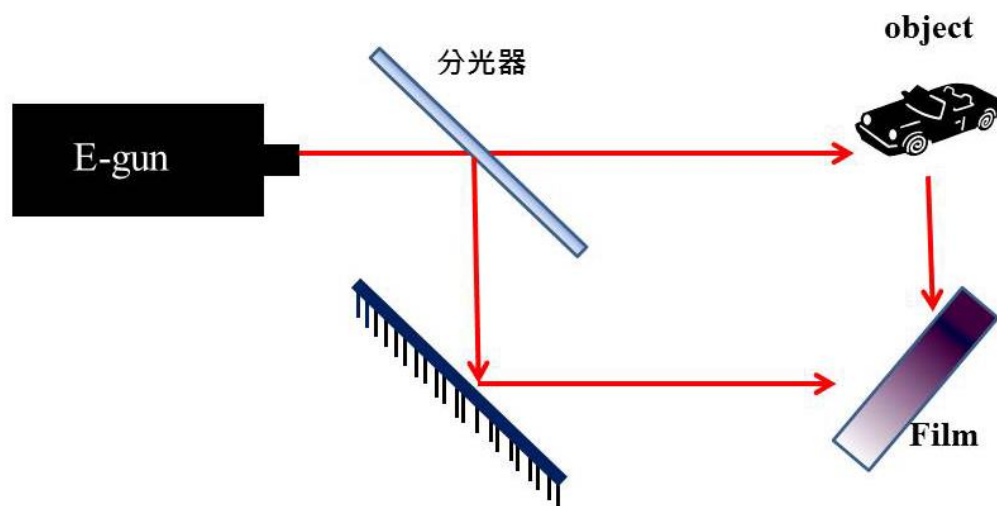


圖 2-11 Upatnieks 和 Leith 發明之離軸式全像裝置簡圖

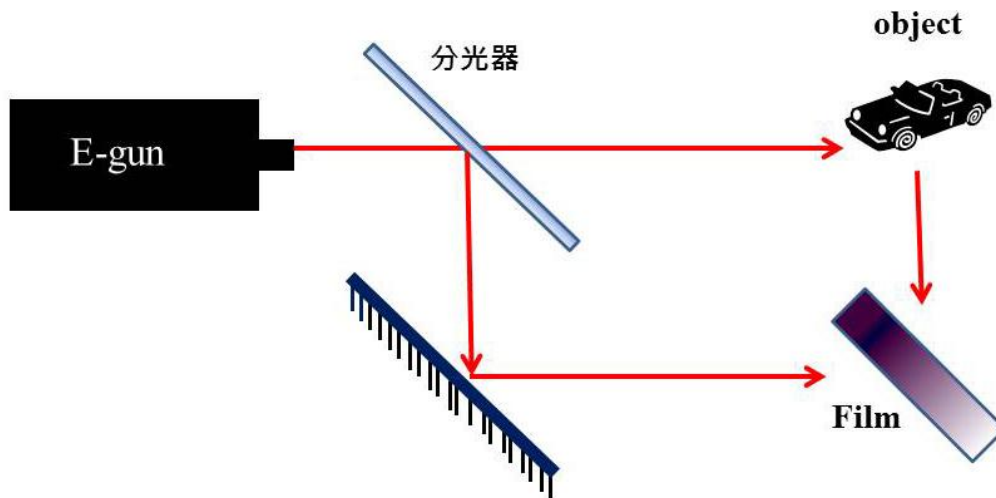


圖 2-12 Denisyuk 發明之反射式全像裝置簡圖

現今全像片依照光路和拍攝路徑大致分為同軸式全像片 (In-line Hologram)、離軸式全像片 (Off-axis Hologram)、彩虹全像片 (Rainbow Hologram) 及壓印式全像片 (Hologram Embossing)、電腦全像片 (Computer Generated Hologram, CGH)、數位式全像片 (Digital Hologram) 又稱為點矩陣全像片 (Dot-Hologram) (van Renesse, 1998)。常用來記錄全像的母版材料 (感光材料) 主要有三種，分別為鹵化銀 (silver-halide)、光阻 (photo resist)、光學高分子 (photopolymer)、重鉻酸明膠 (dichromated gelatin) (Rhody & Ross, 1999)。

根據新刺激雷射全像市場發展之產業報導，全像科技產品因不同的展示需求，選擇不同的全像呈現技術 (鄒永祥, 2001)。依據其成像原理，產品可分為彩虹全像片、反射式全像片、多視角全像片、真彩全像片、積成式全像片、點矩陣全像片等，表 2-2 列出不同全像商品的應用領域：

表 2-2 各類全像片通用範圍

	彩虹 全像片	反射式 全像片	多視角 全像片	全彩 全像片	積成式 全像片	點矩陣 全像片
平面圖	▲		▲	▲		▲
模型立體影像	▲	▲	▲	▲		▲
人物立體影像					▲	▲
電腦虛擬影像					▲	▲
動態圖形					▲	▲
光柵特殊效果						▲
防偽功能						▲

資料來源：華錦光電

經由表 2-2 的觀察，點矩陣全像片不僅可用來表現簡單的平面媒材，也可表現 3D 立體效果與動態效果。重建影像的同時，也兼具防偽功能。能有效將內容端與設計端整合，進而拓展全像科技的應用面。全像片設計者可透過撰寫程式的方式來設計，透過彩色索引檔、灰階檔的設定，可控制全像片色彩顯示及全像片觀察角度，使全像片具有豐富的視覺效果，如變圖、景深、流動、縮放等。再透過與數位典藏的內容結合來設計全像片，設計具有主題性的全像片。因此本論文將選用數位點矩陣全像片為本研究的設計媒材。

## 二、點矩陣全像片

1980 年期間由 Frank S. Davis 所提出的點矩陣全像片 (Dot-matrix Hologram)。圖 2-13 為入射光波長  $\lambda$ ，經由全像片光柵結構產生之繞射示意圖。其  $\alpha$  為繞射光的偏折角度， $d$  為光柵間距。方程式 (2-2) 為繞射方程式，當光柵間距  $d$  固定時，繞射之光波長與繞射偏折角度成正比關係，因此可對有效角度產生控制，產生如七彩般的繞射。

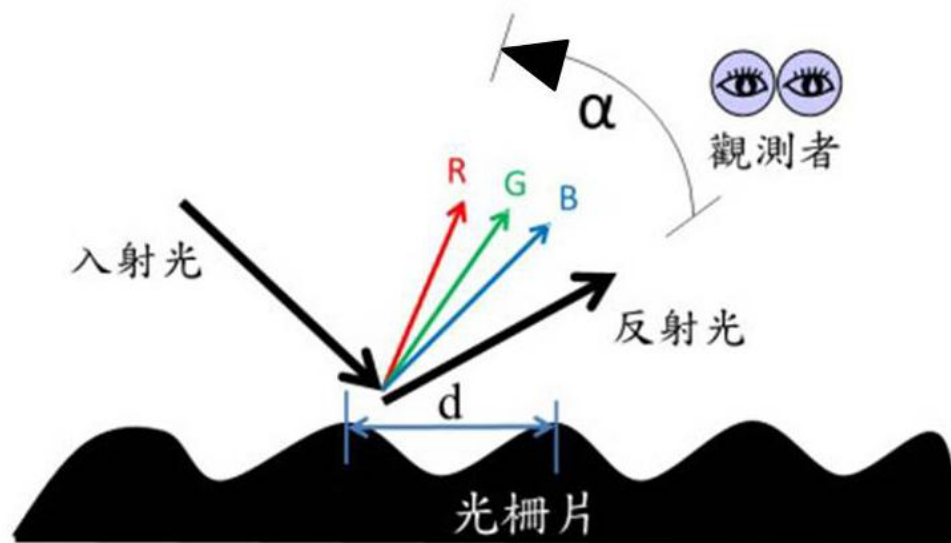


圖 2-13 光柵結構繞射示意圖

$$d * \sin (\alpha) = n * \lambda \quad (2-2)$$

$d$ ：光柵間距  $\alpha$ ：繞射光線的偏折角度， $n$ ：整數， $\lambda$ ：入射光的波長

而點矩陣全像片由像素 (Pixel) 為單位的矩陣點 (Matrix Spot) 結構所組成，而每個矩陣點由不同間距及方向的干涉條紋所構成，點矩陣全像片之微結構如圖 2-14 所示 (van Renesse, 2004)。由此可知由單一光源及特殊觀察角度，利用干涉條紋的不同光柵角度和間距，將單色光繞射至不同方向，如七彩般光影的全

像影像（圖 2-15）。也由於利用了電鍍金屬或光阻其表面凹凸的紋路來產生光柵繞射的效果，因此點矩陣全像片可透過壓印的方式複製，可進行大量生產。

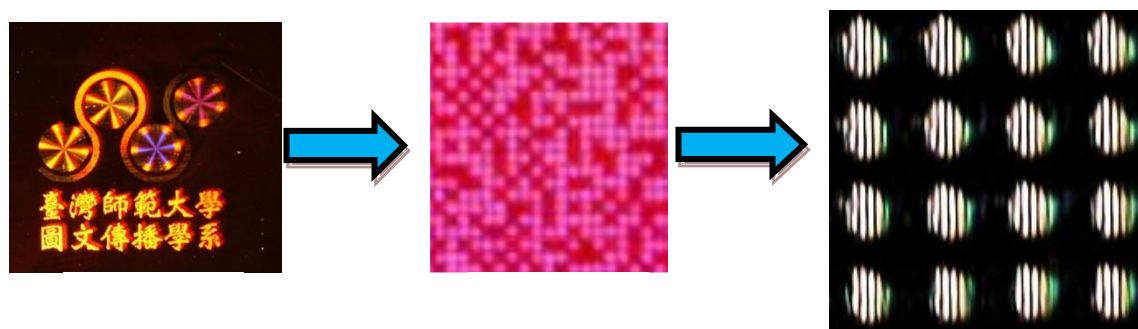


圖 2-14 點矩陣全像片的微結構示意圖

(a) 圖文傳播全像片 (b) 局部顯微放大 (c) 微結構 (van Renesse, 2004)



圖 2-15 不同角度觀看全像片呈現不同光影變化

點矩陣全像片的設計方式非常特殊，和一般平面設計並不相同。點矩陣全像片主要是藉著控制光柵間距 (Grating pitch)、光柵角度 (Grating orientation) 及光柵點尺寸 (Spot size) 此三項來完成製作，如圖 2-16 所示。點矩陣全像片主要功能依序為：

1. 光柵間距 (Grating pitch)：用以控制色彩的變化。
2. 光柵角度 (Grating orientation)：不同的光柵角度可以使相同方向的入射光繞射至不同的方向，用以控制全像片觀看的角度。
3. 光柵點尺寸 (Spot size)：控制實際輸出的解析度。

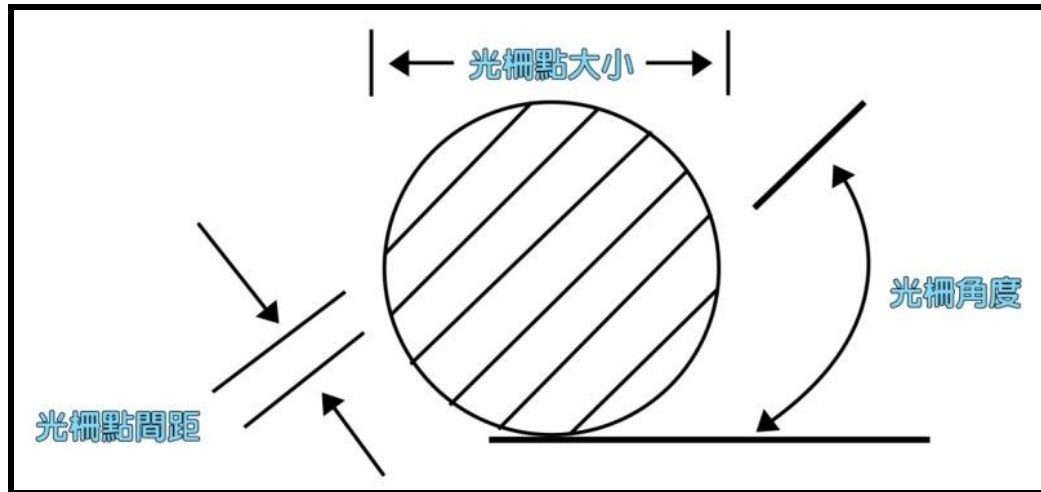


圖 2-16 光柵點結構圖

點矩陣全像片在製作的過程中，主要由彩色索引檔與灰階檔所組成。彩色索引檔為用來控制全像片色彩顯現之圖檔。根據 AHEAD Sparkle 系統來定義顏色，在彩色索引檔使用的顏色主要為紅 (Red)、綠 (Green)、藍 (Blue)、青 (Cyan)、洋紅 (Magenta)、黃 (Yellow)、黑 (Black) 七種顏色來顯示色彩，其中黑色代表不顯色，若彩色索引檔中含有白色，則 Sparkle 點矩陣製版機亦不顯色。另一灰階檔案用來控制全像片的觀察角度(光柵角度)，全像片的灰階值設定範圍於 0 ~255 之間。以全像片為中心，光柵角度從-90 度至 90 度之間，因此灰階值之設定便影響人眼所觀看的角度，一張全像影像中所涵蓋的灰階值範圍越大，則表示實際輸出的全像片可觀看的角度範圍也越大。

綜上所述，點矩陣全像片的設計原理主要藉由控制光柵點尺寸 (spot size)、光柵間距 (grating pitch) 和光柵角度 (grating angle) 來完成。本研究主要使用由華錦光電科技 (AHEAD Optoelectronics) 所設計的點矩陣全像製版機 (如圖 2-17)。華錦光電擁有多項世界級點矩陣全像光學專利，設計出點矩陣全像打版輸出設備 Sparkle I 及 Sparkle II。而 Sparkle I 機台製作全像解析度範圍在 150-1300dpi 之間，Sparkle II 機台的全像解析度範圍在 400-4000dpi 之間，並可依數位檔案之內容，輸出不同光柵尺寸、角度及間距的全像片母版於光阻片上。

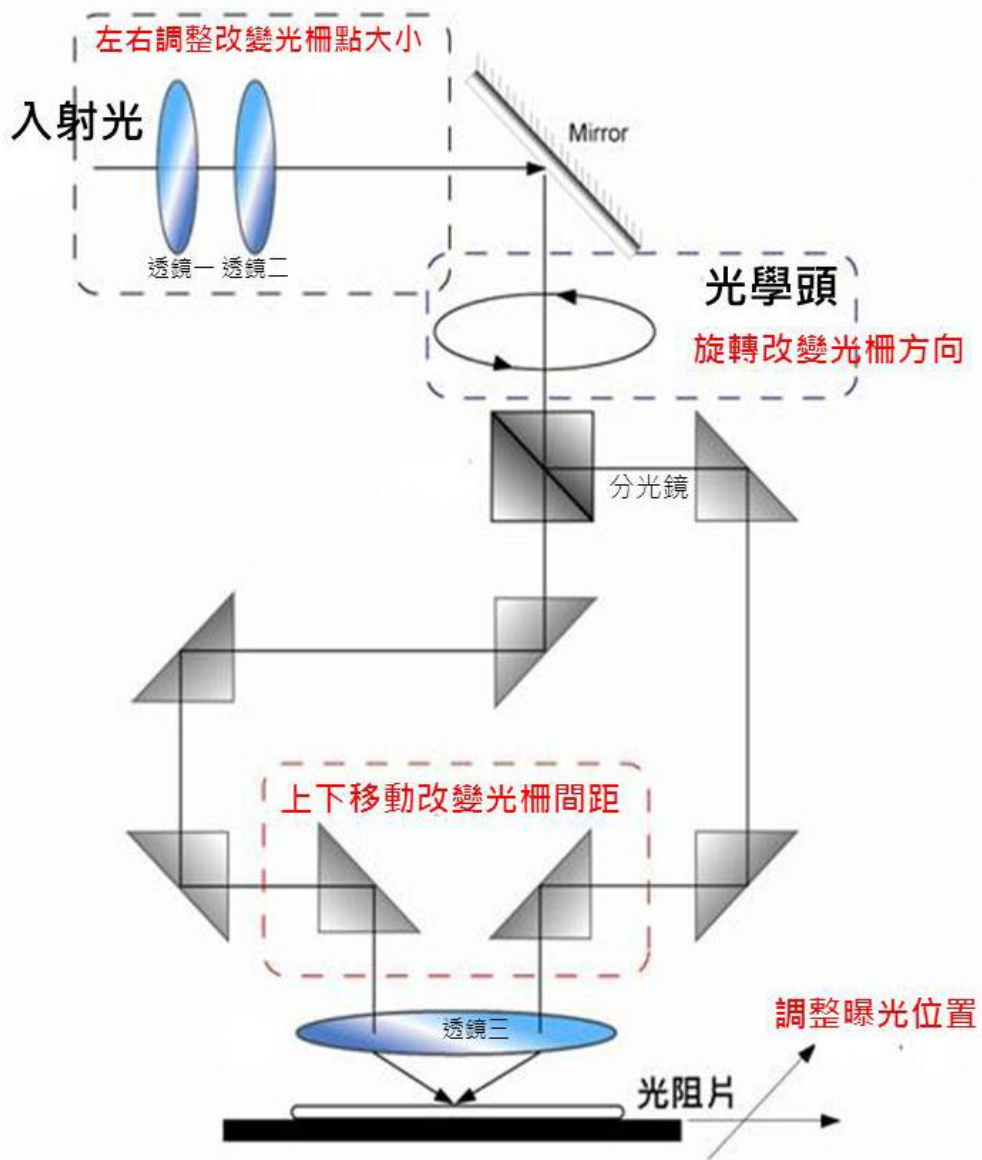


圖 2-17 點矩陣全像片成像示意圖

## 第四節 全像片之加值應用

日常生活中隨處可見全像技術的實例，舉例如鈔票、有價證券、防偽包裝、商品上的防偽標籤等。而近年來全像的發展又可用來詮釋視覺藝術，常為國內外藝術家所選用的創作素材。本章節蒐集了國內外加值應用的相關文獻，進行整理並分析，來建立本研究設計此加值產品的依據。讓全像科技不但具有防偽特性，更能創造出更多加值應用之可能性。

### 一、全像片之防偽應用

目前全像片大量應用於防偽領域上，其應用的範圍極為廣泛，最為人所知的為我國鈔票上的全像防偽標籤（如圖 2-18），其 2000 元、1000 元、500 元鈔券上有光影變化薄膜，目前全世界已有一百多個國家的鈔票印製與全像片結合（中央銀行，2005）。



圖 2-18 OVD 應用於新台幣鈔票

英國銀行於 2007 年 3 月，在新式鈔券 20 英鎊中加入全像片設計。其鈔券正面有光影變化箔膜，使用經濟學家亞當史密斯兩種不同色調側身人像，將鈔票上的防偽效果設計成反轉的變圖與 20 與£的相互變圖所構成（如圖 2-19 所示）：



圖 2-19 英國 20 元英鎊之變圖效果

圖片來源：<http://blog.yam.com/blogearth/article/18991938>

為慶祝中華民國建國百年，中華郵政特別規劃發行「慶典煙火郵票」（如圖 2-20）。郵票圖案由左至右分別為臺北國慶煙火（面值新臺幣 5 元）、臺北 101 大樓跨年煙火（面值新臺幣 5 元）、高雄愛河元宵煙火（面值新臺幣 25 元）及桃園龍潭端午煙火（面值新臺幣 25 元）。使用了平版套印與雕刻凹版和首度使用光影變化箔膜來印製，結合高科技光影效果與藝術，來呈現夜空中繽紛燦爛煙火（中華郵政，2011）。



2-20 建國百年慶典煙火郵票-首枚郵票使用光影變化箔膜印製  
圖片來源：<http://www2.cna.com.tw/postwrite/cvpread.aspx?ID=73868>

中國大陸的著名品牌黃鶴樓香菸，如圖 2-21 (Hudong, 2010)，其為中國著名的香菸，它象徵了千年的荊楚文化，亦是紀念中國民族的百年工藝。它以銷售高品質、高檔的香菸為主，在大陸消費者中享有很高的聲譽。其外包裝運用點矩陣全像片來設計公司的 LOGO，此設計之全像片具特殊的變圖效果，不僅具有防偽功能，也替其外包裝增添趣味性，在市場上非常具有獨特性。

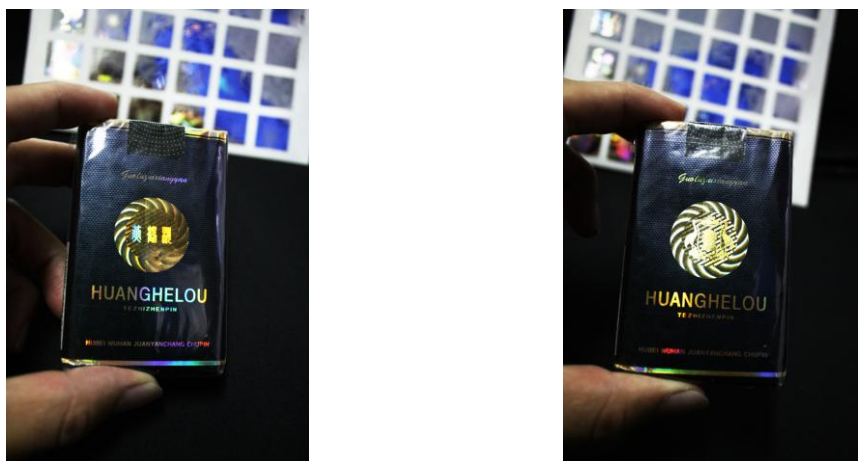


圖 2-21 全像片應用於中國知名香菸品牌-黃鶴樓

## 二、全像片之藝術應用

日本著名的全像大師石井勢津子教授來台推廣全像藝術教育不餘遺力，於 2009 年贈與國立台灣師範大學之彩虹全像作品「草原景色」(如圖 2-22)。此全像作品的色彩會隨著人的位置角度產生不同變化，而看見不同的草原景色，如不同季節、時間的草原景色。

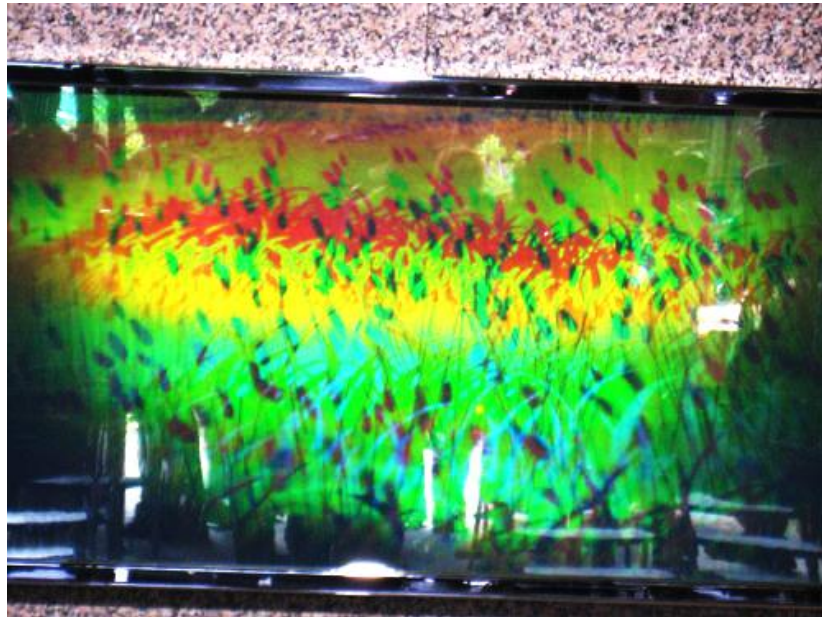


圖 2-22 石井勢津子教授之全像作品「草原景色」

圖片來源：<http://tw.myblog.yahoo.com/kunliang2006/article>

Hiro Yamagata 於 2004 年到 2005 年期間於西班牙畢爾包古根漢美術館旁展出的作品「Quantum Field X3」(Hiro, 2004)。其大樓的外層包覆著彩虹全像片，隨著觀看角度的不同和每天太陽位置的改變，可讓光線與全像片交相輝映，反射出多種的色彩，成為城市中的一大特色。每到夜間時刻，用光直接打在大樓上，讓建築呈現不同光影變化，使城市呈現栩栩如生的視覺體驗，如圖 2-23。

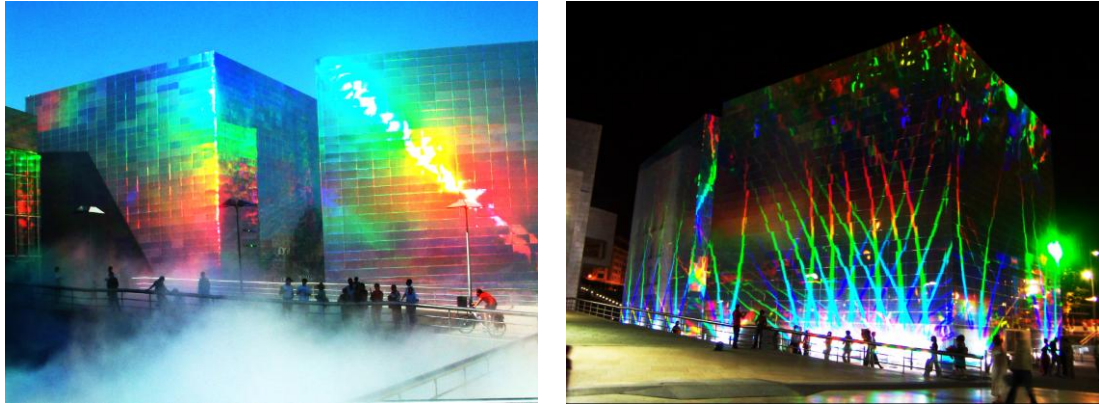


圖 2-23 Quantum Field X3 (a) 白天的景色 (b) 夜晚的景色

圖片來源：<http://www.panoramio.com/photo/21478918>

在「夏娃克隆肖像」裏，如圖 2-24，林珮淳運用 3D 動態全像攝影技術，細緻的捕捉虛擬生物的逼真樣貌，展現不同角度的姿態與眼神，將夏娃克隆的頭像與獸的形象結合，置於壓克力透明材質所構成之黑框中，仿若是一具具死體之標本。但又因著夏娃眼神會隨著觀者之移動而轉動，這些肖像又似乎是具有生命之活體，更切合藝術家欲表達科學（無機）與自然（有機）之間的張力與不安的同時，來藉以呼應現代高科技虛有其表的脆弱本質（林珮淳，2011）。



圖 2-24 林珮淳—夏娃克隆 3D 動態全像作品

圖片來源：<http://www.hi-check.com/artandmusic/2011/03>

### 三、全像片之產品應用

2002 年由 Merrick Mint 公司所推出的以加拿大楓葉為主題的全像硬幣 ”Canadian Maple Leaf on coin reverse with colorized Canadian flag background”，硬幣之正反面則用全像片呈現主題楓葉及伊莉莎白女王，營造出立體感，更增添此加值產品之價值，如圖 2-23 所示。同樣為 Merrick Mint 公司所推出的全像產品 ”\$2 GOLD HOLOGRAM BILL”，在鈔券正面人物的圖像後方使用全像片，產生感覺浮出來的效果，來突顯人像，如圖 2-25 (Merrick Mint, 2002)。



(a)



(b)

圖 2-25 全像片加值產品 (a) 全像硬幣圖 (b) 全像鈔票

圖片來源：<http://www.merrickmint.com/camalegoflho.html>.

而內容題材取材自故宮典藏畫作一元劉貫道「元世祖狩獵圖」為參考所設計的全像片「一矢中的」考試御守，如圖 2-26 所示。藉由灰階值的設計，觀看者可於三個不同光柵角度看到射箭的連續動作。此外，全像片加值商品的應用，可添增一段動人的故事與作品交相呼應，製作成具趣味性又具防偽功能的加值產品 (陳詩涵，2007)。

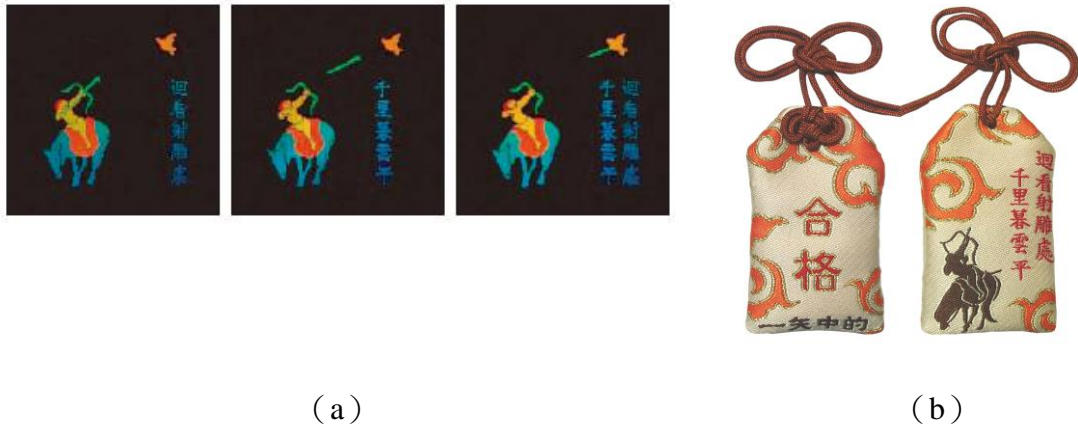


圖 2-26 一矢中的考試御守加值產品 (a) 御守全像動畫 (b) 御守外觀圖

「與師大大師同行，不舍晝夜」全像手錶，內容以「師大大師」全像片來設計，製作具景深的點矩陣全像片，與手錶相互結合成一加值產品，並以一故事與作品作連結，故事內容為孔子警惕後人要把握時間的名句來為全像手錶命名，如圖 2-27。此全像手錶於 2007 年榮獲「師大人的伴手禮創意設計大賽」的首獎（張紘溶，2006）。



圖 2-27 「與師大大師同行，不舍晝夜」全像手錶

另一項具特殊性的全像增值產品為「開啟智慧之門全像鑰匙圈」。製作內容題材選用聯合國世界記憶名錄東巴象形文字「智慧」二字為創意起點，結合古今中外元素，並融合數位點距陣全像科技，在不同觀看角度下會散發出七彩光芒，代表人腦的創意與智慧的火花，並祝福使用此鑰圈的朋友能開啟屬於自己的智慧之門（陳怡惠，2008），如圖 2-28 所示。



圖 2-28 開啟智慧之門全像鑰匙圈

而個人化郵票結合全像科技的例子，龍年郵票紀念章，此為個人化郵票結合生肖龍年全像紀念章的整合設計，過去鮮少有結合全像片及個人化郵票之案例。本次台師大與華錦光電科技股份有限公司共同合作，將全像科技作跨界整合，如圖 2-29 所示。



圖 2-29 個人化郵票結合生肖龍年全像紀念章

透過文獻資料的整理，全像科技的加值運用可呈現不同的多元面貌，如防偽功能、視覺藝術、加值產品等。注入創意的元素，再運用數位科技進行全像加值，使得全像片更貼近人們生活，擺脫傳統生硬的刻板印象。本論文藉由文獻上加值應用之案例，歸納出其使用的全像技術、類別與特性，如表 2-3 所示。

表 2-3 全像科技運用於加值應用呈現類別

加值應用類別	全像技術	內容說明
防偽	點矩陣全像片	強調功能性，常設計複雜圖案，提高防偽度。
藝術品	彩虹全像片	強調美感，常結合自然意象，著重作品概念的表達。
產品	點矩陣全像片	強調實用性，常結合故事內容，與故事內容作整合。

全像片的加值應用在日常生活中使用得非常廣泛，且與生活息息相關，相關加值產品的種類繁多。而本研究主要目的為製作 3D 動態點矩陣全像片的加值產品，針對產品加值應用類別具體分析其呈現方式有：

1. 圖樣經由轉化重新設計造型，如「福爾摩沙的奇幻旅程」穿山甲（小童，2010），如圖 2-30 所示。

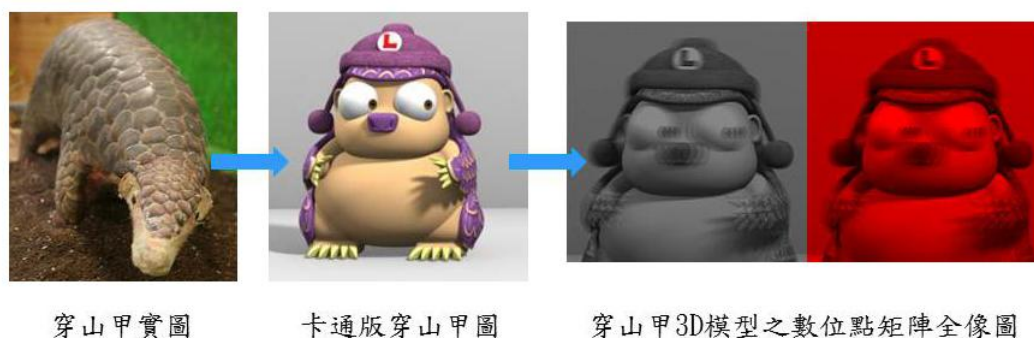


圖 2-30 穿山甲圖形轉化對照圖（小童，2010）

2. 將圖樣直接運用於較高單價產品上進行加值，如龍年郵票紀念章、全像手錶、全像胸針。
3. 萃取出典藏內容並結合一生動故事來做成產品。如「一矢中的」考試御守、「開啟智慧之門」全像鑰匙圈、「福爾摩沙的奇幻旅程」穿山甲等。

因此，設計不同呈現方式的加值產品，所運用的加值方式也隨之不同。但於加值產品上，仍可觀察出以下幾點類似之處：

1. 設計素材：選用數位典藏與具有文化特色內涵之內容。
2. 產品類型：選擇較具實用性以及象徵祝福意義的伴手禮品。
3. 行銷方法：運用故事行銷手法，結合文化創意之概念，讓產品走入日常生活。

因此若想出色地構思全像科技與文化加值兩者結合的創意設計，除須檢視素材內容之性質、特色外，於最終產品的題材呈現上，也是非常重要的一個環節，是需要許多專業與技術才能創造出令人驚艷的成果。

## 第五節 加值應用類別

國立故宮博物院對文化商品發展與創造的基本理念為「Old is New」，意味將打造「時尚故宮，數位生活」。故宮希望突破過往博物館衍生商品的刻板印象，具體展現創新的設計概念與獨特的美學追求，而讓故宮的「老」文物，洋溢出無限「新」意！而故宮也因為數位典藏文物的加值應用計畫，成為國內外執行數位典藏加值應用最著名的機構。故宮希望未來台灣的歷史文物，能在國內外各領域的設計家手中，發揚孕育出東方精神同時兼具實用功能的時尚精品，並積極透過品牌授權等方式進行量產，讓時代久遠的文物，融入現代生活，更成為領導流行、挑戰尖端的新指標。根據根據研調機構 NPD Group 所發布的最新全球運動市場報告《Global Sports Estimate Report 2011》，銷售額年增加 4%，達 3,150 億美元，可見運動市場潛力（Money DJ 理財網，2012）。

根據「國際財經日報」(IBTimes)報導指出 NBA 美國職業籃球紀念商品，主要銷售排行前五名的產品為：球衣、T 恤、球員卡、手飾與公仔等相關產品。而棒球運動在台灣的發展已有百餘年歷史，台灣發展出的台灣職棒聯盟，每年球季約自三月至十月間，賽程進行三十週，每隊每球季各打一百二十場賽事，其中球員最熱賣前五名產品種類為：T 恤、球員卡、簽名球、帽子，加油棒等相關產品。其銷售排行表如表 2-4 (Kuso4ever, 2009)。

表 2-4 台灣職棒與 NBA 銷售排行銷售排行表

	第一名	第二名	第三名	第四名	第五名
台灣職棒	T 恤	球員卡	簽名球	帽子	加油棒
NBA	球衣	T 恤	球員卡	手飾	公仔

由以上兩者國內外增值應用商品之案例，根據數據之比對，可知球員卡是增值產品中共同之品項，且球員卡又為最迷人的運動商品。因此本研究依據此國內外發展出紀念商品的成功案例，作為本論文增值產品之類別。

## 第六節 運動產業周邊產品

在運動賽事中，有學者認為以職業運動賽最為重要 (蘇維杉, 2007)。因為職業運動產業代表著一個國家的運動發達與經濟發展，擁有高度運動技能展現與認同的競賽，吸引觀眾觀賞，進一步產生商業交易行為，而企業也願意投資獲利，運動選手並以其專業維生，運動商業化及職業運動產業便正式產生 (王宗吉, 2002)。一般而言，職業運動球團收入來源主要來自門票收入、贊助與廣告、運動彩券、周邊商品、轉播權利金及其他活動收入等六項目。球員卡被封為最迷人的運動商品，球員卡市場每年營業額超過上億美元，因此值得本研究來仔細研究球員卡的類別項目，及其帶來的附加價值，並找出適合點矩陣全像片增值球員卡的類目，以下為各球員卡類目的內容(Fogel, 2003)。

## (一) 普卡

普卡製作過程非常簡單，只需擁有球員的肖像權即可製卡。

## (二) 特殊卡

經特殊的表面處理所呈現出來的特效及含特殊編號在上面，所呈現光彩奪目的光影效果，提高了收藏價值。

## (三) 金屬卡

使用金屬(chrome)為材質生產的球員卡。

## (四) 球衣卡

1998 年之前就有球衣卡的問世，發行於足球卡系列。

## (五) 簽名卡

簽名卡可分為親筆簽名球員卡、貼紙簽名卡、嵌入式簽名卡、球衣簽名卡、球場邊簽名卡、郵寄簽名卡。簽名卡已經成為收集球員卡之主流，以下為簽名卡之分類。

### 1. 早期親筆簽名卡：

指的是在 2003 年之前的簽名卡。

### 2. 貼紙簽名卡：

貼紙簽名卡(俗稱貼紙簽)。指球員把簽名簽在一張的貼紙上，球員卡公司將這些簽名的貼紙貼在球員卡上。

### 3. 郵寄簽名卡：

在美國所流行的一種利用郵寄的方式向運動明星或歌壇明星索取簽名。

### 4. 球衣簽名卡：

結合球衣卡和簽名卡而產生的一種球員卡。

### 5. 球場邊簽名卡：

這一種親筆簽名卡並非球員卡公司所發行的簽名卡，而是球迷將一般的球員

卡拿到球場上請球員簽名。

#### 6. 嵌入簽名卡：

嵌入式簽名卡並不是直接在球員卡的上簽名，而是球員卡的本身設計比較像是一個設計精美的框，用一個鏤空的框來框住球員的簽名或是剪下的球衣。此種手法非常適合本研究設計之點矩陣全像片上，將全像片鑲於所設計的球員卡上，將帶來不同的視覺體驗，也提高球員卡的整體價值。

因球衣、T恤、球員卡、手飾、公仔、加油棒、簽名球等周邊產品，為職業運動球團主要收入之一，因此本研究以盧彥勳打入溫布頓八強賽為主題，將「點矩陣全像片」結合「胸針」製作設計，有別以往的運動周邊商品，兼具防偽功能及趣味性。另由文獻資料整理結果，發現到嵌入式簽名卡較適合於本研究設計，因此選用嵌入式簽名卡搭配全像片來作整體加值設計。

## 第七節 運動產業之故事行銷

由於運動產業中包含許多運動員及運動項目的故事，因此故事行銷非常適合用在運動產業上。「故事」在行銷時可發揮良好功能，若能在正確的行銷時機呈現出正確的故事，將使行銷產品更加容易與簡單。每個人都喜歡聽故事，故事能以簡單的形式，快速地傳遞說故事者欲表達的價值觀，而能快速且準確地傳遞產品價值，正是行銷者最希望達成的目標(Brown & Patterson, 2010)。

而行銷的秘訣永遠都是要有一個好故事，他們認為有故事，產品才賣得出去。正因「故事」在行銷時可以發揮良好的功能，若能在正確的行銷時機呈現出正確的故事，則可使得行銷更加容易與簡單，此種「故事行銷」(story marketing)的觀念逐漸引起風潮。就運動產業而言，包括商品與運動服務，許多的商品與服務的背後都承載了一段「故事」可行銷。其「故事」包括：運動選手的成長故事、運動品牌背後的故事、職業球隊的發展故事、運動項目的發展故事等。分述如下：

## 一、運動選手的成長故事

許多企業透過長期挹注某項運動的方式，希望能將企業品牌形象與選手的正面健康形象作結合。從事某項運動類別的運動商品，以運動的明星選手代言的方式，將運動選手的努力與成長故事，與運動產業的品牌及產品作連結。運動產業經常會找性質或運動類別相近的選手來代言，將代言人的故事與顧客的故事相連結應是可行的具體作法，當顧客的生活故事能與代言人的故事產生共鳴與關連，則必然會影響其消費行為。

## 二、運動品牌背後的故事

每個品牌的背後都蘊含一個獨特的故事，故事構成元素融合了創立者、經營者的價值觀、企業文化、經營策略，打造品牌形象的同時，也賦予了產品靈魂，因而博取消費者的認同與選擇（羅斯契爾，2006）。其中與運動品牌較相關的例子為服飾業的 NIKE。NIKE（耐吉）品牌的命名故事來自於其員工 Jeff Johnson 在一場夢境中，浮現希臘勝利女神 NIKE 的形象；此外，NIKE 標誌的來源故事，係來自於當地一個女學生 Caroline Davidson 所設計的勾勾符號（羅斯契爾，2006）。運動品牌的名稱及標誌（logo）若能搭配其來源故事，更能賦予品牌生命力，將使消費者更加認識此運動品牌。

## 三、職業球隊的發展故事

一個職業球隊發展的相關故事主要包括：球隊的起源與隊史故事、球隊的經營故事、明星球員的故事、球隊 Logo 與吉祥物的故事，以及球迷的故事等。

## 四、運動項目發展故事

各項運動的起源故事，對於提供與該項運動有關的各種商品或服務之運動產業而言，應具有一定程度的價值，若運動產業能善用運動項目的起源故事，將企業的精神與文化與該項運動的起源故事及基本故事相互連結，則將有助於此運動產業的發展。

由上可知，運動產業當中具有許多的「故事性」，關於運動選手、運動品牌、職業球隊及運動項目的故事，將成為運動產業能施行故事行銷之依據。透過蒐集運動產業故事行銷的文獻，提出了四項故事行銷方式，本論文可採用運動選手的成長故事、運動品牌背後的故事來當作理論依據，運動選手之故事方式，非常適用於網球好手盧彥勳。而另一運動品牌的故事，用於「師大大師」品牌，以「昔日師大培育老師；今日師大培育大師」，盧彥勳為母校培育出來的大師，藉此行銷推廣師大。

本論文創作理念與過去學長姐論文不同之處為二，其一為設計一個具 3D 動態點矩陣全像片，整合點矩陣全像片包含變圖效果同時又具 3D 效果。兩個動作為盧彥勳打入溫布頓八強於比賽勝利後親吻手指與指向天際的動作，來紀念天上的父親。兩個動作各為兩張 3D 圖像，共四張圖像，將其檔案輸出光阻片，未來再製作成全像片。其二為運用故事行銷的手法，蒐集市面上球員卡種類，找出最適合的球員卡分類，將其製作成獨一無二的全像球員卡。

## 第八節 文獻小結

經過經典動態影像文獻資料的蒐集，可發現過去較少有將數位典藏動作結合點矩陣全像片的研究，因此本研究便預計將全像片與數位典藏動作結合，設計出具 3D 動態效果的全像片。而立體影像技術的文獻蒐集，讓我們了解如何產生深度、立體感，及立體顯示技術。再來為全像科技的文獻蒐集，我們可利用點矩陣全像片特殊的光影變化來呈現及表達平面難以顯示的動態視覺效果。文獻並蒐集過去全像片加值應用的實例，故事行銷選用運動選手的成長故事來作一連結，替產品與消費者之間產生共鳴，並蒐集了球員卡之分類，搭配全像片作一加值產品設計，讓加值產品更具美感。本研究運用現代科技的點矩陣全像技術，製作成全像片，加上一段故事行銷內容，製作一貼近生活的實用性產品，走入人們生活。

因此本研究試將盧彥勳打入溫布頓八強影片，擷取其關鍵動作並轉化為 Q 版圖像，再用數位點矩陣全像技術，將其設計成 3D 動態點矩陣全像片，並套用產品設計之概念，將其製作成一加值產品，再用故事行銷與產品連結，將科技與藝術作整合，提升其整體價值，並兼具防偽功能與趣味性。

# 第三章 研究方法

## 第一節 研究架構

本研究的主要目的是將盧彥勳打進溫布頓八強賽影片擷取關鍵動作並轉化為 Q 版圖像，設計成 3D 動態點矩陣全像片之增值產品，再利用故事行銷的手法，將增值產品包裝。而根據上述章節，本研究架構圖如圖 3-1 所示：

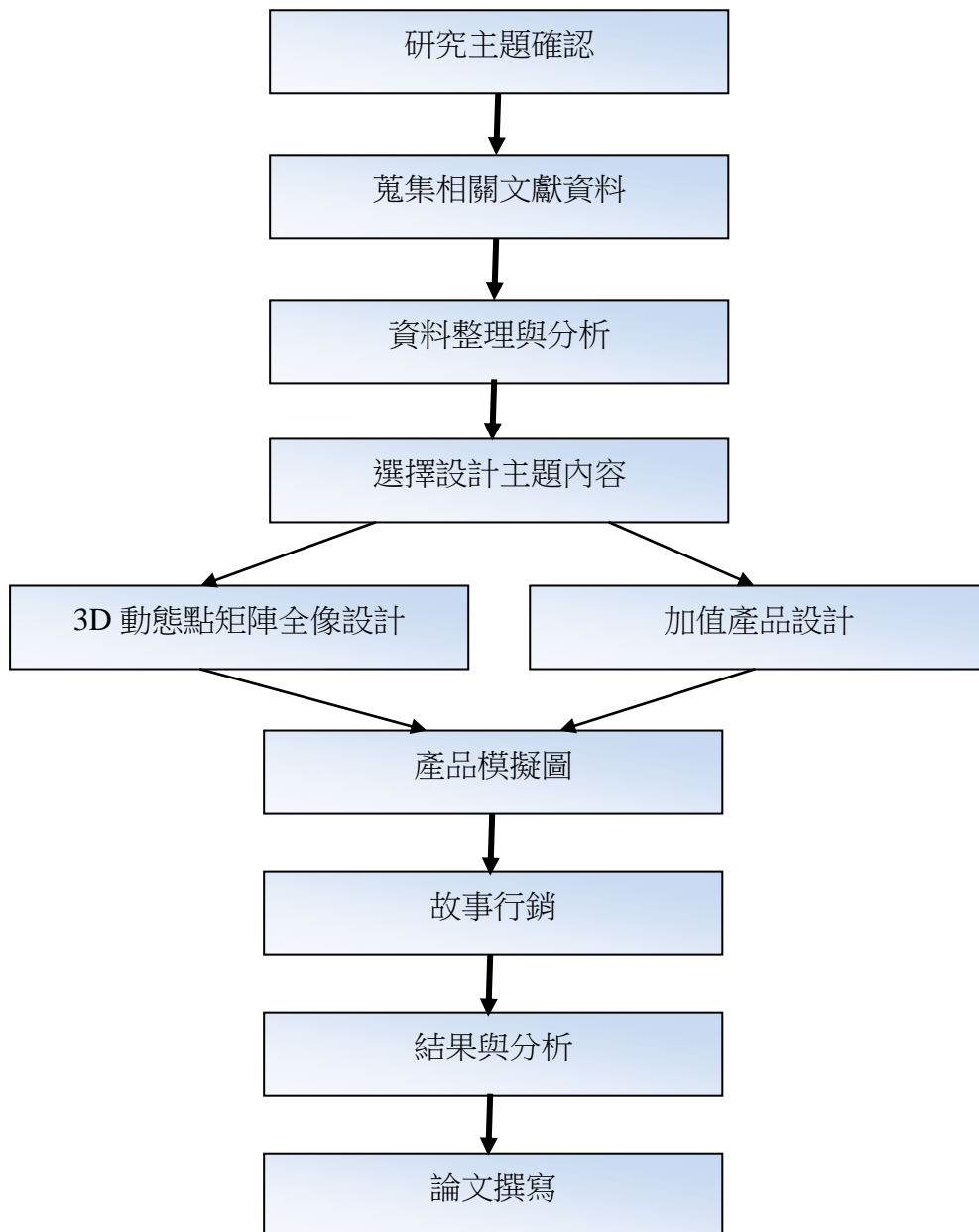


圖 3-1 研究架構圖

## 第二節 研究設備與工具

本研究的研究設備及工具如下表 3-1：

表 3-1 研究設備及工具

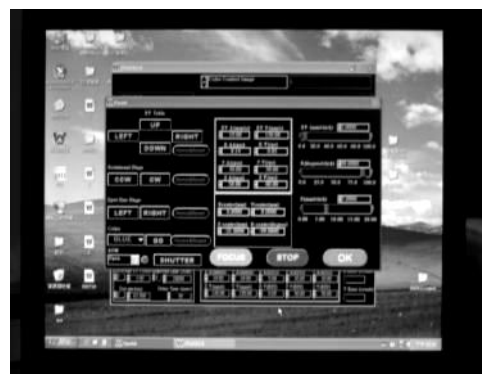
實驗影像	2010.06.29 盧彥勳打入溫布頓八強影片
內容素材	鍾語桐所繪之「盧彥勳」動畫圖
研究工具	Matlab R2010a
	Adobe Illustrator CS3
	Adobe Photoshop CS3
	Sony Vegas Pro 9.0

本研究在設計點矩陣全像片所需軟體為 Matlab R2010a、Sony Vegas Pro 9.0 用來擷取盧彥勳打入溫布頓八強影片的關鍵影格。而 Illustrator 及 Photoshop 為產品設計圖樣時所需使用的繪圖軟體。

而設備部份，本研究採用華錦光電的 Ahead Sparkle II 全像製版機，來進行全像片的輸出，實際輸出的全像影像解析度介於 400-1000dpi，設備及系統介面如圖 3-2 (a)、(b) 所示。



(a)



(b)

圖 3-2 全像製版機 (a) 點矩陣全像設備；(b) 系統介面

Sparkle II 全像製版機以 He-Cd 雷射作為入射光源，其波長約 442nm，經過全像系統光路後，採用半導體製程光阻曝光，顯影後成為全像母版，其全像系統光路架構如圖 3-3 所示。

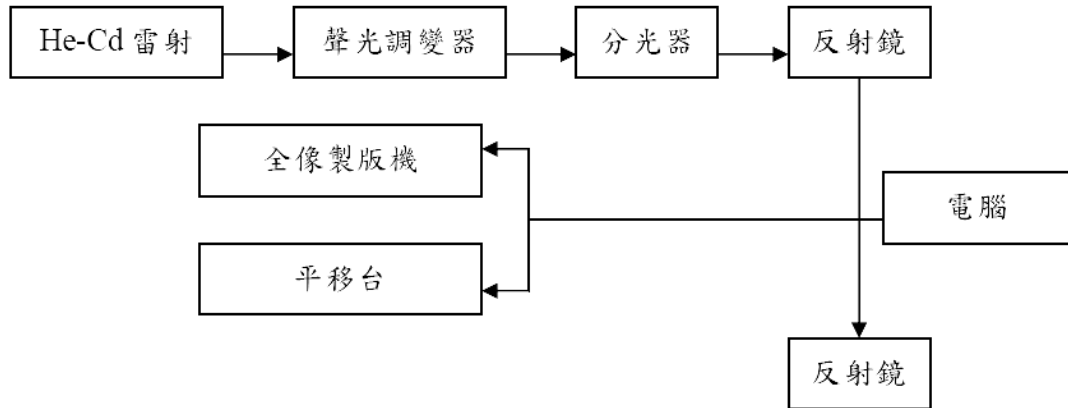


圖 3-3 點矩陣全像系統架構圖

### 第三節 研究設計

點矩陣全像片的製作過程，主要由彩色索引檔與灰階檔所組成。彩色索引色檔用來控制全像片的色彩呈現，灰階檔案用來控制全像片的光柵角度。彩色索引檔之顏色，以紅 (Red)、綠 (Green)、(Blue)、青 (Cyan)、洋紅 (Magenta)、黃 (Yellow)、黑 (Black) 七種顏色為主，其中黑色不顯色，如圖 3-4 所示。另一灰階檔案設計，控制光柵角度需設定不同之灰階值。全像片的灰階值設定範圍於 0~255 之間。以全像片為中心，人眼從 -90 度至 90 度之間觀看。因此灰階值的設定影響了全像影像觀看的角度， $\text{光柵角度} = (\text{灰階值} / 255 * 180 - 90)$  (單位：度)，如圖 3-5 所示。

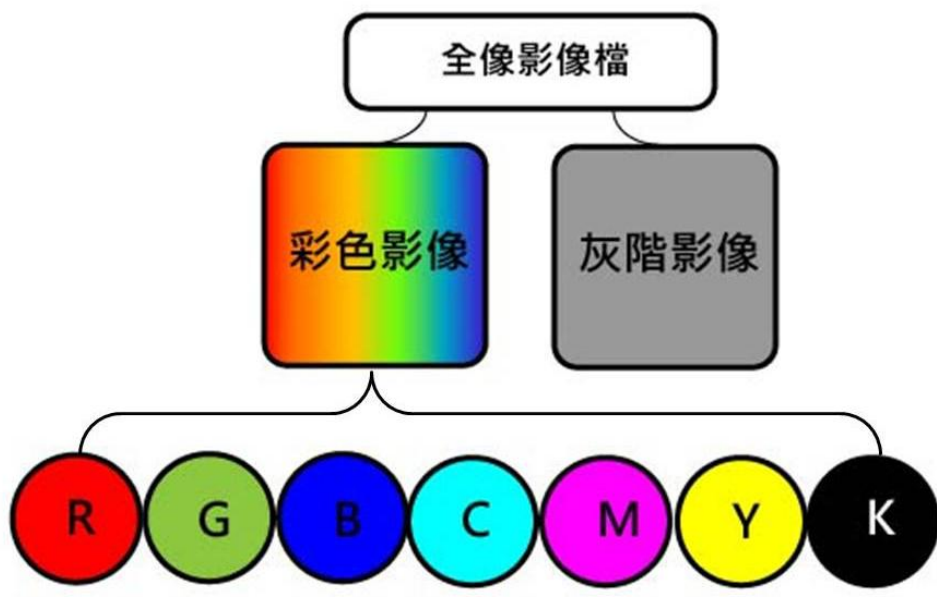


圖 3-4 數位點矩陣全像片的製作

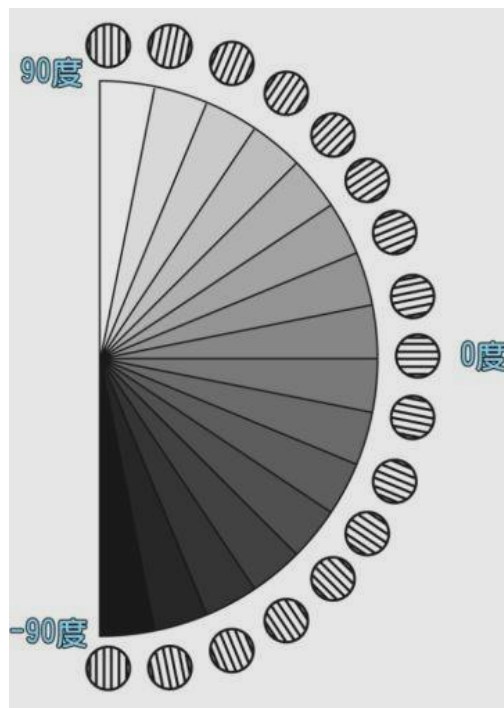


圖 3-5 光柵角度與灰階值對應之示意圖

## 第四節 設計 3D 動態全像片

本研究目的為參考 2010 年 6 月 29 日盧彥勳打入溫布頓八強賽影片，試截取溫布頓球賽影片的盧彥勳關鍵影格（親吻手指，指向天際，以紀念其父親的動作），如圖 3-6 所示，利用此關鍵圖像，再運用 MAYA 2011 軟體，將其轉化繪製成 Q 版風格 3D 圖像，圖像為 2009 年榮獲經濟部 4C 數位內容動畫組優選鍾語桐所設計。



圖 3-6 盧彥勳打進溫布頓八強賽影片

影片來源：<http://www.youtube.com/watch?v=O6miJCK4VjI>

透過 Okoshi 的雙眼視差原理，如圖 2-13 所示，將兩眼距離  $w$  定義為 65mm，而雙眼距參考平面  $X$  為 30cm，運用三角函數原理(3-1 式)，可求得兩眼之間的角為 12.36 度，即左右眼觀看繞射光正視角度各為正負 6.18 度。

$$2\gamma = 2 \tan^{-1} \left( \frac{w/2}{X} \right) \quad (\text{單位：度}) \quad (3-1)$$

其光柵位於  $x$ - $y$  平面、間距為  $P$ ，而與  $x$  軸之夾角之光柵角度為  $\theta$ ，當入射光延  $y$ - $z$  平面方向入射時，其入射角為  $\Phi$ ，而所產生的繞射光於  $x$ - $z$  平面且與  $z$  軸所夾之繞射角為  $\gamma$ 。藉由數學幾何關係之計算，可求得光柵角度  $\theta$  與入射角  $\Phi$  及繞射角  $\gamma$  之間的關係，如公式(3-2)所示，點矩陣全像片光柵角度與入射光、繞射光關係圖，如圖 3-7 所示。

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\sin \gamma}{\sin \phi} \right)$$

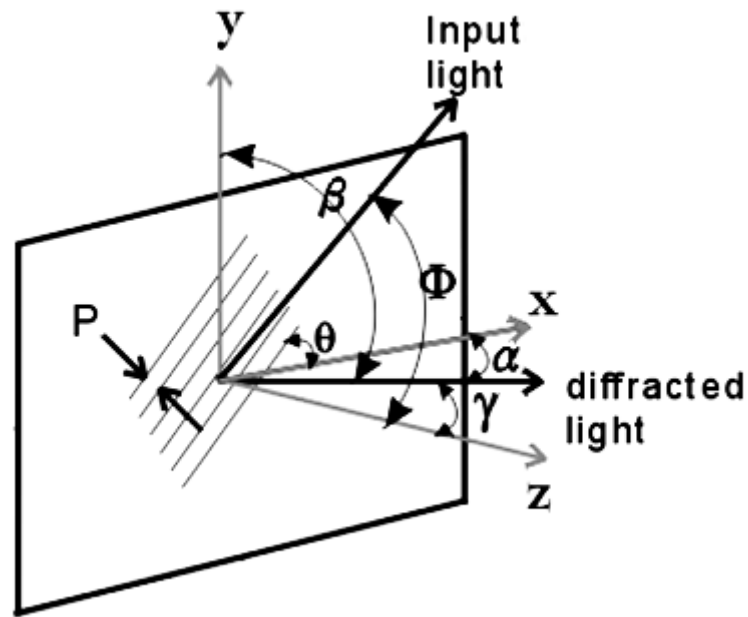


圖 3-7 點矩陣全像片光柵角度與入射光、繞射光的關係圖

由於點矩陣全像製版機定義之入射光角度為 30 度，而繞射光角度由前面求得為正負 6.18 度( $\gamma = \pm 16.8^\circ$ )，因此根據公式(3-2)，可獲得其對應的光柵角度約為 12.16 度。

本章節將運用景深效果的原理作為基礎背景，嘗試用多張照片來呈現 3D 立體動態感，先針對目標物作每間隔 5 度的擷取，擷取其中視角相隔 5 度的四張影像，如圖 3-8 所示，為鍾語桐學長所創作之盧彥勳 3D 圖像，來進行 3D 動態全像片設計（影像大小為 1024\*1024 像素，兩個動作，每個動作有兩個角度，共四張影像）。隨後在點矩陣全像檔案的設計上，運用灰階值與光柵角度的關係，分別由左至右將其對應的灰階值設為 83、113、143、173，期能用來呈現 3D 動態點矩陣全像片的立體感（盧靜璇，2011）。



圖 3-8 每間隔 5 度擷取之盧彥勳 3D 圖像  
圖片來源：作者商請鍾語桐特別繪製

## 第四章 實驗結果與討論

本章節第一節為變圖影像之結果，第二節為 3D 點矩陣全像片之設計。第一節結果將自行設計之盧彥勳跨入溫布頓八強賽之經典影片，擷取動作並轉化為 Q 版圖像，製作成全像片，最後製成「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章以及盧彥勳球員卡之加值產品。第二節主要參考立體成像原理與公式，製作出具 3D 動態效果的盧彥勳的全像設計檔。先設計出動態、立體效果的全像檔案，再製作出動態加上立體的全像檔案。再運用 Matlab 所設計的預覽程式，為檢查彩色索引檔程式，檢查彩色索引檔、灰階檔是否對應程式，及人眼預覽全像片程式來模擬所設計的全像片 0~180 度的變化效果，最後並實際輸出光阻片，拍攝其光影變化來作效果模擬。本產品所設計的點矩陣全像扮演的角色與以往大不相同，過去大多數的全像片通常添加特殊的視覺效果，通常未有特殊的意義存在其中，因此本研究設計有加值產品，除了讓點矩陣全像片具有高度的防偽特性，也同時具有特殊的意義與價值。

### 第一節 變圖影像之結果

#### (一) 全像胸針之加值產品

本研究素材為參考 2010 年 6 月 29 日我國網球好手盧彥勳打入溫布頓八強賽影片的關鍵影格（親吻手指，指向天際，以紀念其父親的動作），利用此關鍵圖像，再運用 Photoshop 繪圖軟體，將其轉化繪製成 Q 版風格圖像，如圖 4-1。將此兩張轉化過後的 Q 版影像，運用 Matlab 程式，將兩張連續影像經過網、二階化處理，再將彩色索引檔選用紅色，最後調整灰階值之參數，如圖 4-2(a)、(b)、(c)、(d) 所示。而關於灰階值之設定，因為人眼觀看範圍介於 -90 度至 90 度之間，

因此設計兩張動畫之灰階值，使用灰階值 107、149 之參數值。再運用 Matlab 程式將四張影像作合成，合成結果圖如圖 4-3(a)、(b)所示。



圖 4-1 Photoshop 設計出盧彥勳 Q 版風格圖像

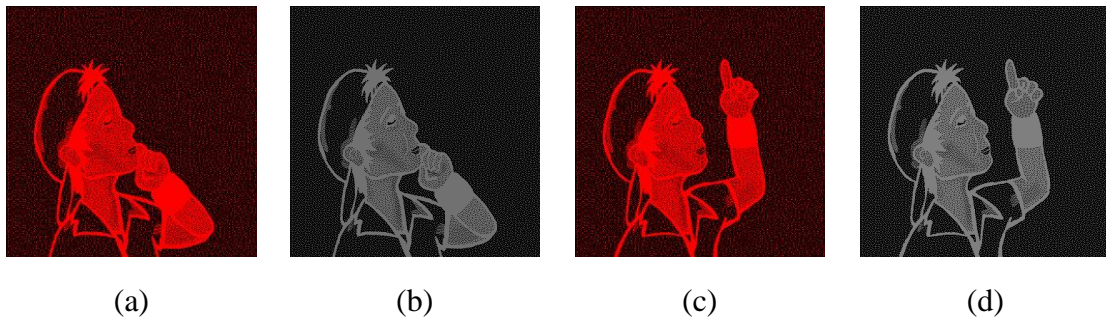


圖 4-2 經過網、二階化、彩色索引檔選用紅色、灰階值處理之參數圖

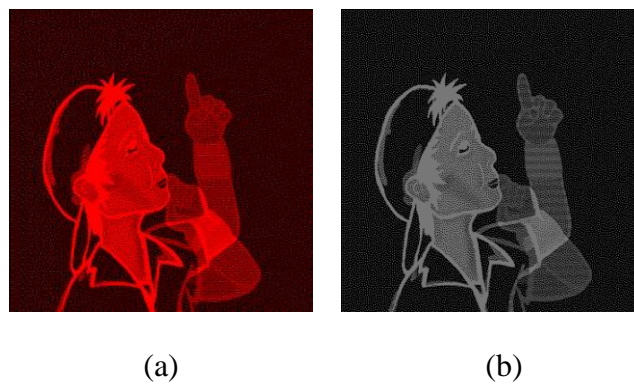
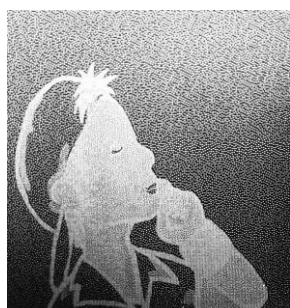


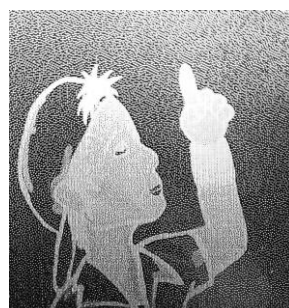
圖 4-3 影像合成結果

本研究結果取自溫布頓球賽決賽影片，擷取四張盧彥勳關鍵圖像，將圖像轉化繪製成四張 Q 版圖像，再選出其兩張關鍵動作，最後將檔案實體輸出作參考。

圖 4-4 為同一光阻片拍攝圖，(a)為親吻手指，(b)為手指天際的動作。最後將其製作成 500 個手工精緻限量版「閃亮的日子」全像胸章，將全像科技與數位典藏內容結合。故事內容為盧彥勳跨進溫布頓八強，親吻手指、指向天際之動作，獻給天上的父親的畫面，透過電視轉播，海內外觀眾皆為之感動，這尤其已成為台灣人共同記憶的部分，成為閃亮的日子。圖像並得到盧彥勳之授權，產品將先作為贈送國內外友人之贈品，圖 4-5 為「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章增值產品的完成圖。

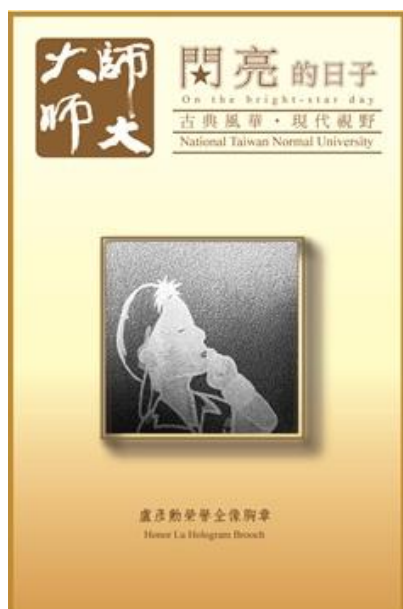


(a)親吻手指



(b)指向天際

圖 4-4 同一光阻片不同角度之拍攝圖(a)親吻手指(b)指向天際



(a)正面設計



(b)背面設計

圖 4-5 「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章說明頁

## (二) 全像球員卡之加值產品

盧彥勳為亞洲備受注目的網球選手，亦是台灣第一位打進溫布頓八強的選手。因從小爸爸拿了一支網球拍給盧彥勳開始，啟發他對網球的熱愛。父親離開後，他領悟到自己的每一次揮拍、每場球賽，就像又一次與父親同在，他相信父親就在天上看著他，一步步牽引著他，走向職網的最高殿堂溫布頓。而親吻手指、指向天際的動作，把這難能可貴的榮耀，獻給天上的父親。把這個大家都很熟的招牌動作，是盧彥勳與父親之間男人的約定，他告訴父親終於做到了（盧彥勳，2010）。為了記錄盧彥勳打入溫布頓八強賽這感動的一刻，因此遂製作盧彥勳打入溫布頓八強之紀念球員卡，參考了市面上球員卡的風格，自行設計一 9cm\*6cm 的球員卡。正面風格為網屏風格來當作背景，背面為盧彥勳的簡介和說明。將此圖檔實際輸出，並將全像片裱貼於球員卡上，使全像片具有鑲嵌的價值感，並寫上簽名與限量的文字，帶來高附加價值，如圖 4-6 為盧彥勳球員卡之加值產品圖。



圖 4-6 盧彥勳球員卡之加值產品圖

圖片來源：<http://www.taiwangoodlife.org/storylink/20100629/2174>

本研究將全像片製作成盧彥勳全像球員卡，此球員卡之加值方式，希能增添價值與質感。藉由本結果設計出的盧彥勳典藏球員卡之加值產品，藉以行銷、推廣師大。本實驗結果將盧彥勳入溫布頓八強賽影片，擷取關鍵動作，繪製成 Q 版圖像，製作成全像片，再製作成「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章與盧彥勳典藏球員卡之加值產品，成功地將與藝術作一整合。並以此結果為設計基礎，本研究之目的為設計一具 3D 動態效果的全像片，再作成加值產品，再運用故事行銷的手法，將產品包裝並行銷出去。

## 第二節 盧彥勳 3D 點矩陣全像片之設計

本研究主要將盧彥勳跨進溫布頓八強賽影片擷取之關鍵影像兩張實圖，發揮藝術設計與 3D 建模技術將圖像轉化(如圖 4-7)，解決了原始影片所擷取之圖像，解析度不足之問題，重新雕塑生硬的原圖，讓圖案變得平易近人，非常具趣味性。列出經轉化後的盧彥勳十張 Q 版 3D 影像，可運用到於加值產品設計，如圖 4-8。實驗結果先作出盧彥勳動態全像檔案，立體部分則用立體成像原理為基礎，製作出盧彥勳立體全像檔。並以實作動態、立體全像檔的經驗為基礎，再實際製作結合動態與立體的全像檔案，並使用 Matlab 預覽程式預視其效果，最後實際輸出光阻片，並拍攝光阻片實體影像。



圖 4-7 盧彥勳圖像轉化步驟圖

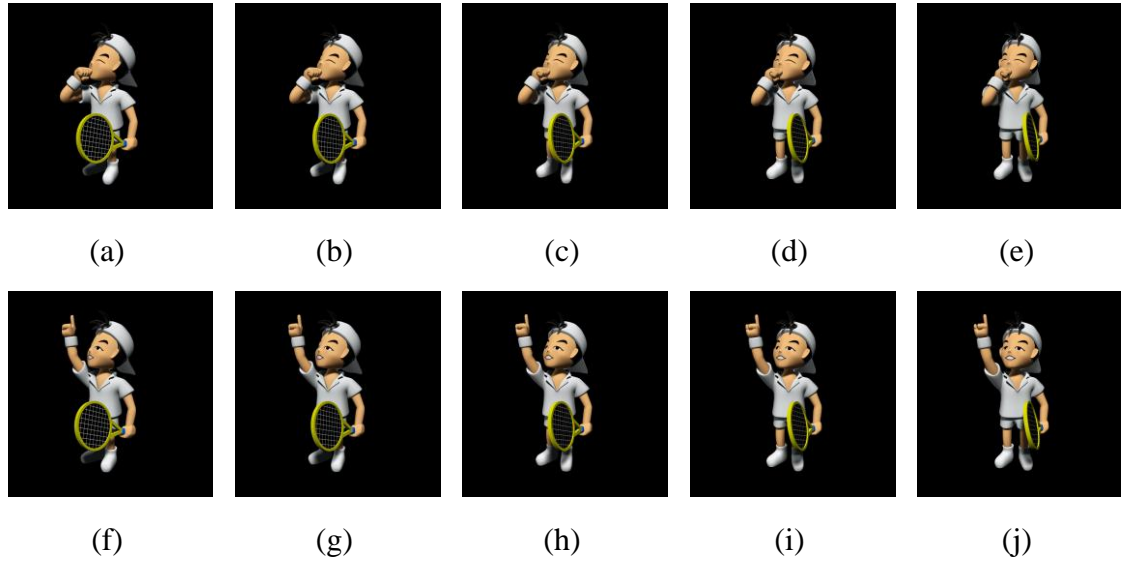


圖 4-8 盧彥勳十張 3D 影像

### (一) 盧彥勳動態全像檔案

盧彥勳動態全像檔案之設計，主要參考第一節之實驗結果。從圖 4-8 中選用 (e)、(j) 兩張 (e 為親吻手指、j 為指向天際圖像，影像尺寸 450\*450 像素) 盧彥勳 3D 圖像，如圖 4-9(a)、(b)。其動態之灰階值使用 107、149 之參數值。最後用 Matlab 將其合成，影像尺寸為 900×900 像素，解析度 1000dpi，結果如圖 4-10(a)、(b)。



圖 4-9 盧彥勳動態圖檔



(a)

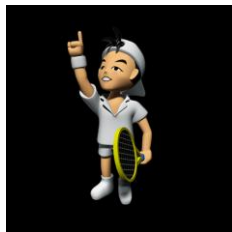


(b)

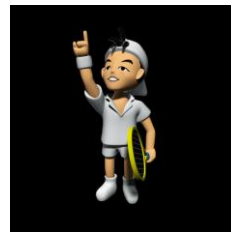
圖 4-10 盧彥勳動態全像檔 (a)彩色檔 (b)灰階檔

## (二) 盧彥勳立體全像檔案

盧彥勳立體全像檔案之設計，從圖 4-8 選出(i)、(j)兩張影像，其間格相差 5 度，連續動作之圖像 (i、j 皆為指向天際圖像，影像尺寸 450\*450 像素)，如圖 4-11(a)、(b)。其立體之灰階值使用 107、149 之參數值。最後用 Matlab 程式將其合成，影像尺寸為 900×900 像素，解析度 1000dpi，結果如圖 4-12(a)、(b)。

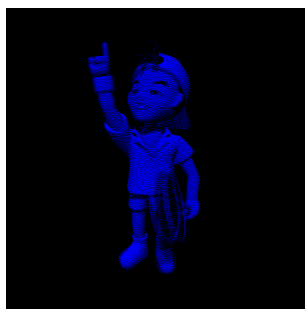


(a)



(b)

圖 4-11 盧彥勳立體圖檔



(a)



(b)

圖 4-12 盧彥勳立體全像檔 (a)彩色檔 (b)灰階檔

### (三) 盧彥勳動態加立體全像檔案

藉由立體原理與公式來推估出點矩陣全像片製作方法，可得光柵角度間隔約 13 度，並從圖 4-8 中選用(d)、(e)、(i)、(j)四張影像，如圖 4-13。各視角相隔 5 度，來設計盧彥勳動態加立體全像檔（影像尺寸為 450×450 像素）。於檔案的設計上，為達到兼具動態與立體的效果，藉由灰階值與光柵角度之間的公式來換算，因此將(d)、(e)親吻手指灰階值設為 83、113。另一(i)、(j)指向天際灰階值設為 143、173，合成出彩色索引色檔與灰階檔，其影像尺寸為 900×900 像素，解析度為 1000dpi，期能呈現動態與立體效果，結果如圖 4-14(a)、(b)所示。



圖 4-13 盧彥勳動態加立體圖檔



圖 4-14 盧彥勳動態加立體全像檔 (a)彩色檔 (b)灰階檔

#### (四) 使用 Matlab 程式作全像檔之檢查與預視

全像檔案製作完成後，於輸出前，須完成全像檔之檢查與預視效果。因實驗最終結果為實際作出動態加立體之全像片，因此以下舉動態加立體的全像檔為例，將使用檢查彩色索引檔程式、檢查彩色索引檔、灰階檔是否對應程式、及人眼預覽全像片模擬程式來檢查與預視。檢查彩色索引檔程式主要目的為確定設計檔案是否含有非純色像數，若含有則程式會自動修改為純色，並儲存為新的彩色索引檔。於正常情況下，程式將提示非純色像素 0，如圖 4-15(a)、(b)、(c)。

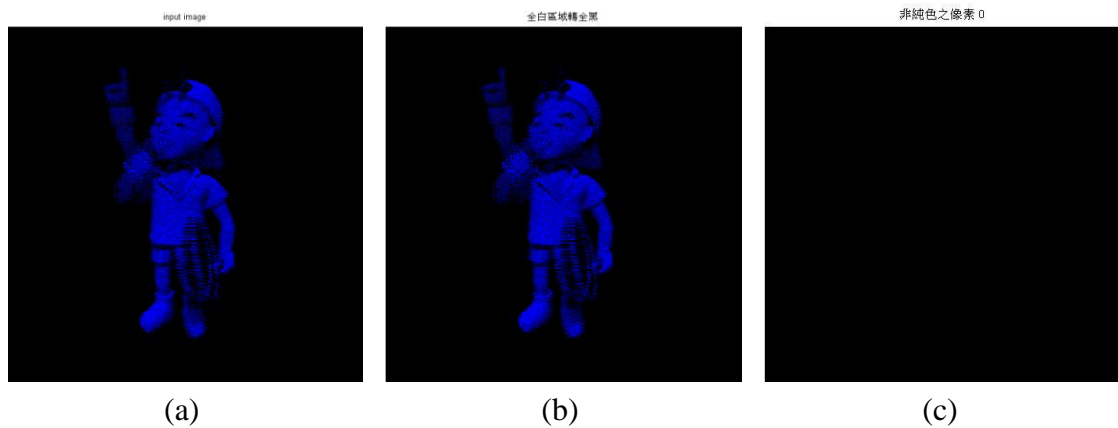


圖 4-15 (a) input image (b)全白區域轉全黑 (c)非純色像素 0

另使用檢查彩色索引與灰階是否對應程式可輔助設計者來作全像檔之最終確認，檢查灰階與彩色索引檔是否對應。於正常情況下，程式將提示不對應像素數 0，如圖 4-16(a)、(b)、(c)所示。

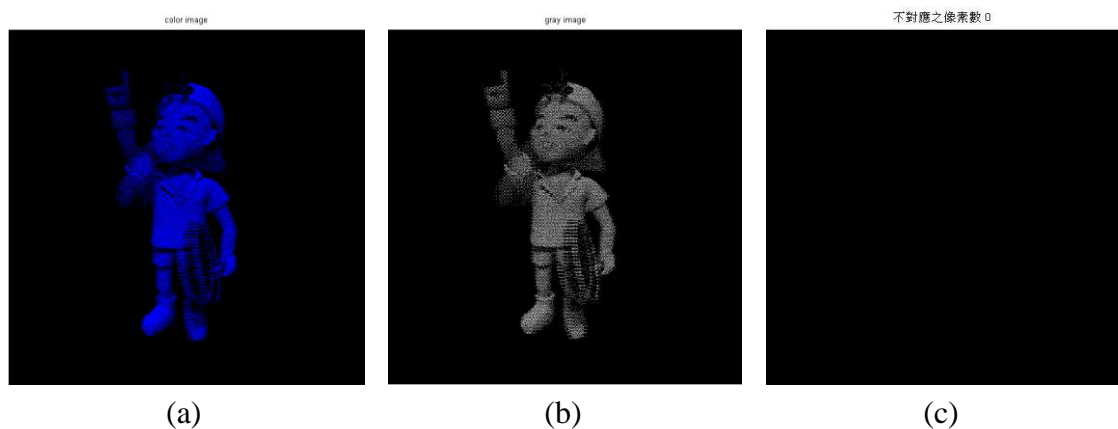


圖 4-16 (a)color image (b) gray image (c)不對應之像素數 0

由於人眼觀看全像片的角度為 0~180 度之間，因此運用 Matlab 建立一個模擬人眼預覽全像片的模擬程式。透過程式來模擬 0~180 度之間全像片觀看的效果，讓設計者充分了解全像片於各個角度的效果差異，幫助設計者掌握輸出時全像片的效果，來模擬於各個角度的呈現。藉由預覽程式來預視其效果，呈現於 0 度至 45 度之間，可模擬出親吻手指效果。另於 135 度至 175 度之間可模擬出其指向天際的效果，光柵角度可對應前面所列的灰階值，結果圖如 4-17 所示。

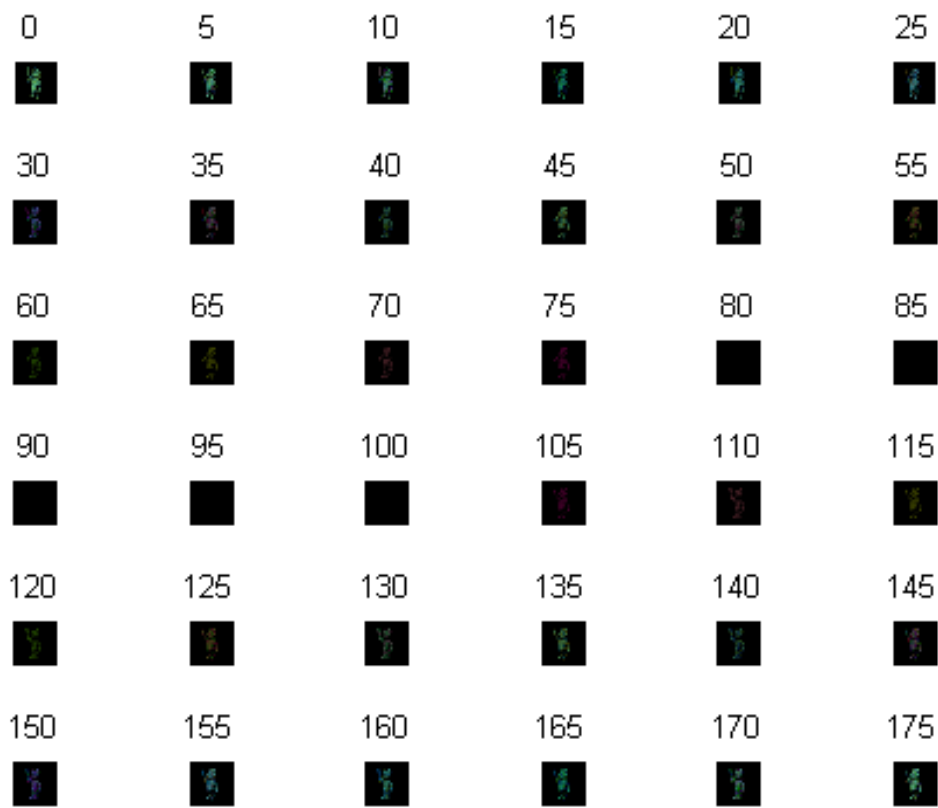


圖 4-17 模擬人眼在不同角度下出現的全像影像圖

### (五) 拍攝光阻片上的全像影像

本結果已將盧彥勳動態效果、盧彥勳立體效果、盧彥勳動態加立體全像檔設計完成，並實際輸出光阻片，拍攝實體影像如圖 4-18 所示。亦分別拍攝其動態效果、立體效果、動態加立體效果實體影像，結果圖如 4-19、4-20、4-21 所示。由於製作成全像片需一段時間，因此本結果以拍攝光阻片的方式來呈現結果。



圖 4-18 光阻片實體影像拍攝圖



圖 4-19 盧彥勳動態實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖

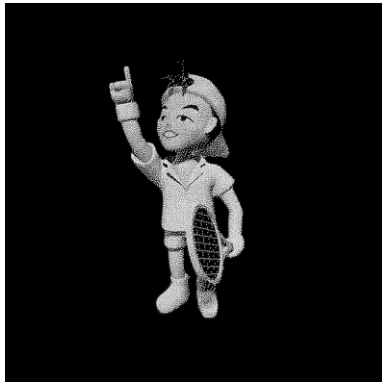


圖 4-20 盧彥勳立體實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖



圖 4-21 盧彥勳動態加立體實體影像—同一光阻片不同角度拍攝圖

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本實驗結果先以盧彥勳跨入溫布頓八強賽影片，自行繪製盧彥勳之 2D 圖像，製作成全像片，並賦予一段生動故事，製作成「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章，圖像並得到盧彥勳之授權，另作成盧彥勳典藏紀念球員卡之加值產品，此為本研究的前測結果。而測試性製作出的「閃亮的日子」盧彥勳全像胸章，運用於 2011 年台北國際發明暨技術交易展，以及盧彥勳本人用於贈送國內外友人之贈品，來推廣點矩陣全像技術、盧彥勳、行銷師大。藉由點矩陣全像片的高防偽特性來抑制非法複製之猖獗，亦整合全像片特殊的光影變化效果與典藏內容，提升整體產品價值。

透過文獻的球員卡研究，找出最適合全像片加值產品的球員卡類型。3D 動態點矩陣全像片製作方面，分別實作動態、立體效果檔，並透過立體成像原理，將動態加上立體效果全像檔製作完成，於輸出前，運用 Matlab 程式作全像檔之檢查與預視，最後將其光阻片實際輸出，並拍攝之呈現效果。於未來全像片實體輸出完成後，套用前測結果之盧彥勳典藏紀念球員卡之概念，將其製作成具有高價值的 3D 動態全像球員卡之加值產品。透過現代科技與創意設計進行加值，增添價值感與美感，並用盧彥勳跨入溫布頓八強賽，亞洲第一人之故事行銷包裝，創造產品之獨特性，走入人們生活。

本研究將數位典藏經典動作與點矩陣全像片作一整合，成功地製作出一兼具科技與藝術性的全像加值產品—盧彥勳典藏全像球員卡。研究發想為盧彥勳乃台師大研究生，選定此創意內容來作為主題，並搭配上「師大大師」品牌，最後再用故事行銷手法，將加值產品加以行銷包裝。綜合以上本研究的結論可歸納為以下三點：

(一) 本研究運用點矩陣全像片的高製作門檻與難以複製的特性，可有效抵

制近年來非法仿冒之猖獗，同時將點矩陣全像片特殊的光影變化應用於平面設計上，讓全像片的特殊視覺效果為平面設計添增動態效果。

(二) 結合點矩陣全像片與具有數位典藏經典動作的內容，製作出實用性產品，再以故事行銷方式，讓產品與消費者之間產生連結，產生共鳴，走入人們生活，讓此故事賦予全像片加值產品有新的意義與生命。。

(三) 本研究所製作的 3D 動態點矩陣全像片，運用 MATLAB 結合動態與立體，在未來將有許多加值之可能性。並以「師大」為品牌，作成典藏球員卡之加值產品，來添增其產品價值。

## 第二節 未來工作

本研究對未來工作提出以下幾點建議：

(一) 在全像片的加值應用上，可開發與 UV 印刷作一結合。讓全像加值產品更多元，提高其附加價值。

(二) 與具有代表性的人物或典藏影片作整合，並結合個人化商品，符合個人化訂製潮流。

(三) 點矩陣全像片其變圖、立體、景深、組合的變化，為創作者能發揮創造力加以設計的特質，未來可多加利用其特點設計出平面難以表現的動態立體效果，創造出更生動的立體影像。

(四) 於未來可加入品牌保護的內容，提高其防偽功能層級。

# 參考文獻

## 一、英文部分

- Brown, S., & Patterson, A. (2010). *Selling Stories: Harry Potter and the Marketing Plot*. *Psychology & Marketing*, 27(6), 541-556. doi: 10.1002/mar.20343
- Collier, R. J., Bruckhardt, C. B., & Lin, L.H. (1971). *Optical holography*. New York : Academic Press.
- Leith, E. N., Upatnieks, J., & Haines, K. A. (1965). *Microscopy by Wavefront Reconstruction*. *J. Opt. Soc. Am.*, 55(8), 981-986.
- Ishii, S. (2006). *Artistic representation with holography*. *Forma*, 21, 81-92.
- Lipton, L. (2012). *Brief history of electronic stereoscopic displays*. *Optical Engineering*, 51(2), 1-5. doi: 02110310.1117/1.oe.51.2.021103
- Leith, E. N. U., J. (1964). *Wavefront reconstruction with diffused illumination and three-dimensional objects*. *Optical Society of America*, 54(11), 1295-1301.  
doi: 10.1364/JOSA.54.001295
- Okoshi, T. (1980). *Three-dimensional displays*. *IEEE Proceedings*, 68(5), 548-564.  
doi : 10.1109/PROC.1980.11695
- Rong, X. W., Yu, X. Y., & Guan, C. X. (2011). *Multichannel holographic recording method for three-dimensional displays*. *Applied Optics*, 50(7), B77-B80. doi: 10.1364/ao.50.000b77
- Rhody, A. & Ross, F. (1999). *Holography market place*. California: Ross Books.
- Shinoda, Y., Liu, J. P., Chung, P. S., Dobson, K., Zhou, X., & Poon, T. C. (2011). *Three-dimensional complex image coding using a circular Dammann grating*. *Applied Optics*, 50(7), B38-B45. doi: 10.1364/ao.50.000b38
- van Renesse, R. L. (1997). *Optical document security (2nd ed.)*. London : Artech House.

van Renesse R. L. (1998). *Optical document security (3rd ed.)*. London: Artech House.

van Renesse, R. L. (2004). *Security aspects of commercially available dot matrix and image matrix origination systems*. Van Renesse Consulting, 1-12.

Yeh, S. L., & Lin, S. T. (2010). *Identifying a dot-matrix hologram by checking the intersecting angles of its gratings*. *Optics Communications*, 283(2), 243-248. doi: 10.1016/j.optcom.2009.10.011

## 二、中文部分

小童 (2010)。福爾摩莎的奇幻旅程。台北市：生活力人文工作室。

王宗吉 (2002)。體育運動社會學。臺北縣：銀禾文化。

李偉誠 (2005)。利用視差遮障法完成雙眼機械頭於平面顯示器之立體顯示(未出版之碩士論文)。國立成功大學，台南市。

科特勒 (Kolter P.) (2004)。行銷是什麼 (Marketing Insight from A to Z, 張振明譯)。台北市：商周文化。

陳逸寧 (2005)。基礎雷射全像術。台北市：全華科技圖書公司。

陳昭遠 (2005)。裸視式立體影像顯示技術進展。Display-All, 14, 32-38。

陳詩涵 (2007)。防偽點矩陣全像片色彩顯示與動畫設計之研究(未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學，台北市。

陳怡惠 (2008)。點矩陣全像片與數位典藏整合之創新加值研究(未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學系圖文傳播研究所，台北市。

張紘溶 (2006)。點距陣全像片之創新發展與加值設計(小論文)。國立台灣師範大學系圖文傳播研究所，台北市。

許精益、黃乙白 (2007)。3D 立體顯示技術之發展與研究。新竹市：光學工程顯示器專欄。

- 鄒永祥 (2001)。新應用刺激雷射全像市場。光連雙月刊，36，28-36。
- 羅斯契爾 (Rothacher A.) (2006)。品牌背後的故事：品牌經營策略與企業文化，張振明譯。台北市：久石文化。
- 劉榮政 (2001)。平面螢幕之立體影像設計(未出版之碩士論文)。國立中央大學，桃園縣。
- 盧彥勳 (2010)。亞洲網球球王 盧彥勳的堅持。新北市：旭昇圖書公司。
- 盧靜璇 (2011)。3D 點矩陣全像片加值應用之研究-以「福爾摩莎的奇幻旅程」穿山甲動畫角色為例(未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學，台北市。
- 蘇維杉 (2007)。運動產業概論。臺北縣：揚智文化。
- 蘇祐琮 (2005)。全像立體影像輔助三維視覺化能力圖像表現之研究 (未出版之碩士論文)。崑山科技大學視覺傳達設計研究所，台南縣。

### 三、網路部分

- Fogel, M. (2003, July 8). Re : The History of Goudey Gum Company. *PSA*. Retrieved from <http://www.psacard.com/articles/article3886.shtml>
- Gizmodo.(2006, February 17). Re : Netherlands Debuts Video Stamp. Retrieved from <http://gizmodo.com/155496/netherlands-debuts-video-stamp>
- Hiro, Y. (2004, July 7) . Re : Biography. Retrieved from <http://www.hiroyamagata.com/exhibition>
- Hudong 互動百科 (2010 年 12 月 28 日)。黃鶴樓香菸【線上論壇】。取自：  
<http://www.hudong.com/wiki/%E9%BB%84%E9%B9%A4%E6%A5%BC%E9%A6%99%E7%83%9F#1>
- Hudong 互動百科 (2006 年 9 月 11 日)。視頻郵票【線上論壇】。取自：  
<http://www.hudong.com/wiki/%E8%A7%86%E9%A2%91%E9%82%AE%E7%>
- Kuso4ever (2009 年 7 月 8 日)。職棒週邊商品泡茶經\_T恤篇。取自：

<http://kuso4ever.blogspot.tw/2009/07/tcome-on.html>

Money DJ 理財網(2012年3月29日)。全球運動產品產值達3,150億美元，Nike  
市值高於惠普。取自：

<http://www.moneydj.com/kmdj/news/NewsViewer.aspx?a=f915ad23-9125-44fc-a6d3-2018ec12206b>

Mohr, L. (2004, June 8) . Re : Eye Candy: Stereo 3D Imaging. Retrieved from  
<http://graphics.tomshardware.com/display/20040304/index.html>

Merrick, M. (2002, January 28) . Re : \$2 Gold Hologram Bill. Retrieved from  
<http://www.merrickmint.com/camalegoflho.html>

Merrick, M. (2002, January 22) . Re : Canadian Maple Leaf with Gold Hologram &  
Colorized Canadian Flag [ Online forum comment ] . Retrieved from  
<http://www.merrickmint.com/camalegoflho.html>

Nielsen (2009, April 19) 。 Exposure: Photos from the Vault 【線上論壇】。取自：  
<http://www.pdnphotooftheday.com/2010/04/4240>

MediaArt 媒體藝術 (2006年7月1日)。西方媒體藝術發展概括(11)-錄像藝術  
【部落格文字資料】。取自 <http://www.geocities.com/namjunepaik/gallery1.html>

中央銀行 (2005年2月5日) 。中央銀行發行之貨幣及真偽鈔辨識【線上論壇】。  
取自：<http://www.cepp.gov.tw/internet/cn/index.aspx>

中央通訊社News (2010年12月20日) 。慶典煙火郵票中華郵政元旦發行【新聞  
群組】。取自：<http://www2.cna.com.tw/postwrite/cvpread.aspx?ID=73868>

行政院國家科學委員會 (2007年8月16日) 。數位典藏國家型科技計畫—數位  
典藏技術彙編2007年版。取自：

<http://www2.ndap.org.tw/eBook08/showContent.php?PK=3>

林珮淳 (2011年3月24日) 。2011 林珮淳個展—夏娃克隆系列【部落格文字資  
料】。取自：<http://ma.ntua.edu.tw/labs/dalab/eve-clones>

創新科技網政治大學科技管理研究所（民 100 年 2 月 2 日）。動態影像壓縮技術

【線上論壇】。取自：

[http://www.hightech.url.tw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=258:2010-07-11-03-22-29&catid=3:2010-05-01-15-47-43&Itemid=13](http://www.hightech.url.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=258:2010-07-11-03-22-29&catid=3:2010-05-01-15-47-43&Itemid=13)

數位視野（2011 年 5 月 5 日）。讓相片動起來-Jamie Beck 【線上論壇】。取自：

<http://article.dcvie.com/newreadarticle.php?type=0&id=9688>

蕃薯藤（2008 年 12 月 29 日）。全世界最難偽造的七張鈔票【部落格文字資料】。

取自：<http://blog.yam.com/blogearth/article/18991938>