

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 應用視錯覺現象於電腦圖學之技術研究與發展 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 97-2218-E-004-003-  
執行期間：97年10月01日至98年09月30日  
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：紀明德  
共同主持人：李同益  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：詹毓君  
碩士班研究生-兼任助理人員：王裕炫  
博士班研究生-兼任助理人員：顏韶威  
博士班研究生-兼任助理人員：嚴崇仁

報告附件：國外研究心得報告  
出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中華民國 98年11月29日

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

應用視錯覺現象於電腦圖學之技術研究與發展

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2218-E-004-003-

執行期間：2008年10月1日至2009年9月30日

計畫主持人：紀明德

共同主持人：李同益

計畫參與人員：詹毓君、王裕炫、顏韶威、嚴崇仁

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：

中華民國 98 年 11 月 27 日

## 中文摘要

近年來，運動視錯覺在認知科學研究上有了重大的突破，心理學家可以設計出具有強烈運動錯覺的靜態影像。但是這些影響往往需要大量的人力去精心設計，並且侷限於有限的顏色組合，如何突破這些限制使得是一個相當重要的基礎研究課題。本計劃，我們將延伸發展視覺運動錯覺現象，整理出強化視錯覺的要素，透過演算法的設計，將其運用在電腦圖學的應用上，使得產生的影像具備過去傳統影像無法具備的視錯覺元素。

本計劃的研究內容主要可分為三大重點：

1. 本計劃預計透過對 motion illusion 的瞭解與分析，瞭解運動錯覺的形成與強化機制，進而針對顏色與圖像排列這兩個主要的因素，設計出演算法去選擇最佳的顏色和排列以及判斷分析一張影像內的視錯覺特性。
2. 在輔助設計層面：既有的理論對於能產生運動錯覺的圖像有很大的限制，透過直覺的界面輔助使用者設計，並透過最佳化演算法達到所想要的結果。
3. 在應用層面，本計劃預期擴展 motion illusion 在圖學上的應用，將之運用於三維的立體空間上。也期望引進更多有趣的視錯覺類型，去增添影像的資訊豐富度。

關鍵字：視覺錯覺現象，向量場視覺化，重覆性非對稱圖形

## Abstract

Illusory motion in a still image is a fascinating research topic in the study of human motion perception. Physiologists and psychologists have attempted to understand this phenomenon by constructing simple, color repeated asymmetric patterns (RAP). Its strong illusive vision triggers a lot of following works in the art field. However, the current artworks of motion illusion are constrained with labor intensive hand-drawing and limited selection of shapes and colors.

In this project, we plan to develop a computational approach to generate self-animating images based on the optical motion illusion. The following is the key research aspect in this plan.

1. Design algorithm: In this plan, we try to investigate and analyze the optical illusion phenomenon. And we conclude the important elements to strengthen the optical illusion, and design algorithms to generate the best color combination and pattern layout.
2. User Interface: There are a lot of limitations to generate a successful result with strong motion illusion. Therefore, an intuitive interface will help user to design the desire result, and we will propose a optimization approach to improvement the quality.
3. Applications: We try to expand the optical illusion application on computer graphics for 3D surface. In addition to motion illusion, we expect to import other optical illusion type to the computer graphics, ex: scintillating grid, Café Wall illusion *et al.*

Keyword: optical illusion, vector field visualization, repeated asymmetry pattern.

## 前言

人類的視覺認知系統有其微妙的機制，它讓我們能以有效率的方式認知外界的事物，但同樣的影像相對於儀器測量出的數值，人類所感知的結果會有所差異，譬如說人眼對於亮度對比的感受會被相鄰區塊所干擾影響，這種種現象都被歸類到錯視(optical illusion)。在所有的錯視現象中，最特別的一種是在靜態影像呈現出運動錯覺的效果，特別是在近年來有了重大的突破，心理學家可以設計出具有強烈運動錯覺的靜態影像。但是這些影像往往需要大量的人力去精心設計，並且侷限於有限的顏色組合，如何突破這些限制使得是一個相當重要的基礎研究課題。本計劃，我們將延伸發展視覺運動錯覺現象，整理出強化視錯覺的要素，透過演算法的設計，將其運用在電腦圖學的應用上，使得產生的影像具備過去傳統影像無法具備的視錯覺元素。

## 文獻探討

運動視錯覺的研究起源於1979年Fraser和Wilcox的研究 ”anomalous motion illusion”[1]，他們首先發現了一些靜態的影像能產生動態的錯覺。之後，Faubert和Herbert在1999年提出了以鋸齒狀(sawtooth)地擺放由暗到明的圖案可以增加這種會發生在週邊視力區的運動視錯覺現象[2]。而後，在2003年，Kitaoka展示出Rotating Snake[3]，這個圖案經過精心的設計展現出強烈的運動錯覺。Kitaoka提出以四個顏色為主(黑→深灰→白→淺灰)的一種循環圖案可以有效地強化運動錯覺。近年來，Kitaoka總結了他對於運動錯覺的研究，將能夠產生運動錯覺的圖案進行初步分類[4]。另外，藉由加入顏色到Rotating Snake中，展現出更強烈的錯覺效果，他提出兩組特別的顏色組合黃-藍與紅-綠可以強化視錯覺現象[5]。根據Kitaoka進一步的分析，整理出的四類產生運動錯覺的基本圖案，詳盡的說明可參考[3]的內容。

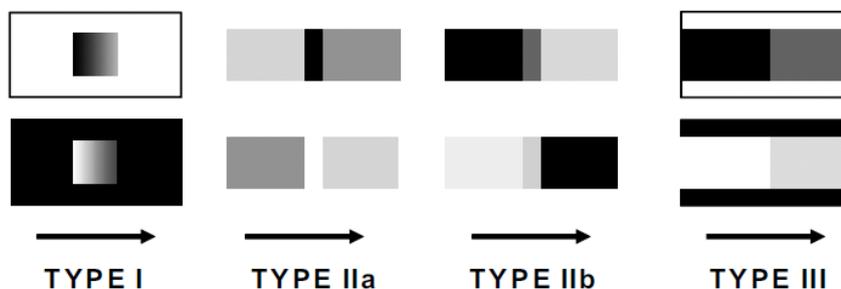


圖 1 optimized Fraser-Wilcox illusions 的分類[4]。箭頭表示產生運動錯覺的方向。

在電腦圖學中運動視錯覺的應用，最早由 Gossett and Chen 在2004 提出自發性移動的線狀貼圖材質[9]。其後在2006 年，魏立一的技术報告中[10]，提及運用以拼貼磁磚為基礎的圖案去表現向量場。由於視錯覺的背後機制仍然有未知的空間，使得他們的成果仍然有很大的限制。另外，對於在距離因素上的認知模型研究上，也引發出另一類識覺應用研究方向。首先，Livingstone在2002[11]分析達文西在蒙娜麗莎的微笑中所使用的暈塗法(sfumato)，由於此種繪畫技巧使得微笑是發生在低頻空間資訊中，而在周邊視力的低頻資訊容易被辨識出來，因此這種令人捉摸不定的笑容會根據觀察者的視角不同而忽隱忽現。之後，Oliva 等人在2006 藉由將不同空間頻率的兩張影像融合在一起，成為一張會依觀看距離不同會看出不同圖案的Hybrid Images[12]。

## 研究方法與成果討論

在之前的研究中[6]，由於TYPE II的錯覺效果明顯，主要採取四個顏色的非對稱循環的顏色設計為主。新的研究則基於心理學者Kitaoka提出了TYPE IV的新的錯覺類別[7]，再進行下一步的研究，主要是針對人眼識覺對於兩相鄰顏色的間隔加上變化，使得顏色的對比性更為強烈，形成更強烈的運動錯覺效果。

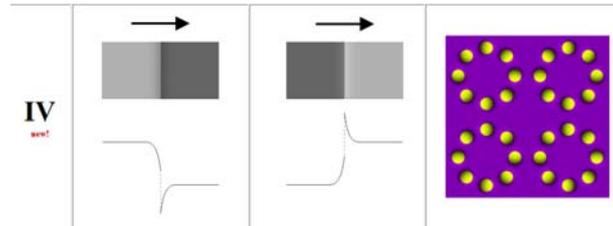


圖2: TYPE IV的示意圖和應用例。摘自[7]。

為了以演算法計算出TYPE IV的顏色變化，我們使用了影像處理的kernel filter的概念，也就是藉由設定鄰近像素點的關係，決定輸出的顏色。在研究過程中，我們發現可以藉由unsharp masking這個filter，將原本TYPE II的影像轉變成TYPE IV的結果，使其運動錯覺的強度更高。unsharp masking在影像處理中是一種增強影像銳利度的方法，和傳統的單次sharp filter不同，基於cornsweet illusion的識覺特性，透過多次微量的模糊和銳利化，增加區塊邊界的對比度。在電腦圖學的領域中，也應用此一技術，透過深度值的資訊強化整體立體感，如M. B. Ihrke *et. al.*提出的方法[8]。根據他們的定義，unsharp masking  $U(s)$ 可表示為：

$$U(s) = S + \lambda(S - S_\sigma)$$

其中假定原始影像為  $S$ ， $S_\sigma$  為經過 low pass filter 後的影像， $\lambda$  為使用者控制整體效果的參數。在圖3中，我們可以比較一下以之前方法做出的TYPE II的結果以及新的TYPE IV結果，在之前的做法主要以四個純色去做排列，而加上unsharp masking後，原本相鄰顏色產生了符合cornsweet illusion特殊的顏色漸層，因此可以感受錯覺效果的增強。在圖三之中，左右兩張影像的黃色區域的RGB值均為(210, 210, 0)，但因為加入unsharp masking得處理，右邊的影像感受亮度更高，根據[6]中的結論，錯覺強度與顏色的非對稱對比成正相關，也因此經過此一運算後的TYPE IV運動錯覺更為強烈。

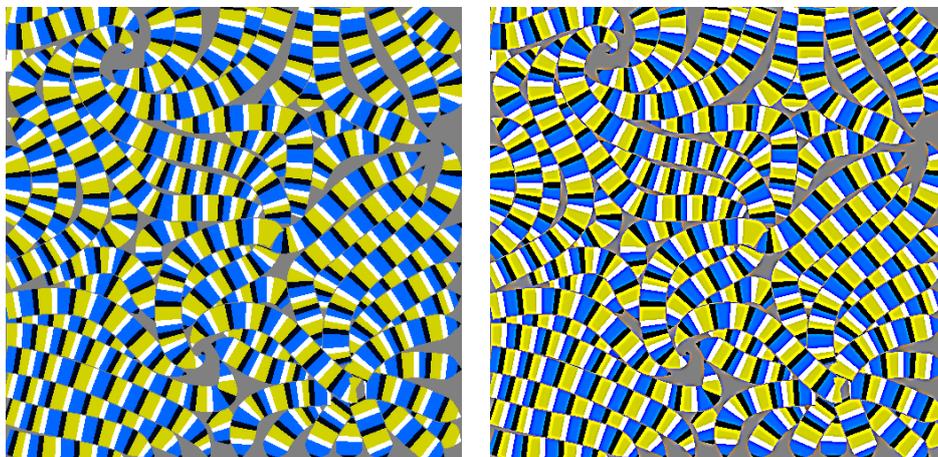


圖3: TYPE II(左)和TYPE IV(右)的比較

在錯覺圖形的應用上，由於錯覺現象有許多尚未釐清的機制和因觀看者而有所不同的因素，本研究設計了一個小應用程式，讓使用者可自行調整 RAP 的單位密度，藉以瞭解不同觀看者的認知特性。另外，此程式也同時探究運動錯覺和空間結構的關係。我們透過使用者指定畫面中的一點做為原點  $P_{center}$ ，從原點開始，利用一個週期函數藉由畫面中各點  $P_x$  離原點的距離產生高度場。如果我們想做出一個漣漪狀的高度場，以餘弦函數  $\cos$  為例，

$$H_x = \cos\left(2\pi \frac{P_{center} - P_x}{wavelength}\right)$$

其中  $wavelength$  為使用者指定的週期，藉此使用者可以調整高度場變化的週期。為了實驗出空間與運動錯覺的關聯，我們將 RAP 的大小、方向與縮放比例與此週期函數做結合，也就是說  $H_x$  影響 RAP 的大小，運動錯覺的方向(RAP 的排列方向)由此週期函數對  $x, y$  的偏微分決定。考量到高度的影響我們進而加入對於相對高度低的值進行縮放。產生的結果如圖 4。由其中可以看出，依以上方式，其結果的運動錯覺方向是沿著高度場的梯度方向排列，相比以傳統的靜態影像，觀察者可以透過運動錯覺的感受去瞭解梯度的走向。而大小的變化有助於判斷高度場的高低。這樣的設計，相信可以對於靜態影像加入更多可以直接認知的訊息。

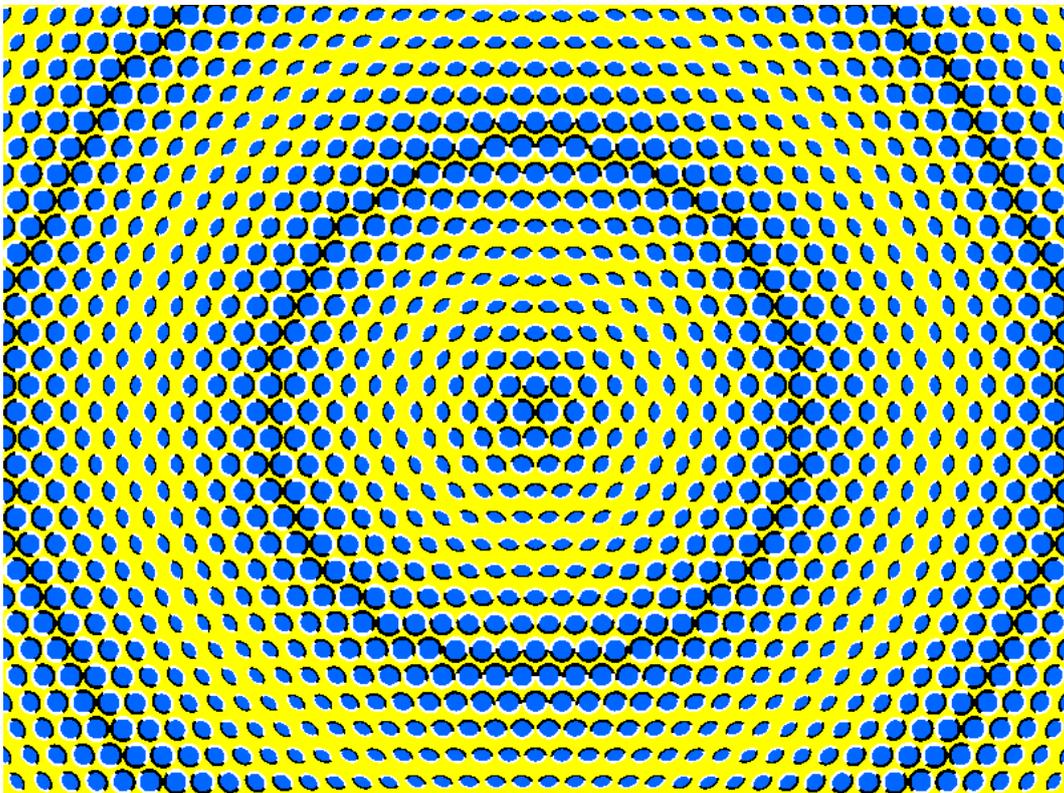


圖 4: 錯覺與立體結構。

除了在顏色的排列與錯覺的強度上進行研究，本研究還嘗試在三維的表面上排列錯覺的圖形，希望藉此強化對於立體的感知。所採取的步驟如下，由於錯覺圖案多為四方形，而常用的三維物體多以三角面所構成，因此需先經過四邊形化(quadrization)的動作，使得三維物體的表面切割成均勻的四邊形，與錯覺圖案有一對一的對應。接下來則是計算三維物體的表面起伏變化，建立向量場，引導運動錯覺排列的方向。初步結果如圖 4，左圖為所使用的錯覺圖案，右圖則為呈現在三維物體表面的結果。

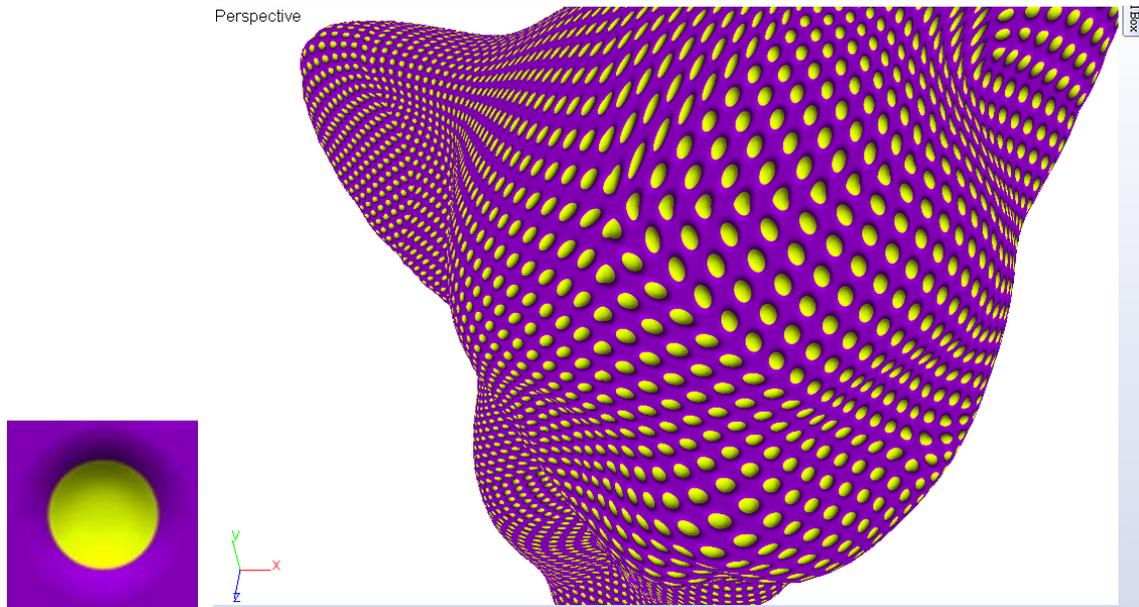


圖 5: TYPE II(左)和 TYPE IV(右)的比較

### 結論

運動錯覺是個迷人且有趣的現象，它對於一張靜態的影像增添了另一個維度的資訊，使得靜態的影像動起來。目前的研究成果擴展了新的錯覺類型的產生方法，經過 cornsweet illusion 的特性，加強了顏色的對比並同時增強了錯覺強度。另一方面，則從原本 2D 影像延伸到 3D 的幾何表面上，強化對於立體結構的認知，本報告提供了兩個相關的結果，一種在高度場上，另一種在 3D 物體表面進行貼圖，從中結果可以看到運動錯覺提供了傳統靜態影像無法提供的資訊。

### 參考文獻

1. FRASER, A., AND WILCOX, K. J. 1979. Perception of illusory movement. *Nature* 281, 565 – 566.
2. FAUBERT, J., AND HERBERT, A. M. 1999. The peripheral drift illusion: A motion illusion in the visual periphery. *Perception* 28, 617–621.
3. KITAOKA, A., 2003. *Rotating snakes*.  
<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/rotsnakee.html>.
4. KITAOKA, A. 2006. *Anomalous motion illusion and stereopsis*. *Journal of Three Dimensional Images (Japan)* 20, 9–14.
5. KITAOKA, A. 2006. The effect of color on the optimized fraser-wilcox illusion. the 9th L'ORE'AL Art and Science of Color Prize, 1–16.
6. Chi, M., Lee, T., Qu, Y., Wong, T. 2008. Self-Animating Images: Illusory Motion Using Repeated Asymmetric Patterns. *ACM Trans. Graph.* 27, 3, Article 62 (August 2008), 8 pages.

7. Kitaoka, A. (2008) A new type of the optimized Fraser-Wilcox illusion in a 3D-like 2D image with highlight or shade. *Journal of Three Dimensional Images* (Japan), **22**(4), 31-32.
8. M. B. Ihrke, T. Ritschel, K. Smith, T. Grosch, K. Myszkowski, H.-P. Seidel A Perceptual Evaluation of 3D Unsharp Masking Proceedings Human Vision and Electronic Imaging XIII, 2009
9. GOSSETT, N., AND CHEN, B. 2004. Self-animating line textures. Tech. rep. <http://www.dtc.umn.edu/~gossett/publications/>.
10. WEI, L.-Y. 2006. Visualizing flow fields by perceptual motion. Tech. Rep. MSR-TR-2006-82, Microsoft Research, June.
11. Livingstone, M.S. (2002) *Vision and Art: The Biology of Seeing*. New York, New York: Harry N.Abrams.
12. Oliva, A., Torralba, A., Schyns ,P.G., (2006). Hybrid Images. *ACM Transactions on Graphics, ACM Siggraph*, 25-3, 527-530.

# 「執行國科會計畫出席國際學術會議心得報告」

## 計畫名稱：

應用視錯覺現象於電腦圖學之技術研究與發展

97-2218-E-004-003-

計畫主持人：紀明德 助理教授

一、出席會議：SIGGRAPH 2009 美國紐奧良 (New Orleans, USA)

二、參訪日期：2009 年 8 月 1~8 月 9 日

三、參訪人員：國立政治大學資訊科學系紀明德 助理教授

四、參訪目的：

SIGGRAPH 2009 為圖學領域中一年一度重要且盛大的研討會，每年傑出且新穎的電腦圖學及電腦動畫技術都在此研討會中發表展示，因此吸引了各方面的專家學者前來聆聽探討。這個會議同時也是接觸各領域的專業學者的機會，期望從會談中找出一些俱有價值的研究方向。

五、參訪行程：

由 Association for Computing Machinery (ACM)所舉辦的 SIGGRAPH，今年舉行的時間與地點為 2009/8/11~2008/15 位於美國紐奧良的會議中心 (Emest N. Morial Convention Center)。會議為期 5 天，每天從早上 8:30 到下午 6:00，由於 SIGGRAPH 不僅是技術領域的盛會，更是所有互動媒體以及電腦動畫的盛事，同一個時段有多個議程同時進行。此會議主要的議程主題如下：

1. Technical Papers:

此項目為會議之重心，收羅了今年最傑出的研究成果。今年共有 78 篇論文入

選。與個人研究相關的議程為” Perception and Depiction” ，藉由探討人類視覺認知來強化影像，其中” Light Warping for Enhanced Surface Depiction” 便提出新的 warping 方式加強對幾何物體的認識。另外在這個議程也探討了 HDR display 所帶來的顏色認知問題、藉由使用者畫出場景光線分佈的草圖推論 3D 空間中光源分佈、以及能強化幾何認知的特徵線。

此外，幾年來熱門的 image resizing 問題持續地有新面向的探討，有學者融合不同的 resizing operator 藉以利用各自的優點，另外也開始建立 benchmark 對於此一問題有更客觀的評估方式，還有就是在 resize 的技術拓廣至 video 上，處理時間帶來的議題。

## 2. Computer Animation Festival:

網羅了今年最優秀的動畫短片，藉由這些短片可以看出最新的繪圖技術的應用，以及如何以數位技術說故事並呈現各種不同的創意。今年台科大有一部動畫短片” Love Child” 入選。由於入選的影片來自全球，可以從中看出各國不同的文化進行的創作。其中最吸引我的是由 Rodrigo Blaas 所製作的 alma，製作者巧妙地運用燈光和造型，逐漸讓故事由中性走入驚聳，再一次回想之前的片段，許多場景的細節都已暗示著接下來將發生的事。是值得一看再看的短片，而呈現出除了技術外，如何述事並完善地表現也是數位創作重要的一環。

## 3. Course:

針對圖學領域注目的議題，進行完整的課程介紹。可以學到基本的 introduction to computer graphics 以及 realtime rendering。也有進階 GPU 和 shading 方面的課程。另外，今年還有探討互動媒體中聲音的 Interactive Sound Rendering 課程。

## 4. Talk:

邀請今年的得獎者進行 keynote speech，其中一場邀請 Sim 遊戲系列的製作者 Will Wright 講述” Playing with perception”。另外由電影業的知名廠商講述目前動畫工業所用到的技術及提供心得分享，Pixar 便介紹在 UP 中關於氣球效果的製作過程。

## 5. Exhibition:

由圖學相關的軟硬體廠商例如 Intel、Nvidia、autodesk 等，展示其最新的產品及技術。目前圖學的主要軟體 3D MAX、MAYA 和 softimage 都被 autodesk 收購，整個市場似乎走向一家獨大的趨勢。而電腦動畫產業則是越來越熱絡，pixar、dreamwork、blue sky 陸續有動畫長片推出，並且走向 3D 的製作。會場中可以看到多種裸眼立體展示(Naked Eye Displayer)，意指不需戴上特殊眼鏡即可感受立體效果，這樣的視覺體驗最接近自然，但相對需要特殊的顯示裝置。

## 6. Emergent technology 和 Art gallery

在演講報告之外。Art gallery 提供數位內容創作者一個展覽的空間，而 Emergent technology 著重於利用虛擬實境和互動技術，帶給使用者不一樣的體驗。可以發現日本對於 Emergent technology 相當熱衷，包辦多數的展示，展示日本應用互動科技的熱忱和實力。其中特別的是東京大學的 Touchable Holography，結合了 Holography 立體顯像，配合偵測手部動作，搭配多組空氣柱，模擬手和虛擬物體接觸時的觸覺效果。此外另提出 Bloxels，每一個 Bloxels 可控制發出不同顏色的光並包含感應器定位出和鄰近 Bloxels 的相對關係，因此可以依使用者的擺設和控制成為獨特的空間裝飾。



Touchable Holography



Bloxels: Glowing Blocks as  
Volumetric Pixels

除了白天的議程活動。晚上還有各式各樣的聚會，讓具有同樣研究興趣的同好能。星期一晚上，參與由台灣大學主辦的 Taipei reunion，其中包含台大、師大、成大有參與這次會議的師長及同學，以及來自電腦動畫產業的人士。會中也邀請到微軟亞洲研究的學者一起交流。週二晚則是欣賞大會精選的動畫影片。週四則是大會晚宴，以紐奧良著名的 Mardi Gras 嘉年華會為主軸，以花車遊行帶動與會來賓的氣氛，促進交流。

交流討論的部份，與香港中文大學的黃田津教授共進午餐並進行交流。另外，與成功大學李同益教授和 Oregon State University 的 Prof. Eugene Zhang 進行下一步研究計劃的討論。

#### 六、建議事項：

首先感謝國科會的補助，讓我順利完成此次參與國際會議，藉此第一手接觸到國外專家學者的研究，並有機會和國外學者互動。由於電腦圖學做為應用領域的成份較高，在會場中可以發現許多研究是與業界互動之中激發出來的創意，而尤其動畫或特效產業會直接面對製作上的問題，較容易發現問題的本身，因此如何鼓勵產學合作，並強化數位內容產業，為帶動學界和業界一起前進的重要議題。

此外，這一類型的會議對於研究生開拓視野有很大的幫助，今後將多鼓勵研究生發表 poster 或 paper 的方式參與，或是藉由 volunteer 身份取得大會的補助。

# 「執行國科會計畫出席國際學術會議心得報告」

## 計畫名稱：

應用視錯覺現象於電腦圖學之技術研究與發展

97-2218-E-004-003-

計畫主持人：紀明德 助理教授

一、出席會議：SIGGRAPH 2009 美國紐奧良 (New Orleans, USA)

二、參訪日期：2009 年 8 月 1~8 月 9 日

三、參訪人員：國立政治大學資訊科學系紀明德 助理教授

四、參訪目的：

SIGGRAPH 2009 為圖學領域中一年一度重要且盛大的研討會，每年傑出且新穎的電腦圖學及電腦動畫技術都在此研討會中發表展示，因此吸引了各方面的專家學者前來聆聽探討。這個會議同時也是接觸各領域的專業學者的機會，期望從會談中找出一些俱有價值的研究方向。

五、參訪行程：

由 Association for Computing Machinery (ACM)所舉辦的 SIGGRAPH，今年舉行的時間與地點為 2009/8/11~2008/15 位於美國紐奧良的會議中心 (Emest N. Morial Convention Center)。會議為期 5 天，每天從早上 8:30 到下午 6:00，由於 SIGGRAPH 不僅是技術領域的盛會，更是所有互動媒體以及電腦動畫的盛事，同一個時段有多個議程同時進行。此會議主要的議程主題如下：

1. Technical Papers:

此項目為會議之重心，收羅了今年最傑出的研究成果。今年共有 78 篇論文入

選。與個人研究相關的議程為” Perception and Depiction” ，藉由探討人類視覺認知來強化影像，其中” Light Warping for Enhanced Surface Depiction” 便提出新的 warping 方式加強對幾何物體的認識。另外在這個議程也探討了 HDR display 所帶來的顏色認知問題、藉由使用者畫出場景光線分佈的草圖推論 3D 空間中光源分佈、以及能強化幾何認知的特徵線。

此外，幾年來熱門的 image resizing 問題持續地有新面向的探討，有學者融合不同的 resizing operator 藉以利用各自的優點，另外也開始建立 benchmark 對於此一問題有更客觀的評估方式，還有就是在 resize 的技術拓廣至 video 上，處理時間帶來的議題。

## 2. Computer Animation Festival:

網羅了今年最優秀的動畫短片，藉由這些短片可以看出最新的繪圖技術的應用，以及如何以數位技術說故事並呈現各種不同的創意。今年台科大有一部動畫短片” Love Child” 入選。由於入選的影片來自全球，可以從中看出各國不同的文化進行的創作。其中最吸引我的是由 Rodrigo Blaas 所製作的 alma，製作者巧妙地運用燈光和造型，逐漸讓故事由中性走入驚聳，再一次回想之前的片段，許多場景的細節都已暗示著接下來將發生的事。是值得一看再看的短片，而呈現出除了技術外，如何述事並完善地表現也是數位創作重要的一環。

## 3. Course:

針對圖學領域注目的議題，進行完整的課程介紹。可以學到基本的 introduction to computer graphics 以及 realtime rendering。也有進階 GPU 和 shading 方面的課程。另外，今年還有探討互動媒體中聲音的 Interactive Sound Rendering 課程。

## 4. Talk:

邀請今年的得獎者進行 keynote speech，其中一場邀請 Sim 遊戲系列的製作者 Will Wright 講述” Playing with perception”。另外由電影業的知名廠商講述目前動畫工業所用到的技術及提供心得分享，Pixar 便介紹在 UP 中關於氣球效果的製作過程。

## 5. Exhibition:

由圖學相關的軟硬體廠商例如 Intel、Nvidia、autodesk 等，展示其最新的產品及技術。目前圖學的主要軟體 3D MAX、MAYA 和 softimage 都被 autodesk 收購，整個市場似乎走向一家獨大的趨勢。而電腦動畫產業則是越來越熱絡，pixar、dreamwork、blue sky 陸續有動畫長片推出，並且走向 3D 的製作。會場中可以看到多種裸眼立體展示(Naked Eye Displayer)，意指不需戴上特殊眼鏡即可感受立體效果，這樣的視覺體驗最接近自然，但相對需要特殊的顯示裝置。

## 6. Emergent technology 和 Art gallery

在演講報告之外。Art gallery 提供數位內容創作者一個展覽的空間，而 Emergent technology 著重於利用虛擬實境和互動技術，帶給使用者不一樣的操作體驗。可以發現日本對於 Emergent technology 相當熱衷，包辦多數的展示，展示日本應用互動科技的熱忱和實力。其中特別的是東京大學的 Touchable Holography，結合了 Holography 立體顯像，配合偵測手部動作，搭配多組空氣柱，模擬手和虛擬物體接觸時的觸覺效果。此外另提出 Bloxels，每一個 Bloxels 可控制發出不同顏色的光並包含感應器定位出和鄰近 Bloxels 的相對關係，因此可以依使用者的擺設和控制成為獨特的空間裝飾。



Touchable Holography



Bloxels: Glowing Blocks as  
Volumetric Pixels

除了白天的議程活動。晚上還有各式各樣的聚會，讓具有同樣研究興趣的同好能。星期一晚上，參與由台灣大學主辦的 Taipei reunion，其中包含台大、師大、成大有參與這次會議的師長及同學，以及來自電腦動畫產業的人士。會中也邀請到微軟亞洲研究的學者一起交流。週二晚則是欣賞大會精選的動畫影片。週四則是大會晚宴，以紐奧良著名的 Mardi Gras 嘉年華會為主軸，以花車遊行帶動與會來賓的氣氛，促進交流。

交流討論的部份，與香港中文大學的黃田津教授共進午餐並進行交流。另外，與成功大學李同益教授和 Oregon State University 的 Prof. Eugene Zhang 進行下一步研究計劃的討論。

#### 六、建議事項：

首先感謝國科會的補助，讓我順利完成此次參與國際會議，藉此第一手接觸到國外專家學者的研究，並有機會和國外學者互動。由於電腦圖學做為應用領域的成份較高，在會場中可以發現許多研究是與業界互動之中激發出來的創意，而尤其動畫或特效產業會直接面對製作上的問題，較容易發現問題的本身，因此如何鼓勵產學合作，並強化數位內容產業，為帶動學界和業界一起前進的重要議題。

此外，這一類型的會議對於研究生開拓視野有很大的幫助，今後將多鼓勵研究生發表 poster 或 paper 的方式參與，或是藉由 volunteer 身份取得大會的補助。