

3D電腦動畫技術、視覺語言與特質之探討

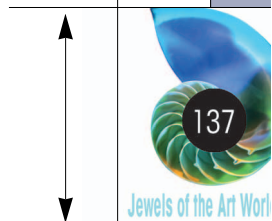
A Study of Technique, Visual Language and characteristics to 3D Computer Animation

■ 林珮淳 Pey-Chwen LIN

國立台灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所副教授

■ 陳啓耀 Chi-Yaou CHEN

國立台灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所研究生



壹、緒論

在好萊塢電影工業大力推波助瀾之下，3D電腦動畫已逐漸為大眾喜愛的主流電影，如《史瑞克》(Shrek)、《怪獸電力公司》(The Monster)與《太空戰士》(Final Fantasy)等。3D電腦動畫之所以獲得觀眾的喜好，除了高科技電腦所創造的逼真特效外，最重要的因素莫非就是動畫角色的生動，以及整體故事的寫實性所帶給觀眾的認同感。在相關文獻如《電腦動畫基礎》、《3D電腦動畫與影像的藝術》(The Art of 3D Computer Animation and Imaging)中敘述3D電腦動畫的發展過程根植於電腦繪圖(Computer Graphic)技術的演進，從一九五〇年代MIT第一次使用了電腦CRT螢幕顯示，彩色電子影像的應用便開始廣泛應用於相關科學與軍事領域之中。六〇年代發展出電腦輔助設計系統(CADAM)之後，電腦繪圖的技術逐漸被引用於工業設計產業，如汽車工業與航空工業等，並於六〇年代中期發展出第一個電腦互動式系統，稱之為「Sketchpad」，使得電腦繪圖開始具有呈現2D與3D物件網格(Wire Frame)的顯示功能。雖然在七〇年代陸續有電腦動畫應用於電影中，如一九七七年電影《星際大戰》(Star War)中的戰爭特效等，但由於早期電腦昂貴且不普及，直到一九八一年IBM發展出INTEL系統的個人電腦後，3D電腦動畫的廣泛應用才逐漸展開，而創造出由電腦輔助之電影如迪士尼所製作的《電子世界爭霸戰》(Tron)。

從九〇年代至今，3D電腦動畫應用於電影製作與特效已趨成熟，如一九九二

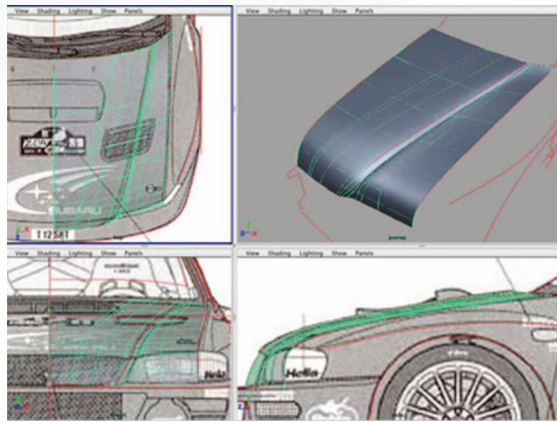


圖1 Michael Thomson *Subaru WRX* 2001 3D tutorials photo
(圖片來源：www.gmask.com/tutorials/wrx_tutorial/Tutorial/tutorial.shtml)

年的《魔鬼總動員2》(Terminator 2)、一九九三年《侏羅紀公園》(Jurassic Park)到一九九五年出現的第一部全3D的動畫電影《玩具總動員》(Toy Story)與《史瑞克》(Sherk)等至今。3D電腦動畫技術的應用發展，由單色繪圖技術到現今如電影《太空戰士》(Final Fantasy)已具有寫實擬真的肌膚材質與流暢的動態設定，應用的領域也由早期的科學、軍事領域擴展到設計與娛樂產業之中，並結合現今的多媒體的應用如網路、虛擬實境等。拜科技之賜，原本運用於軍事用途的電腦科技由於藝術家的介入與轉換，使得冷硬較無生氣的電腦圖像，在經由藝術家灌輸其創意與觀念之後而成爲具有精神內涵與生命力的動態影像。

以下是彙整相關文獻及作者創作經驗，歸納出3D電腦動畫的構成技術、3D電腦動畫的視覺語言以及3D電腦動畫特質三大主題來做探討。

貳、3D電腦創作的構成技術

本章主要以匯整《電腦動畫基礎》、《The Art of 3D Computer Animation and Imaging》、《3D電腦動畫學習方法》等相關文獻，而整理出以下六項3D電腦動畫構成技術：

一、塑形 (Model)

在塑形造型架構方面，3D電腦軟體中的塑形構成不同於一般平面動畫的2D造型呈現，因電腦3D是由點、線、面來構成的立體物件造型，並直接表現出具有空間性的立體感。因此，創作者可以在製作角色或物件的當下立即感受到造型的整體連續性與空間感，並以增減構成物件點、線、面的方式來改變以及修正造型。以塑形的方法而言，大致上分爲精細尺寸造型、視覺化造型與程式性造型三類。在精細尺寸造型方面如汽車的工業造型(圖1)，是以片面(patch)的造型組合方式爲主，依物件的組成結構拆解爲各個精細的單元尺寸，再應用3D軟體本身的塑形指令加以組合，產生如精確的物件邊緣導角與物體曲線弧度等。在視覺化造型方面，如簡單幾何造型(圖2)，類似於黏土雕塑的塑形方法，將各個物件結構以體的方式加以堆疊來完成整體造型的表現，所講求的是造型的完整性而非精確性。



圖2 Toni Bratincevic *Final Picture* 2002 3D tutorials photo
(圖片來源：www.3dluvr.com/intercepto/maya/tutorials/mray_thegathering/outdoor01.htm)

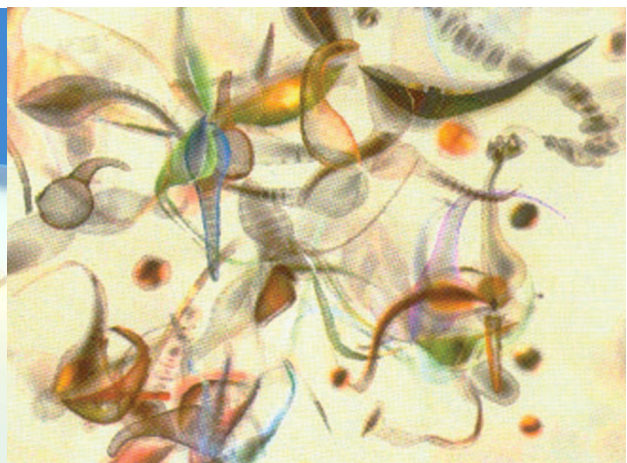


圖3 陳珠櫻 浮游的生命 (法文：EPHEMERE) 2002 電腦動畫

在程式性造形方面，如生物遺傳藝術所產生模擬基因演化的造型表現(圖3)，主要是利用已撰寫完成的程式語言為電腦運算架構，製作出無限擴展的隨機圖形，如碎形(fractal)，此一塑形所產生的特徵是不具有電腦像素(pixel)的限制，且具有自我重複、衍生與隨機等特徵。在塑形的表現性方面，可區分為創造性的角色類型、模擬真實人類的角色類型到幾何造型的構成體三種類別。因此，3D電腦塑形所具有的寬廣塑形工具，幾乎可以建構出創作者自我想像或模擬的任何物件，產生具有特色的人物或角色，創造出獨特的視覺性造形。(圖4)

二、質感(Shading)

現實生活之中每個不同的物件本身都擁有自己不同的表面屬性，如玻璃的透明度、石膏像不具反射性的霧面材質與金屬的反射性等屬性都決定一個物件的視覺質感(圖5)。因此，以3D工具的材質貼圖(Texture Mapping)，利用掃描於真實照片的圖像，或是以手繪等方式所製作出來的2D平面數位圖像，貼附於在3D製作環境中的立體物件上，以模擬出物件固有的材質特性與圖樣，此方法的最大益處是可以減少電腦進行算圖時的運算量，並以最少的圖像與運算資源獲得最大的擬真材質效果。以此法所營造出來的物件表面特質包括了物件顏色、表面的反射程度、材質與透明度以及環境貼圖等構成所創造出的3D質感，創造了許多令人信服的想像世界。

三、燈光(Lighting)

在3D電腦動畫的虛擬世界之中，一切的角色與物件仍然與真實環境一般，需要燈光與陰影來做為物體的可視條件，並且燈光也是用來創造整體影像情境與色調最主要的設定工具及技術。與一般傳統動畫不同的是，在3D場景裡只要電腦運算能力許可，創造者可以依其情境設定的需要建立起無數的燈光數目，並且還可隨意改變燈光及陰影的強度與顏色製造出想要達到的視覺效果。如圖(圖6)，由點光源所模擬出來的爐灶燈光，以及藉由方向燈所產生平行且銳利的格狀天井光線與陰影等，都視各種燈光類型、特質來作運用，以達到最適切的模擬效果與情境營造。



圖4 黃士銘 METEOR 20，02 3D電腦動畫

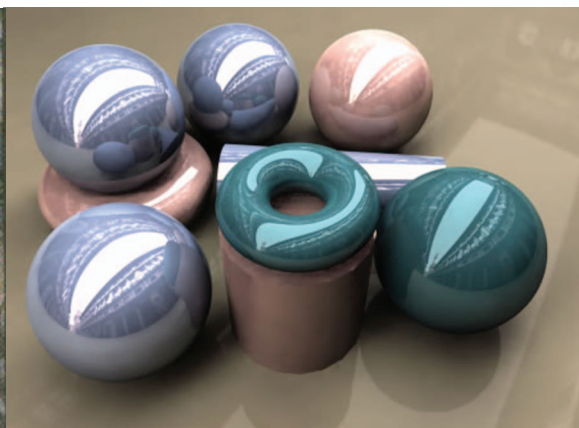


圖5 Toni Bratincevic Using HDRI Image 2002 3D tutorials photo (圖片來源：www.3dluvr.com/content/article/42/6)



圖6 Carles Piles *In the Lab* 2002 3D tutorials photo
(圖片來源：www.3dluvr.com/content/article/42/5)

四、動畫(Animation)

電腦動畫與逐格拍攝(Stop motion)的傳統動畫其中最大的差異在於關鍵畫格(Key frame)的應用，在此所談及的是3D電腦動畫的關鍵畫格觀念而非動畫的類型如表情動畫(Facial Animation)。在3D電腦動畫軟體之中，每個物件就其個別屬性都可藉由設定關鍵畫格的方式，經由電腦自動運算其中間畫格(In-Between)來產生動態，省去了逐格繪製或設定的時間與繁複步驟，對於一個關鍵格而言，所代表的是一個在時間軸上所定義的參數變化數值，而這些參數可以是空間性的位移、形態的變化或顏色的改變等。因此，影響動態的關鍵就在於關鍵格之間所產生的插補(Interpolation)類型控制，插補藉著曲線形態控制著關鍵格之間動態變化的速度與方向，例如線性的插補曲線產生均等的速率變化，以及曲線的插補線條則可產生出速率漸快漸慢(Slow in/out)的動態控制等。

因此，要使一個3D電腦動畫角色或物件具有生命力的動態效果，除了符合一般觀者的視覺認知外，一位創作者所要學習的就是如何精確的控制關鍵格之間插補曲線及數值的變化。

五、攝影機運動(Camera Motion)

攝影機運動是幫助創作者傳達一部動畫故事或訊息的重要因素，在3D電腦軟體中的虛擬攝影機有兩個固定的操控因素：攝影機位置與攝影機的視點，所有的鏡頭類型就是靠著攝影機的位置與方向來定義，以產生伸縮(Zoom in/out)、直搖(Tilt)、平移(Pan)等鏡頭運動。除了上述鏡頭運動之外，在一般動畫之中還有兩種最常使用的攝影機運動技巧，其一是攝影機動畫路徑(Camera Animation Paths)，藉著路徑的設定可將虛擬攝影機脫離固定位置而有更靈活的攝影機運動，可使觀者產生如主觀鏡頭一般身入其境的視覺感受。其二是改變攝影機焦距與景深，來限制觀者的視覺焦點與影像情境的營造。

六、算圖(Rendering)

在3D電腦動畫軟體之中，經由燈光、材質設定以及攝影機運動等模擬虛擬人物或物件給予視覺化呈現的過程，最終皆需經過算圖的設定與處理才可產生實際

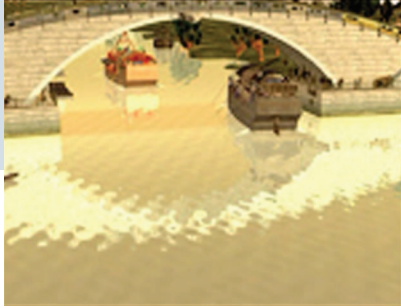


圖7 陳威光、陳啓耀、宏俊、黃天榮、黃士銘
清明上河圖 2002 3D電腦動畫

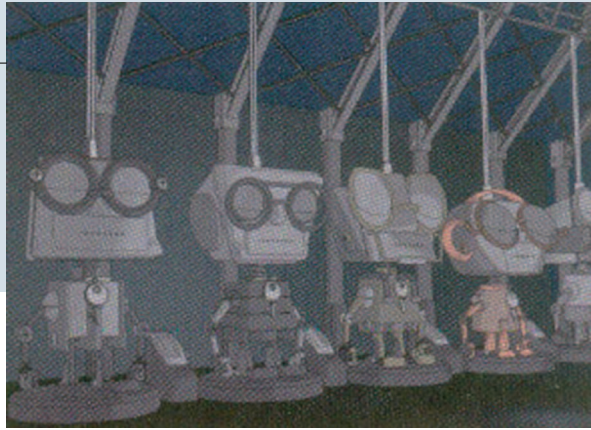


圖8 林政毅 開心的哭·難過的笑 2001 3D電腦動畫(NPR平面卡通效果)

的動態影像。就目前應用於3D 電腦繪圖(3DCG)的算圖類型而言，光跡追蹤(Ray Tracing)法所創造出具有反射與折射的材質與逼真的光影呈現，如圖7中船影與虹橋之於水面的鏡射效果是目前運用最廣泛的類型之一。此外，熱輻射運算(Radiosity)法的間接漫射(Diffuse)光影與材質呈現也已逐漸成為模擬真實環境所需的應用方法。

目前，最新的算圖方式，是以非寫實性算圖(Nonrealistic Rendering)的演算法來模擬傳統繪畫性的質感表現，包括水墨效果、水彩以及平面著色效果等，藉由電腦繪圖融合藝術性表現的方式，成功的應用於3D與2D動畫的結合，創造出更多元且更具藝術與文化性的質感表現(圖8)。

參、3D電腦動畫的視覺語言

經由彙整《電影語言》、《電影藝術》、《The Illusion of Life》、《動畫電影探索》等文獻及個人創作經驗，將3D電腦動畫的視覺語言分別以影像的敘述結構、鏡頭語言、時間與空間的表現、剪接、色彩與光影等做逐項探討。

一、影像的敘述結構

以電腦動畫的影像結構，依表現形式大致上可歸納兩種類型。其一為寫實性的敘述結構，此類影像藉由賦予動畫人物鮮明的角色個性與明確的形象來表達動畫的故事內容，在題材的選擇上常以社會、政治性議題與事件為主，且有明確的敘述結構與主題，可讓觀眾明確的接收到影像所傳達的訊息與內容，如電影《太空戰士》的影像結構呈現。另一種類型為抽象表現的非敘述性結構，此類型的動畫題材主要是以陳述自我感受的精神與心理層面為主，藉由抽象的型態、顏色、聲音相互的結構傳達出具表情與生命力的寫意表現，使任何的外在現實都可以在創作者解構之下，成為夢境一般及無序的畫面結構，賦予觀者更寬廣的自我思考與想像空間(圖9)。



圖9 陳啓耀 解放 2002 3D電腦動畫

二、鏡頭語言

3D電腦動畫創作的最大的優勢之一，便在於虛擬攝影機的應用，擺脫平面動畫或實際攝影的限制，展現了更寬廣的創造性。以動畫上經常應用的鏡頭運動而言，如鏡頭位移中的推軌鏡頭，主要運用於追蹤角色人物的行徑、或是以短鏡頭來強調影像的動作與速度感等都已普遍存在於觀者的視覺習慣之中。隨著電影工業追求影像特效的擬真表現，目前電腦動畫的鏡頭表現更是結合3D動畫虛擬影像與實際真實場景或人物彼此合成鏡頭(Compose Shot)，成為現今最新的鏡頭語言，並藉由鏡頭運動與主角在實際的環境配合之下產生了生動的虛擬影像，建立起真實與虛構共融的美學意象。

三、時間與空間

動畫的時間表現決定於創作者所設定的前後鏡頭間的時間長短與剪接方式而定。以時間的進程而言，動畫影像脫離了實際生活與戲劇表演的線性架構，可以採取任何形式的時間表現，如未來的、倒敘的或是連續性的時間。以時間的心理層面而言，採取慢節奏的動畫影像適於陳述心理或精神性的題材表達，能使觀者有較多的思索空間。採用快節奏影像則會讓觀者著重於視覺性的影像表現，並直接主導了觀眾的情緒反應。

空間的表現與影像的構圖息息相關，都是依照視覺構圖原則，如：對稱、平衡、對比等來構成影像框格(Frame)內元素安排。以空間表現的形式而言，分為開放形式與封閉形式兩類型，開放的形式著重於營造一種寫意自然的影像感受，在構圖上常會有畫面中的元素置於畫格之外，表現出偶然間的真實性。就封閉形式而言，著重於畫面中整體視覺美感的完整性，並傾向以形式主義為主，強調個人主觀的心理表現，呈現出完整的影像結構。

四、剪接

影像的剪接主導著整體動畫時間與空間的轉換、節奏及韻律。例如在影像中做為交代時間、場景以及主題的轉換，常以「淡入/淡出」(Fade In/Out)或「溶」(Dissolve)的剪接手法以符合整體的影像氣氛。在強調影像的視覺性與快速的節奏時，通常選擇以「切」(Cut)或「劃接」(Wipe)的剪接方式將兩個鏡頭直接切換，呈現出創作者所要營造的視覺風格。

此外，在影像結束之時，若將影像中的影格固定，以停格(Freeze Frame)的手法製作出凝止的影格效果，可使得最後的影像鏡頭更具衝擊力，加強影像的思維空間，表現出獨特的美學意涵。

五、色彩與光影

在3D電腦動畫中，色彩與光影都是以虛擬而非真實性的物質，也由於不受現實環境的限制而具有更多的創意空間。在色彩方面，每個動畫影像都應有整體的色彩基調來配合創作的主题，例如低彩度的色系適於懷舊的主题、高彩度的影像則適於活潑、卡通型的影像風格。以色彩心理層次方面，色彩具有文化性、象徵性與流行性的特質。在文化性方面，主要是根據國家的民俗習慣，如紅色在中國代表吉祥，而白色卻在日本具有吉祥的意義。因此，主题若有關於文化性題材，選擇適宜的顏色對主题的傳達會有強化的效果。在象徵性方面，主要依照大眾普遍對色彩的心理反應來決定，如藍色象徵和平、黑色象徵黑暗與危險等。關於色彩流行性方面，利用觀察時下無論是服裝、產品設計等的流行用色，應用於具有商業性質創作的題材，不但幫助主题意念的傳達，也會提昇觀眾的認同感。

動畫的光影表現是主導影像視覺氣氛最具影響力的因素。創作者依影像的主题與營造的氣氛，可用明調光(High Key)、低調光(Low Key)與逆光(Back Lighting)等光影類型來運用，如要製作出輕鬆寫意具喜劇氣氛的影像主题，可採用明調光，若需要營造出具有戲劇性、心理性或神秘氣氛的影像可採用低調光及逆光的光影手法，表現出影像的視覺主题。

肆、3D電腦動畫特質

綜合本文前述之3D電腦動畫的構成技術與3D電腦動畫的視覺語言，而歸納出以下3D電腦動畫特質：

一、影格間的創造性

任何的動畫形式皆是由影格成為動畫形成過程之中最基本的單位結構，由於在影格之間所產生的材質、形態、色彩或光影的變化之中所具有的生命力以及具表演特質的影像，使動畫已成為具有動感影像的一門藝術。動畫大師諾曼·麥克拉倫(Norman McLaren)曾言：「每一格畫面與下一格畫面之間所產生出來的效果，比每一格畫面本身的效果更為重要」¹。雖然3D電腦動畫在設定畫格間的變化比起傳統動畫以動作停格的製作方式較為方便，但若實際以3D電腦動畫執行動態設定時，就可體認出要設定出一個具有說服性的角色動態是需要相當時間的觀察與練習才可達成。

另外德勒茲(Deluxe)也曾提過：「動畫並不是由定格或是一個已完成的圖畫形體來組成的，而是一個正在形成或消失的圖形，它整個變化過程的呈現……動畫所要呈現的並不是某個特定時刻下的圖形，而是要傳達出一個運動中的圖形」²。因此，在3D電腦動畫的影像創造裡，將想像虛構的擬像化做真實的呈現，並利用眼睛的錯視原理讓觀者在不知不覺之中將虛構的影像融入現實生活裡，由此可知，動畫中所呈現的動感與表演並非如電影一般，藉由攝影機去捕捉實際動態，而是以想像與模擬去創造原本就不存在的創意表現，因此，動畫也就是影格間的



創造性藝術。

二、無限的想像空間

在3D電腦動畫的世界之中，唯一的限制應該就是我們自己的想像力，有人說電影是在真實之中創造虛幻，而在動畫的表現裡則是藉由我們的創造力去建構出幻象情境裡的真實情境呈現，如3D電腦動畫電影《太空戰士》創造出有如幻境中的實景與人物影像，引領我們進入動畫的異想世界。通過想像，也可以讓腳踏車在櫥櫃之間遊走，並透過各種不同物體與時空的並置交錯，如電影《侏羅紀公園》裡的恐龍或是《怪獸電力公司》裡頭的怪獸角色，將原本已消逝以及不存在的實

圖10 Spy Production *Spider-Man* 2002 Movie release photo
(圖片來源：www.thespidermanmovie.com)



圖11 陳威光、陳啓耀、林宏俊、黃天榮、黃士銘
清明上河圖 2002 3D電腦動畫



圖12 范光義 秋水長天 2001 3D電腦動畫



圖13 陳啓耀 解放 2002 3D電腦動畫



圖14 謝啓民 *NPR* 2001 3D著色效果研究

體與想像，透過3D電腦繪圖的技術將我們的想像化做真實影像呈現在眼前。《電腦動畫基礎》一書中指出：「回顧電腦動畫史，短短才不到五十年的歷史，其所呈現的視覺可能性確實帶給人們無限的創作與想像空間，正有所謂……或是呈現出導演想像世界中的主體視覺元素或是造型物」³。所以在3D電腦動畫的創作之中，無論是內容、形式以及動作等表現的元素都得靠想像力來完成，猶如超現實主義一般，藉由潛在意識的解放將現實邏輯的外衣一一摒除，展現出自我內在意識與情感的無限表達。

三、隨意的視點變換

傳統影像語言的結構表現在於鏡頭運境與構圖，藉此陳述創作者所需表達的意念。在影像創作之中雖然發展至今有百年之久，並累積了許多鏡頭運動的技巧與手法，但有時卻因地勢天候等現實因素的考量而在攝影機運作方面有許多限制，也因而框限了創意的表現。然而在3D電腦動畫的鏡頭運動則可以在毫無限制的條件之下，隨意的變換視點而發揮極大的創作自由。

誇張和象徵是動畫的重要特徵，以3D做為表現而言，人物的型態與表演是任何動畫形式吸引人的表現內容，但在於影像視覺的變化上如鏡頭的焦距可隨時間做動態設定和鏡頭位移，而在空間及位置上的無限變化等。電影《蜘蛛俠》(*Spider man*)(圖10)在高樓之間飛躍穿梭，即突破傳統侷限，使得虛擬攝影機的運用更為廣泛，以創造出更為逼真的視覺感受，塑造出理想的影像傳達。

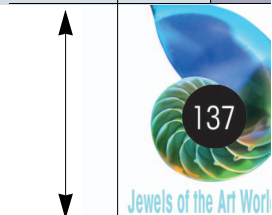
四、立體空間的營造

雖然任何動畫作品最終都是以平面的形式呈現，但在畫面空間感的營造方面，3D電腦動畫突破傳統平面動畫(2D Animation)以分層(Layer)及色彩明暗深淺來模仿真實立體空間的方式，利用電腦場景中物件排列的前後關係，藉由場景中虛擬攝影機的拍攝過程，實際經過電腦運算而將我們眼睛所認知的透視空間表現無遺。

因此，3D電腦動畫除了一般純粹以平面動態的影像播放之外，其具有立體空間的特質，以現今應用的虛擬實境以及立體電影而言，將具有立體空間的3D電腦動畫數位影像經由中介設備如立體眼鏡，以觸發視覺感知的設備來使觀者或使用者得到彷彿悠游於實體空間的體認。因此，此項特質也廣泛應用於建築、室內設計的空間模擬，將消費者引領進入電腦模擬的立體空間環境之中，而令其感受設計者的想法如環境設計與色彩安排等，省去以往利用真實建材所建立實體空間的物力與資源，並且由於是以電腦軟體作為操控的介面，還可不受限制的立即變更影像內容以變化出不同的設計面貌。由於電腦軟硬體技術的進步，相信會將3D電腦動畫模擬真實空間的應用將更加廣泛。而這也是利用一般平面動畫永遠所無法企及的表現形式。

五、擬真材質與光影表現

3D電腦動畫乃是經由數理及程式所建構，在3D虛擬場景中所建立的物體，



都可經由創作者以其經驗及技術來調整其屬性而達到如真實物件的材質與光影表現，如3D電腦動畫之中的光跡追蹤演算法(Ray Tracing)便可計算出經由光線的折射與反射，而呈現擬真質感的創造與柔化光影的表現等。《清明上河圖》(圖11)3D動畫作品即以數位擬真的視覺技術將古代平面繪畫再現來詮釋文物的美感特質。

在影像認知方面，電影《阿甘正傳》(*Forrest Gump*)中於空中飄動的羽毛，以及《侏羅紀公園》所創造的史前恐龍的皮膚質感，可以說已幾近人眼所無法辨識真偽的程度。全3D電腦動畫電影《太空戰士》可見其中事物與人類肌膚的擬真表現，以及衣服的運動質感與模擬頭髮飄動動態都幾乎與真實人物相同，而這些特質正是平面動畫在呈現的形式上與3D電腦動畫之間的最大差異所在。因此，如吳鼎武·瓦歷斯所言：「明明知道眼前所見並非真實，但人們從此以後，將不再確切相信未來的視覺認知系統」⁴。3D電腦動畫所虛擬出的空間與人物角色，在今日的表現衍生出的挑戰已不再是真實性的視覺模擬。在於人們如何改變真實恆常性的視覺認知，而產生出如何將原本不存在的人事物，透過想像與技術而創作出可被觀眾認同與感動的視覺美學表現。

3D電腦動畫創作形式，具有破除標準化與現實框架的能力，經由想像力的發揮與自我幻想的特質，如超現實般不合理空間的呈現或是利用3D電腦動畫的演算法，將3D物件轉變為傳統水墨畫或手繪風格的視覺表現等。另外也有模仿傳統媒材的創作形式，以表現傳統的藝術文化特質。就東方的風格而言，中國的水墨效果是此一表現的代表，如范光義的《秋水長天》(圖12)是以3D電腦動畫作品模仿中國傳統水墨畫來傳達中國人文山水空靈、無為的詩境表現。就西方文化來看，電影美夢成真《*With Dreams May Come*》以3D來模擬油畫的色彩與筆觸的視覺呈現，不但為3D電腦動畫的仿傳統藝術表現建立一個里程碑，也為觀眾開拓了新的觀賞視野。

以3D電腦動畫來表現如超現實意境可說是當今3D動畫藝術可利用的手法之一，作者創作的《解放》作品中，腳踏車藉著繩索在櫥櫃之間游離，以及音符幻化為人頭形態的詮釋(圖13)即為一範例。另外，也有許多藝術家利用程式語言來開發並創造出有別於一般3D電腦動畫，如採取貼圖與後製的方法來產生出視覺影像，謝啓民即以NPR演算法來模擬水墨繪畫的筆觸效果(圖14)。

六、新媒體的科技美學表現

3D電腦動畫在我們所看到的視覺形象背後其實是由非常複雜的數理程式所架構，從最簡易的點線面所構成的物體、以動畫角色結合動態捕捉器(Motion Capture)來產生生動的表演動作，到鏡頭虛實景象的合成運用等，都是結合最新的發展科技所產生，以達到更生動逼真的視覺影像。正如軟體藝術與網路藝術，藉由程式語言來達成與觀者及使用者的溝通目的。在3D電腦動畫軟體上如Houdini、Renderman等也是以相同的方式，藉由軟體本身所屬的操作語法來製作動畫影像。因此，3D電腦動畫影像除了外在形象的表現之外，其中更包含了屬

於科技藝術的文本性、視覺性與自動性的特質呈現。正如同陳正才在〈概觀新媒體藝術〉一文中曾提及：「本質上，新科技媒體藝術是以科技精神為主的時間藝術」⁵，而這正好呼應了3D電腦動畫中所具有的科技性與時間性的美學特質。

伍、結論

3D 電腦動畫由早期以簡單的塊面與顏色的視覺表現發展到現今多元的表現形式，如擬真寫實的視覺風格、模仿傳統的繪畫性表現到虛實合一的動畫影像等，已逐漸建立屬於3D電腦動畫獨特的視覺語言。隨著與科技技術的整合應用，如 NPR演算法或Motion Capture，電腦動畫以往被質疑缺乏作品的唯一性與過度同質性的缺點也因創作類型與表現形式的逐漸累積，發展出屬於3D電腦動畫本身應有的美學特質。因此，當代的藝術創作所具有的複合性與數位化特質，正好提供3D電腦動畫創作者更多發揮科技與藝術整合之可能性。所以，許多動畫工作者在追求新技術與動畫效果的同時，除了加強創作的藝術涵養以及3D電腦動畫創作語言及認知，如影像的敘述結構、鏡頭語言、色彩與光影、時間與空間的創作特質等，也應將創作的目光朝向更開闊的面向作發展，如影舞集所創作的實擬幻境舞蹈劇場表演，將3D 電腦動畫創作結合其他藝術類型的表演與呈現方式，使3D電腦動畫除了固有的動態單一影像朝向更多元與開放的發展，以建立獨特的創作風格與應有的藝術定位。

註釋

- 1 黃玉珊、余為政(1997)：《動畫電影探索》，22。台北市：遠流出版。
- 2 陳素麗(1998)：《動畫間距的藝術》。《電影欣賞》，第92期，71。
- 3 吳鼎武、瓦歷斯(1998)：《電腦動畫基礎》，23。
- 4 吳鼎武、瓦歷斯(1998)：《電腦動畫基礎》，57。
- 5 陳正才(1999)：《概觀新媒體藝術》。《發光的城市》，35。台北縣：台北縣政府文化局。

參考文獻

- 余為政、黃玉珊(1997)：《動畫電影探索》。台北市：遠流。
- Michael O' Rourke、戴嘉明(1997)：《3D電腦動畫學習方法》。台北市：美工圖書。
- 吳鼎武、瓦歷斯(1998)：《電腦動畫基礎》。台北市：松崗。
- Louis Giannetti、焦雄屏(2000)：《認識電影》。台北市：遠流。
- 徐立功、井迎瑞、黃建業、王介安(1996)：《電影辭典》。台北市：國家電影資料館。
- 陳正才(1999)：《概觀新媒體藝術》。《發光的城市》，35。台北縣：台北縣政府文化局。
- David Bordwell、Kristin Thompson、曾偉禎(1996)：《電影藝術》。台北市：麥格羅威爾。
- 馬斯寶里、羅學濂(1997)：《電影語言》。台北市：志文出版社。
- 陳素麗(1998)：《動畫間距的藝術》。《電影欣賞》，92，71-74。
- 張恬君(1997)：《電腦繪圖與電腦動畫的美感與創意》。《資訊與教育雜誌》，57，18-23。
- 曾偉禎(1997)：《電腦動畫畫面觀》。《資訊與教育雜誌》，57，2-7。
- 戴醒凡(1999)：《動畫趨勢與科技應用藝術教育之重點》。《資訊與教育雜誌》，73，27-31。
- 范光義(2002)：《電腦動畫應用於中國文人山水繪畫元素之創作研究》，碩士論文。國立台灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所。
- 吳佩芬(2002)：《3D動畫中美式卡通角色運動視覺語言之時間元素架構——以分析「玩具總動員」動畫電影為例》，碩士論文。國立台灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所。
- Kerlow(2000). *The Art of 3D Computer Animation and Imaging*. Wiley Publisher. ISBN : 0-471-36004-X.
- Frank Thomas & Ollie Johnston(1981). *The Illusion of Life*. Disney Animation Publisher. ISBN : 0-7868-6070-7.

