

高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

教師專題研究（製作）報告



仿生形態數據轉化應用於平面設計研究

老師姓名：_____孫佩辰_____老師

科 別：_____廣告設計_____科

中 華 民 國 102 年 1 月

中文摘要

仿生概念來自於模仿大自然中精彩的生命形態結構和絢麗動人的色彩，而仿生設計(Bionics Design)則是有選擇的應用這些特徵原理，開拓各項領域的設計、融合與創新，將成果反映在人們的生活中，經由觀察自然物的生長狀況、動作形體線條，便能發現不少的創意來源，一些不經意的天然順序感，如植物細部的生長系統及數學法則原理、動物身體的斑點及尾巴的條紋等，都比起其外型輪廓來得更豐富多元。

最早，是由英國有數學背景的傑出動物學家湯普生(D'Arcy Wentworth Thompson)於西元一九一七年為分析自然的方式開啟了一條研究線索，那就是他提出了：「基因並不是生命的唯一關鍵，在其背後還有更深奧的東西，那就是與遺傳密碼相連的數學法則」的分析想法來了解生命，他認為生命體中存在著數學模式，且更加微妙、有彈性、隱藏於深處，這些模式背後的抽象原則，更能具體地闡釋生物世界。

然而有機世界將數學的規則性應用在不同層次的形態、結構、模式、行為、交互作用和演化上，而如何利用客觀的方式擷取轉化這些概念訊息及造形元素、顯現出特有之有機性與親和性，提供給更多設計工作者日後珍貴豐富的構想來源，便是本研究主要探求的目標。

目 錄

中文摘要.....	i
目錄.....	ii
表目錄.....	iii
壹、前言.....	01
一、研究動機.....	01
二、研究目的.....	01
三、研究架構.....	02
四、研究預期成效.....	02
貳、理論探討.....	03
一、仿生學與仿生設計.....	03
二、仿生造型形態.....	04
三、視覺類比法.....	04
四、碎形.....	05
五、生物數學.....	06
六、黃金比例.....	06
參、研究方法及步驟.....	07
一、研究方法.....	07
二、研究步驟.....	08
肆、研究分析與應用.....	08
伍、結論.....	11
參考文獻.....	12

表目錄

表 1 研究製作架構.....	02
表 2 仿生造型形態表	04
表 3 邏輯性類比原則表	04
表 4 心理性類比原則表	05
表 5 實驗步驟流程	08
表 6 轉化測試圖表	11

壹、前言

一、研究動機

大自然的規則排列所產生的美麗結構，長久以來一直被人們所讚美。在大多數動物身上，我們很容易看到一種平衡的「對稱」形態，翅膀、眼、耳、手足、鰭等等都是對稱長成，是人類視覺最熟悉的穩定美感，除了感官上的平衡，也會給視覺一種穩定與安全感；而用來為大自然界的不規則物制定模型的「碎形」方法，也因其本身迷人的美與捕捉到了自然幾何中尚未形式化的特徵，而引發了我們對美的感覺。

隨著碎形、遺傳演算法、神經網路和格狀自動機等學門的發展，用來描述自然背後的數學定律更加多元精確，而且這種新數學的表達模式之觀念層次比以往都來得更高，可以幫助我們瞭解生命的各個層面、生命的內在通則等訊息。可惜的是，目前國內有關仿生設計之研究情況仍在初步建構中，且以機械、工業、產品設計等領域應用較為廣泛，鮮少延伸至視覺藝術設計的發展可行性。

因此，本研究實驗以延續上述之方式為基礎，提出「仿生數據解構法」，藉由生物參數形態的觀察擷取，模擬轉化至平面視覺設計語言，並建構運用這些抽象、深藏的自然數學原理，將其幾何化、圖樣化，再現組合特徵，使其多樣性與可能性趨於廣大。

二、研究目的

希望能藉由本論文之研究過程、和生物數學模式的轉化方式，讓未來設計者能在有效的程序運用上，迅速地解構出可資應用的平面造形元素，提供於廣告設計、海報設計、識別設計、形象設計等具目的性的影像需求。其研究成果也必將成為人們在這種文明所導致的創作困頓失衡狀況下，開始反思並力求突破的新出路。

另外，培養創作者投入周圍天然環境的感知能力、與敏銳創新之生活態度，喚起當代人們內心對自然的歸屬感與對生態議題永續的關心。本研究的創作目的：

- (一) 突破以往仿生多運用於產品設計、工業設計、建築設計上的狀況，嘗試跨界的結合，將仿生數據導入平面視覺語言中，達成創新設計的理想。
- (二) 建立數據化之仿生設計方法，希望帶給往後設計者更多觸動靈感的方式，賦予一種新的感知與美學分享，藉此培養作品高度的形象連結與概念轉化能力。
- (三) 增加造形的繁衍與多樣性，並以統一的視覺元素建構整體意象，傳達仿生概念對於今日環境社會之重要性與未來發展趨勢，供日後視覺設計應用。

三、研究架構

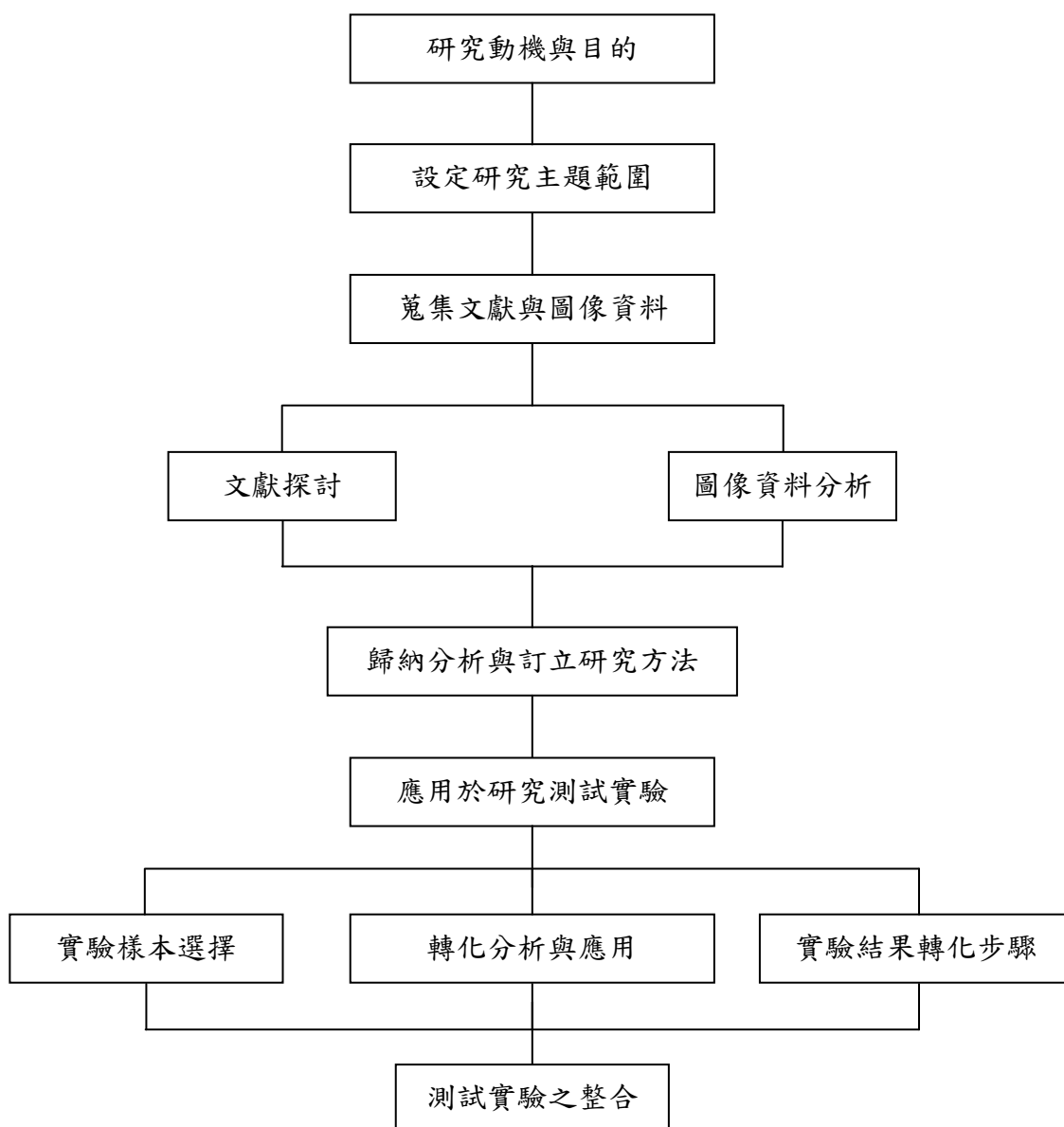


表 1 研究製作架構

四、研究預期成效

此次的研究過程中，從仿生的角度對自然物投入了更多的關注與研究，也希望藉由這樣進一步的思考，從抽象至具象，進行綜合性的靈活應用，增加設計時的深度、廣度、速度，提供具目的性且有效地參考價值，透過仿生意象讓平面視覺畫面更具天然的生命力，顯現出有機性與親和性，喚起觀看者的情感，使人產生共鳴並留下深刻的印象。有別於產品仿生、建築仿生只回歸於外形上的構建，實現仿生設計之發展，提供設計者更有技巧地轉化和再現自然，更能激發設計者對於造形影像應用能力的提升。

貳、理論探討

本研究的文獻著重於仿生學與仿生設計、仿生造型形態、視覺類比法、碎形、生物數學、黃金比例等六大方向相關研究加以探討，以做為立論之依據。在此將相關內容分述如下：

一、仿生學與仿生設計

「仿」字具仿倣(imitate)或擬態(mimic)、模仿(copy)之意(陳進士，民 95)，可解釋為適度的轉換(transformation)理念，因為人類能夠藉由模仿傳達複雜的心理變化和豐富生活內涵，且在其過程中產生極生動的藝術形貌。因此，模仿其實也是一種創意行為，藉由創作者對模仿對象之本質和意義的解讀，應用於作品中(林崇宏，1999)。「生」字則是依據美國空軍少校史蒂爾(Jack .E. Steele)對「bionics」(bio是拉丁文“生命方式”的意思)這個名詞的使用，而將其定義為「具有生命的系統」。「仿生」(Bionics)就是向生物界學習、模仿的一種思維方法，並從中得到一些有助於改進我們生活的啟示。例如：中國的象形文與紋飾造型、日北的家紋圖案等，便有著極多對於大自然中鳥獸蟲魚的模仿。

仿生設計(Bionics Design)在某種意義上，是仿生學的一種延續與發展，最初一些仿生學的研究成果就是通過各類仿生設計的再創造進入人類生活的，且不但在物質上，更是在精神上追求多元化的設計融合與創新。雖然仿生設計強調“仿生”的概念，但仿生設計基礎構成的核心則是基礎認知與能力，主要包括平面與立體的基礎造形能力、設計表達能力、形態認知與設計思維認知、設計方法學、設計原理與程序等。而其中尤其強調與形態相關的認知、創造力的認知與能力的構建(於帆、陳嫻，民 94)。

陳殿禮、李薦宏(民90)在《仿生造形應用在傢具設計教學上之研究》論文中指出「...仿生設計教學旨在透過觀察大自然生物的形態，經由聯想、簡化、蛻變等過程，將自然生物造形變成可用之形...」。江潤華(民 91)亦提出仿生設計的基本概念：「設計師直接將生物整體意象或身體某部分特徵加以模仿、轉形、抽象化等...藉以達到造形目的...」。由上可知，仿生造形設計必須透過一定的認知、轉化方法對生物對象進行以設計為目的的觀察、積累與再創造。早期的仿生設計強調對生物的科學性和技術性的表現。生物學、電子學、動力學等學科的發展促進了對生物系統的結構、功能、能量轉換、信息傳遞等各種優異特徵的研究，並取得了許多研究成果，幫助仿生設計提供更多的科學依據，拓展了其設計領域。又隨著多元化設計時代的到來，使仿生設計以功能性的表現轉向語意性的表現，同時賦予豐富的文化、趣味和情感意象，以客觀、理性的設計體現到主觀、感性的設計反映，所以，仿生設計必須更多方面地通過形態語言、聯想與象徵等方式來表現個性形象、個性特徵、獨特美感和設計意涵，為啟發靈感和市場消費提供更多的選擇性與精神價值(於帆、陳嫻，民94)。

二、仿生造型形態

1	Nicholas Roukes	《Design Synectics : Stimulating Creativity in Design 設計的表現形式》一書中，將自然生物分為九大類別：	(1)渦狀螺旋形(2)格狀(3)椎骨狀構成(4)連鎖性(5)曲折流動感(6)放射狀(7)空間性 (8)群聚性(9)支脈狀
2	陳文龍	《設計品—浩漢設計與陳文龍的美學人生》一書中，將自然生物分為三大形態：	<p>一、內在能量向某單一方向持續前進、延伸、成長，而出現： (1) 延展/彎曲(2)重複/擠壓(3)螺線(4)分枝</p> <p>二、內在能量從圓心或中心點向外以輻射釋放的方式，前進、成長與延伸，而出現： (1)綻放 (2)完整球體 (3)螺旋狀</p> <p>三、不管內在能量是向某單一方向或圓心(中心點)向外輻射釋放，在生物型態上，總會達成力量的總平衡，給予一種秩序、韻律與穩定的感覺，那是自然界最合諧與平衡的美： (1) 黃金分割 (2)平衡</p>

表 2 仿生造型形態表
資料來源:本研究製作

三、視覺類比法(graphic references)

將相同的主題，以不同的型式畫出或製作出立體造型，這是一種與發明意思相近的觀念，不同的是；發明是前所未有的發現，類比則是含有模仿的成分在內。平面的視覺類比形式可表現在平面設計、插畫、繪畫等，立體的則如雕塑、結構、建築等。類比的表現形式有兩類：「邏輯性類比」及「心理性對比」。邏輯性是屬於純理性的。如：亞歷山大·卡德(Alexander Calder)已與樹相關的如枝幹、葉、姿態等為主題所做的抽象雕塑。邏輯性類比的原則表如下：

邏輯性類比	1	設計性類比	外形、型態或結構的相似性。
	2	功能性類比	機能性的相似，例如噴射機中的反潛水雷發射裝置與推動裝置相類似。
	3	現象性類比	行為結構或物像基於相同性質之間的類似性，大自然中常能表現出此種現象(漩渦、天氣形態、磁性、電場)。或如騎腳踏車、跑者、溜冰的平衡力等。

表 3 邏輯性類比原則表
資料來源:本研究製作

心理性類比則是主題在精神上的相互關係，例如：一個藝術家做出完全不符合主題內涵的藝術品，也可說是「曲解型的類比」，保羅克利(Paul

Klee)曾說「不要模仿自然，而應審視自然。」心理性類比的原則表如下：

心理性類比	1	理性對比	抽離視覺的認知。例如，一個藝術家可描繪一隻鳥在唱歌，卻畫不出聲音，但可表現出姿態使人聯想好像已聽到其聲。相反地，在聽聲音時，可「聽」出此種聲音所表現的形態。理性類比可以將任何超越理性的感覺抽離；如聽覺、觸覺、嗅覺、味覺等，亦稱為「超感官主義」。
	2	感覺類比	抽離設計或結構圓有主題所投射的情感及每個人不同的想法。大多數的畫家們皆為感覺型的創作者；他們較強調的是主觀的表現形式，例如，他們喜歡用膠彩性顏料，表現一種如麻藥所引起的陶醉暈眩感之畫面。
	3	現象性類比	此形式的類比，很容易點燃想像力的火花；也傳遞了較屬於特殊涵意作品的訊息。作品內涵的意義已遠超過外在所呈現的表象意義。
	4	幻想性類比	與超現實同義，比較屬於怪異、夢境般、天馬行空的畫面表現。如：瑪格利特(Magritte)的作品一般。

表 4 心理性類比原則表

資料來源:本研究製作

四、碎形(fractal)

許多有機生物造型中都具有碎形的規則及形態。大部分不規則、不穩定、具變動性的現象都以此予以解釋，或是利用碎形幾何製作出不同的模型，如分析自然界中的花、草、樹、木、山、岩、海浪、河流、海岸線，天空中的星、雲、閃電、雪花，細菌的成長、晶體的成長、血管的形狀等等，都可以用碎形描述其基本結構，利用其特性原理做為仿生符號解構的資料來源。碎形主要特徵有以下五點：

- (一) 碎形是非線性動力過程的結果：大自然的外貌及結構皆是經由非線性動力過程而產生的結果。比如說，在水的流動或是在晶體成長的現象中，可能發現碎形。
- (二) 碎形具有自相似性的結構：一個東西經過不斷放大後，始終都具有自相似性的結構，不論該結構有多複雜、多粗糙、多摺疊，都存在某種相似性的結構。
- (三) 碎形是分數維度：維度 (dimension) 是用來測量物體的量化標準，與度量的尺度有關。一維是線條概念；二維是平面概念，就像街道地圖，有長有寬；三維是空間概念，就像是經常說的三度空間。
- (四) 碎形具有自我模仿特質：指在愈來愈小的尺度中，重覆製造細節，並且以某種固定方式縮小細節，造成某種循環的複雜現象。就某種意義而言，一棵樹是由兩個、三個跟自己一樣的複本製作而成。
- (五) 碎形和尺度不具相關性：無論尺寸是大是小，在一定可觀察的區域中，碎形會有一致性的碎形維度。例如說，花椰菜是由小花組成，而小花又是由很多小花組成，小花的小花又是由很多小花組成...，循序漸進，但它們的結構都還是差不多。

碎形圖形結構不僅可表現出平衡、對稱等傳統美學的標準，更是種動態的平衡(畫面各個部分在變化過程中與整體相互制約的平衡)。可以簡單的推想，大自然在創造一切的生物和無生物之初，早已使用了所謂的「碎形」的方法，來造出物體的樣式。它的造形包含了大自然中所有的尺度，

有大小、有複雜、有整齊與渾沌，值得我們持續去分析應用於其他領域，推算未知規則。

五、生物數學(mathematical biology)

生物學的不同領域中應用數學工具對生命現象進行研究的學科。其一般方法是建立被研究對象的數學模型並對其進行定性和定量研究。生物數學的內容是多方面的：生物統計、數量遺傳、數學生態和數學生物分類學可做為四大分支。目前，數學方法幾乎滲透到生物學的每個角落，有人預言：生物學將會取代物理學成為使用數學工具最多的部門，21世紀可能是生物數學的黃金時代。20世紀50年代以來，生物學突飛猛進地發展，多種學科向生物學滲透，從不同角度展現生命物質運動的矛盾，數學以定量的形式把這些矛盾的實質體現出來。從而能夠使用數學工具進行分析；能夠輸入電腦進行精確的運算；還能把來自各方面因素聯繫在一起，通過綜合分析闡明生命活動的機制。總之，數學的介入把生物學的研究從定性的、描述性的水平提高到定量的、精確的、探索規律的高水平。

數學的應用從非生命轉向有生命是一次深刻的轉變，在生命科學的推動下，數學將獲得巨大發展。當今的生物數學仍處於探索和發展階段，生物數學的許多方法和理論還很不完善，它的應用雖然取得某些成功，但仍是低水平的、粗略的、甚至是勉強的。許多更複雜的生物學問題至今未能找到相應的數學方法進行研究。因此，生物數學還要從生物學的需要和特點，探求新方法、新手段和新的理論體系，還有待發展和完善。

六、黃金比例(golden section)

黃金比例廣泛存在於自然界之內，從兔子的繁殖、玫瑰花瓣、鸚鵡螺的外殼、鳳梨的外皮鱗片...等都可以發現它的存在，在很多不同的生物上，情形也是一樣，很多的長度比例也是1.618。最出名的例子鸚鵡螺：那螺旋狀的螺殼相鄰的兩層的半徑比例就是1.618。甚至於某一些昆蟲族群中，雌雄的比例也是1.618。這奇怪的現象約於文藝復興時期發現，很多的科學家都陶醉於這數字，如達文西就偷了大量的屍體，測量其各骨骼的比例並發現很多地方都是1.618。黃金比例與我們生活關係密切，從數學延伸至設計、繪畫、建築、音樂乃至發展成為對完美人體身形比例的終極追求，成為感官或和諧之美的最高標準。

在平面創作上，最常見的反映手法就是畫面的構圖與分割，如達文西、秀拉等繪畫大師都有運用過此類的手法。十九世紀新藝術代表人物喬爾斯·謝瑞(Jules Cheret)所設計的「女神遊樂廳」(Folies-Bergere)海報，畫面中細心經營的視覺結構：各舞者所擺出的肢體位置，可建立出一個五角星形，而五角星形又可形成一個更小且等比的五邊形，其不同邊長的比值恰為黃金分割比例1:1.618 (Kimberly Elam, 2008)。而這些相互的聯繫說明了藝術本身就包含著自然的元素，反過來說，存在於自然中的這些形狀和數字，正體現了自然中孕育著藝術千古不變的道理。

參、研究方法及步驟

一、研究方法

本研究分為兩個階段，前期以文獻探討為基礎，採用文獻研究法，著重於研究資料的蒐集、回顧、整理，文獻資料來自於國內外圖書館、藝術與設計書籍、研究報告、相關學術論文、國內外期刊、展覽資料、網路資源。涵蓋範圍有仿生學、仿生設計、仿生造型形態、視覺類比法、碎形、生物數學、黃金比例等各方面的完整資料，以建立本研究的理論架構。

另一方面，在後期根據「仿生數據解構法」的實驗程序，嘗試從貝殼的螺旋形狀、動植物的數目規則等自然形態中，擷取參數模式並做測試，進一步分析運用及轉化這些抽象、深藏的自然數學模式，使其多樣性與可能性趨於廣大，成為一套可供應用之視覺造形元素，這即是本研究實驗的目標及價值性。

二、研究步驟

(一) 步驟一：造形樣本選擇分析→自然物(有機造形)

例如：貝殼天然造形、鳳螺身上覆蓋著褐色與白色的不規則波狀線、松果層層疊疊的生長螺線。

(二) 步驟二：數據轉化實驗測試

觀察分析自然物上的造形特徵，進行數據測量，運用幾何學上的支距法與展開的方式或直接對目標進行類比，將得到較優異之組合形態的特徵參數轉化成色彩(色相、明度、彩度、色彩系統)、造形(大小、比例、單位形)、位置(格線、關係線)等平面視覺元素，藉由數據的增加蒐集，可測試不同組合搭配之效果。

(三) 步驟三：發現與結果整合

透過「仿生數據解構法」的創作概念與操作，提供了一個妥善、有效率的造形設計方式，且這些造形元素皆有脈絡可循，符合宇宙萬物生成的美感法則，人們對其直觀印象或象徵性，會有潛在的共鳴。藉由排列的搭配，產生出大小、串聯、漸變、對稱、重組等不同的繁衍形式，更提供了多樣、選擇性的視覺元素與創造性的影像造形，皆可延伸應用於其他具目的性的設計需求，並可以激發實驗者對於造形的解構與影像應用能力的提升。

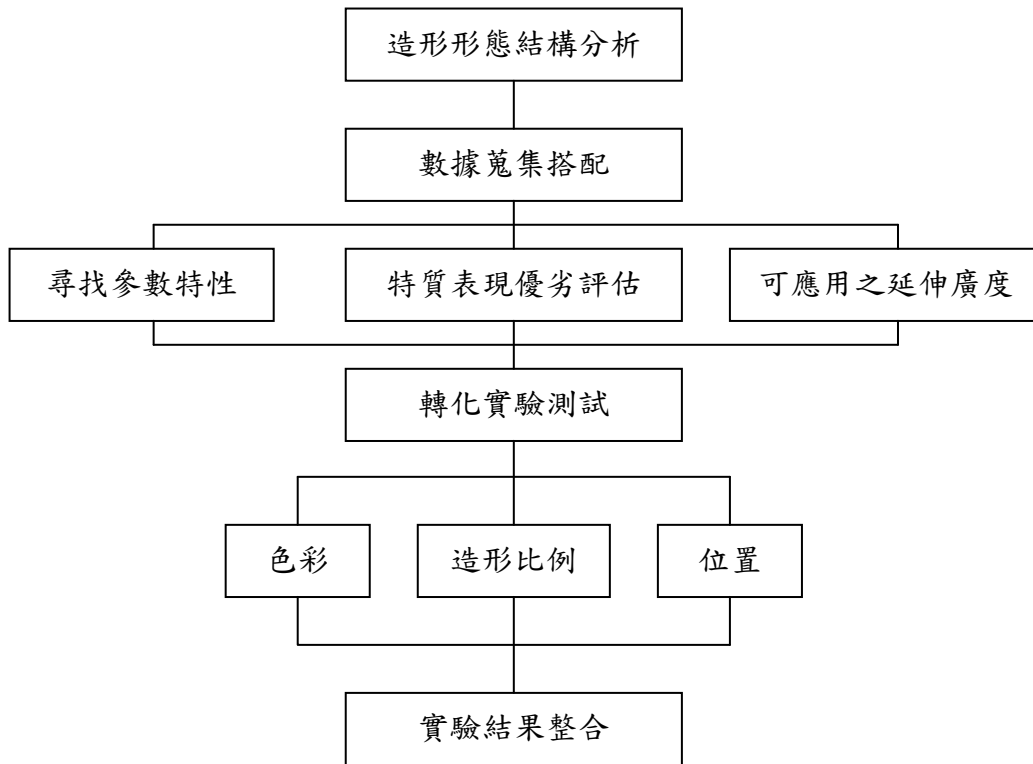
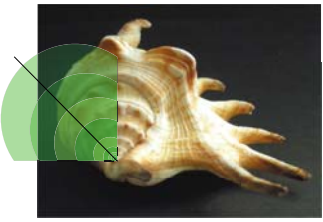
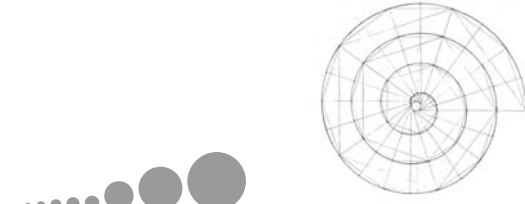


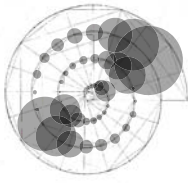
表 5 實驗步驟流程

肆、研究分析與應用

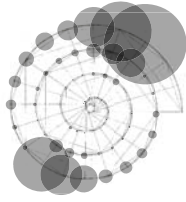
把海螺紋轉換成另一種生物的動態模式，遵循自然的演化規律進行大小、平移、延展、對稱的造形編排，營造有機律動感，配合松果鱗片的天然秩序，讓幾何形也能具有饒富趣味的波動，繁衍出意想不到的第二生命。以下為實驗轉化測試圖表：

《鳳螺渦紋間隔比例》	數列規則(轉化成渦形排列)
 <p data-bbox="231 1892 726 1948">0.5 0.5 1 1.2 1.5 1.8 2 4 6 8 (mm)</p>	

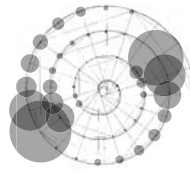
繁衍形式



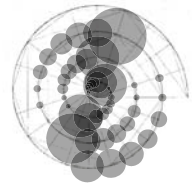
(大小)



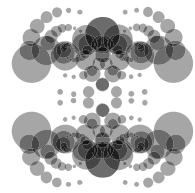
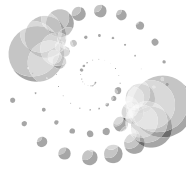
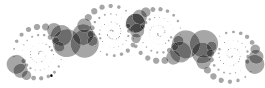
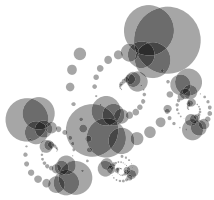
(串聯)



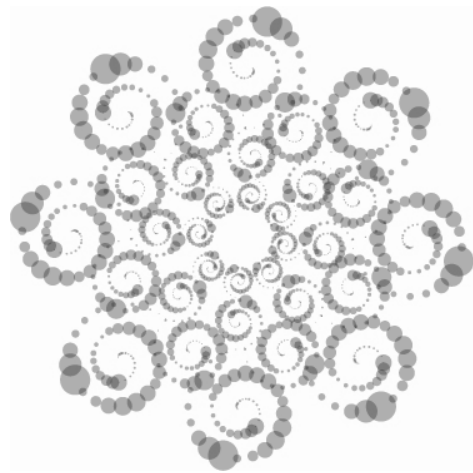
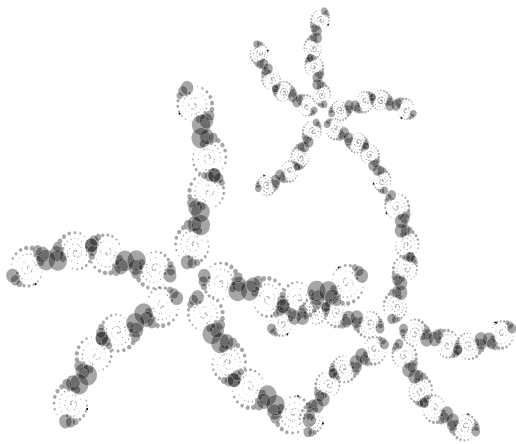
(明度)



(對稱)



實驗轉化應用

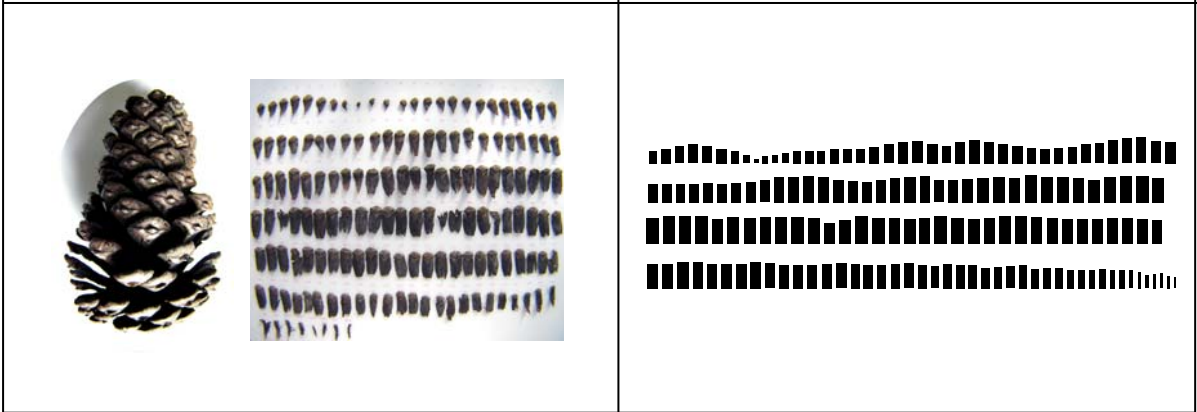
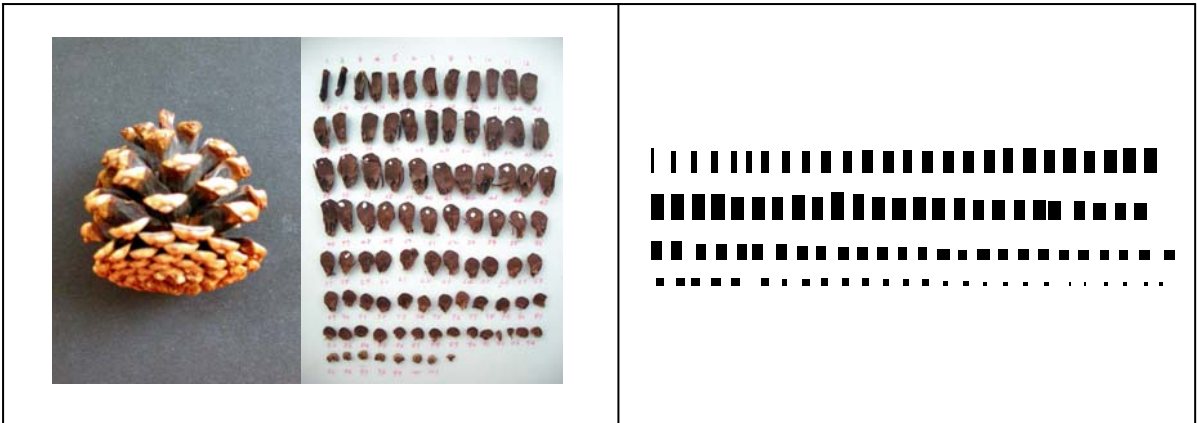


《松果葉片分解》



數列規則





繁衍形式

各數列最高與最低點



中松果寬度比例



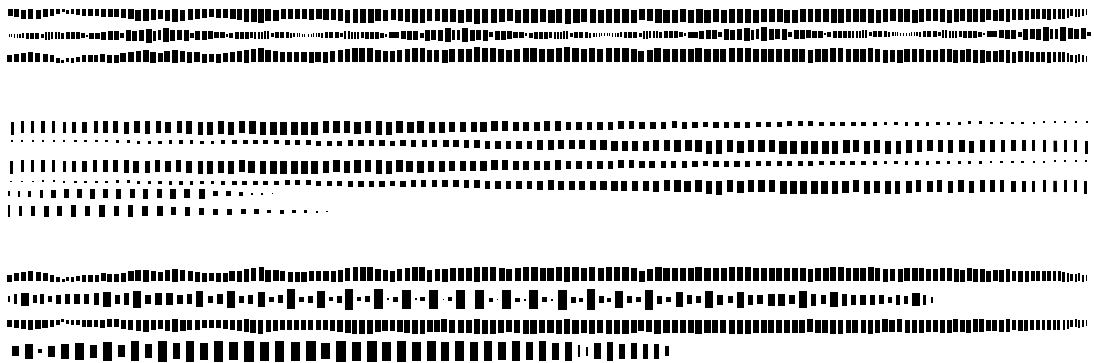
費波納期數擷取



五的倍數擷取



實驗數據整合



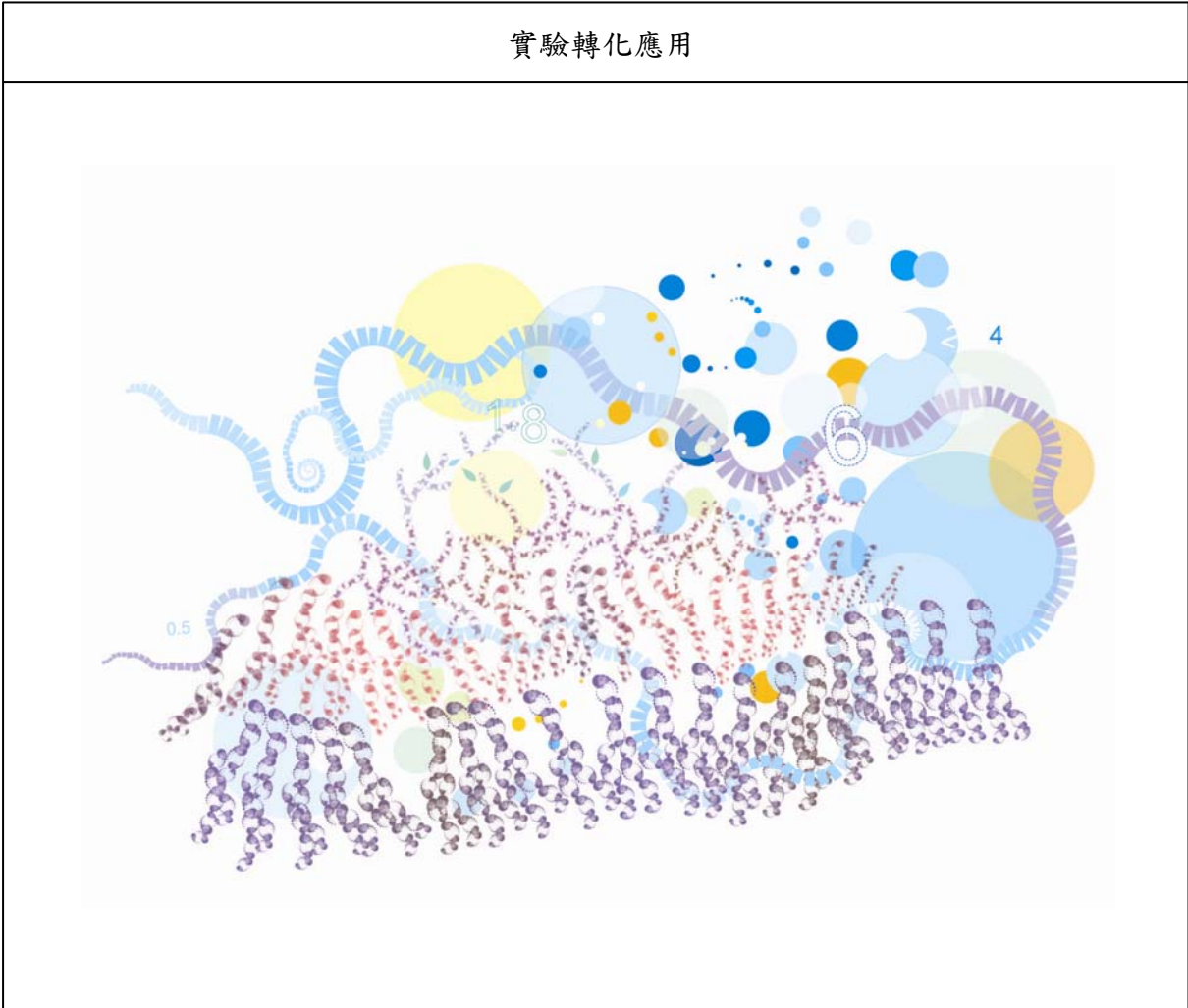


表 6 轉化測試圖表

資料來源:本研究製作

伍、結論

過去仿生造形依照生物體和自然界存在的內部結構，功能性地被應用在設計中，只單純模擬自然物的外觀或結構特徵。但由於現代豐富的視覺文化及思維的進步，成功地影響了後代設計師，多元實驗性的設計風格、強烈的造型意念和極具旺盛生命力的設計，讓人們從廣泛的角度對目標進行更本質性的理解、觀察、及創新，使得越來越多的研究者想藉著運用自然模式的基礎，在表現、摹仿、整合上發展出新的造形形態。

而本論文欲探討仿生設計平面傳達的應用效果，找出最貼近的表現形式，提出「仿生數據解構法」創新的物件生成概念，提供設計者更有技巧地轉化和再現自然，也為視覺傳達領域對影像的造形需求尋找新的方向。

在此次的研究過程中，我們從仿生的角度，對自然生物投入了更多的關注與研究，也希望藉由這樣的進一步的思考，增加設計時的深度、廣度、速度，提供具目的性且有效地參考價值，實現仿生設計之發展。

參考文獻

中文參考文獻：

- 1、小林重順(民 80)。造形構成心理。台北：藝風堂。
- 2、王書榮(民 67)。自然的啟示。大陸：上海科學技術。
- 3、丘永福(87)。造形原理。台北：藝風堂。
- 4、史都華，(民 90)。生物世界的數學遊戲。台北：天下遠見。
- 5、伊達千代(民 97)。色彩的準則。台北：悅知文化。
- 6、林崇宏(民 88)。造形·設計·藝術。台北：田園城市。
- 7、於帆、陳嬾(民 94)。仿生造型設計，大陸：華中科技大學出版社。
- 8、陳文龍、李俊明(民 97)。設計品。台北：英屬維京群島商。
- 9、曹福成、曹永盛(民 88)。大自然的啟迪：仿生學攬勝。大陸：吉林文史。
- 10、鄭國裕、林磐聳(民 86)。色彩計劃。台北：藝風堂出版社。
- 11、鄧建國(民 91)。設計構成中的詮釋想像空間。台北：亞太圖書。
- 12、經觀榮(民 94)。創造學：理論與應用。台北：新文京。
- 13、小川茂男(1995)。グラフィック・デザインの實際。日本：誠文堂新光社。
- 14、Kenneth J. Hiebert(2002)。平面設計的泉源。台北：六合。
- 15、江潤華(民 91)。以仿生設計中隱喻之觀點開發產品創意之教學研究。工業設計 107 期。229-234 頁。
- 16、黃偉發(民 94)。仿生包裝之造形意象研究—以台日 1990-2004 年之包裝作品為例。國立台灣藝術大學造形藝術研究所碩士論文。
- 17、陳殿禮、李薦宏(民 90)。仿生造形應用在傢具設計教學上之研究。高雄：中華民國設計學會第六屆設計學術研究成果研討會。
- 18、陳進士(民 95)。仿生思維應用於 3D 數位藝術創作之研究。國立台灣師範大學設計研究所碩士論文。
- 19、張晉財(民 89)。功能類比於仿生構想擷取。國立成功大學工業設計學系碩士論文。
- 20、謝泯翰(民 96)。仿生思維運用於視覺形象設計—以福山馬岸大地教室為例。台灣師範大學設計研究所碩士論文。