

The Application of Bionic Concept in Product Form Design

Chen, Ming-Shi^{1*}, Lin, Ming-Chyuan², Lin, Jenn-Yang² and Wu, Yun-Yun³

¹Department of Creative Product Design, TransWorld University

²Department of Creative Product Design and Management, Far East University

³Department of Creative Product Design, Nanhua University

*Corresponding author, E-mail: mschen@mail.twu.edu.tw

(Received 29 April 2014; final version received 13 October 2014)

Abstract

Human has long been possessing the intrinsic capability of imitation on making objects for use since the human existed in the earth. Some animals or plants with specific appearance and characteristics are the targets for imitation. Designers also imitate these animals and plants on their appearances, functions and colors and create new designs to solve human living problems. However, the improvement of human living quality has made products become various and complicated. The transformation of bionic concept into the innovative product is worthy of further exploration. The objective of this paper is then using bionic concept in the design of coffee makers to explore the applicability of bionics design. The research first collected and analyzed the characteristics of creature and developed a database. The factor analysis and fuzzy evaluation analysis are used to construct adjective vocabulary for the identification of relationships of characteristic attributes among the creature. The form design process of coffee makers is employed based on the bionic concept. It is expected that the proposed approach of using bionic concept in product form design will provide designers with an alternative way of product form generation.

Keywords: Adjective Image Vocabulary, Bionics, Database, Product Form Design

References

- Chang, C.F., 2003. Biomimicry : Innovation Inspired Nature, Digital Home, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Chen, C.H., 2003. Shark Suit and Mechanical Fish - the Evolution of Bionic, Science Development, 365, 56-61. (in Chinese)
- Chen, Y.H., 1998. Mimic Biological Significantly Wonderful - Bionic Story, Ordinary Singularity, Hsinchu, Taiwan. (in Chinese)
- Cheng, S.D., 2000. Ever Since Darwin - Reflections in Natural History, Commonwealth Publishing Company, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Hsu, T.C. and Wang, Z.M., 2010. A study on implementing interactive interface for exhibition space design-based on bionic design process , Master's thesis of National Yunlin University of Science and Technology, Douliou, Taiwan. (in Chinese)
- Huang, L.C., 2007. The application of biomimetics in product innovative design, Master's thesis of National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan. (in Chinese)
- Huang, S.M., 1997. Cases study in bionic products design, Journal of Industrial Design, 97, 92-97. (in Chinese)
- Ko, Y.C., Lin, J.Y., Hsiao, S.W. and Lo, C.H., 2009. Application of fuzzy theory in the development of creative form design, Journal of Applied Art and Design, 4, 25-37. (in Chinese)
- Kuo, C.H. and Li, K.C., 2004. High-tech invisibility, Science Development, 379, 36-41. (in Chinese)
- Pan, T.H., 2009. The biomimetic design and analysis of small underwater vehicle, Master's thesis of National Kaohsiung University of Applied Sciences, Kaohsiung, Taiwan. (in Chinese)
- Tseng, I.S., 2003. A study of 3c products designed by bionic design, Master's thesis of National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Tsui, F.C. and Cheng, C.L., 2006. Biomimetic Materials, New Wun Ching Developmental Publishing, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Wang, K.J., 2008. A research on native pteridophyte's form applied the theory of bionics for jewelry design, Master's thesis of Ming Chuan University, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Wang, W.C., 2008. Understanding Fuzzy, Chuan Hwa Book, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Yu, C.N., 2002. Database Management System, Chuan Hwa Book, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Yu, H.H., 2005. Application & examination of bionics design, Master's thesis of Huaan University, New Taipei, Taiwan. (in Chinese)

應用仿生概念於產品之造形設計

陳明熙^{1*}、林銘泉²、林振陽²、吳昀芸³

¹環球科技大學 創意商品設計系

²遠東科技大學 創意商品設計與管理系

³南華大學 創意產品設計學系

*通訊作者: E-mail: mschen@mail.twu.edu.tw

摘要

人類製造器物，已有數十萬年的歷史，而人類天生就有模仿能力與本能，故自然界的萬物，一直是人類仿效與學習的對象，其生物所呈現的外形意象，更是人們嘗試追尋與轉化體現之目標。設計師透過模仿自然萬物的方式，充分運用其形態、功能與色彩等特徵屬性，將生物的風格意象進行轉化，創造出精美的產品概念設計，以解決人類生活上的問題。隨著科技之演進，一般產品變得更加多元，如何將生物的外形特徵意象進行轉化，並產生創新之產品方案，值得進一步探討。基於此，本研究將以現今市面上之咖啡機設計為案例，進行仿生造形之研究。本研究先針對生物特徵屬性進行仿生物種之蒐集與分析，與資料庫建構，再結合因素分析與模糊評價分析，建立生物造形特徵之意象形容詞語彙評價於系統中，以提供相關性與合適性之生物形態特徵與物種資料，給予產品設計人員於產品造形設計之參考。最後，本研究經由建構之系統中，搜尋適宜咖啡機外形之仿生特徵，進行概念設計，以探討應用仿生概念於產品設計之效用與可行性。依本研究之發展結果得知，透過生物外形特徵、意象形容詞語彙與資料庫系統的結合，將可客觀並有效提供相關與合適的仿生造形物種，作為產品造形設計與發展之依據。

關鍵詞: 仿生，形容詞意象語彙，產品造形設計，資料庫。

1. 緒論

所謂「仿生」，就是向生物進行學習、模仿或取得啟示，以仿造各種生物的優點用於人類科學技術的創造或改進。從古至今，不論是動物或是植物為了持續繁衍，克服惡劣環境的變遷，在歷經億萬年的時空中不斷的持續進化。每種生物都有其獨特的本領。自然界的萬物一直是人們仿效的對象，而生物所呈現的風格意象，更是人類一直所想要轉化並體現的目標，如獅子代表著威猛、強壯、權力，老鷹代表著自由、不受拘束，而鯊魚則有迅速、敏捷、凶狠的意象(張璽菲, 2003)。因此，在古代的戰場上，戰士會戴著老虎造型的頭盔以威嚇的敵人，而在鞋子上會加上翅膀的圖樣來代表迅速和敏捷(崔福齋等, 2006)，而諸如此類的仿生設計可說是不計其數。

生物進行演化的目的為適應環境的變遷，確保能存活並繁衍下一代，經由不斷的演化，生物便會具有能夠克服環境缺點的能力與特徵(程樹得，

2000)。人類藉由模仿生物的外形與能力，從其中重現生物的意象或是得到知識來解決所遭遇到的問題，即為仿生學，可分為：生物機能模仿、生物外形模仿、材料性質模仿(黃麟欽, 2007)。在產品設計中，仿生設計也一直是設計師進行產品設計時，經常採用的一種方法之一(陳延熹, 1998)。隨著現代科技的進步與技術的提升，設計師有能力去發掘生物的奧秘，進而去轉化應用並體現在產品設計上(陳政宏, 2003)。

在 21 世紀科學進步的現代社會中，仿生設計依舊十分熱門，隨著科技的演進，產品也變得更加多元化，如何將生物的風格意象轉化並套入現行產品中便是一個值得討論的問題(郭佳憲等, 2004)。因此，有關仿生設計之研究議題，近年來亦有不少學者針對此議題進行研究，如許大千等(2010)透過仿生設計之過程針對展示空間設計之互動介面進行實作研究；潘子恆等(2009)透過機械與精密工程的角度針對小型水下載具之仿生設計進行分

析；王冠儒等（2008）藉由本土蕨類形態的仿生學探討如何導入首飾設計創作中；游慧欣等（2005），

透過創意思考的方式探究仿生設計對消費者的吸引力之應用與檢驗；曾殷詩等（2003），以仿生設計之原則進行3C產品設計之概念發想等。

然而，在仿生的設計過程中，現今的仿生產品往往只是單純外觀上的套用，而無與產品的功能及風格做出適切的結合。造成許多仿生產品在進行仿生設計時也大多流於設計師的主觀構思，缺乏數值化且客觀的分析，導致產品的風格無法被傳達或是生物特徵在產品上無法得到最佳化的體現（黃麟欽，2007），因此在進行仿生設計時，如何客觀的分析產品功能及風格，找出適合產品仿生設計的生物物種，並且確定其物種不只是設計師的主觀決定，而是必須與消費者交流或者與現今時下的議題相關，方能使其獲得更多的消費者共鳴與認同（黃室苗，1997），減少多餘產品開發成本與時效上的浪費，進而為企業創造出更多的利潤。為此，本研究試透過所建置的仿生系統平台中，搜尋適宜咖啡機外形之仿生特徵，進行概念設計，以探討應用仿生概念於產品設計之效用與可行性，同時亦提供給產品開發人員或設計師應用仿生概念設計方法進行產品設計參考之依據。

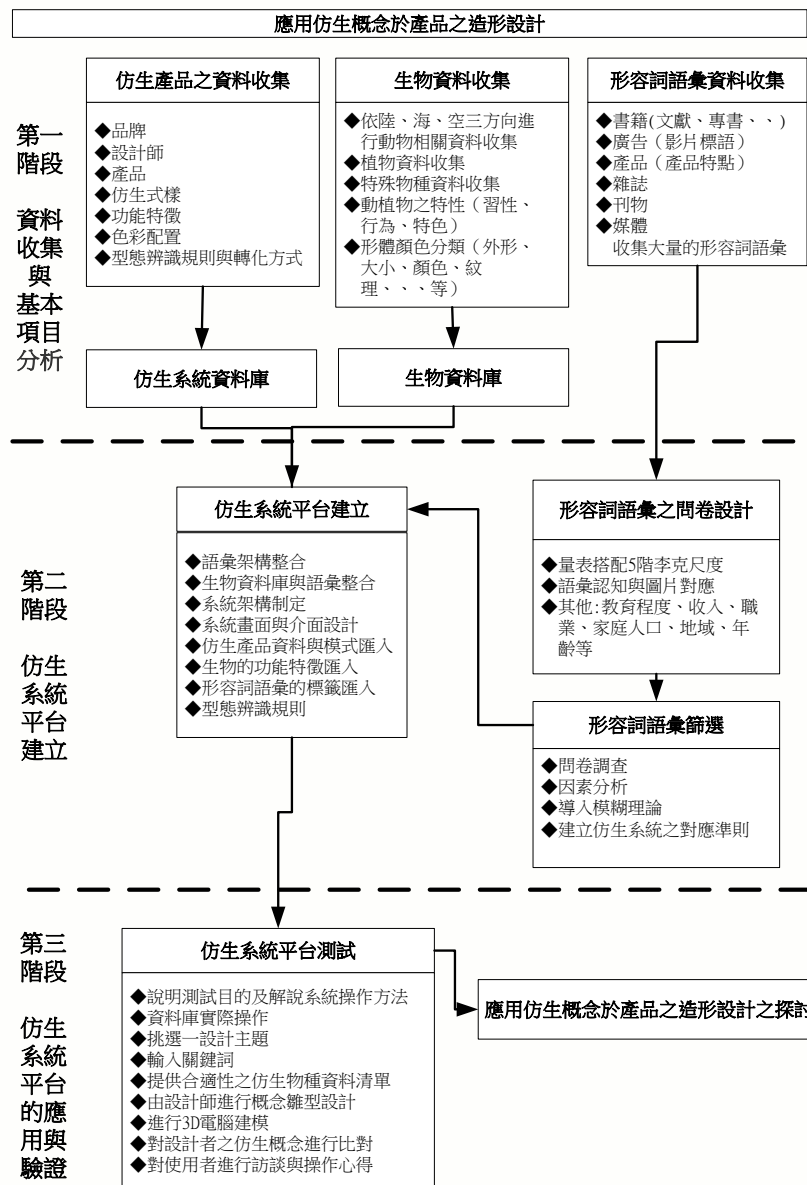


圖 1 研究流程圖

2. 研究設計

本研究之發展程序，是綜合資料庫建置、因素分析與模糊評價分析等方法，針對應用仿生概念於產品之造形設計進行探討，試圖建構一仿生造形設計之系統平台提供設計師進行產品之概念設計時，以縮短產品開發之造形設計發展與修正時間，提昇產品造形設計之應用。圖 1 為本研究流程圖，說明本研究流程主要分成三大階段：第一階段為基本資料收集與基本項目分析階段，分成市面上現有之仿生產品資料收集、動植物相關資料收集與形容

詞語彙資料收集等三大方向，並依據其相關內容進行細部分類歸檔，建構出初步的資料庫與仿生概念之規則模式比對。第二階段是進行仿生系統平台的建置，主要進行形容詞語彙之調查與篩選，並導入因素分析與模糊評價分析的內容篩選與比對合適的形容詞語彙，並建立相關比對準則規範。最後，整合仿生資料庫規則、生物資料庫與語彙內容，建置成一仿生系統平台。第三階段主要進行仿生系統之測試與驗證。本次驗證主題將採用咖啡機之外形設計作為測試，提供設計師完成概念發想與初步 3D 建模之參考。

3. 研究成果

3.1 仿生產品、生物資料、形容詞語彙資料收集

本階段將分成現有市面上之仿生產品、生物圖文資料與形容詞語彙等三個類別分別進行資料收集。

在仿生產品資料部份，經由市面上的網站、賣場，以及仿生設計之相關刊物收集 122 種仿生設計產品，並依照其產品基本設計之屬性（如：造形、色彩、特徵、紋理、...等），以及仿生特徵（機能仿生、外形仿生與材料性質）等細項進行分類（游慧欣等，2005），並彙整成表（如表 1 所示）。並且進行初步的相關形態功能特徵等屬性比對（如表 2 所示），找出其產品仿生設計之造形規則。同時，亦將該仿生產品設計的收集彙整成資料庫。

表 1. 仿生產品資料簡表









產品	仿生特點	產品	仿生特點	產品	仿生特點	產品	仿生特點
 SPEEDO 泳衣	機能仿生 鯊魚皮膚減低阻力	 COM-BAT	外形、機能仿生 飛行模式之運用	 NIKE ZK VII	外形、意象仿生 兇猛、迅速、敏捷	 子彈列車	外形、機能仿生 克服音爆噪音
 吉利熊貓車	外形、意象仿生 可愛、友善、討喜	 Festo 機器象鼻	外形、機能仿生 象鼻運作原理	 COLANI X114	外形、機能仿生 流線外形、降低阻力	 BENZ 箱型車	外形、機能仿生 降低風阻
...

表 2. 仿生產品與仿生生物對照簡表

仿生產品	仿生生物	仿生產品	仿生生物	仿生產品	仿生生物	仿生產品	仿生生物
 Dolphin Mouse	 海豚	 Ladybug Ear-buds	 瓢蟲	 Eye Clock	 人類：眼睛	 Pet Mats Cat	 魚
...

在生物圖文資料部份，將所收集的生物圖文資料，依其種類屬性（陸、海、空與植物等）進行分類，並採用圖表化之方式建置成一資料庫。而在形容詞語彙部份，則從廣告宣傳、雜誌、書本及其他相關媒體收集。

3.2 形容詞語彙篩選與分析

此階段針對先前所收集的形容詞語彙進行多餘與重複部份的剔除，並將生物分群圖表搭配形容詞語彙表結合進行問卷設計。然後徵求受測者，讓受測者在觀察生物群圖像後，勾選適合該生物群的意象形容詞語彙，並累計各相關語彙的選取次數。其結果如表 3 所示。

表 3. 語彙篩選統計結果

編號	語彙	票數	編號	語彙	票數	編號	語彙	票數
01	尊榮的	46	18	健康的	34	47	強壯的	41
03	流線的	10	21	繽紛的	35	51	自由的	35
05	快速的	35	24	動感的	34	53	敏捷的	60
06	靈敏的	36	29	俏皮的	32	54	兇猛的	34
07	可愛的	40	33	流暢的	35	60	陽光的	33
08	友善的	59	35	華麗的	34	61	舒適的	34
09	絢麗的	43	38	穩重的	51	63	睿智的	36
10	活力的	66	40	炫目的	33	72	溫暖的	47
13	獨特的	42	41	敦厚的	33	77	冷酷的	34
14	親切的	37	46	美妙的	35	88	藝術的	46

文字（語言）是人與人溝通最常使用的媒介，但是溝通雙方對於同一形容詞的認知，往往在程度會有所差異（王文俊，2008），例如多少尺寸才算是「大的」，每個人的標準不盡相同。為使所篩選的語彙在對應其生物特徵屬性時，能夠更加接近使用者對生物特徵之形容語彙能夠更加密合，減少其語彙表達之模糊性，故導入模糊評價分析方法，使語彙傳達能夠更加確實（柯雅娟等，2009）。將透過篩選之 30 個形容詞語彙分別與 61 種生物物種製成模糊問卷，進行生物與意象形容詞語彙對應關係的調查，並應用模糊理論計算其語彙權重值。最後，將所得到的資料與數據匯入仿生資料庫之建置，並進行以形容詞語彙作為檢索的權重排序。其結果如表 4 放射蟲之範例所示。其形容詞之模糊權重範例，亦整理如表 5。

表 4. 仿生蟲意象形容詞語彙調查樣本（以放射蟲為例）

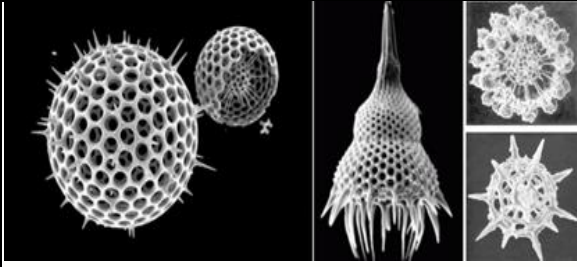
生物名稱	放射蟲	
		
意象形容詞	意象效果表現	訊息程度
語彙	(0~1)	(H、M、L)
尊榮的	(0.5 ~ 0.7)	M
流線的	(0.6 ~ 0.8)	H
快速的	(0.5 ~ 0.6)	M
靈敏的	(0.5 ~ 0.7)	M
可愛的	(0.3 ~ 0.5)	L
友善的	(0.3 ~ 0.5)	L
絢麗的	(0.8 ~ 1.0)	H

表 5. 放射蟲的意象形容詞語彙模糊權重範例

意象形容詞語彙	整合三角模糊數			解模糊化權重
尊榮的	0.558	0.673	0.751	0.647
流線的	0.668	0.772	0.823	0.763
快速的	0.501	0.630	0.677	0.616
靈敏的	0.553	0.678	0.766	0.672
可愛的	0.370	0.442	0.502	0.440
友善的	0.296	0.349	0.448	0.357
絢麗的	0.812	0.909	0.942	0.898

最後，將所收集到 122 種仿生產品、生物圖文資料與形容詞語彙等三大資料，透過對應關係之模糊比對分析後彙整於本仿生系統平台中。

3.3 仿生系統平台建置

本仿生系統平台建置之目的，為提供設計人員進行仿生設計時，藉由形容詞語彙之傳達，快速提供可進行仿生設計之物種資料與圖片供設計師進行參考，以縮短產品開發設計之概念發展時效。本仿生系統平台之構成可分成仿生產品資料庫、仿生物資料庫與形容詞語彙資料庫等三個部份。

仿生系統平台的開發軟體主要工具為 Microsoft Visual Studio 2010，使用 C# 語言作為 Winform 視窗程式的開發語言，資料庫方面則利用微軟的 Microsoft SQL Lite 作為資料儲存與管理使用，再使用 Linq (Language-Integrated Query) 語言集成查詢技術將 Winform 與 Microsoft SQL Lite 所建立的資料庫作連結 (游志男, 2002)。本仿生系統平台之基本功能如表 6 所示。


表 6. 仿生系統平台之基本功能表

功能選項	功能說明
關鍵字搜尋	可以輸入形容詞語彙，生物或產品名稱搜尋。
編輯	可以編輯，新增或刪除資料。
排序搜尋	可以輸入複數關鍵字並依其符合程度找出適合的資料。 可以依據意象形容詞語彙的權重值，找出符合的仿生生物並進行對應程度的排序。
圖片比對	可以調出相關性的資料做比對，可單一畫面，二畫面，四畫面，六畫面。
回上一頁	回到系統上一頁。
回首頁	回到系統首頁。

3.4 仿生系統平台功能介紹

本仿生系統平台主要功能有搜尋、資料管理與意象語彙、生物資料和仿生產品檢索等用途。在搜尋部份，此功能可對整個系統內的資料進行關鍵字搜索，包括意象形容詞語彙、仿生產品、生物資料的查詢。其中可輸入複數關鍵字，系統將會依其符合程度列出清單排序。在資料管理部份，可供設計師管理各頁面之資料，如上傳圖片，更新生物及仿生產品的特徵資料，以及增加或刪減。在意象語彙、生物、仿生產品檢索部份，可依據不同需求而進入該層目錄進行類別檢索。其介面功能說明如表 7 所示。以下亦概略提供本仿生系統平台之其他檢索功能設計說明。

表 7. 首頁功能說明

首頁按鈕介面	
	
搜尋按鈕	在搜尋欄位中輸入關鍵字，即可得到所有資料庫內中的相關資料。
關鍵字搜尋欄位	輸入欲搜尋之關鍵字，如生物名稱、意象形容詞語彙、產品種類名稱。
資料管理按鈕	進入資料管理頁面
意象搜索按鈕	進入意象搜尋頁面
生物檢索按鈕	進入生物搜尋頁面
仿生產品檢索按鈕	進入仿生產品頁面

3.4.1 意象檢索頁面

意象檢索頁面主要是進行意象形容詞的檢索，透過關鍵字欄位輸入所需要的意象詞彙，系統平台則會比對各生物對於該詞彙的權重進行排序，並透過預覽圖的方式呈現 (如圖 2 所示)，而使用者可點擊預覽圖，使其連接至該物種的生物資料頁面。

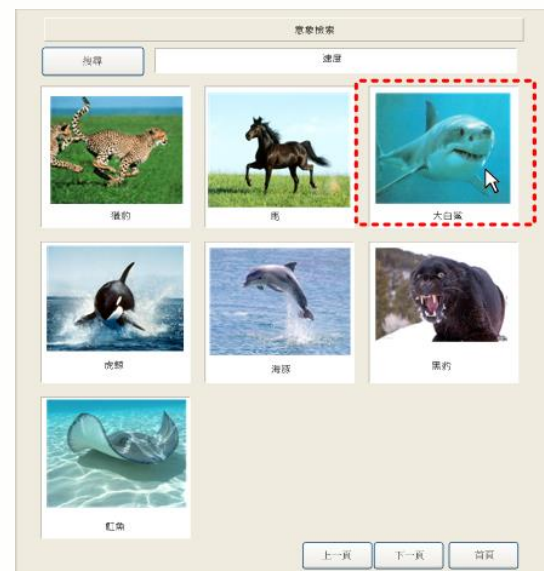


圖 2. 意象檢索頁面

3.4.2 生物檢索頁面

生物檢索頁面主要是進行生物資料的檢索，透過在關鍵字欄位輸入所需要的生物詞彙，針對生物名稱作資料搜尋，並使用模糊比對技術，只要有相近或相關的文字就會搜尋出來，如資料有「獵豹」，就算輸入單字「豹」也可搜尋的到該筆資料，仿生系統平台將會搜尋含有該關鍵字的詞彙，並依照符合程度進行排序，如圖 3 所示。

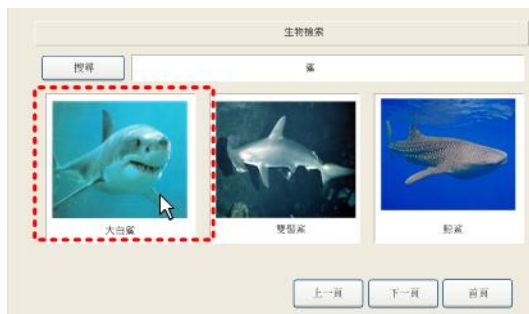


圖 3. 生物檢索頁面

3.4.3 生物資料頁面

如前所述，在進行生物或形容詞語彙檢索後，可連至該生物的資料頁面，如圖 4 所示，其中包含了該物種的圖片和基本特徵介紹，另外還有該物種所具有的形容詞語彙及所對應的權重。而該頁面也可連接至與其物種相關的仿生產品頁面，也可直接在此頁面編輯該生物種的資料。



圖 4. 生物資料頁面

3.4.5 關聯仿生產品資料頁面

透過上一階段可連結至關聯仿生產品資料頁面如圖 5 所示。此頁面會顯示與左邊生物物種相關的仿生設計產品，藉由點擊預覽圖可進入該產品的介紹頁面。此部份的資料庫搜尋方式如同生物資料搜尋頁面，只需要對類型部份做模糊比對即可。以鞋子作為範例，只輸入「鞋」即可獲得所需資料。

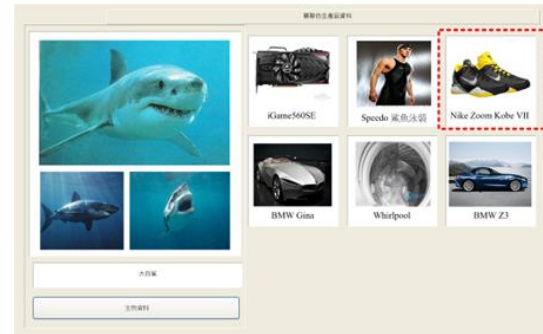


圖 5. 關聯仿生產品資料頁面

3.4.5 仿生產品資料頁面

此頁面主要是進行仿生資料的檢索，透過關鍵字欄位輸入所需要的產品詞彙，系統將搜尋含有該關鍵字的詞彙，並依照符合程度進行清單排序，如圖 6 所示。其顯示方式也是透過預覽圖，藉由點擊預覽圖連接至該產品的產品資料，及其所仿生的生物頁面。

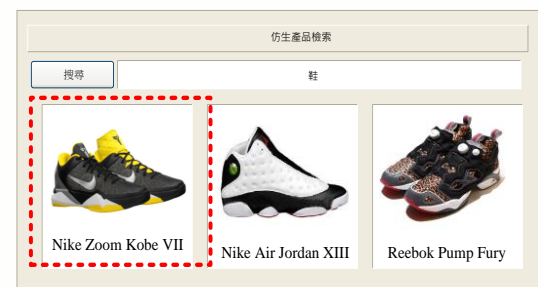


圖 6. 仿生產品檢索頁面

4. 研究設計

在仿生系統平台建置完成後，為確認此系統平台能否給予產品設計人員在進行仿生設計時，有顯著性幫助，故本研究尋找了 24 位設計人員（含設計科系師生）進行仿生系統平台的應用與測試，而這些受測者接受過仿生設計相關課程訓練，並擁有仿生設計的經驗。本施測過程主要分為以下三個階段：

4.1 說明測試目的與系統操作方法

開始測試時，使受測者能夠清楚了解本仿生系統平台的建置目的，是提供並輔助產品設計師在進行仿生設計時，透過意象語彙的字詞提供給設計師符合意象語彙、合適的仿生產品與相關的生物圖文資料，作為仿生產品之設計參考。接著向受測者說明仿生系統平台的操作方式，並且讓受測者假想自己欲進行設計的仿生產品，或者提供一產品主題作為

仿生類型進行操作實驗，並透過此仿生系統平台進行資料搜尋與參考。

4.2 資料庫實際操作

經由研究者對受測者解說目標與操作內容後，即讓受測者透過此仿生系統平台一主題或自訂主題進行操作實驗。

首先，先訂定一產品主題，然後讓受測者決定欲進行設計的產品意象語彙，並輸入其意象形容詞語彙，使仿生系統平台可快速提供受測者所獲得符合該產品意象之生物，及其相關的仿生產品之圖文資料，並依提供進行仿生產品造形之快速設計表現，繪製出造形幾款概念草圖。完成操作後，並進行 3D 電腦建模示意。



圖 7. 貓熊仿生咖啡機之概念草圖 1



圖 8. 貓熊仿生咖啡機之概念草圖 2



圖 9. 貓熊仿生咖啡機之概念草圖 3

以下提供進行一位受訪者經參與實驗後所呈現之內容。該受測者之主題挑選為咖啡機的仿生設計。其所輸入之意象形容詞語彙為可愛的、靈敏的與溫暖的等三個關鍵詞。仿生系統平台所提供的清單排序分別為貓熊、鳥、鴨。其受測後之咖啡機仿生造形設計表現如圖 7、圖 8、與圖 9 所示，而電腦 3D 建模之表現，則如圖 10、圖 11、與圖 12 所示。



圖 10. 貓熊仿生咖啡機之 3D 電腦建模示意 1



圖 11. 貓熊仿生咖啡機之 3D 電腦建模示意 2



圖 12. 貓熊仿生咖啡機之 3D 電腦建模示意 3

最後，讓受測者完成此仿生系統平台操作，進行仿生系統平台之使用結果調查。

4.3 受測後之評量及訪談

受測者完成此仿生系統平台操作後，重新確認受測者是否能在此仿生系統平台上獲得足夠的仿生參考資料，以及對此仿生系統平台之操作使用上是否滿意等相關議題，讓受測者進行第三階段之使用結果評量。

使用結果評量內容主要針對仿生系統平台之操作介面、資料構成與資料檢索等三大部分進行評量。在操作介面部份，有介面圖文之標示性、美觀性、操作性、控制鍵大小、文字大小與訊息反應回饋等議題；資料構成部份則包含了資料分類、意象詞彙權重排序、資料內容、資料呈現方式、資料字體等議題；資料檢索部份，則包含了對仿生設計構想發展的幫助性、效率性、相符性等相關議題。以下將根據評量的三大部份之結果分別進行推論。

4.3.1 操作介面之滿意度評量

系統操作介面滿意度評量結果如表 8 所示。從滿意度評量表結果可以發現，介面標示清楚明瞭、系統介面規劃美觀、系統介面容易操作、系統介面控制鈕大小適中、系統介面字體大小剛好等這幾個方面基本上都屬於中上滿意程度。透過評量與訪談後，發現仿生系統平台所給予的回饋訊息過於缺乏，故使用者在圖片或資料更新上無法立即得到正確的回饋，之後在仿生系統平台的更新上能針對回饋部分做修正。

4.3.2 資料構成之滿意度評量

系統資料構成滿意度評量結果如表 9 所示。從滿意度評量表結果發現，資料分類清楚、意象詞彙權重排序對構想發展有幫助、資料呈現方式明瞭、資料字體大小剛好幾方面的滿意度都屬於中上。其中意象詞彙權重排序對構想發展有幫助這部分的滿意度分數最高，證明了給予形容詞語彙權重分數的確有助於仿生系統平台的建構與資料搜尋。然而，系統資料庫的內容充足部分，其分數就屬於低分，此部分由於資料庫屬於建構初期，生物及產品資料的樣本數都尚稱不足。另外，在受測時給予受測者範圍上的限制，導致內容充足部分顯得缺乏，但系統平台本身亦具備了新增資料的功能，未來如能擴充資料庫的內容，對產品設計師在進行仿生設計時能夠有效的提供助益。

表 8. 操作介面之滿意度評量結果

	很滿意	滿意	普通	不滿意	很不滿意	不清楚
系統介面標示清楚明瞭	4	10	7	3	0	0
系統介面規劃美觀	2	8	10	3	1	0
系統介面容易操作	5	9	8	2	0	0
系統介面控制鈕大小適中	2	10	10	1	0	1
系統介面字體大小剛好	2	9	9	2	2	0
系統介面訊息反應回饋良好	0	3	14	4	3	1

表 9. 資料構成之滿意度評量結果

	很滿意	滿意	普通	不滿意	很不滿意	不清楚
資料分類清楚	3	12	8	1	0	0
意象詞彙權重排序對構想發展有幫助	4	12	7	0	0	1
此資料庫內容充足	0	2	12	7	3	0
資料呈現方式明瞭	3	7	9	2	1	2
資料字體大小剛好	2	8	8	4	2	0

4.3.3 資料檢索之滿意度評量

本仿生系統平台採用關鍵字搜尋搭配預覽圖像資料檢索，讓使用者透過簡易之意象形容詞語彙關鍵字進行圖文查詢，並可在系統平台中不同功能屬性分類頁面進行生物與仿生產品資料的搜尋。透過權重排序，讓使用者可依符合意象語彙的生物圖文資料清單進行選擇。本研究針對 24 位產品設計相關科系的師學進行調查，而這些受測者皆有仿生設計的訓練與經驗，相較於受測者採用傳統方法進行仿生設計，試用本研究所建立之仿生設計輔助系統之後的滿意度評量，不論在設計構想發展或是仿生資料搜尋效率方面，都有很好的滿意度，由此可見本研究系統能有效地幫助設計師進行仿生設計。根據表 10 之滿意度評量結果可以了解本仿生系統平台之評價均是屬於正面的顯著性結果。

表 10. 資料檢索之滿意度評量結果

	很滿意	滿意	普通	不滿意	很不滿意	不清楚
對於仿生設計構想發展有幫助	4	14	5	1	0	0
提升資料搜尋的效率	3	12	7	1	0	1
對仿生設計相關產品資料收集有幫助	2	7	10	3	1	1
對仿生生物資料搜尋有幫助	4	7	11	2	0	0
對意象形容詞語彙搜尋有幫助	2	14	5	1	1	1

得到的資料結果是自己所想要的	1	7	11	4	1	0
願意繼續使用此資料系統	4	13	4	2	0	1

5. 結論

在依本研究之實驗與評量結果得知，透過生物外形特徵、意象形容詞語彙與資料庫系統的結合，可客觀並有效提供相關性與合適性的仿生造形物種，提供給設計師作為產品造形設計與發展之參考依據。本研究可歸納出三點：(1)生物特徵與意象形容詞語彙之對應關係，(2)生物特徵屬性與仿生產品的功能之對比應用，與(3)仿生系統平台的進階架構與圖形化系統介面設計。

本研究為收集生物與仿生產品資料，以及透過相關的意象形容詞語彙，並運用模糊理論找出意象形容詞語彙的權重，結合上述相關資料建立一個仿生系統平台，提供產品設計人員進行產品仿生造形設計時的參考依據。關於後續之相關研究與發展提出三點建議：(1)持續強化生物與意象形容詞語彙的篩選和比對機制，(2)仿生系統平台之網路聯結與應用，與(3)相關性仿生造形產品及生物樣本數增加。

參考文獻

- 張嬰菲 譯，2003，人類的出路—探尋生物模擬的奧妙，知書房出版社，臺北市，臺灣。(Chang, 2003)
- 崔福齋、鄭傳林，2006，仿生材料，新文京開發出版股份有限公司，臺北市，臺灣。(Tsui and Cheng, 2006)
- 程樹得 譯，2000，達爾文大震撼，天下文化，臺北市，臺灣。(Chen, 2000)
- 黃麟欽，2007，仿生學於產品創新設計之應用，國立成功大學碩士論文，臺南市，臺灣。(Huang, 2007)
- 陳延熹，1998，模倣生物顯奇妙-倣生的故事，凡異出版社，新竹市，臺灣。(Chen, 1998)
- 陳政宏，2003，鯊魚裝與機械魚-淺談仿生減阻與仿生推近，科學發展，365，56-61。(Chen, 2003)
- 郭佳憲、李貴琪，2004，高科技的隱形術，科學發展，379，36-41。(Kuo and Li, 2004)

- 許大千、王照明，2010，展示空間設計之互動介面實作研究—以仿生設計過程為導向，國立雲林科技大學碩士論文，斗六市，臺灣。(Hsu and Wang, 2010)
- 潘子恆，2009，小型水下載具之仿生設計與分析，國立高雄應用科技大學碩士論文，高雄市，臺灣。(Pan, 2009)
- 王冠儒，2008，由仿生學探討本土蕨類形態導入首飾設計創作之研究，銘傳大學碩士論文，臺北市，臺灣。(Wang, 2008)
- 游慧欣，2005，仿生設計之應用與檢驗，華梵大學碩士論文，新北市，臺灣。(Yu, 2005)
- 曾殷詩，2003，仿生設計運用於3C產品之研究，國立台灣科技大學碩士論文，臺北市，臺灣。(Tseng, 2003)
- 黃室苗，1997，仿生設計應用於產品設計之案例探討，工業設計學刊，97，92-97。(Huang, 1997)
- 王文俊，2008，認識 Fuzzy，全華科技圖書公司，臺北市，臺灣。(Wang, 2008)
- 柯雅娟、林振陽、蕭世文、羅際銘，2009，應用模糊理論於創意形態設計之發展，應用藝術與設計學報，4，25-37。(Ko, Lin, Hsiao and Lo, 2009)
- 游志男，2002，資料庫管理系統，全華科技圖書公司，臺北市，臺灣。(Yu, 2002)
- National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan. (in Chinese)
- Huang, S.M., 1997. Cases study in bionic products design, Journal of Industrial Design, 97, 92-97. (in Chinese)
- Ko, Y.C., Lin, J.Y., Hsiao, S.W. and Lo, C.H., 2009. Application of fuzzy theory in the development of creative form design, Journal of Applied Art and Design, 4, 25-37. (in Chinese)
- Kuo, C.H. and Li, K.C., 2004. High-tech invisibility, Science Development, 379, 36-41. (in Chinese)
- Pan, T.H., 2009. The biomimetic design and analysis of small underwater vehicle, Master's thesis of National Kaohsiung University of Applied Sciences, Kaohsiung, Taiwan. (in Chinese)
- Tseng, I.S., 2003. A study of 3c products designed by bionic design, Master's thesis of National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Tsui, F.C. and Cheng, C.L., 2006. Biomimetic Materials, New Wun Ching Developmental Publishing, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Wang, K.J., 2008. A research on native pteridophyte's form applied the theory of bionics for jewelry design, Master's thesis of Ming Chuan University, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Wang, W.C., 2008. Understanding Fuzzy, Chuan Hwa Book, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Yu, C.N., 2002. Database Management System, Chuan Hwa Book, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Yu, H.H., 2005. Application & examination of bionics design, Master's thesis of Huafan University, New Taipei, Taiwan. (in Chinese)

References

- Chang, C.F., 2003. Biomimicry : Innovation Inspired Nature, Digital Home, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Chen, C.H., 2003. Shark Suit and Mechanical Fish - the Evolution of Bionic, Science Development, 365, 56-61. (in Chinese)
- Chen, Y.H., 1998. Mimic Biological Significantly Wonderful - Bionic Story, Ordinary Singularity, Hsinchu, Taiwan. (in Chinese)
- Cheng, S.D., 2000. Ever Since Darwin - Reflections in Natural History, Commonwealth Publishing Company, Taipei, Taiwan. (in Chinese)
- Hsu, T.C. and Wang, Z.M., 2010. A study on implementing interactive interface for exhibition space design-based on bionic design process , Master's thesis of National Yunlin University of Science and Technology, Douliou, Taiwan. (in Chinese)
- Huang, L.C., 2007. The application of biomimetics in product innovative design, Master's thesis of

IOGRAPHY



Ming-Shi Chen is currently an assistant professor in the Department of Creative Product Design at Transworld University in Taiwan, ROC. He received his MS and PhD in Industrial Design from National Cheng Kung University, Taiwan, respectively. His research interests are computer-aided design, technical issues for e-commerce, multimedia design for web page, product design and ergonomics.



Ming-Chyuan Lin is currently a professor in the Department of Creative Product Design and Management at Far East University in Taiwan, ROC. He received his BSE in Industrial Design from National Cheng Kung University and MS and PhD in Industrial Engineering from the University of Missouri-Columbia, USA, respectively. His research interests are human factors engineering and computer-integrated design and manufacturing systems.



Jenn-Yang Lin is currently a professor in the Department of Creative Product Design and Management at Far East University in Taiwan, ROC. He received his BS in Industrial Education from National Changhua University of Education and MS in Applied Arts from the Northeastern Missouri State University, USA. His research interests are production management, recognition behavior and product development.