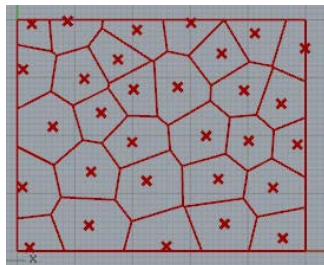
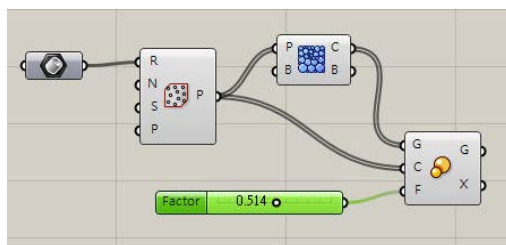


(a) GH建立2D Voronoi圖形之程序

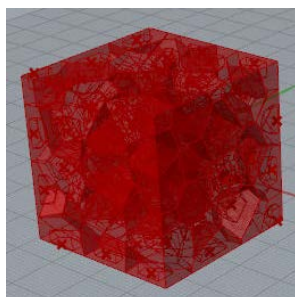


(b) GH所建立之2D Voronoi圖形

圖11 Grasshopper建構2D Voronoi圖形之程序圖



(a) GH建立3D Voronoi圖形之程序



(b) GH所建立之3D Voronoi圖形

圖12 Grasshopper建構3D Voronoi網格之程序圖

肆、製作流程

本計畫乃以 Rhino 建模軟件為主體，再結合參數式外掛設計程式(GH)的應用，來當作產品創作的主軸，在產品本身的限制條件與不著墨於複雜的設計理論前提下，考慮現有之數位化加工方式與參數式設計之間的搭配性，亦即在完成相類似產品之設計當下，隨即能透過 3D 印表機製作出原型，將鏤空藝術結合 Voronoi 大自然圖騰特徵，完成參數式創意鏤空筆筒與參數式創意鏤空燈罩產品之開發。而其等之建模步驟如下所述：

步驟 1：在 Rhino 環境下，建構創意產品物件主體與欲建立 3D Voronoi 特徵之曲面物件。

- 步驟 2：計算包覆此曲面物件之最小體積方塊。
- 步驟 3：在此體積方塊內產生適當數量之隨機分布點。
- 步驟 4：計算分布點之 3D Delaunay 三角網格。
- 步驟 5：建構出分布點之 3D Voronoi 網格曲面。
- 步驟 6：以各 3D Voronoi 網格曲面之中心為縮放中心，適度的縮放各 3D Voronoi 網格曲面，以形成網格邊框。
- 步驟 7：利用縮放完成之 3D Voronoi 網格曲面，與物件曲面作差集運算。
- 步驟 8：得到鏤空之曲面成品。
- 步驟 9：加厚這些鏤空之曲面，得到鏤空實體成品。
- 步驟 10：整合物件主體與鏤空實體，完成創意產品物件。

整個計畫之執行流程如圖 13 所示。

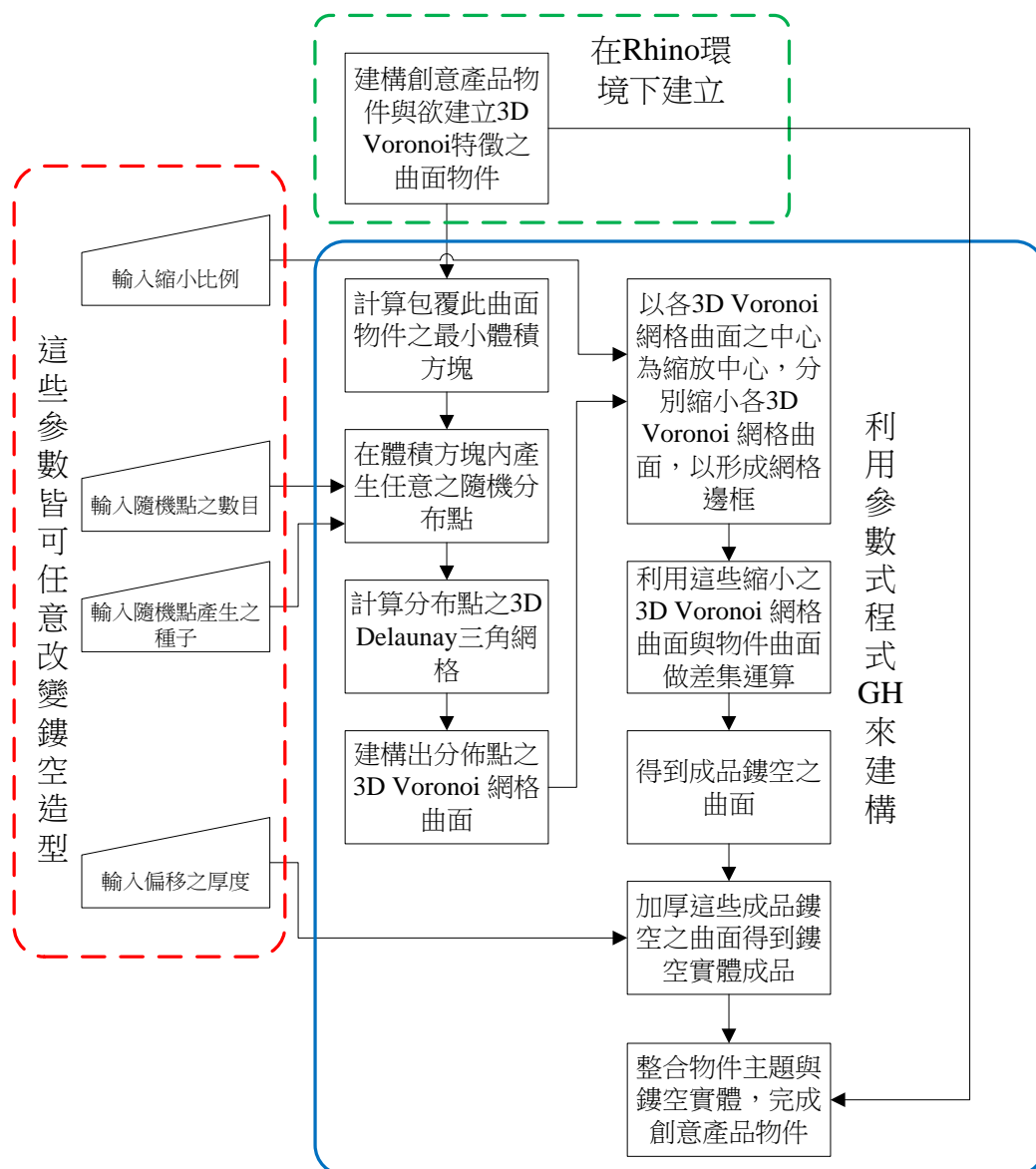
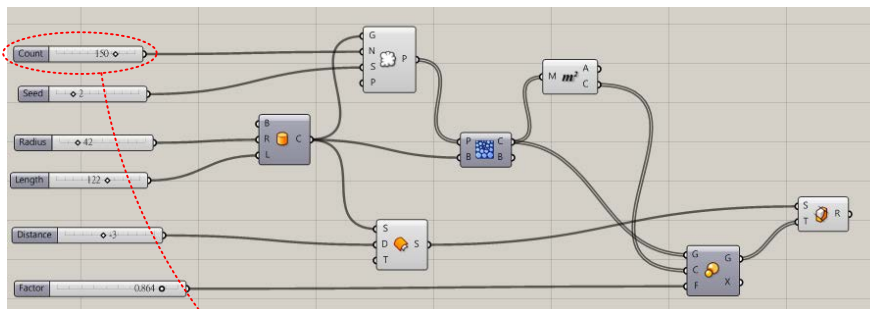
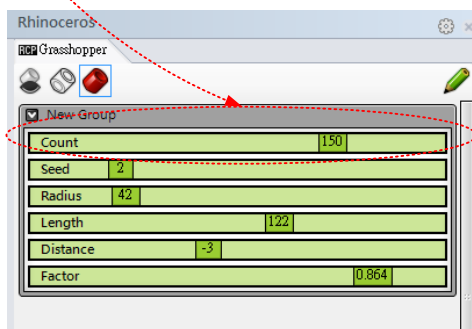


圖 13 本計畫建模之流程圖

而圖 14 乃為參數式創意鏤空筆筒之 GH 程序圖與遠端控制面板。圖 15 則為參數式創意鏤空燈罩之 GH 程序圖與遠端控制面板。



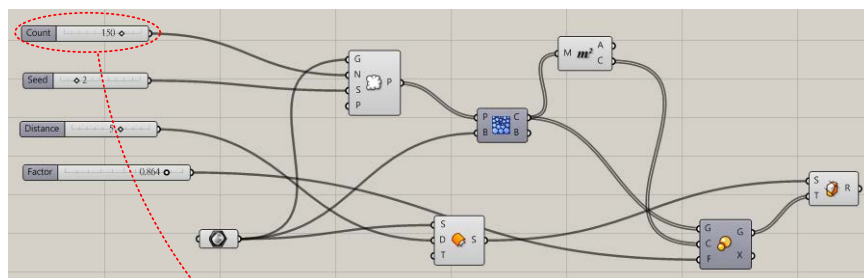
(a) 參數式創意鏤空筆筒GH程序圖



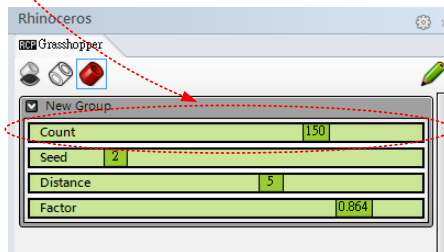
隨機點數量
控制選項

(b) 參數式創意鏤空筆筒GH遠端控制面板

圖 14 參數式創意鏤空筆筒之 GH 程序圖與遠端控制面板



(a) 參數式創意鏤空燈罩GH程序圖



隨機點數量
控制選項

(b) 參數式創意鏤空燈罩GH遠端控制面板

圖 15 參數式創意鏤空燈罩之 GH 程序圖與遠端控制面板

伍、成果與結論

鏤空藝術以簡潔的外輪廓線與內部形式相同的鏤空雕花呈現，以單純的元素表達繁雜的內容。在設計美學中，以反覆的形式呈現造形元素，使作品豐富變化而充滿層次。因此鏤空藝術並不是純粹的藝術作品，而是以裝飾美化生活為出發點，若能結合產品的功能性，強化整體造型與主題之美感，簡潔呈現氣氛，將能表達設計者之情感，緊緊抓住觀賞者之心理與視線。而 Voronoi 圖形早已存在於大自然之動植物本身的斑紋或結構中，其同時具有之反覆、比例及秩序美，在參數化設計技巧興起後，終將能更有效率地將其呈現出來，同時加上近年來數位製造技術的突破，更給予了設計師在設計上更多新的可能。

本計畫則以 Rhino 建模軟件為主體，再結合參數式外掛設計程式(GH)的應用，分別完成參數式創意鏤空筆筒與參數式創意鏤空燈罩，成功達成連結中國文化精神與大自然之美的創意產品開發目的。圖 16 乃為隨機點數為 100, 200 及 300，所建構出之參數式創意鏤空筆筒。而圖 17 為隨機點數為 100, 150 及 200，所建構出之參數式創意鏤空燈罩。

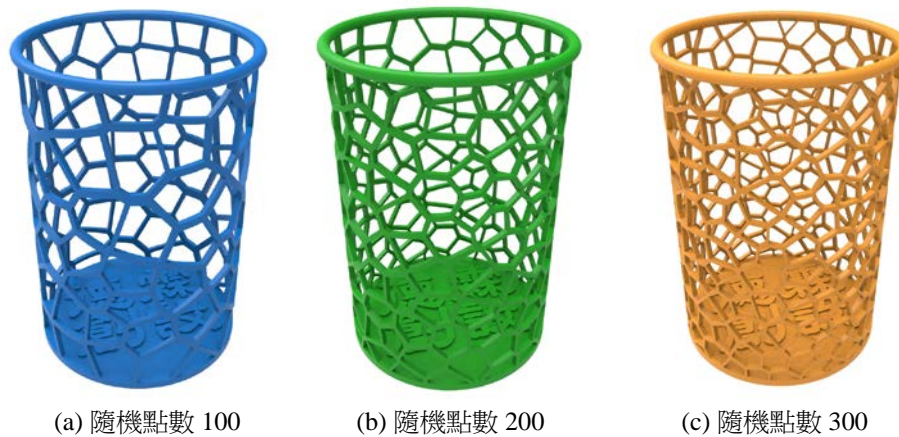


圖 16 為隨機點數為 100, 200 及 300，所建構出之參數式創意鏤空筆筒

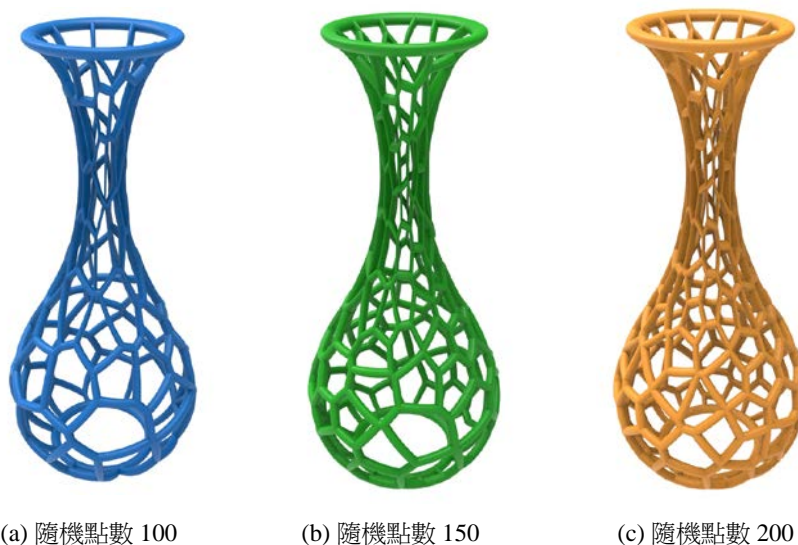


圖 17 隨機點數為 100, 150 及 200，所建構出之參數式創意鏤空燈罩

圖 18 乃為參數式創意鏤空筆筒之 3D 列印成品。而圖 19 為參數式創意鏤空燈罩之 D 列印成品。



圖 18 參數式創意鏤空筆筒之 3D 列印成品



圖 19 參數式創意鏤空燈罩之 3D 列印成品

圖 20 乃為參數式創意鏤空筆筒之使用情境圖示。而圖 21 為參數式創意鏤空燈罩之使用情境圖示。



圖 20 參數式創意鏤空筆筒之使用情境圖示



圖 21 參數式創意鏤空燈罩之使用情境圖示

陸、致謝

本研究感謝科技部於大專學生專題研究計畫(106-2813-C-237-001-H)之經費補助，使本研究得以順利完成。

柒、參考文獻

1. 鄒宗原，”台灣意象應用於鏤空藝術之創作研究”，國立台中科技大學商業設計系碩士論文，2012年。
2. 莊柏和，”民間藝術洗禮”，雄獅圖書公司，台北，1980年。
3. 蔣可文，”剪紙藝術精華”，亨陽印刷事業有限公司，台北，1988年。
4. 黃寶鳳，”西洋剪影圖案集”，藝術圖書公司，台北，1980年。
5. 陳寶玉，”中國民間剪紙”，武陵出版社，台北，1987年。
6. 游勝博，”自然模式：參數式設計於產品造形創作之應用”，國立交通大學應用藝術研究所碩士論文，2012年。
7. 李昇佑，”參數式設計應用於產品創作與探討”，國立交通大學藝術應用研究所，碩士論文，2013年。

The Research of Construction Method of Hollow Products Based on 3D Voronoi Patterns

Hui-Chin Chang^{*}, Wei-Cheng Huang^{**}

^{*}Department of Creative Product Design, ^{**}HungKuo Delin University of Technology

Abstract

The creation of hollow art includes a variety of materials techniques and categories, its connotation mostly emphasizes the Chinese ancient philosophic manifestation of the actual situation alternately, and Yin and Yang dependent on the essence of Chinese culture deduction. If this feature is applied to product design, in addition to emphasizing functional orientation, this traditional art integration with the new media, will give users a different visual inspire. This research is mainly in view of the importance of hollow art in Chinese cultural heritage, and the 3D hollow production craft has gradually lost, therefore through the parametric design, combining the Voronoi nature totem with hollow art, completed the design and prototyping of the parametric creative hollow pen holder and hollow lampshade, incorporating traditional crafts into modern processes with innovative techniques, successfully linking Chinese cultural spirit with the beauty of nature.

Keywords: Tyson polygon, 3D print technology