

逢甲大學學生報告 ePaper

電腦輔助傳統製鞋流程設計

Computer-assisted traditional shoe process design

作者：謝宗安

系級：創意設計碩士學位學程

學號：M0522152

開課老師：陳上元

課程名稱：創意設計電腦繪圖

開課系所：創意設計碩士學位學程

開課學年：106 學年度 第 2 學期



摘要

以中小企業為主的台灣鞋業，在面臨生產鏈反全球化的情況下，轉型發展在地製造、販售的客製化手工鞋。但是在個性化、客製化鞋類需求逐漸多元的現今，傳統客製化手工鞋製作費時不符合現今市場需求，因此要如何縮短傳統客製化手工鞋製作的時間，就成了重要的議題。本研究以 3D 建模技術，來解決傳統客製化手工鞋的鞋楦製作與單向製作流程太過耗時等問題，以達到縮短製作流程的目的。

本文涉及傳統手工鞋製作與 3D 建模等研究範疇，傳統手工鞋製作包含傳統製鞋作業程序。3D 建模則是包含了曲面建模、直接建模，雲端技術涵蓋了協同設計與互動迴路等功能，其要義在於應用 3D 建模縮短鞋楦製作及時間，及縮短部分製鞋流程。

為證明本研究的可行性，本研究架構流程系統，以皮鞋為例，實際進行驗證，透過同一個工匠製作相同的鞋款，進行比對兩種不同製鞋流程的工時差異。

實作發現，製作楦頭及開版時使用 3D 掃描、建模與列印的技術，可以節省修改楦頭的時間，還能多次修改外型。繪製完成的楦型可以透過雲端分享至其他設計師進行協力合作設計，或是透過雲端與消費者建立一個良好的溝通迴路。但是，3D 軟體也有其使用上的限制，對於複雜的曲面無法展開製版，還有待後續研究者繼續努力。

關鍵字： 客製化 鞋楦 曲面建模 直接建模 雲端

Abstract

Taiwanese footwear industry, which is dominated by small and medium-sized enterprises, is transforming and developing customized handmade shoes that are manufactured and sold in the country in the face of anti-globalization of the production chain. However, in the current situation of personalized and customized footwear, the traditional custom-made handmade shoes are not in line with the current market demand. Therefore, how to shorten the time of traditional customized handmade shoes has become an important issue. This research uses 3D modeling technology to solve the problem that the shoemaking and one-way production process of traditional customized handmade shoes are too time-consuming, so as to shorten the production process.

This article covers traditional hand-made shoemaking and 3D modeling, and traditional hand-made shoemaking includes traditional shoe-making procedures. 3D modeling includes T-splines and direct modeling. The cloud technology covers functions such as collaborative design and interactive loop. The key point is to apply 3D modeling to shorten shoe lasting and time, and to shorten part of the shoemaking process.

In order to prove the feasibility of this study, the structural process system of this study, taking leather shoes as an example, was actually verified, and the same shoe was made by the same craftsman to compare the working hours of the two different shoe-making processes.

The implementation found that the use of 3D scanning, modeling and printing technology when making gimmicks and opening plates can save time in modifying gimmicks and can modify the appearance multiple times. The type of drawing can be shared through the cloud to other designers for collaborative design, or to establish a good communication loop with the consumer through the cloud. However, 3D software also has limitations in its use, and it is impossible to develop a plate for complex surfaces.

Keyword : customization, shoe last, T-splines, Direct modeling, Cloud

目 次

摘要.....	1
Abstract.....	2
目次.....	3
一、動機與目的.....	4
二、文獻回顧.....	4
2-1 傳統手工鞋製作.....	4
2-2 3D 建模技術.....	8
2-2-1 T-Splines 曲面建模/ Fusion360.....	8
2-2-2 直接建模技術/ Fusion360.....	8
2-2-3 雲端科技運用.....	9
三、理論與方法.....	9
3-1 傳統製鞋作業程序之整合.....	10
3-2 電腦輔助傳統製鞋原理及流程.....	10
四、研究過程與結果.....	10
4-1 傳統製鞋作業程序整合說明.....	11
4-2 電腦輔助傳統製鞋原理及流程說明.....	11
五、結論與建議.....	15
5-1 結論.....	15
5-2 建議.....	15
參考文獻.....	17

一、動機與目的

以中小企業為主的台灣鞋業，在面臨生產鏈反全球化的情況下，轉型發展在地製造、販售的客製化手工鞋。但是在個性化、客製化鞋類需求逐漸多元的現今，傳統客製化手工鞋製作費時不符合現今市場短週期的需求（周旭華，1988），因此要如何縮短傳統客製化手工鞋製作的時間，簡化費工又複雜的工序流程，滿足客製化的個性需求，就成為一個重要的課題。

傳統手工鞋的製作非常依賴楦頭，其流程只能是一個步驟完成後，才能繼續的單向流程，本研究運用 3D 建模、列印、開版，輔助客製化手工鞋流程，解決傳統製楦與單向製作流程太過耗時等問題。又輔以雲端科技的運用，搭建製造者與客戶端的互動迴路，滿足客製化、個性化的需求。

台灣鞋業要產品升級，應積極地運用既有的資訊產業，應用電腦 3D 技術提高傳統產業的效率，提升產品的附加價值，協助鞋業轉型與發展。

二、文獻回顧

本研究涉及傳統手工鞋製作、3D 建模與雲端科技運用等三個部分。就渠等三個範疇進行文獻蒐集、分析與探討。傳統手工鞋製作包含傳統製鞋作業程序。3D 建模則是包含了曲面建模、直接建模的部分，雲端科技則運用在協同設計及互動迴路上，其要義在於應用 3D 科技去簡化鞋楦的製作時間，及縮短鞋的製作流程。

2-1 傳統手工鞋製作

不同的鞋款有不一樣的製作程序。例如，短靴與涼鞋的製作流程就有差異。本研究以皮鞋為例，彙整製作流程做深入探討（如圖 1），期能發展出電腦輔助客製手工鞋簡易流程的理想架構。

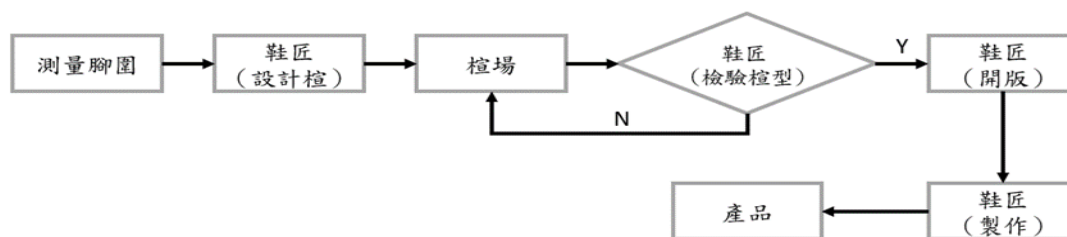


圖 2-1 傳統客製化手工鞋單向製作流程圖




以客製化手工皮鞋為例，傳統製鞋作業程序如下表：

表 2-1 製鞋流程表 (內文參考來源：王文博，2014、史麗俠，2009)

(圖片來源：Discovery How Its Made S13E10 – Handmade Mens Shoes、O'Ringo 林果良品皮底鞋手工製作過程)

製鞋流程		
設計鞋樣	依設計師或客戶的喜好設計鞋子外觀、材料，並會在這一階段確定鞋子本身所屬的款型。	
鞋楦製作	鞋楦又稱楦頭，是鞋的母體。通常是使用皮尺量測腳部數據後，先製出木質的鞋楦樣版，再依據需要的款式加以修改，約費時1周。	
開版與裁斷	從鞋楦表面取下一組內、外腰楦版，做鞋樣基本版。從三度空間的鞋楦紙版，攤平成平面紙版，設計師反覆拿捏，除了費工耗時，是無法做到不將紙版扭曲的。	

<p>鞋幫部件加工</p>	<p>在紙版繪製出來後，將形狀描繪在皮革上並進行裁切。各個裁片上如需要渲染、縫邊、釘扣……等裝飾，都會在這一環節製作。</p>	
<p>鞋幫部件裝配</p>	<p>將各部位皮革部件組合成體，再進行鞋子內裡的縫紉，把各部位皮革部件合成鞋樣表面的2D形狀。</p>	
<p>鞋底加工及裝配</p>	<p>鞋中底又分為木質與塑料的材質，其中木質且有鞋跟的鞋底一般會使用不同木料及鐵釘製作，從原胚開始製作與打磨。塑料鞋底依照功能或材質會擁有模組化的組合套件。</p>	

<p>拉幫成型</p>	<p>將縫製好的鞋幫套至鞋楦上面，進行鞋面塑型的動作，將原本平面的鞋面撐拉出立體感。此環節的製作方式通常會是區分手工製鞋與流水線產品的分水嶺。</p>	
<p>鞋底及鞋幫總裝</p>	<p>將接觸地面的大底部位，與鞋樣上的中底進行貼合與縫製，又分為縫製鞋底或膠黏鞋底的不同製作方式。</p>	
<p>成鞋修飾與檢驗</p>	<p>經上面流程製作好的成品，進行檢查與修飾，是相當重要的收尾工作，使鞋看起來更有質感，一雙手工皮鞋就完成了。</p>	

從傳統客製化手工鞋的製作來看，耗時的流程可以區分為兩個部分；「鞋楦製作」與「鞋的製作」。首先，楦頭的製作需先耗時一周的時間，製作途中若是有失誤，又需要重新再製。而在「鞋的製作」上，傳統手工製鞋極度依賴楦頭，其流程只能是一個步驟完成後才能繼續製作的單向流程，在等待楦頭時間，同一件作品是無法有所作為的。

2-2 3D 建模技術

本研究採用 Fusion360 來輔助傳統手工鞋流程設計，具有高速客製化與快速生產的功能，它綜合 Inventor、Creo、3ds Max 等 3D 模型設計軟體的優點，不僅擁有類似 3ds Max 的自由造型編輯，也有 Inventor 出色的機構元件組裝功能及 Creo 參數類軟體的歷史步驟紀錄，更能直接輸出 3D 列印檔案，列印成品。Fusion360 的突破性，成為類軟體的新焦點，是未來製造設計的新趨勢。（邱聰倚、姚家琦、吳綉華、黃婷琪、周芳吟，2017，序）。

2.2.1 T-Splines 曲面建模/ Fusion360

Fusion360 擁有類似 3dsMax 軟體的強大造型編輯功能 T-Splines，T-Splines 建模技術結合了 Nurbs 和細分表面建模技術的特點，是一種全新的曲面建模技術。該技術及相關專利在 2011 年被 Autodesk 公司收購後，就被運用在了 Fusion 360 這款軟體中。很多 T 樣條的新技術都率先在 Fusion 360 中實踐。在 Fusion 360 中，T 樣條技術已經和實體建模技術融合。（JoshMings，2012）

T-樣條曲面可以被看作是一種 NURBS 曲面，所以具有 NURBS 的基本特性，使用者可以通過簡單的拖、拉、擠等動作就可以做出超乎想像的自由模型，且模型可以做到非常的精確。T-splines 可以把 polygon 模型轉成 NURBS，而且速度相當的快。它的優點在於：僅當必要時才對模型添加細節；可以創建非矩形拓撲，容易編輯複雜的自由曲面和保留和 NURBS 曲面的兼容性。（Rhino 中國技術支持&推廣中心，2009）

本研究擬使用 T-Splines 曲面建模技術來編輯鞋楦，從腳模的頂點、邊、面，做移動、旋轉、縮放的動作，直覺地調整鞋楦初模的外型，以簡化傳統手工製楦耗時費工的缺點。

2.2.2 直接建模技術/ Fusion360

直接建模技術最早是 07 年在 spaceclaim 這個軟體中嘗試的。直接建模有個特點：「所見即所得」。直接建模技術不管模型是否有特徵(比如從其它 CAD 系統讀入的非參數化模型)，使用者都可以直接進行後續模型的創建，不管是修改還是增加幾何都無需關注模型的建立過程。使用者可以自然流暢地進行模型操作，用最直觀的方式對模型直接進行編輯，無需關注模型的創建過程。用戶可以在一個自由的 3D 設計環境下工作，比以往任何時候更快的速度進行模型的創建和編輯。Fusion 360 的直接建模技術非常適用於概念設計階段，比以往任何時候更快的速度進行模型的創建和編輯，直接建模能夠幫助設計師抓住每一次思維的跳躍。（黃義淳，2012）

本研究將 T-Splines 建好的鞋楦初模，用直接建模技術軟體的特點，進行後續模型的創建和設計。

2.2.3 雲端科技運用

「雲端」其實指的就是「網際網路」(Internet)，電腦工程師在繪畫網路結構圖的時候，常會以一朵「雲」來表示廣域網域，所以雲端科技簡單來說就是一種透過網路連線來取得遠端主機提供服務的技術(陳瑩、王慶波、金津、趙陽、何樂、鄒志樂、吳玉會，2012)。

本研究擬利用雲端不受空間限制的功能，來做協同設計與互動設計。打破傳統手工鞋設計的地域限制，例如在甲地 3D 建模的檔案，透過雲端分享，同時請乙地和丙地的設計師合力設計，不但省時，也不費工。(黃盟卿，2017)或是可以將設計好的電子圖檔與消費端互動，使消費者預先了解鞋款完成後的型態，增加對設計師的信賴感，這種互動迴路的做法，改變了傳統製鞋設計師與消費者之間的關係，也提升了產品的附加價值。

本研究針對傳統手工製鞋所產生的費時與耗工，有系統的整理與歸納，利用 3D 建模、修改、列印與雲端分享的功能，設計出一套電腦輔助客製化手工鞋流程架構。

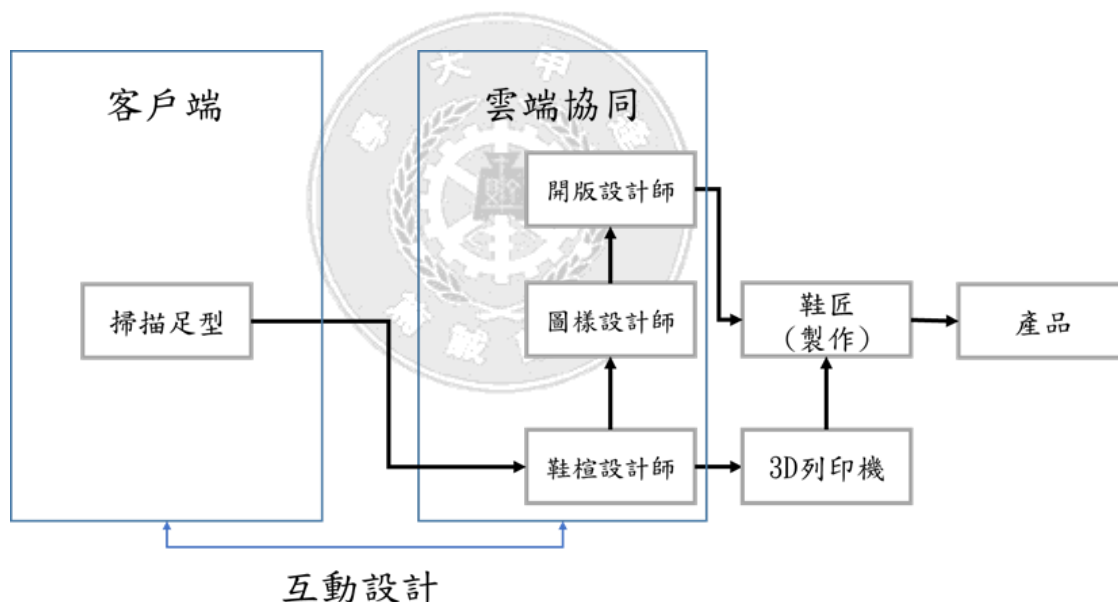


圖 2-2 電腦輔助傳統製鞋雙線流程示意圖

三、理論與方法

根據文獻回顧的分析與歸納，建構 3D 輔助客製化手工鞋流程設計步驟為：(1)傳統製鞋作業程序之整合、(2) 電腦輔助傳統製鞋原理及流程 2 個向度以及處理原則。本研究思考台灣鞋業轉型在地製作，短週期客製化的需求，整合傳統製鞋與 3D 建模兩方理論架構，作為本研究發展快速客製化架構的主要依據。

3-1 傳統製鞋作業程序之整合

一般而言，製鞋的主要項目有鞋樣設計、鞋楦製作、裁斷作業、鞋幫部件備料、鞋底部件備料等步驟，本章節依據文獻回顧，整合傳統手工鞋製作工序，繪製傳統客製化手工鞋加工流程圖（如圖 3-1），以作為電腦輔助傳統製鞋設計流程架構的依據。

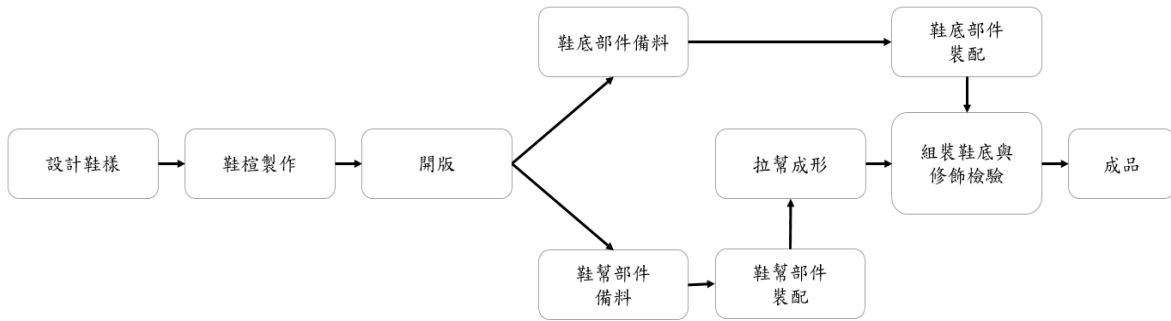


圖 3-1 傳統客製化手工鞋流程示意圖

3-2 電腦輔助傳統製鞋原理及流程

本研究提出的電腦輔助傳統製鞋流程架構，是採雙線製造加工模式。與傳統製鞋流程不同的是，設計架構的流程是用 Fusion360 的 T-Splines 建模技術，繪製鞋楦的基本圖形，再用 Fusion360 的直接建模技術修圖，直接輸出 3D 列印檔案，列印成品。同時可運用 Fusion360 的雲端技術傳給設計師協同設計或是與消費者互動設計，或是依照楦型參考曲面，取楦型版面，直接切割開版。能快速解決傳統手工鞋耗時費工的製鞋流程。

本研究架構的電腦輔助傳統製鞋流程如圖 3-2

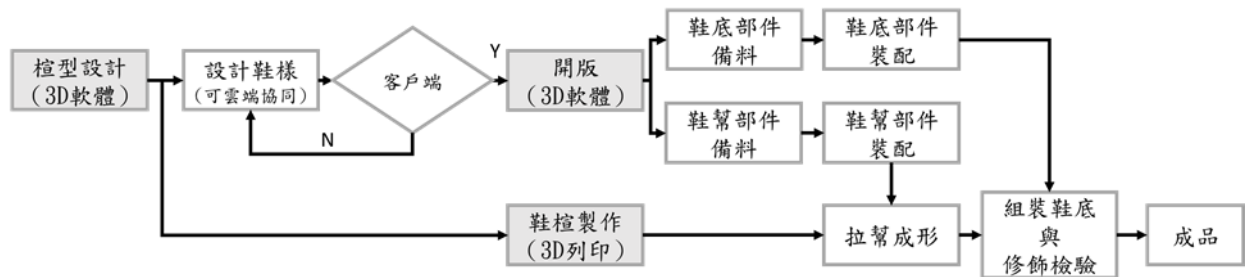


圖 3-2 電腦輔助傳統製鞋流程示意圖

四、研究過程與結果

研究中將以皮鞋為例，依上述“電腦輔助傳統製鞋流程設計”時所包括的：(1)傳統製鞋作業程序之整合、(2)電腦輔助傳統製鞋流程及原理，透過實作比較兩者的流程及製作時長。經由同一個工匠使用不同流程製作相同的鞋款，進行比較，茲將實作驗證的過程與內容說明如下：

4.1 傳統製鞋作業程序整合說明

本章節從實做入手，依據本文第三章 3.1 小節傳統客製化手工鞋流程製作鞋樣，從實作中了解及確認傳統客製化手工鞋怠速的原因，以求技術上的突破。

實作發現傳統手工鞋無法快速客製化的原因在於製楦與製版。

製楦過程耗時，而且一個鞋楦僅能製作一種鞋款，如果同一個消費者要再客製另一種鞋款，就必須再製作一次鞋楦。

前製紙版的作業過程中，盡量減少紙版的變形，將 3D 鞋型設計理念轉換成 2D 面部備料所需的版型，使紙版能夠準確的製作刀模，回溯到原來鞋楦表面的鞋樣設計，這才是鞋樣製版的精神所在。手工製版本來就有需多的不確定性，從三度空間的鞋楦表面，攤平成平面的紙版，是無法做到不將紙版扭曲的。設計師反覆拿捏塑型，費工費時。

目前坊間大多利用貼楦式製版取得鞋樣模版，原因在於此方法容易取得原始楦頭的表面積。但是不管是半自動化或是手工製版，都必須透過人工的方式製作鞋楦基本版。（如圖 4-1、4-2）手工製作必然會產生攤平時的人為誤差（如：膠帶皺褶），對於後續分版或是紙版製作刀模，會造成更大的鞋型偏差

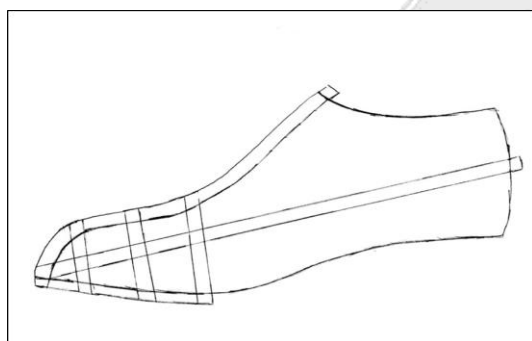


圖 4-1 鞋楦側面取版圖 1

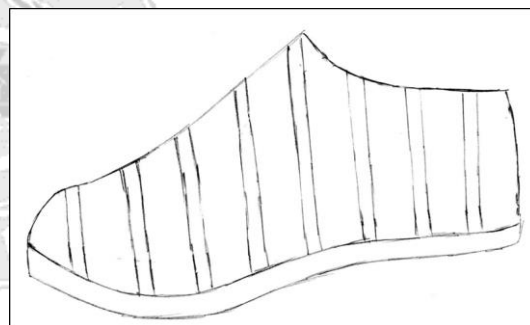


圖 4-2 鞋楦側面取版圖 2

4-2 電腦輔助傳統製鞋原理及流程說明

透過 XYZprinting 手持式掃描器去掃描足部建立腳部模型，掃描時應讓周圍景色單一，好讓掃描器良好運作。掃描器的原理是透過連續攝影疊圖成像，及紅外線投射器輔助物體定位，建立立體圖像(想像一個立體的框架，然後把引型貼上去)。然後將檔案輸出成 STL 檔案，再輸入到 Fusion360。利用 Fusion360 造型模式(T 建模)中的創建平面繪製中底(鞋頭須預留活動空間)，再將中底圖案的外框使用造型的修改/編輯形狀的功能，拉伸外框使平面變成曲面雛形，接著利用 T-Spline 網格化造型的特性，進行各節點與線條的調整，使其符合腳型外觀，接著再設計修飾所需的線條、曲面（設計鞋楦樣式）。（圖 4-3~4-10）



圖 4-3 手持式掃描器

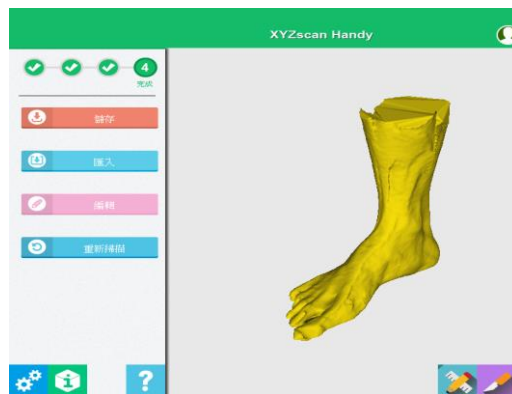


圖 4-4 掃描模型示意圖



圖 4-5 造型模式

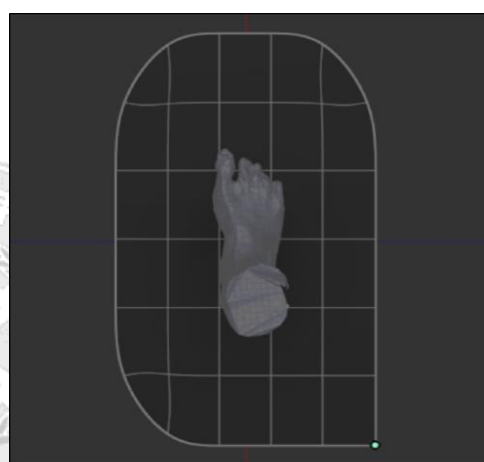


圖 4-6 繪製中底示意圖 1

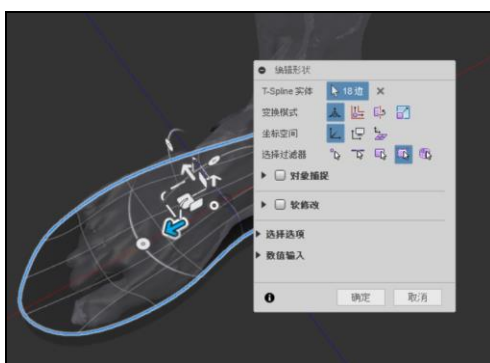


圖 4-7 繪製中底示意圖 2

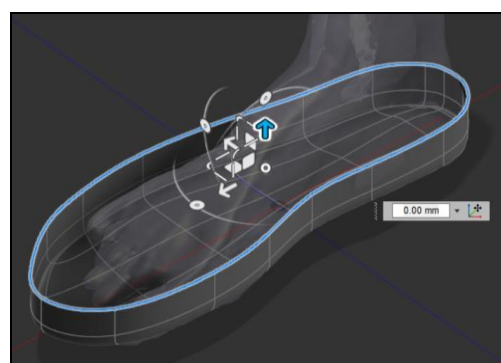


圖 4-8 繪製中底示意圖 3

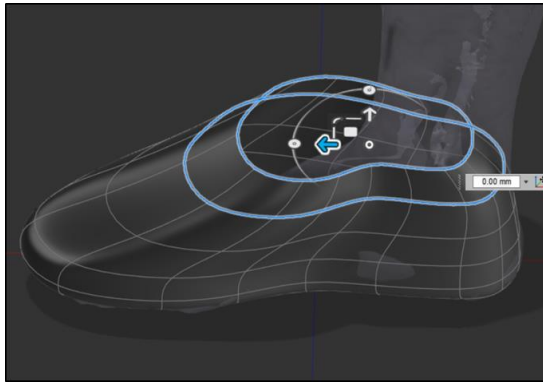


圖 4-9 建立鞋楦模型示意圖 1

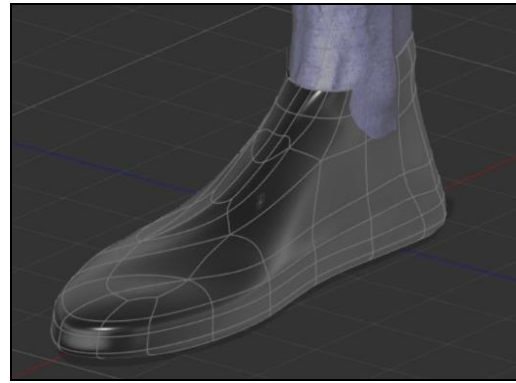


圖 4-10 建立鞋楦模型示意圖 2

楦頭設計完成後，即可回到傳統 3D 繪製所使用的草圖畫框架，並依著框架外型切削模型（也就是直接建模），切削前必須預想好裁切形狀與組合（版樣設計），切割後的曲面即為立體版樣（開版）（圖 4-11~4-16）。於此同時，也可以運用 Fusion360 的雲端技術傳給數位設計師協同設計，或讓消費者預看鞋樣。將切割後的立體樣版各自存成 STL 檔案之後，匯入 Meshmixer 模型編輯軟體，使用編輯裡的 Unwrap 功能，進行展開，也就是把立體樣版變成平面樣版。最後將展開的圖形保存為 STL 檔案後回傳至 Fusion360 進行最終的加工裕度增加，即可完成開版動作（圖 4-17~4-20）。

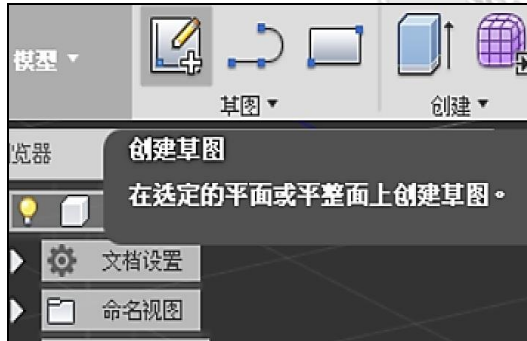


圖 4-11 開版製作示意圖 1

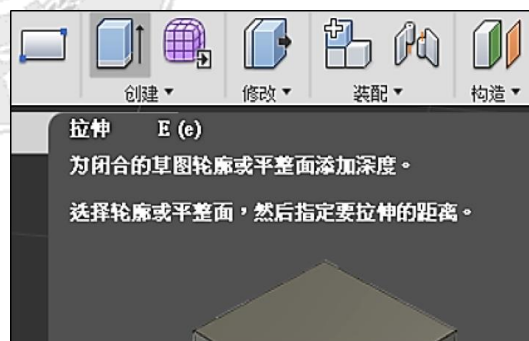


圖 4-12 開版製作示意圖 2

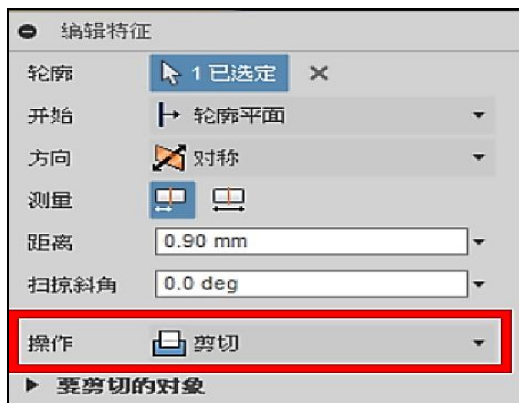


圖 4-13 開版製作示意圖 3

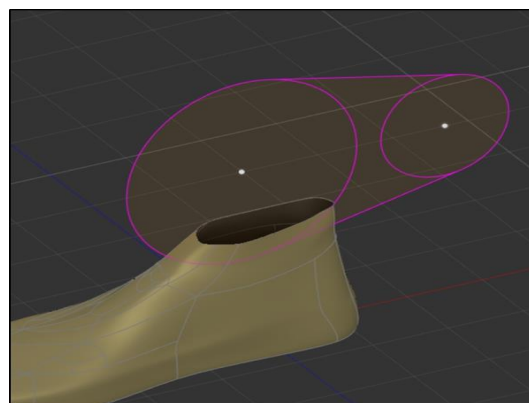


圖 4-14 開版製作示意圖 4

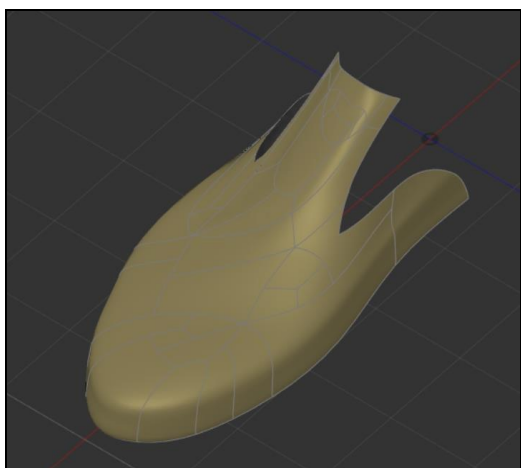


圖 4-15 開版製作示意圖 5

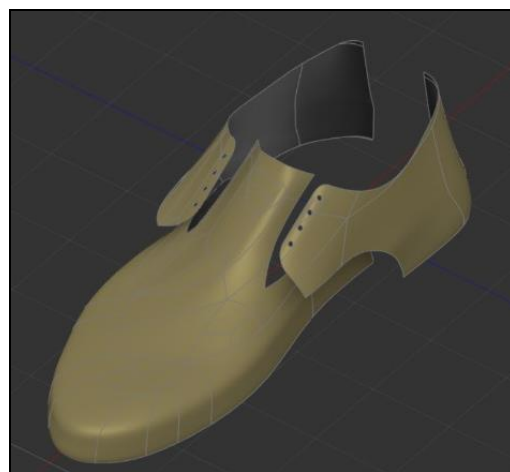


圖 4-16 開版製作示意圖 6

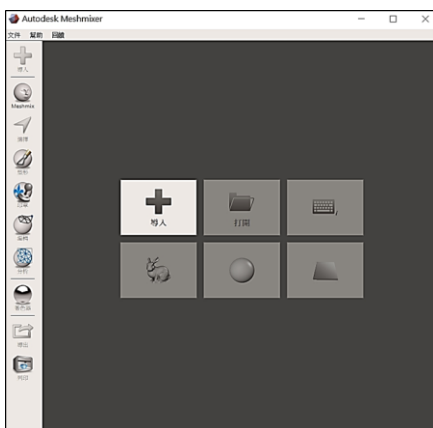


圖 4-17 開版製作示意圖 7

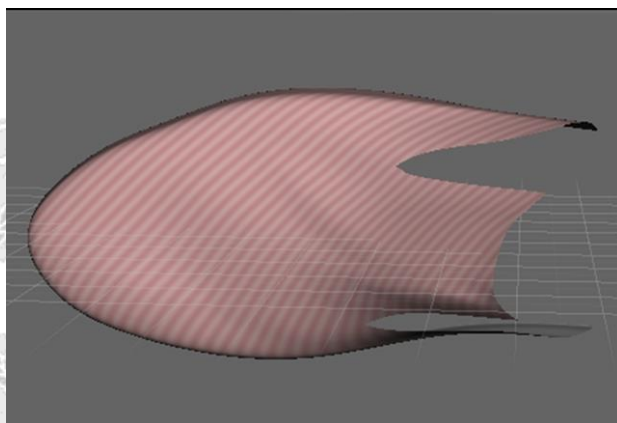


圖 4-18 開版製作示意圖 8



圖 4-19 開版製作示意圖 9

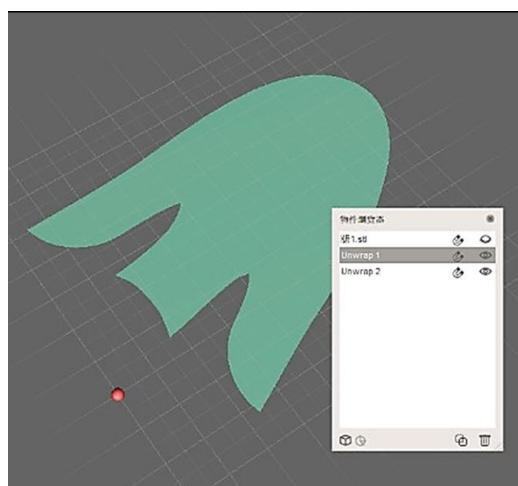


圖 4-20 開版製作示意圖 10

五、結論與建議

傳統客製鞋承載了精湛的手工藝，卻是工序複雜，產量有限，本研究使用建模軟體，可快速製楦，甚至製楦的階段可以透過掃描建檔，3D 列印迅速完成，快速取得規格化的鞋樣版型，其正確性更優於手工製作方式。前製時間縮短，後製皮革作業，不管是截斷或是結幫流程，也可以有充分時間進行，可以更有效率的製造鞋款。

5-1 結論

1. 從實作中體會，傳統鞋樣製版是一項非常耗時的工作，設計師本身技術和對鞋楦曲面的掌握，是一項極為重要的變因，往往一雙鞋子的好壞與否，完全依賴鞋樣設計師手工技術的熟練度。若是在熟練度相等的情況下，使用設計軟體的耗時將會遠遠低於使用手繪紙版的時間。因為在裁切的過程中，楦頭會有立體傾斜、彎曲的平面，若非是多年經驗的開版工匠，那麼由平面轉化為立體紙版時會不斷的修整更改以便符合鞋楦的形狀，而這一段的時間差異即為設計樣版時最為耗時的步驟。

2. 實作發現，傳統手工鞋無法快速客製化的原因在於製楦與製板。首先，楦頭的製作需先耗時一周的時間，製作途中若是有失誤，又需要重新再製。而在「鞋的製作」上，傳統手工製鞋極度依賴楦頭，其流程只能是一個步驟完成後才能繼續製作的單向流程，因此傳統製作流程在沒有技術突破的情況下，是無法縮減製作時間。但是藉由 3D 建模、列印與雲端技術，使兩個過程同步加工成為可能的事實。

3. 電腦輔助製楦，除了可以建檔外，還可以修改鞋楦紙版外型，並能針對分版細部做皮革細微的接合調整，所以對鞋樣開發設計是多樣化的。

4. Fusion 360 與一般建模軟體最大不同之處，就是雲端功能。傳統手工鞋訂製，要等到製作完成才能看到鞋子的樣貌。但是，使用 3D 建模，則可透過雲端與消費者互動，消費者可以在電腦模擬的方式下預先了解鞋款完成後的型態。使設計師的意念與消費者產生共鳴，增加對鞋款設計的信任感。

5. 對於在職場上已熟悉手繪打版的老匠師來說，重新學習，也許會受到抵制，因為還要花額外時間去學習設計軟體的操作與使用，虛擬化的新科技對於熟用實體楦頭的傳統手工製鞋匠師們可能會產生不信任的態度。

5-2 建議

1. 3D 軟體亦有其使用上的限制，對於複雜的曲面（皺褶、繩結等設計）無法展開製版，這將可做為繼續研究的方向之一。

2. 本研究客製化手工鞋的設計是以鞋型合腳為主，沒有在鞋墊方面多做思考。如果朝人因工程及生物醫學工程方面進行研究，鞋墊的客製化將是很好的研究題材。

整體來說，使用數位化電腦輔助設計流程，有助於簡化傳統手工鞋製作的耗工費時，對台灣鞋業轉型客製化手工鞋的大量生產來說是非常重要的。本研究針

對台灣鞋業轉型在地製造客製化手工鞋提出 3D 建模技術與雲端互動，其目的在快速客製化與多樣化，以符合現代消費者個性、參與、互動、快速的要求。



參考文獻

1. (單篇影片)：
Discovery How Its Made S13E10 – Handmade Mens Shoes (2009/09/29)。上網日期：2018/4
網址：<https://www.youtube.com/watch?v=Mk4fycfFatQ>
2. (單篇影片)：
O'Ringo 林果良品皮底鞋手工製作過程 (2010/12/07)。上網日期：2018/7
網址：<https://www.youtube.com/watch?v=i-pDbJBDCeQ>
3. Josh Mings (2012/11/27)。Autodesk Fusion 360 Announced. The New Face of T-Splines SolidSmack。上網日期：2018/5
網址：
<https://www.solidsmack.com/cad-design-news/autodesk-fusion-360-announced-the-new-face-of-t-splines-au2012/>
4. Rhino 中國技術支持&推廣中心 (2009/12/31)。T-Splines。上網日期：2018/5
網址：<http://shaper3d.com/products/t-splines/>
5. 王文博 (2014)。皮鞋製作工藝。北京：化學工業。
6. 史麗俠 (2009)。皮鞋工藝。湖南：湖南大學。
7. 邱聰倚、姚家琦、吳綉華、黃婷琪、周芳吟 (2017)。超簡單！Autodesk Fision 360最強設計入門。臺北市：基峰資訊。pp.7-2~7-70
8. 周旭華 (1988/05/15)。產品越來越新，壽命越來越短 遠見雜誌網。上網日期：2018/4
網址：<https://www.gvm.com.tw/article.html?id=857>
9. 陳澄、王慶波、金津、趙陽、何樂、鄒志樂、吳玉會 (2012)。雲端策略：雲端運算與虛擬化技術。臺北市：天下雜誌股份有限公司。pp.32~36
10. 黃盟卿 (2017)。協同設計環境下專家與新手之設計創意分析。國立臺灣師範大學設計學系設計創作在職專班碩士學位論文。
11. 黃義淳 (2012)。3ds Max 2013 3D 視覺設計與虛擬化技術。臺北市：基峰資訊。pp.4~45