

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

大量客製化之文創產品設計：

以自動化音樂盒設計為例

A Study on Mass Customization Design of Cultural and

Creative Product:

Using Automatic Design of Music Box as Example

作者：洪瑋均

系級：逢甲大學創意設計碩士學位學程

學號：M0227666

開課老師：康有評 教授

課程名稱：進階創意設計實作(一)

開課系所：逢甲大學創意設計碩士學位學程

開課學年：103 學年度 第 1 學期



中文摘要

文創產品設計下的營運模式建構發展越來越走向客製化的經營模式，其目的主要是為了提升產品的差異化的獨特性價值。但一旦利用客製化的發展為目的營造產業的發展時，生產的產量會受到控制，以致無法大量生產達到規模經濟的獲利來源。但隨著時代的發展利用現有新穎科技的運用，可以令產業的發展得以完成大量客製化生產的指標運用。本研究之架構運用大量客製化為目的於欲改善目標產品建立新觀點結合，並透過資訊編碼的自動化程序運用。利用音名轉換程式碼導入 3D 印表機軀體運作，最後將原型結合以瞭解具體實施情況、運作與成果以驗證文創設計之應用可以被大量客製化製造。期望本研究之導出在未來可以被實施在盲人用摸字導版等應用，以因應大量生產又要符合客製過程的差異性生產，並結合 3d 列印創造新的生產模式應用。

關鍵字： 大量客製化、文創產品、盲文、音名

Abstract

The cultural and creative product design under development more toward the construction of customized business model, its purpose is to enhance the differentiated value of the uniqueness of the product. However, once the use of customized development for creating industrial development, the quantity of output will be limited, making it impossible to achieve scale economies effect. With the development of the times, use of existing technology can make the development of the industry to complete indexes of mass customization production. This research tries to use mass customization for the purpose to combine with new ideas and information through the use of automated coding procedures. The use of musical alphabet conversion code to import 3D printer firmware operation, and finally the prototype combined to understand the specific implementation, operation and results to verify the application of the cultural and creative design can be a lot of custom manufacturing. Export expectations in the future of this study can be implemented in the blind version with touch applications such as braille to cope with mass production, but also in line with differences in the production process of customization, combined with 3d printing to create new modes of production applications.

Keyword : mass customization 、 cultural and creative production 、 braille 、 musical alphabet

目次

第一章 緒論

1.1 研究背景.....	5
1.2 研究動機.....	6
1.3 研究目的.....	7
1.4 研究限制與研究範圍.....	8
1.5 預期效益.....	9

第二章 文獻探討

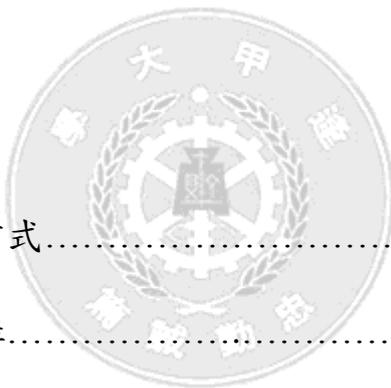
2.1 音樂表述方式

2.1.1 樂表現方式.....	10
2.1.2 音名架構.....	13
2.1.3 量度音樂節奏介紹.....	15

2.2 自動化生產模式研究

2.2.1 生產模式發展定義.....	17
2.2.2 何謂自動化.....	24
2.2.3 自動化運作方式.....	25
2.2.4 自動化技術相關運用.....	26
2.2.4 自動化音樂演奏.....	29

2.3 成型相關應用技術



(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

2.3.1 何謂 3D 技術.....	30
2.3.2 3D 成型技術分類.....	32
2.3.3 3D 列印機運作流程.....	37
第三章 研究方法	
3.1 研究架構.....	39
3.2 研究步驟與流程介紹	
3.2.1 欲改善的目標產品.....	41
3.2.2 自動化程序架構應用.....	41
3.2.3 自動化程序應用-音名轉換編碼.....	42
3.2.4 自動化程序應用-3D 印表機韌體運作.....	42
3.3 資訊編碼轉換	
3.3.1 音名轉換數據化.....	43
3.3.2 量度節奏轉換.....	45
3.3.3 3D 印表機韌體編寫.....	46
第四章 創新研究成果應用	
4.1 預期成果.....	49
4.2 研究進度規劃.....	50
參考文獻	

第一章 緒論

1.1 研究背景

隨著整體環境的變化，企業對產品從少量單體製造衍生成大量生產以降低生產成本來達到獲利額度上升的控制。但隨著時代變遷，人們開始追求產品的獨特性以及個別製作程度的價值。而迫於現有科技以及成本與時間之消耗的因素，客製化的設計產品，只能接受少量個體訂單，甚至視為工藝品的個別製作方式產出，無法進行大量生產製造。從而造成個體製作所消耗過多的成本以及時間應用，以致產業與企業之間很難取捨客製化的運用。

工藝時代之初，產業之間較無競爭力，環境下是技術性開放性競爭市場，以致客製化訂單可以維持產業間生存運作，甚至店家無連鎖營運的方式運作。以致客戶與企業之間的相處有較對等的方式維持產業或店家的良好生存，但時代環境演變至工業時代後，國際化的趨勢來臨，眾多企業為了增加產出以及成本控制紛紛開始施以以量制價，高量生產提升企業獲利能力與競爭力。其一為了達到市場佔有性以及產品的供需平衡，開啟了大量生產製造時代。透過機器化工業化的生產步驟，不僅能減少人力消耗成本，更能產生大量生產設計的方式運作。而這個時代達到企業的體系大幅度提升以及價值創造，反觀之，

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

大幅度的產量生產反倒失去了產品的獨特性質，規格與架構一致的產品設計。為的是 sop 標準化流程下生產的方便性，而大量生產卻有違了工藝時代保存的客製化、個製化的獨特性質，導致產品本身價值無法提高，價值新穎性不足。

1.2 研究動機

本研究之動機是為創造產品是否可實施大量客製化的運用性質，延續工業生產的大量製造型態，又能保有工藝時代的客製化能力，因應時代潮流的演變。透過大量生產下的單一特質產品已經無法滿足消費者的需求，但國際環境的進步速度下，產品要保有一定程度的競爭力就一定要能維持在大量生產的生產結構下運作但卻不失去其個製獨特性。而本研究將大量客製化的發展目的導入產品設計的應用中，探討如何透過現有發展的技術中，獲得特別的產品生產延續能力。又能創造出獨特性質的客製化、個製化的價值創造，並示圖結合自動化趨勢來建立產品的多功能價值傳遞。而為因應市場環節的高量生產以及消費者本身的特有心態營造造創產品設計的加值研究，視為本研究動機。

1.3 研究目的

本研究為針對大量客製化的議題進行產品規劃設計，而最能影響他人的創造唯獨透過五感來了解產品創造的個人獨特感受。而本研究期望透過聲音的個別製作的量化生產方式來因應大量客製化的問題需求性的解決，並結合當代流行的技術應用創造本研究產出設計的加值運用產品。較為特別的是本研究將音樂節奏數字化進行運算方式，來達到產品設計應用的創新研究，將其結合於現今流行的 3D 列印技術應用來達到生產上的運作模擬。最終結合自動化音樂演奏方式之設計導入讓整體產品具有獨特價值營造以及文創產品加值應用的設計導出，而本研究之目的歸納如下幾點：

- 一、 透過音名與節奏數據化的過程創造可達到自動化演奏的程序應用。
- 二、 利用客製化音樂需求試圖創造可因應自動化演奏以及大量客製化生產趨勢研究。
- 三、 利用現有流行 3D 列印技術結合人文文創產品設計導出，期望創造大量客製化產品生產模式研究。

1.4 研究範圍與限制

而本研究預期可達成以及貢獻價值的範圍以其現有資源最大化的程度下將其分類論述，探討範圍從生產模式的歸納統整至完整個製化程度產品的介紹應用，創造其應用價值的論述。本研究之研究限制依目前因技術以及資源環境狀態下無法達成的限制條件進行本研究的限制環節介紹，以最小幅度的統整限制條件的探討，將範圍與限制歸納如下：

人：探討範圍從客製化手工工藝族群產品設計導出應用者，延伸至大量生產化下解省人力的研究。從工藝技師、師傅的個別獨特製作延伸至大量生產模式下，目前所侷限的限制技術為大量生產模式下的人力思想運作控制。

事：研究範圍包含生產模式下的生產結構應用方式，並從製造至導出的運用過程發展進行研究了解。而依照目前的科技狀態因應 CNC 機台與自動化生產設備的操作反而限制了客製化發展的潛力，甚至難以蒐集相關資源能有效建立本研究所導出之生產模式。

時：依照目前科技進步的速度，架構一條利用 3D 列印方式產出客製化產品的時間點應用是很有機會被研展出來的。但本研究所經之限制條件為單體輸出耗時的問題，以及列印速度的控制都還在科技導出設計的發展中。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

物：本研究的產出為音樂性質的文創產品，透過客製化音樂達到自動演奏的便利性質，而音樂自動化演奏是目前科技發展的見證之一。能不經人力的導出相關編碼過後的音樂，但是被規格化後的音樂卻也導致沒有獨特性演奏的價值。而目前因應研究之發展發現節奏性的導出控制編排有時會因為曲調不同限制了歌曲較情感的輸出。

1.5 預期效益

本研究期望能從生產製造端開始進行整合運用，創造結合個製、客製化與大量生產模式下的結構設計整合。透過本研究的探討期望能達到一樣文創產品利用大量客製化的生產線產出，進而證實本研究對大量客製化的貢獻與價值。而透過大量生產模式下的營造，也包含運用自動化技術的產出，讓產品導出時能節省人力的運用，更能創造成本上的控制。

而本研究之設計創作，利用自動化演奏方式來發展產品設計上的價值關聯，針對客製化的需求內容導出產品設計的獨特性質，並期望透過目前 3D 列印技術創造整體生產線架構重新導出。

第二章 探討文獻

2.1 量度音樂表述方式

2.1.1 音樂表現方式

音樂是一種符號記述的方式，利用聲音當作符號，表達創作者思考下的創作。是人們思想的載體之一。音樂是具有目的性的，是有內涵性質的。其中隱含了作者的生活體驗，思想情懷等。音樂從聲波上分析它介於噪聲和頻率不變的純音之間，從效果上講它可以帶給人美的享受和表達人的情感。

音樂是社會行為的一種形式，通過音樂人們可以互相交流情感和生活體驗。在歌曲中這種作用表現得最為突出。音樂，就廣義而言，就是指任何以聲音組成的藝術。它能組合出各種成千上萬不同編排模式，創造出具獨特性與文化性質的聲音傳遞，而音樂又可分為創作、演奏、聆聽三個主要過程。在不同文化與社會裡，對於音樂的過程及其重要性都有不同的見解與理解創作。例如在西非鼓樂裡，每個人皆是參與者，人們不會區分作曲者、演奏者和聆聽者的身份。而一般這三個主要過程的程序中記錄下來的方式都會以音樂譜本記錄下來，也就是我們常稱呼的五線譜，透過五線譜的紀錄，可以讓創作者的構思能更快獲得存取，而不會因為沒有紀錄而遺忘了創作的構思。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

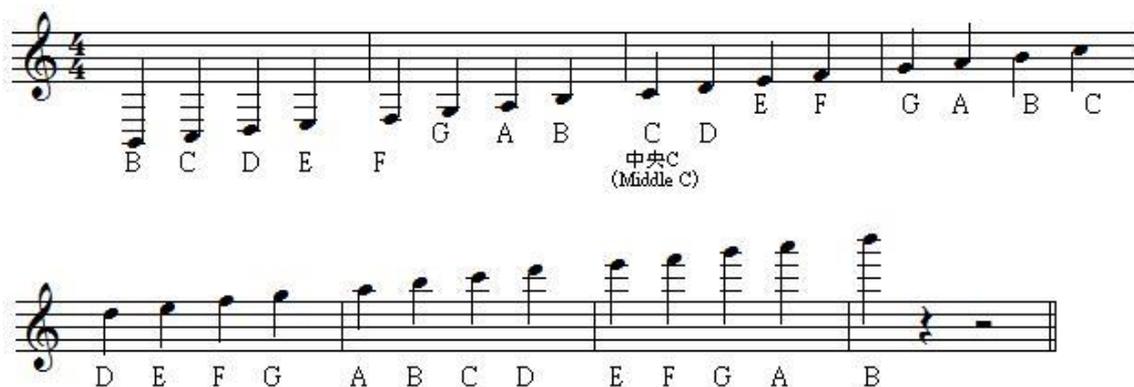


圖 1、五線譜表現方式圖

五線譜如上圖 1 所示，主要包含整篇音樂創作的四個要點：音符、節奏、旋律、線譜。透過這四個要點可以構成一篇音樂演奏的傳承參考圖面或發想紀錄，讓音樂設計得以流程下來。上述的四個要點分別介紹如下：

- (1). 音符：音符在西方國家是音樂的最基本元素，它的構成是將音樂打散成它的最小組成，透過一個一個的標記讓後面使用的人們得以演奏、理解與分析。
- (2). 節奏：節奏是一種有快有慢的節拍組合，透過節拍組合創造音樂整曲的曲風。讓接收者跟觀譜者能更快融入音樂的情境文化之中。而節奏的應用主要是透過速度上的快慢和音調上高低將其組合而成，讓演奏的方向得以明確表演。
- (3). 旋律：旋律是音樂作品中最充滿思想感情傳遞的主要元素之一，就算是同一首歌曲透過不同人的演奏方式。也會創造出不一樣的

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

旋律表現。旋律是由一系列不同音高但也可以是相同的音，以特定的高低關係與節奏產生得明確節拍性質關係聯繫起來的一整串音的序列模式。旋律進行中出現高高低低的起伏透過結合節奏的變換引導而形成一種線性的錯落組織，我們通稱為旋律線。即是將音高位置連接起來形成一條形象的線。有此可知，節奏與旋律是密不可分緊密聯繫的。

- (4). 線譜：在音樂的範疇之中，線譜是最常為人所熟知的一種紀錄方式，又稱為譜表，而最常使用的是五線譜。利用五條平行的橫線，架構出整篇音樂的表現紀錄，其上面會標示出不同的音高、拍子、音符等，並依據拍子記號將五線譜上音符依序依拍分成小節，這也使用小節線進行區分。在五線譜上，音高是由下而上遞升的，當然，演奏記載譜表上的樂曲、歌曲等會隨著紀錄的音高、節奏速度、旋律等比例而有所不同。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

2.1.2 音名架構

兩個音符之間的頻率若相差整數倍，聽起來會十分相似。因此我們將這些音放在同一個音高集合中，兩個音符若相差一倍的頻率，我們則稱其為一個八度。在傳統音樂表示理論中，我們使用前七個拉丁字母：C、D、E、F、G、A、B（按此順序則音高循序而上）以及一些變化來標示不同的音符。因為音樂的表述上不可能只有上述的七個音名，所以我們也會在音名旁加上變音記號，如升號和降號。這些符號代表將原音升高或降低半音，在十二平均律（現在最廣泛使用的調音法）中則是將原頻率乘或除以 $1.0594\dots$ ($2^{1/12}$) 倍，即升高 n 個半音就將原頻率乘上 $2^{n/12}$ 倍，降低 n 個半音則等於乘 $2^{-n/12}$ 倍。升音符號為 \sharp ，降音符號則為 b 。利用下面圖表表 1 示自中央 C 起向上八度音內的半音音階，也是最常使用的幾個音節。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

表 1、中央 C 起八度音音名表述表，來源：維基百科

名	主音	第二音		第三音		第四音		第五音		第六音		第七音	
自然音	C		D		E	F		G		A		B	
以升表示 (符號)		C#		D#			F#		G#		A#		
以降表示 (符號)		D ^b		E ^b			G ^b		A ^b		B ^b		
以升表示 (文字)		Ci s		Dis			Fis		Gis		Ais		
以降表示 (文字)		De s		Es			Ges		As		Bes		
歐洲各地	Do		Re		Mi	Fa		Sol		La		Si	
其他地方	Ut		-		-	-		So		-		Ti	
德國	C		D		E	F		G		A		B	H
近似頻率 [赫茲]	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494	
MIDI 音 符編號	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	

2.1.3 量度音樂節奏介紹

在音樂發展初期，作曲家在記錄音樂速度時是透過使用一個或一個以上的副詞或名詞來標示這首歌曲的速度。而這些標示几乎都是義大利文，原因是因為音樂發展初期的重要作曲家們都是義大利人，在當時紀錄音樂節奏速度的方式也較難以讓人了解並實用。必須經由解說或聽過歌曲型態，才有辦法了解此歌所傳導的意思與構想設計，隨著時代演進的速度。節拍器在 1812 年問世後，量度音樂節奏的行徑才得以被發展出來，讓節奏這種不明確的東西可以倍計算與歸納設計引導。進而引伸出 BPM 值得稱呼產生，其主要是將節奏/節拍進行量度的動作，讓人得以更快了解其運行。

何謂 BPM，音樂速度在一開始一般以文字或數字標記於樂曲的開端或章頁的首面，現代習慣以每分鐘多少拍 (beats per minute, BPM) 作為量度的單位。這表示一個指定的音符在一段節奏裡所扮演的角色出現的時間點，例如四分音符在一分鐘內出現的次數，BPM 的數值越大代表較快的速度與較奔放的歌曲應用，反之數值越小節奏感會越慢越柔情溫和。而現今電子數碼音樂 MIDI 及其它電腦音樂序列程式等等的檔案及界面都大量應用了 BPM 來表示其速度，讓整條曲目節奏得以更快被操作應用，而節奏量度的計算方式也分為以下幾點較常被作為音樂的幾個方向。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

- 一、 Prestissimo—最急板 (約為 200 - 208 bpm)
- 二、 Presto—急板 (168 - 200 bpm)
- 三、 Vivace—活潑 (~140 bpm)
- 四、 Allegro—快板 (120 - 168 bpm)
- 五、 Moderato—中板 (90 - 115 bpm)
- 六、 Andante—行板 (76 - 108 bpm)
- 七、 Adagio—柔板／慢板 (66 - 76 bpm)
- 八、 Larghetto—甚緩板 (60 - 66 bpm)
- 九、 Largo—最緩板 (現代) 或廣板 (40 - 60 bpm)

而上述這個九大重點是主要音樂樂曲在編曲時量度節奏的主要關鍵應用方向，也是演奏會時比較常被使用的到的幾個範圍控制，本研究利用裡面較常出現於流行音樂的拍幅作為研究。

2.2 自動化生產模式研究

2.2.1 生產模式定義

2.2.1.1 客製化定義

所謂的客製化 (customization)，在文獻上有諸多個方式的形容用詞，例如顧客化、訂製化、個人化等。但主要稱用方式上還是以客製化為主，若以生產模式為主體的角度來看，探討研究的方向會採取部份性客製化進行研究。但本研究的方向為工藝時代的一對一個別製作差異性客製化為主導方向，所以本研究所言探討之文獻也以個別差異性質的客製化為主導，根據 Davis (1989) 定義客製化的基本概念說法為，運用資訊技術與相關技師、師傅經驗以小量生產的方式成本計算。生產個人化設計的產品，以達成每位顧客的需求(轉引自邱毓旻，2009)。而總結上述給予客製化最為代表性的說詞就是，利用產品的差異性創造顧客獨有的需求價值滿足，便是客製化的發展目標。

近年來，在國際經濟體系下社會變遷快速，個人化的產品、設計、包裝與交貨等客製需求逐漸增加，客戶對產品的獨特性要求也越來越重，顧客角度也從需求轉變為價值要求，本研究文獻探討下將客製化的優勢列為以下幾點：

一、 掌握市場與顧客心態

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

從紀錄顧客的資料來掌握一手顧客的需求與愛好，幫助企業在目標市場或顧客端能保持較優勢的控制與切入。亞馬遜書局曾發表：「我們賣的不是書，是服務」，每一次會員登入時，亞馬遜書局會透過顧客喜愛的書種自動更新其所愛的相關類別，讓顧客的購買率大大提升。除了方便客人快速獲得資訊外，也增加公司成功推銷商品的機率，這就是一種客製化的行銷手法。

二、 創造差異性質產生獨特性

在各種客製化的創造價值中，便能產生對於顧客本身建立的差異性質，進而產生針對顧客所營造的獨特性。透過這些獨特性質的建立，讓產品本身可以獲得其差異化價值，進而進入紅海市場。產品的獨特性也可讓企業保持特別的行銷方式控制，並能在生產上創造其不一樣的利潤控制。

三、 藉由先前討論降低產品的失誤率

客製化的行銷策略，在產品製作前會先與顧客、消費者進行一連串的需求探討，從而創造產品產出。期間不會應為單向溝通而造成產品失誤生產，又能創造產品產出的完整性。藉由雙向溝通的機制，讓產品或客製化的成品能達到客戶的需求。

2.2.1.2 大量生產定義

一般我們在講述大量生產的定義時都以規模化的方式論述大量生產，藉由提高產量擴大，使每一單位產品所分擔的固定成本下降，從而降低單位產品的成本，即是所說的規模經濟。經濟學家波特認為：規模經濟產生於不同的生產方式和更高的效率來進行更大範圍的活動的能力，從控制生產以及大量規模下，產品可一致性質的持續產出，而大量生產就是工業時代規模經濟控制的來臨，藉以有效的 cost down 控制，讓產品輸出得以完善。

規模用意的大小與產量多寡，主要並不是經濟性質以及效率創造的來源，而是大量生產下的使用方式比例。換句話說就是，以大量生產的能力進行更高效率的生產為本質，但是一旦超過企業有效運作能力的限度，必然會創造規模不經濟的反面情形。過去一直對於大量生產所產生的用意以及效用缺乏深刻的了解與探討，以為大規模生產下有悖於按需生產的原則，進而無視市場需求供應的有限性，以致忽視大量生產的真正價值，這也是期望護住現代各種生產方式的內在本質聯繫應用。

按照管理學家錢德勒的曾經說過的觀點，大量生產的效率來源是“經由技術和組織創新而創造高度的通過能力，使得少量的勞動就可以生產大量的產品。大量生產方式的效率來源於企業內部分工體系的

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

深化；來源於機器代替人力基礎上形成的分工協作體系；來源於發展新的機器採用更好的原料和集中使用資源；以及建立新的組織設計及作業程式，也是本研究期望結合於客製化應用創造價值體面的一部分。

2.2.1.3 大量客製化定義與發展狀態

一、 大量客製化定義

大量客製化（英譯：Mass Customization）相對於工業革命後科學管理提出的大量生產的概念，“大量生產”追求的是成本控制與效率產出，但常常導致產品的模式化、標準化。而“客製化”在本研究中意味著獨特性差異化價值產出，但只能個體生產或小量。可得知二者是不同方向發展的生產模式。然而，國際演變競爭方式層出不窮，公司必須找到增加價值的新生產模式。Sheth and Sissodia 再 1999 年也將客製化強調解釋為「藉由某些科技的槓桿作用，公司可提供客製化的產品給消費者，同時亦能維持大量生產的競爭優勢」。而大量客製化（英譯：Mass Customization）便延伸出來，一方面能提供多樣的選擇，一方面滿足大量客戶。在現今資訊流通的時代，企業可以做到大量客製化的要求。以往大量生產標準化的產品，客製化只能少量生

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

產，如今拜電腦網路連線之賜，消費者經由網際網路下訂單，訂購自己所需規格的產品，不論是汽車、電腦、牛仔褲等都可以經由網路傳送到公司，自己的工廠甚至遠在海外的外包協力廠也可以同步獲得訂單訊息，即刻展開小量多樣的彈性生產。但是上述的方法還是存在著數量控制的小規模群體製造，無法個別產生產品應用，也是本研究想要創造改進的缺口之一。

透過本研究了解要達到大量客製化的型態必要的是透過自動化機台的研究才能了解設計的過程，下述章節也會提到自動化生產模式的應用過程。

二、 大量客製化技巧

而目前市面上所看到大量(小規模生產)客製化有以下技巧控制：

(1). 利用平台建立不同風格產品引導客戶選擇。

大量客製化重視客戶的期盼與需求，把客戶層細化到以個人為單位，依據個人的情況來生產、行銷、提供服務，透過可控制的選項創造產品生產模式，但客製化方面還是在可控制規模生產的方向為準則。

(2). 通過各種銷售渠道或通路，提供客戶深度與諮詢性的銷售體驗。

客製化的過程能創造獨特的客戶體驗，但是，效益只能靠規模獲取，選擇的客製過程也在控制下抉擇。產品網站是很重要的蒐集有關

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

信息的途徑。最好的產品網站也是運用“客製化”的理念，營造出僅僅為個人設計的感覺。

(3). 於企業體系下建立培養聯合、合作功能部門。

為了達到大量客製化，生產方案也應當相應變革，以便保持在提供多樣化的產品時能保持彈性同時維持最低生產成本。而這最主要的控制方式是透過功能部門的有效控制，以及生產線的彈性控制，讓大量客製化能更佳獲得良好產出，所以與合作業者的聯盟控制、功能部門的控制也是大量客製化生產線必須熟知的一項準則。

從以上三點可得知，可發現大量客製化在於如何滿足第一線消費者需求，因此顧客關係管理與規模生產控制是否建置周全，牽繫整體銷售的成敗。為了解決這方面問題，企業必須將供應商和顧客之間轉化為虛擬整合關係，生產做到迅速回應顧客的需求。而大量客製化現今的生產方向可以歸納為，客製品項控制、小量規模生產，來完成客戶需求發展，但無法克服個體生產的方向也是本研究欲探討的文獻。

三、 大量客製化發展狀態

現今消費者既要追求個性化，又不願意額外支付過高的費用，在這種兩難的環境需求下以大量生產的成本，達成客制化的效果便是首要的解決之道，必然成為企業核心競爭力的重要驅使來源。而最早的

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

大量客製化服務在 1990 年代便已成形，即是戴爾計算機公司推出網絡個人化直銷模式，可說是客製化服務的早期成功案例。

而大量客製化的定義也可說是買賣關係的重新塑造，更是生產線的彈性整合，各功能部門的生產增值。隨著時代的演變可以發現大量客製化變成各式各樣的企業所爭相發展的生產模式，透過生產線的整合重塑整體企業的價值，如圖 2 所示為發展模式應用。

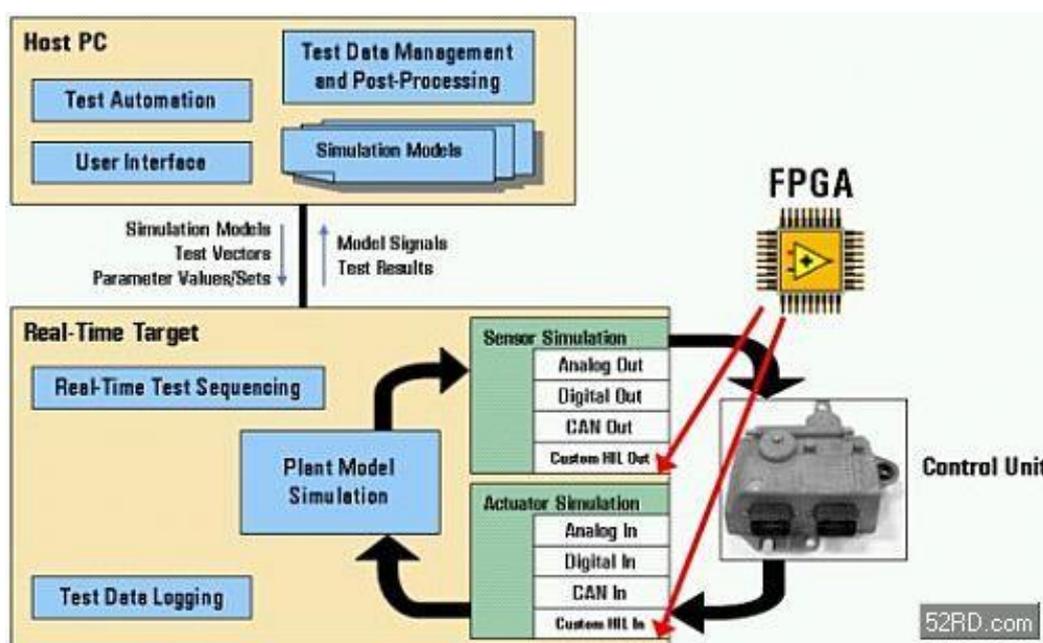


圖 2、大量客製化發展應用介紹圖，來源：52RD.com

2.2.2 何謂自動化

初步進入工業化時代時，自動化意即以機器取代部份人力工作，從而節省成本。但隨著時代演進生產技術已漸漸超越目前這種舊有觀念時，取而代之的是，透過將完整的先進資訊技術與工程發明策略性的整合至製作過程中，這也是目前最為強調的創新自動化過程。

自動化的意義發展廣義來說，通常是指不需藉由人力親自土法煉鋼生產或操作各式器具機台產出產品。而能利用動物以外的其他裝置元件以及技術整合或能源利用，來達成整條生產線的運作，並達成人類所期盼執行完成的工作。狹義的說法則是，以生化、電腦、通訊、機電、水利、蒸氣等等科學機電技術等相關知識運用與應用工具。進行設計流程來取代人力或減輕人類工作程序的機構或生產流程方便操作控制完成預期目標，皆可稱之為自動化控制。

而工業自動化的大量成長，主要目的是因為現今國際化趨勢產品產出量已經無法滿足各族群消費者所需求的數量，透過自動化程序生產流程創造產品生產速度一貫化、標準化，讓產品得以大量生產控制以維持市場上的供需平衡。當然隨著目的顯著時，所解決的族群群體以及產業之間的多重性發展，也是自動化控制下的發展問題之一。目前，最佳自動化的發展趨勢，大部分偏向生化、機電、電腦、通訊等領域的整合，而現今時代演變關係自動化的走向已發展到樂器演奏以

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

及居家照顧等多重族群市場之應用。因此，自動化控制之研究，幾乎涵蓋所有科學應用知識與各技術領域之結合應用。

2.2.3 自動化運作方式

通常自動化控制運作過程的研究非常依賴數學公式的使用，在理論分析的過程之中，數學扮演了一個非常重要的角色。實際上在自動化控制模組下，必須先做理論的分析與研究，在進行設計製作。如此才能獲得合理的預期以及可靠的結果，而本研究所作之自動化模式為單輸入單輸出(SISO)簡單系統是過去最常被使用的自動化運作方式。但隨著時代的演進發展，發展至今的是多輸入多輸出(MIMO)複雜系統。因此，現代控制的發展則需要更多精準的數學基礎，而這些數學基礎分別為：有微分方程式、線性代數、拉式轉換、複變數理論、z 轉換等，當然也建立了一些高等的數學運作控制理論為矩陣理論、集合理論等等的高等數學理論，本研究主要以單輸入單輸出(SISO)的方式進行生產自動化以及音樂自動演奏等相關研究設計驗證，所以數學公式也只採用速度公式的研究，來進行產品設計產出的運用。

而本研究採用之單輸入單輸出(SISO)自動化控制流程如下圖 3 所表現的架構方式一樣，是使用單向輸入輸出的方式控制。讓整體運作方便快捷操作研究，透過單方面輸入到控制電路，提供動作指令給動

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

作驅動器。再傳送至輸出端例如馬達之類的運作機器元件，讓自動化控制流程得以被良好控制。

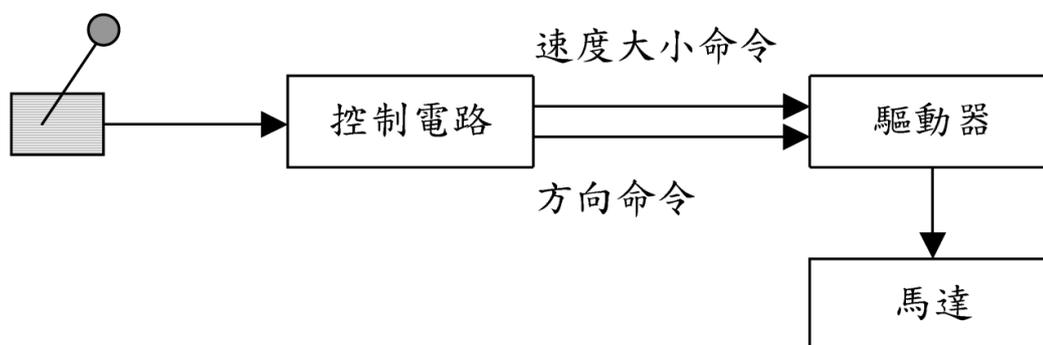


圖 3、控制電路的方塊圖

2.2.4 自動化技術相關運用

自動化技術發展至今，各產業都有應用的主要方向，而主要又分為下列七大項介紹：

一、 工廠自動化控制(Factory control automation)

工廠在生產上利用生產自動化控制方式 (Production control automation)。即是利用自動化的生產設備，透過整套一貫作業的生產方式，從事有效率的產品生產製造，我們稱之為工廠自動化控制。

而工廠自動化最主要發展方向使用為汽車工業、紡織工業、塑膠工業、電子工業、晶片製造工業、電機工業、機械工業、製藥工業、

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

農業工業的運用。必須透過一貫作業模式來達成特定物件產品的設計產出。

二、 設計自動化控制(Design control automation)

設計自動化控制方式是利用電腦軟體的技術及應用，將所需設計的資料，轉換成控制程序或生產流程。而且以較簡單的圖或語言，來表示或執行製造過程的自動化程序，而自動化控制的運作則依靠上述的方式導入生產流程進行設計產出，此種方法也較偏向本研究的發展方向。

三、 實驗室自動化控制 (Laboratory control automation)

實驗室自動化控制與設計自動化相似，即利用自動化設備與電腦軟體技術與應用。但其發展又有可程式控制器等設備，結合溫度、濕度、壓力、流量等感測器，將實驗室上所產生的各種配套控制程序或生產流程及所需實驗結果的資料。轉成簡單的圖或語言，來表示或執行實驗室的自動化控制操作方式。

四、 檢測自動化控制(Detection control automation)

檢測自動化控制顧名思義則是發展來運用產品檢測使用，即利用自動化的檢測設備與電腦軟體技術及程式操作應用。透過檢查溫度、濕度、壓力、流量等感測器設備，能自動地檢測樣品。並將檢測的物

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

理量與質量的資料，轉成簡單的圖或語言，來表示檢測結果以方便了解控制。

五、 辦公室自動化控制(Office control automation)

辦公室自動化控制，而其主要發展方向主要針對辦公室文件操作控制的便利性。即利用軟體程式技術及應用，將辦公室的文書資料或文書檔案。做較有效率的管理方式，並在自動化控制的過程之中結合傳真機、電話機、複印機、電腦等迅速地處理文書資料或文書檔案，以提供承辦人或決策主管參考。

六、 家庭自動化控制(Home control automation)

家庭自動化控制是目前較新穎的問題，也是未來智慧屋發展的趨勢運用方法。即是利用自動化的設備與電腦軟體技術及程式應用，設計使用在家庭用設備，如電視機、電鍋、冷氣機、電冰箱、瓦斯開關、警報系統、保全系統、監視系統等設備，以提高家庭舒適度與居家安全控制，並智慧化生活的第一步操作方式。

七、 服務自動化控制(Service control automation)

服務自動化控制，即利用自動化的設備與電腦軟體技術及程式應用，結合各式各樣的自動化設備或感測器，監測、紀錄、轉接、通知、執行運作等，以供顧客或使用者，能快速處理相關作業或快速處理所

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

遭遇的問題。諸如銀行轉帳自動化服務、旅館訂房自動化服務、飛機、客運、火車訂票自動化服務等。

透過以上的各種自動化發展的演變可以發現在未來的趨勢科技裡，自動化的過程是智慧生活發展的首要操作設計工具。也是未來要一直創造其自動化價值變成完整智慧型態的未來趨勢。反觀之，可以了解到未來所稱呼的工業 4.0 的發展方向也是要以自動化為基底作為操作設計。

2.2.5 自動化音樂演奏

自動化音樂演奏(automa)是目前較新穎的自動化設計議題，透過自動化控制的程序導出音樂演奏或其他音樂表演方式。我們通稱其為自動化演奏，隨著人力與技術性消耗，要一直階段性的彈奏或演出等，對人體可負荷的範圍是有限的。所以必須透過其他方式將演奏或藝術表演等可以完整的表現出來，甚至可以創造更新潮的話題。而透過自動化的技術結合，讓音樂演奏的技術得以被實施出來，甚至是一種藝術的表現方式。現今發展的自動化演奏主要都是針對表演藝術或展場設計，還沒有以個體化的產品設計為導出的設計應用，而本研究主要也是採用音樂存續演奏的方式創造個體化的音樂導出。

2.3 3D 成型相關應用技術

2.3.1 何謂 3D 技術

2013 年各先進國家都意識到製造業才是國家發展的根本，而美國歐巴馬總統也在當下喊出讓製造業重返美國的相關政策，而這其中所述的重點產業即是 3D 成型技術。而反觀 3D 技術最原始的狀態發展至今，可熟知最期初的 3D 列印技術是採用傳統的加工方式，利用大塊材料將期進行切削以及雕琢的方式運用製作。但這期間會浪費掉無法避免材料，而現今所傳述的 3D 技術較多以層層堆疊的方式控制模型、製品的產出，避免掉諸多材料浪費。

快速原型或快速成型(Rapid prototyping, RP)則是 3D 技術前身被統稱的方式，是一種利用快速生成生產製造模型或者零件等等的運作應用方式與技術。其透過電腦控制與管理系統下操作，利用 CAM/CAD 等資料，採用資料精準的堆積點線面的方式擴大，在層層堆疊進而產生立體 3D 的實體品項。而在這過程中無須任何輔具或開模等動作，可以依靠此技術的運作完成諸多非常複雜的實體模型。

對於快速成型的發展技術研究始於 1970 年代的時候，已經開始被各工學院所、企業、工研院等研究。直至 1980 年代美國 3M 公司的 Alan J.Herbert(1982 年)、日本名古屋市工業研究所的小玉秀男(1980

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

年)、美國 UVP 公司的 Charles W. Hull (1984 年)、日本大阪工業技術研究所的丸谷洋二 (1984 年) 都獨立提出了自己對於快速成型的看法與實際操作的樣式。雖然實作出來的方式各有差異,但所有的提倡可以發都推崇疊層疊加的概念進行實體產出。而到了 1986 年代後,Charles W. Hull 在美國獲得了光固化立體造型裝置 (SLA) 的專利,也正式宣告 3D 快速成型的技術正式來臨。隨著社群環境的變動,與這些年製程上不斷的突破創新,在這波發展應用的浪潮下,開放硬體的平台扮演著 3D 技術的幕後最大推手。隨著 3D 技術的成熟,開放的大量數據創造 3D 列印的自由風潮,個人都可自己列印出自己喜愛的模型與實物等。這樣的社群驅動發展的進步下,讓 3D 技術不斷的演變更新,但在開放資源的創造,智慧財產也是首要需要面對與保護的對象。

而快速成型演變成 3D 技術是指麻省理工學院所開發出一套專利製成的名稱而得以發展出來,此名稱為 3DP™。但因為 3D 技術多為基層製造法(additive manufacturing),透過電腦輔助設計的軟體應用 CAM/CAD 協助,將材料堆疊的方式來製造立體的物體結構與快速成型的原理相同,所以目前都以 3D 技術或 3D 列印來泛稱,而相較於以往傳統的成型技術,將 3D 技術歸納以下三點優勢:

一、 結構設計的自由度高。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

二、 小量生產運作時製作成本較低。

三、 特製產品較快速成型。

2.3.2 3D 列印機成型分類

3D 技術從 1980 年展示至今，從最初的只使用於工件之模型，到現今隨著電腦輔助設計(computer-aided designing ,CAD)、電腦輔助製造(computer-aided manufacturing ,CAM)、電腦數值控制 (computer numerical control ,CNC)以及材料科技應用與其他技術的進步。使快速成型技術、3D 技術的精度與結構強度不斷提升，最後讓 3D 列印可能性得以成真。目前 3D 列印的技術成型方式有許多不同的建構方式，各有不同的成型機制與適用發展的材料應用，以下為本研究裡面較知名運用的成型技術，介紹如以下幾種：

一、 選擇性雷射熔融 (selective laser melting,SLM)：

此種成型技術的運用方式是將成型用的材料，而這種成型用的材料通常是顆粒或粉末，利用高能量的雷射照射在玉成型的裝置平臺面上，使材料熔融聚合再一起，並在依照不同高度的堆疊層積，持續這個動作至物體形狀產生完成，而這個製程必須在一個精密控制器壓且充滿惰性氣體的工作空間環境中完成，常見的材料有不銹鋼、鈷鉻合金、鈦金屬、鋁等。此種技術也曾被美國太空總署 NASA 運用製造

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

引擎設備，雖然此成品的強度較差於一般建立元件，但因為可以省去焊接的部分接合手續，也避免了焊接點上結構容易被破壞的缺點。

二、 選擇性雷射燒結 (selective laser sintering,SLS)：

這個製程方法是由德州大學奧斯汀分校卡爾·德克(Carl Deckard)與喬·比曼 (Joe Beaman) 兩位博士研究發展出來，並申請專利保護權。但就在 2014 年年初這項專利已超過保護期，也變成可以被正式被運用發展的技術之一。這種方法是利用電腦控制雷射照射的位置，讓原料粉末狀經雷射照射後會層層燒結黏著聚積成塊，之後再鋪上另一層粉末繼續與上一步同樣的動作。經由層層堆疊燒結，直到最後產品成型，而目前 SLS 常見所使用的材料包括鈦金屬、無機物、尼龍、陶瓷粉末等。與其它製成相比下，因為周圍會一直存在未燒結的粉末，因此此製程不需要其他支撐的結構作用，也節省支撐架的浪費。

三、 光固化立體造型 (stereolithography,SLA)：

這一製造方法必須使用液態的光活化樹脂也是最早被研發出來的成型技術，而其最大的缺點即是成本過於昂貴，其是將光聚合特性的高分子液體藉由雷射或紫外線光束一層一層地進行光固化過程。由於成型的精確度很高(可達到 0.05 ~ 0.15 毫米的精密度)，成品表面的光滑度及細緻度已經相當接近射出成型加工的塑膠製品。這一製程的優點在於製造速度快且可製作較大型工件，此方法研發至今目前只適

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

用於有光聚作用的高分子溶液，而且能造成較高的精密度，完成後會很像一個實體塑膠製品的光滑感，而目前立體光機台的最低的售價也降至 3000~4000 美元左右的價位，但材料費用一樣存在很高的一個準則。

四、 熔融沉積造型 (fused deposition modeling, FDM) :

此技術是目前市面較為廣泛運用與其他機台比較也處在最低價位的成型製作技術，也是目前最便宜的機台。我們目前所用的 3D 機台都是此技術的運用發展，此技術在 2014 年 1 月的美國消費性電子展中 (CES)，台灣的廠商更以 499 美元的售價的 3D 列印機獲得編輯首選大獎。目前適用於此種技術的材料有熱塑性質的高分子材料與金屬，而其製作的原理是將材料像是熱熔槍的方式溶解材料本身。然後擠壓在平台工作區上。並層層堆疊拉升，而材料大部分都以線材的方式運用加工。以方便擠壓並以點創造面，而此技術所使用的方法又可稱為熔絲製造 (Fused Filament Fabrication, FFF)。而目前最常被使用的材料有 ABS 與 PLA (poly-lactic acid, 聚乳酸) 最為居多，當然也有使用黏土或矽膠材料等運用方式的材質創造。

五、 噴墨列印技術 (Inkjet printing techniques) :

目前因應上述的方式，有些研發單位也開發了利用噴墨原理的列印方式來達成 3D 列印成型的目標，而發展此種技術的公司為以色列

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

Object 公司最為出名，其則是利用改良立體光刻成型技術，將光聚合高分子以噴墨方式透過照射紫外光聚合，此技術又稱為 Polyjet™，雷射近淨成型技術(Laser Engineered Net Shaping ,LENS)也是此原理的方式，但其是將金屬粉末改以噴墨方式射出再以雷射燒結在特定位置，與 Polyjet™ 一樣捨棄了開放式樣品槽的結構設計。

六、 立體生物 (3D Bioprinting) :

這是由美國的 Organovo 公司所創造的一種生物列印的技術，也是第一家開發出列印生物機台的公司，其原理是將人類活體下的細胞和水膠狀基質噴塗成立體的組織型態，而目前研發的技術已可噴塗兩種細胞左右，而關鍵點則是生物細胞的存活率問題，以及細胞之間的交互作用，目前此科技離真正的列印人體器官仍有一些距離，步過未來發展可望的是截肢部位的再生。

下表 2 則把現有的 3D 技術歸納出其可產生的 3D 材質為何種材料之運用。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

表 2、技術應用材料表，來源：佳工機電網

技術	使用材料
3D 印刷工藝 (3D Printing, 3DP)	塑料等
Contour Crafting, CC	混凝土
Electron Beam Melting, EBM	金屬
熔融沉積造型 (Fused Deposition Modeling, FDM)	ABS 樹脂、聚碳酸酯
層片疊加製造 (Laminated Object Modelling, LOM)	紙、塑料、陶瓷、鋁
Laser Engineered Net Shaping, LENS	金屬
Laser Cladding	金屬
Multi Jet Modeling, MJM	熱塑性塑料等
Polyamidguss	聚醯胺
Selective Laser Melting, SLM	金屬, 塑料, 陶瓷
選擇性雷射燒結 (Selected Laser Sintering, SLS)	熱塑性塑料, 金屬, 陶瓷
Space Puzzle Molding, SPM	塑料
光固化立體造型 (Stereolithography, SLA)	液態熱固性聚合物, 彈性體
Streifenlichtscanning	各種材料

2.3.3 3D 列印運作流程

而儘管快速成型有諸多不同的運作方式、但基本原理都跟 3D 列印的運作方式大同小異。即是將一定厚度的材料反覆列印或燒製在平臺面上，迴圈往複運型，直到生成整個成型件。其中所操控的技術從電腦輔助設計(computer-aided designing ,CAD) 、電腦輔助製造(computer-aided manufacturing ,CAM)、電腦數值控制 (computer numerical control ,CNC)等技術運用，讓整體 3D 產出能更有效控制與產生列印出，以圖 4 所示為 CAD/CAM 3D 列印流程的方式。

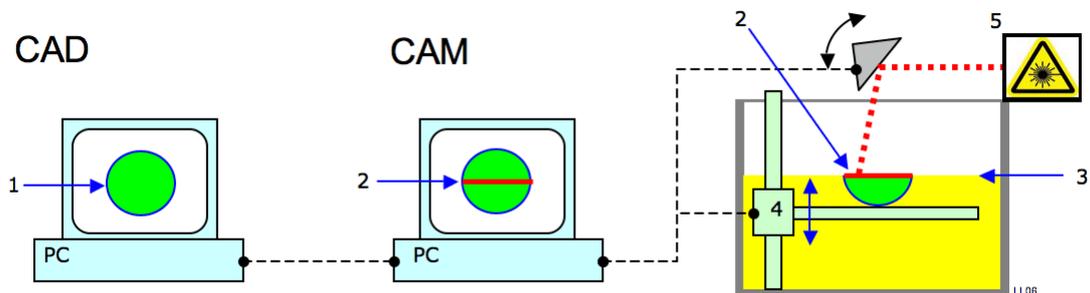


圖 4、 CAD/CAM 3D 列印流程圖，來源：nl.wikipedia

3D 列印製成的運作方式，可將其細部分為下列幾大步驟：起步是藉由電腦輔助設計軟體的運行操作來進行 3D 模型的設計建模，完成後的設計圖檔、模型檔再經過電腦斷層的方式層層掃出切片的概念，把立體的檔案切出好幾數片，而每個切片包含著 3D 建模的內外輪廓造型，然後藉由這些內外輪廓造型的導出將其轉換為 G-CODE 碼，

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

藉以控制 3D 印表機韌體的操作並列印出期望的模型樣式，而這一套的運作流程將其總結為一圖，如圖 5 所示。

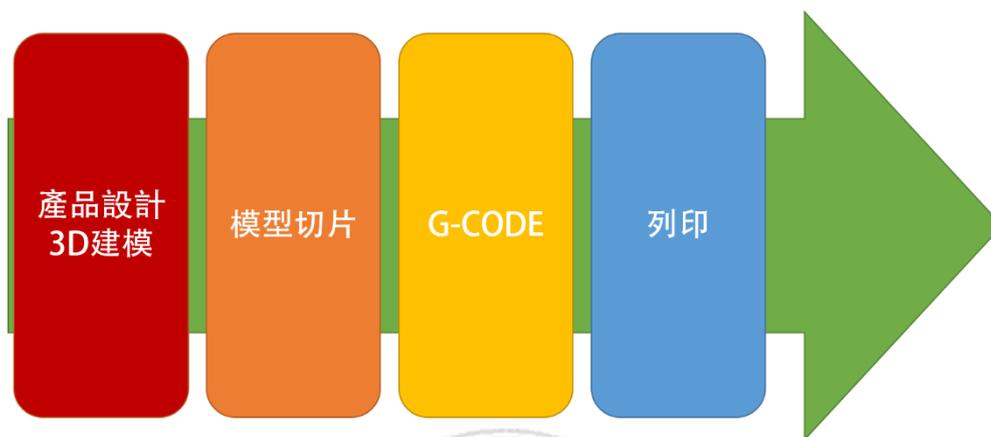


圖 5、3D 成型技術圖



第三章 研究方法

3.1 研究架構

經由上章節文獻探討資料的分析瞭解與論點確立，透過整合應用建立如以下圖 1 的範例研究架構，本研究之架構運用大量客製化為目的於欲改善目標產品建立新觀點結合，並透過資訊編碼的自動化程序運用，透過音名轉換程式碼導入 3D 印表機軟體運作，最後將原型結合以瞭解具體實施情況、運作與成果。

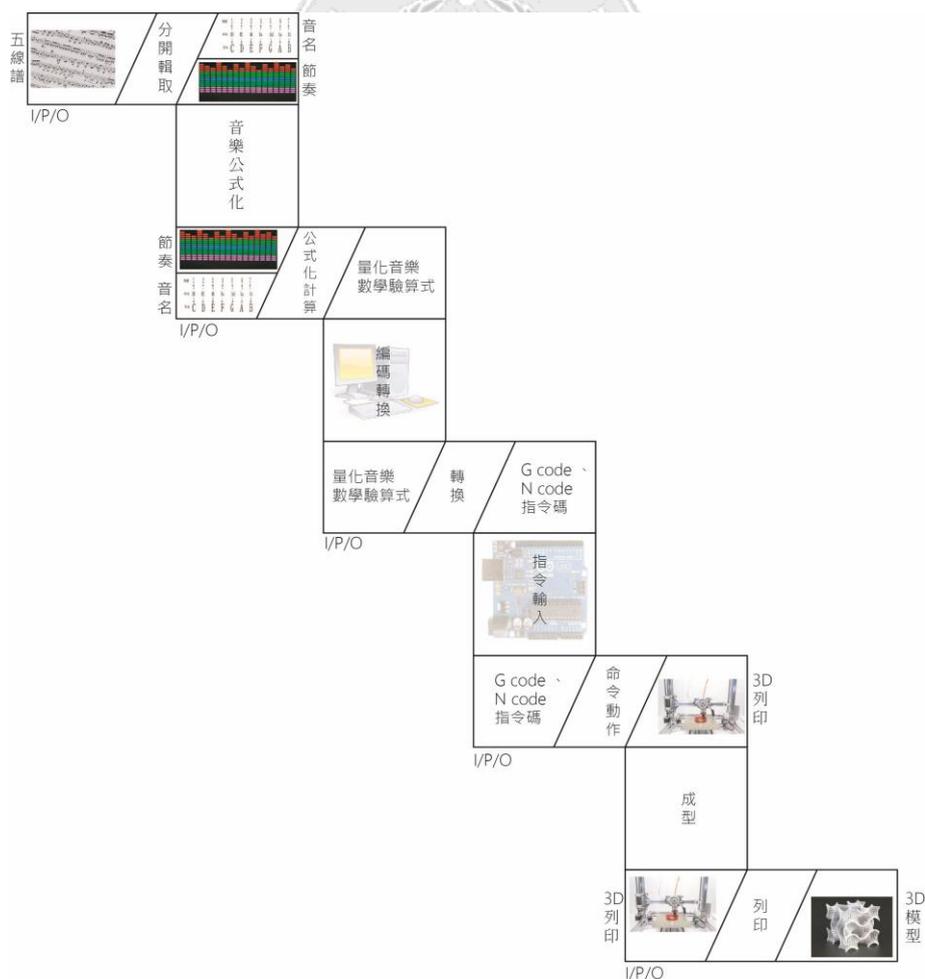


圖 6、本研究架構流程圖

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

上圖圖 6 所示之研究方法流程，是經由五線譜中的音名(簡譜記號)轉換成數據，並將節奏計算量化顯示讓音樂得以改成編碼運作，將轉後的音名與節奏透過 G code 指令碼的運用結合來達到可運行機台操作的直線流通運作模式，而透過編碼轉換令 3D 列印技術軟體運用可以達到運行操作，3D 軟體操作之下會以讀取目標位置及前置動作開始進行規劃直線路徑，以致指令動作產生讓 3D 印表機器具得以運作，運作中間 3D 軟體結合輸出印表機持續維持動作為 pulse generate 下一個指令內容(銜接音符位置(x 軸)與節拍移動(Y 軸)相互動作)，相互銜接，透過一點一音名，一間格為節奏量化的間距產生音樂化模式，產出的模型為音樂盒捲軸模型，再將音樂盒捲軸放置於音樂盒本體結合產生獨特性質之音樂，而音樂盒本身是透過轉動產生自動化音樂來達到敘述本研究之架構運行方式。

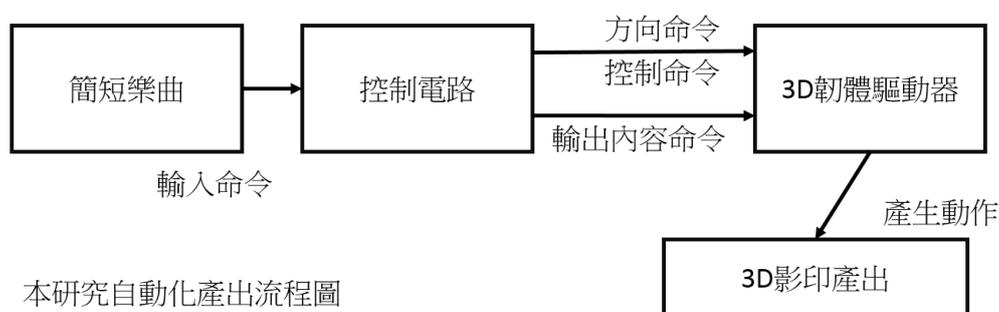
3.2 研究步驟與流程介紹

3.2.1 欲改善的目標產品

本研究欲改善之目標為音樂盒設計，音樂的節奏與音符是客製化產出最容易發展的主要目標內容，也是最容易深達人心個製化的設計方式。透過音樂盒卷軸的設計應用串搭在固定的音樂盒旋轉器上，來達到獨特的創作設計。而本研究從卷軸採音符獨特設計的客製化過程中，所設計的生產流程也是一套自動化產出的生產模式應用，並讓音樂盒本身創造的就是自動化演奏架構的發展。

3.2.2 自動化程序架構應用

本研究採用之單輸入單輸出(SISO)自動化控制流程來引導生產的模式，並創造自動化演奏的獨特性質，透過單輸入單輸出的較簡易表述整體生產架構方式創造產品設計流程。並透過 3D 技術的發展讓設計產品得以延伸出各多大量客製化發展，讓產品得以獲取更多元的產出模式，而本研究所設計之自動化程序架構如下圖 7 所示。



本研究自動化產出流程圖

圖 7、本研究自動化產出流程圖

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

3.2.3 自動化程序應用-音名轉換編碼

將音名轉換成可執行的編碼，是本研究客製化的產品產出最重要的一個部份。透過資訊轉換的過程讓生產模式得以發展出可操作控制方式，而輸入的音名透過音樂盒採用的十三的音名間隔傳遞，讓一個半音或一個全音能較完整的表現一首歌所發展的樂符。透過音名轉換成固定的輸出量來達到產品產出的音律性質，而產品的轉換導出並須透過利用類似 $X=Y$ 動作，IF G01 =X 則執行何種動作，去表述設計這種生產配套方式。

3.2.4 自動化程序應用-3D 印表機韌體運作

本研究將上述編碼轉換後，導入自 N code 與 G code 的 3d 機台操作韌體應用執行程序，讓產品得以被 3d 印表機產出完成。而捲軸的產出是利用塑料 ABS、PLA 或 U3-軟性材質的材料，讓捲軸產出能順應功用導出不一樣應用方式。令產品能傳導出不一樣的設計價值，並探討驗證 3D 印表技術是否能在生產線上創造大量個製化的設計應用導出。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

3.3 資訊編碼轉換

3.3.1 音名轉換數據化與量度節奏轉換

透過將音名直接轉換為簡譜的方式，及利用羅馬數字代替音名表現方式，也是我們俗稱的簡譜方式。透過結合 code 碼產出運行，讓音符得以快速輸入並運行，在將其表述出來轉換運行，如以下判斷式，將音名轉換為動作指令，在結合至 code 碼運行。



```
if int 1(條件判斷式)
{
// action A  A = N1  G1  X 113.0  Y13.8  E22.4  F3000
N2  G1  X 113.0  Y14.0  E22.4  F1500
N3  G28  X 90.0  Y13.8
}
else
{
```

上述即是一個 DO 音轉換至 CODE 碼的過程，而以下歸納的音名轉換程序的對照方式如下表 3 所示。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

表 3、音符轉換數據表

音符運行位置指令(X 軸)					
音名	簡譜	轉換應用 G01 指令碼	X 軸 (F900.000)	Y 軸	擠料量(E) 基礎底盤 擠料量 2.000
Do	1	1	X90.250	隨節拍變換位置	4.000
Re	2	2	X90.500		4.000
Mi	3	3	X90.750		4.000
Fa	4	4	X91.000		4.000
So	5	5	X91.250		4.000
La	6	6	X91.500		4.000
Si	7	7	X91.750		4.000
Do#	1#	8	X92.250		4.000
Re#	2#	9	X92.500		4.000
Mi#	3#	10	X92.750		4.000
Fa#	4#	11	X93.000		4.000
So#	5#	12	X93.250		4.000
La#	6#	13	X93.500		4.000

3.3.2 量度節奏轉換

本研究透過速度的公式轉換，來計算音樂裡節奏的節拍間隔，讓產品成型時可以透過節奏資訊化的過程讓節奏可以被音樂捲軸得以被實施出來。

以 BMP 最急板(Prestissimo) 大約 200 bpm 為例，其意思為每分鐘 200 個音符，即每個音符為一分鐘除於 200 等份，表示每音符 0.3 秒出現一個音符，透過每 0.3 秒的產生可以得知 Y 軸設計時所需建立的差距應用。

另外應用結合於拍子記號為 1/2 拍，則表示一小節就是 0.3 秒 *2 拍，每小節就是 0.6 秒長。

公式： $(200/60=0.3)*2=0.6$

拍子記號為 1/2 拍時，自然音轉換至 code 碼，演變位置與振幅長度控制

G1 於 G CODE 裡是直線移動的指令代號。

3D 印表機可控制移動指令 X 代表平行向移動位置 Y 軸代表垂直向移動位置，而 E 代表擠料量多寡 F 代表馬達捲料速率。

透過上述 G CODE 碼的應用可以較好實施在 3D 印表機上的運作，並直接產生產品設計導出。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} \text{ 速度公式}$$

本研究應用之速度之公式範例如左所示，透過數學公式計算節奏的速率以方便導入節奏亮度計算的最佳化也是最易化的方式，舉例計算式，是以每節 5 秒表示，每節擠料長度就會等於為 0.5cm。

1/2 拍為每節兩拍方式的計算公式表示為下：

$$\bar{v} = \Delta r \cdot 0.5 / 5 \Delta t = 0.1, \text{ 平均移動速度為 } 0.1\text{cm/s}$$

$$\bar{v} \cdot 0.5 / 5 = 0.1 \sim$$

經上述數學公式計算則表示，Y 軸所移動的間隔正好可以創造 0.1CM 的間距，而這個間距正好是 1/2 拍的速率，也是節奏量化完整的間隔計算手法運用。

3.3.3 3D 印表機韌體編寫

本研究利用 3D 印表機的編寫程式，透過 code 碼的編寫轉換，另 3d 印表機產生動作。而動作行為如下：G01 指令→讀取目標位置及前置動作→規劃直線路徑→指令動作產生→pulse generate 下一個指令內容（銜接音符位置（x 軸）與節拍移動（Y 軸）相互動作）

G1 於 G CODE 裡是 3D 印表機可控制移動指令，X 代表平行向移動位置 Y 軸代表垂直向移動位置，E 代表擠料量多寡，F 代表馬達捲料速率。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

Do(C)→

N0 G28 X90 Y14.0(移動至原點的指令,每次運行都回歸原點好確定音階位置)

N1 G1 X 113.0 Y13.8 E22.4 F3000

N2 G1 X 113.0 Y14.0 E22.4 F1500

N3 G28 X 90.0 Y13.8 (完成 DO 音填料位置)

Re(D)→

N0 G28 X90 Y13.8

N1 G1 X 112.0 Y13.8 E22.4 F3000

N2 G1 X 112.0 Y14.0 E22.4 F1500

N3 G28 X 90.0 Y13.8 (完成 RE 音填料位置)

Mi(E)→

N0 G28 X90 Y13.8

N1 G1 X 111.0 Y13.8 E22.4 F3000

N2 G1 X 111.0 Y14.0 E22.4 F1500

N3 G28 X 90.0 Y13.8 (完成 Mi 音填料位置)

以上指令碼鍵入 G CODE 的方式,已實施音階出聲位置,運用 3D 印表機韌體的公式計算方法導入讓產品可以依照指令行走運作並創

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

造其價值。

而本研究產出之音樂盒捲軸必需利用鐵條的架構導出音樂並設計如下圖 8 所式的鐵條發音模式，並針對其間格差距創造它的發音頻率方式運用。

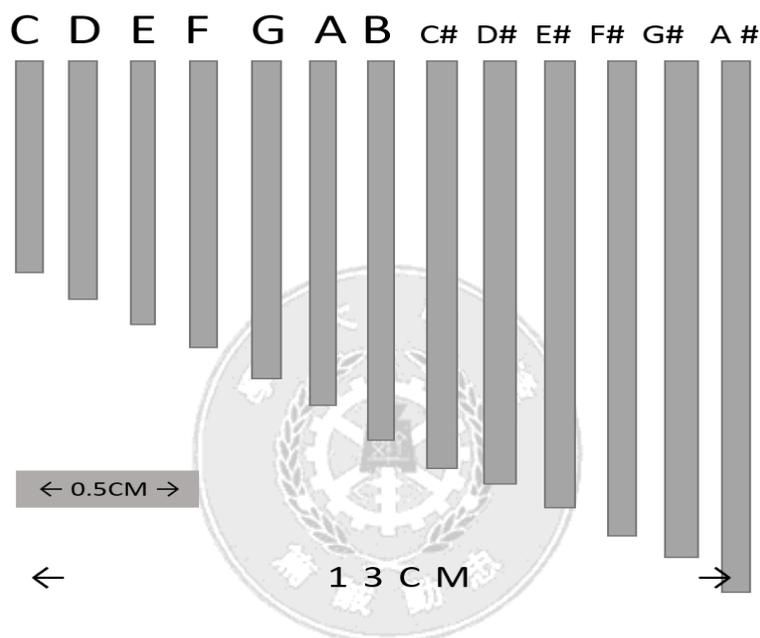


圖 8、鐵條間隔設計圖

圖鐵條發音振幅長度控制寬度為 13 公分，共 13 音，每音間隔寬度 0.5cm，每條鐵條寬度 0.5cm，長度控制 do 音為最短。

第四章 預期成果與研究進度

4.1 預期成果

期望透過本研究生產流程創造利用現今較新穎科技營造最新生產模式，利用 3D 技術創造符合大量客製化需求的文創商品設計。利用音樂的文化創意結合自動化演奏的技術創造產品的價值，利用產品設計導出後驗證大量客製化一直多年存在的生產架構問題，得以透過現今列印技術獲得改善，而本研究預期成果歸納以下三點：

- (1). 透過產品設計導出的方式創造大量客製化生產線的架構。
- (2). 利用現今 3D 列印技術創造客製化生產線的運用指標。
- (3). 音樂本身就是文化結晶的東西，而透過音樂盒音樂客製化創造文創客製生產的新方式。
- (4). 藉由此技術的研究期望成果可以創造盲人摸字版與點字機的大量客製化生產，並解決期問題。

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

4.2 研究進度規劃

目前因為時間整合關係將已完成進度與待完成進度歸納如下：

一、 已完成進度：

音樂表述方式研究探討、自動化技術與自動化演奏研究探討、生產模式研究探討、客製化研究探討、大量生產研究探討、大量客製化研究探討、初步設計步驟歸納、研究步驟整合、資訊編碼轉換應用、節奏速率公式轉換、音名轉換 CODE 碼研究應用。

二、 待完成進度：

- (1). 文創發展趨勢研究
- (2). 創新原型製作設計
- (3). 結合實施運作
- (4). 節奏計算歸納
- (5). 研究完成品
- (6). 問卷設計
- (7). 結論與建議



參考文獻

學位論文：

1. 自動化長笛與準則化音樂控制之研究(2014)·許肇亞·國立交通大
2. 學音樂研究所，台灣，p.15-19、p.33-34。
3. 多媒體串流架構下資料的複製與搬移(2001)·蔡吟定·國立台灣大學資訊工程研究所，台灣，p.20-22。
4. 《景新市場》—Pure Data 應用於新媒體表演之創作研究·國立台灣藝術大學多媒體動畫藝術學系新媒體藝術碩士班，台灣，p.15-18。
5. 邱毓阡，2009。大量客製化對顧客價值與顧客忠誠度的影響—以品牌形象為干擾變數。大同大學事業經營研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，097TTU05163043，p.16-25。

期刊：

1. 林鼎勝(2014)，3D 列印的發展狀況，科學發展，503 期，p.33-35。
2. 葉錫誼(2014)，3D 列印技術之發展現況與醫學上之應用，當代醫藥法規，regmed2014 Vol.45，p.2-6。

圖書：

(大量客製化之文創產品設計:以自動化音樂盒設計為例)

1. 吳怡萱，2008。業務員變行銷顧問，攻下六成市場。商業週刊，1075，p.96-98。
2. 姚萬里，2007。搶攻財富管理市場，從客製化下手。商業周刊，1048，p.32-34。
3. Norman Gaither 著，2002，生產管理第八版，新加坡商亞洲湯姆生國際出版有限公司，滄海書局，台中市，p.196-203。

網路資料：

1. N code solutions (2014) • N code solutions • Retrieved 1/22，2015，From：
<https://www.ncodesolutions.com/>。
2. CNC COOKBOOK (2012) • CNCCookbook's G-Code Tutorial and Course • Retrieved 1/22，2015，From：
<http://www.cnccookbook.com/CCCNCGCodeCourse.htm>。
3. 鼓動福音 gospel(2008) • 拍號的表示 • Retrieved 1/23，2015，From：
<http://www.drumnet.tw/theory14.htm>。
4. 維基百科 (2014) • 音符 • Retrieved 3/11，2014，From：
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9F%B3%E7%AC%A6>。
5. 維基百科 (2014) • 速度 • Retrieved 7/23，2014，From：
http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%80%9F%E5%BA%A6_%28%E9%9F%B3%E6%A8%82%29。
6. 佳工網 newmaker(2008) • 快速成型製造技術在現代製造業中的應用 • Retrieved 12/10，2008，From：http://tech.newmaker.com/art_31674.html。