

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number : PHA107051
學門分類/Division : 人文藝術及設計學門
執行期間/Funding Period : 107/8/1~108/7/31

計畫名稱/ 以參數設計輔助「演效式建築」之設計教學法研究
配合課程名稱/ Parametric Design for Performative Architecture

計畫主持人：邱浩修

執行機構及系所：東海大學建築系

繳交報告日期(Report Submission Date)：108/9/2

以參數設計輔助「演效式建築」之設計教學法研究

Research on Pedagogy for Parametric Design in Performance-based Architecture

摘要 |

本教學實踐研究計劃，聚焦在建築設計教學場域中，引入參數式設計的技術、方法學及思考邏輯，讓學習者運用其特性探索未來更具環境友善性的建築設計可能。教學過程中讓學習者針對自然形態與秩序演繹模式，進行觀察與模擬，來理解幾何形態與環境效能之關聯，並藉著參數方法重新定義、詮釋與轉化自然中各種高演效、高回應性的幾何型態，進行場域的實驗與實踐，預備未來的建築設計者，以運算思維解決建築中永續設計的創新。教學實作過程包含概念報告、修正討論、設計工作坊、以及最後成果作品的展覽，也透過觀察紀錄、階段訪談與問卷調查方式，來評估此新設計方法的學習成效，進行教學內容與流程之後續改進。

關鍵字 | 參數設計、演效建築、生態建築

Abstract |

This pedagogical research focuses on how parametric design technique, methodology, and logics of thinking affect the way students learn to design a more environmental-friendly architecture based on its characteristics in the process of design teaching and learning. Through observations on generative forms and patterns in nature, students learn to understand the relations between geometry and performance, and to redefine, reflect and transform natural patterns into various “high-performance”, “high-responsive” geometrical entities in architecture. With hands-on practice and formal experiments of parametric design in class, students will propose more sustainable and innovative design strategies of “performative architecture”. The learning process on the scope of research will include a series of presentation of concept, discussions, design workshops, seminars, and final exhibition and publication. The results of learning processes and activities will also be evaluated by means of observation, interviews, as well as surveys to enhance and modify future performance of such an intensive pedagogy.

Keywords | Parametric Design, Performance-based Architecture, Ecological Architecture

1. 研究動機與目的

1.1 研究動機

建築領域的數位進化與革新已延續二十年，今日的建築生產流程從概念設計到營建施工，都藉由數位化平台與媒介來完成，數位模型軟體結合視覺化的運算功能，能模擬、控制與生產更為變化與流動的建築幾何元素與形體，而「參數式模型建構」則進一步透過對程式運算流程與幾何元件關聯的控制，大大提升了設計者對探討複雜而有機形體的能力，一方面啟發了當代從自然的秩序與形態中學習與創新的設計觀點、方法與美學，另一方面也使「形隨效能」(Form follows performance)的建築永續性探索成為顯學。因而在近幾年的設計教育中開始被重視與發展。另外，在建築/工程/營建實務(AEC)領域亦發現以參數觀念為基礎的建築資訊模型(Building Information Modeling)能有效整合設計前端與生產後端的潛力，開始在設計實務案例上導入其運用，因此，以「參數式設計」的邏輯與操作作為當代建築教育的互動及創造平台，有其必要性與前瞻性，讓學生能掌握新工具所帶來的新思維與新方向，用以解決未來建築需要更具備智慧化與環境效能的關鍵需求。

1.2 研究目的

本計畫將引導修習「演效建築的參數設計方法」(Parametric Design for Performative Architecture)課程的學生，從觀察自然形態秩序、參數規則模擬、形態的數位與實體模型建構與效能評估，進行學習步驟與方法的有效性觀察研究，以達到下列幾個教學實踐目的：

(一) 讓學生更系統化理解參數式設計的“運算思維”

參數式設計的思考操作流程與屬性有其系統性，一方面包含基礎參數觀念原理的建構，如幾何邏輯(Geometry)、運算法則(Algorithm)以及規則模式(Patterns)的定義、屬性和運作關聯，另一方面還有參數技術操作知識的建構，如參數元件定義與連結、數學函式的應用、重複與隨機性控制、樹狀結構的建立…等，找到觀念與技術兩者間的關聯性，幫助學生初步對於參數式設計過程的概念思考和操作可以逐漸合而為一，並有意識地區別運算思維與於傳統建築直觀式的設計方法之不同。

(二) 學習結合參數設計模型與構築流程

依前述參數式設計特點除了生產複雜的衍生形態外，更在於效能和形式關係的即時連結，因此材料、結構、成本等構築性的限制條件，在數位模型建構的過程中就必須被考慮來合理有效地建造出最後的設計形式，甚至成為設計的概念核心，這種數位化的手工生產(Digital Crafting)成為新的設計方法，有別於目前歐美包含台灣在內的主流建築設計教育與實務界以美學及空間組織的再現(Representation)方法，如何讓學生在設計流程中思考參數條件與構築因子的關連，有賴於實際運用電腦輔助製造機具(如3D列印或雷射切割機)將數位模型輸出成實體模型，來連結參數設計的幾何形式(美學原則)與生產/構築

效能(可實踐性)。

(三) 探討建築與自然系統間的形態生成關聯來進行設計創新

自然界的創造是形態發生(Morphogenetic)的過程，生命形式的生成趨向以最少材料、最小能量達成最大的環境生存機率，。顯然給予了奠基於笛卡爾靜態座標系統的傳統建築設計，一個新的啟發。藉著今日數位的視覺化與運算能力的運用，設計得以逐漸超越線性的思考與操作過程，融入自然創造的動態本質；而利用電腦輔助的參數式觀念進行設計，已經可以超越過去純粹模擬自然之形態美學(形式仿生)，進入到模擬其效能的(功能/結構仿生)，甚至內外部系統的關聯運作(機制仿生)，思索人工(靜態而幾何)與自然(動態而有機)的界線與關聯，探討建築與自然系統間不同層次上的關係，將有助於學生理解參數方法對設計概念創新之潛力。

2. 文獻探討

英國建築聯盟教授John Frazer 在其出版的 *An Evolutionary Architecture* (演化建築) 書中提出(Frazer, 1995)，建築的未來應該要逐漸擺脫古典靜態、單一幾何概念的束縛，在自然模式的衍生系統中，形式不是處於停滯的狀態，基因中的DNA是組成遺傳指令的一種分子，引導生物發育與生命機能運作，藉由基因的衍生、轉譯、分裂、複製、重新組合與相互作用，構成有嚴謹秩序的豐富生命形態。而人工系統也需要如生物般以簡單的基因單元規則，衍生出複雜的組成形式，以連結環境的動態網絡，強化使用者與環境之間持續變動的對應關係。賓州大學建築學院「高階幾何團隊」(Advanced Geometry Group)教授、也是奧雅納 Arup 工程顧問公司結構設計家 Cecil Balmond，雖未特意涉入形態仿生學的範疇，但也認為基於“演算與衍生法則”的運動生成軌跡，才能在隨機與秩序之間，開啟建築與結構學一種動態平衡的新美學(Balmond, 2002)，並將他的理論，應用實踐在諸多聞名的合作建築設計案中，例如與 Rem Koolhaas 建築師合作的北京的 CCTV 中央電視台大樓以及西雅圖公共圖書館、與伊東豐雄合作的英國蛇形藝廊、與藝術家 Anish Kapoor 合作在倫敦奧運會場的 ArcelorMittal 環繞塔…等，這些“非標準化”(Non-standard)、或者他稱為“異規”(Informal)的新形態建築，都試圖以幾何關係的衍生秩序(Generative Order)，找尋在安全合理的結構演效條件下，形式表現更激進而不穩定的存在狀態，而這些新觀點或做法都根植於設計過程的「運算」或「參數化」邏輯。

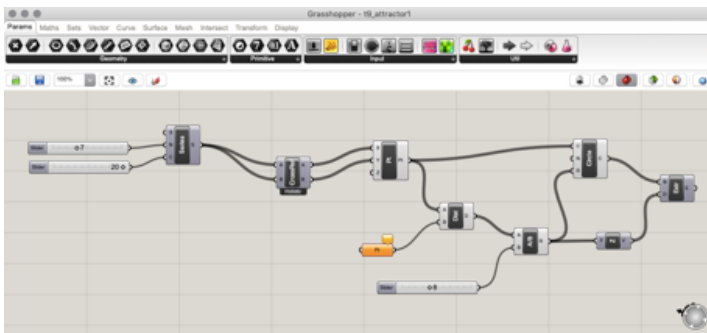
回歸到多數全球建築教育院校的教學現場，可以發現一部分的課程開始積極導入參數化設計的教學模式，目前尺度由大至小約略可分為幾個發展方向：參數都市主義(Parametric Urbanism)做大規模的變動建築地景的規劃、演效式的建築設計則處理結構空間與環境關係的動態連結、數位製造(Digital Fabrication)流程則運用參數最佳化材料與形式的分割與組成，本教學實踐研究則聚焦在演效建築設計的“概念發展階段”，學生如何從缺乏運算思維與技術經驗基礎的起步，逐漸理解並熟悉參數化設計的衍生流程(Generative Process)，如何能連結運算邏輯、幾何生成與設計條件的互動關係，並從中找尋演效設計概念的機會。

3. 研究方法(Research Methodology)

本教學實踐研究採取混合的課程觀察法、問卷調查以及定性分析法，以瞭解參與學生對於課程設定的學習目標、步驟與結果整體成效的回饋，研究對象為修習「參數式設計的演效建築」兩學分課程的研究生與大學生共 22 人，多數學生雖具備操作數位模型 Rhinoceros 的基本能力，但僅僅用來輔助呈現傳統建築設計的數位“表現法“，據調查幾乎都是首次接觸參數化設計工具 Grasshopper (以下稱 GH) 的零基礎初學者，因此課程前 1/3 都是以案例操作方式由簡單到複雜引介 GH 技術的學習，從點、線、面的幾何形態建構流程中，逐漸導入參數運算的各種邏輯觀念，接著再連結到設計思考與形式效能的近一步討論，讓學生開始自行定義及詮釋形式生成規則的結構或空間意義。

3.1 教學設計與執行步驟

數位模型軟體 Rhinoceros 的外掛程式 Grasshopper 是視覺化的運算設計程式，允許使用者以一個個運算功能的元件(Components)，以及延伸的程式語言如 GH Python，定義、控制數學和幾何的運算流程(Program Flow)與關聯性(如圖 1)，讓幾何形式與設計變音成為一種動態的“關聯模型”(Associated Modeling)。為了讓學生從學習操作此參數設計工具，到運用背後的運算思維來進行設計思考與創新，教學流程主要分為兩大部分。課程前期在特別為程式設計教學而設計的問題導向學習(PBL)互動教室，讓學生完成五週共約 20 小時密集的工作坊隨堂操作，每位學生在自己電腦上運作 GH 程式的學習狀況與進度，以及遭遇的操作問題，教師可透過大螢幕的影像傳送來掌握並現場立即解決，讓其他同學也同步瞭解(如圖 2)，同時透過三個課後由簡而繁的參數模型練習作業，目標在讓學生：1) 瞭解基本元件類別與運算流程 2) 瞭解如何創建動態幾何參數模型來進行建築設計探索 3) 能以參數方法描述設計問題。



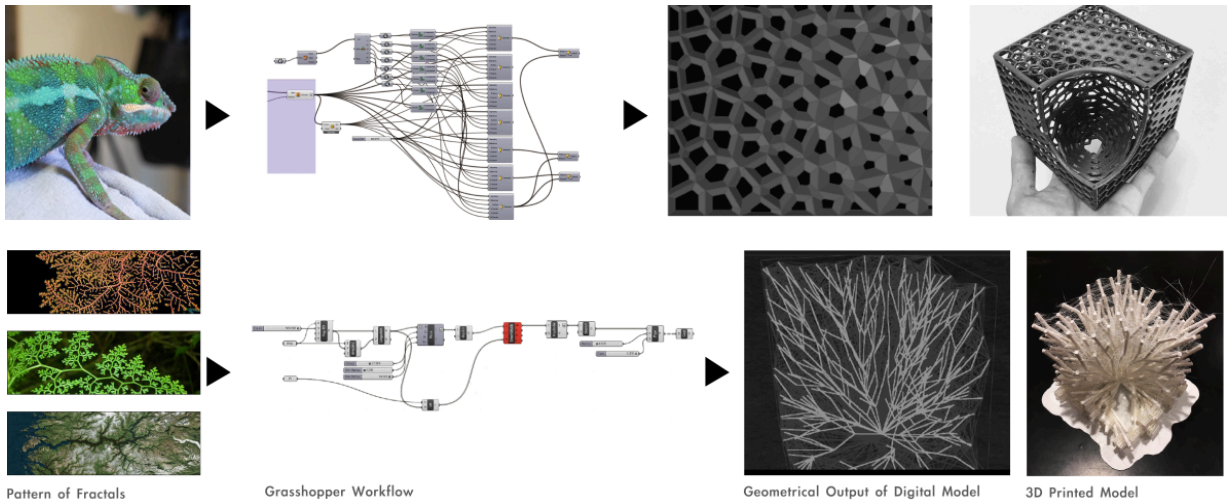
[圖 1 Rhino Grasshopper 的介面與運算元件]



[圖 2 PBL 問題導向教室]

課程後半則是十週左右，一個完整的設計思考流程，引導學生從自然紋理與規則觀察、參數運算關係定義、幾何模型生成，最終完成 3D 列印的實體模型操作，讓運算思維開始藉由“形式演效”的探索融入建築、特別是結構性的概念設計當中(圖 3)，下面就各個階

段的步驟的設計邏輯與操作，加以說明：



[圖 3 從自然紋理分析轉譯為參數化數位與實體模型]

1) 自然紋理與規則觀察

自然界中非人工的有機或無機物，為了適性生存而提高“環境演效性”(Environmental Performance)，皆有其創造的幾何邏輯、運算法則、與規則模式，至今多數已被跨學科的科學家發現，因此基礎的形態仿生學是學習運算思維到設計的理想對象。此階段讓學生各自選擇感興趣的自然紋理，例如變色龍皮膚、珊瑚形態、蜻蜓翅膀結構、甚至鳥類群飛的行為模式…等，研究並描述對象的幾何屬性與構成規則，像是變色龍皮膚紋理，可描述為「複層的沃羅諾伊數學 Voronoi 細胞狀之分割幾何所構成，是固定範圍內不均勻的點所建構出的三角變形網絡」。

2) 參數運算關係定義

將上述幾何描述，轉化為 GH 的運算流程，盡可能模擬生成最近似的幾何模式(Pattern)。此步驟需要學生從點、線、面不同層級拆解幾何的問題，並能熟悉資料流與幾何建構的邏輯。

3) 數位幾何模型生成

與前一步驟幾乎同時被定義發生，但考量形式美學與下個步驟，需要從數位模型 3D 列印出實體模型，因此除了幾何關係外，參數變因必須加入實際的比例、尺度與密度的限制。此步驟學生開始脫離抽象性的幾何思考，進入結構合理性的思索。

4) 3D 實體製造

以積層製造 3D 列印技術，印出複雜的仿生造型，基本驗證幾何的連續性與合理性，數位模型必須完成列印尺寸、複雜度與精確度的控制，避免列印失敗。

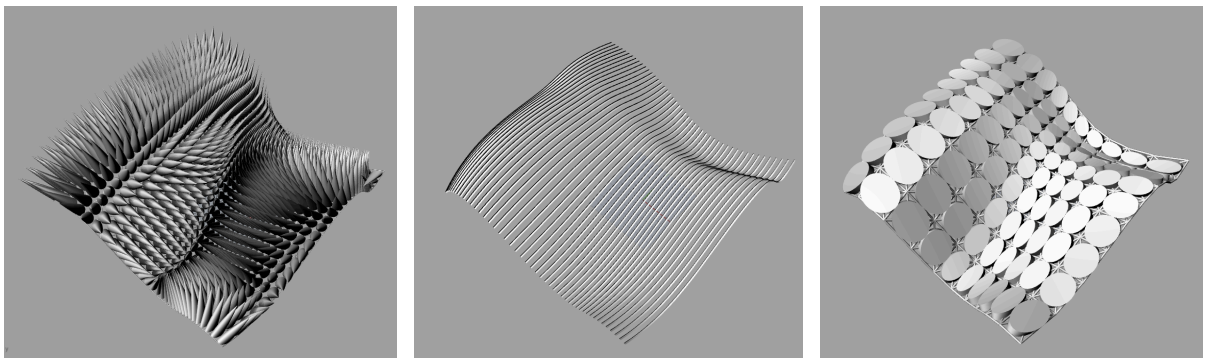
3.2 教學成效評估方法

上述的教學流程設計尚在起步實驗階段，最直接的成效評估方法來自於學生各步驟階段與課程整體的回饋，以及幾次技術作業練習及期末設計作品整合成果的成熟度直接驗證。因此課程中第一階段以問題導向教學現場的互動，教師從學生所遇到的問題以及尋求解決方法的路徑，可以直接在課堂上或課後藉由對話，初步質性瞭解學習進程。第二是透過學期末的網路問卷調查，受測學生針對問卷中十個以李克特(Likert)量表設計的選擇題，以及三個質化的問答题來回答，讓修課學生對於課程目標、內容與流程等，於修課前後進行差異性的比較與實質的改進建議，最後統計各項學習內容與成果的相關程度，進行定性分析與結論歸納。最終回收的有效問卷樣本共有 13 份，約佔整體修課學生的 52%。以下就教學成果作品，以及問卷等成效的評估結果進行綜合的討論。

4. 教學暨研究成果探討

(1) 參數設計兩階段的練習作品

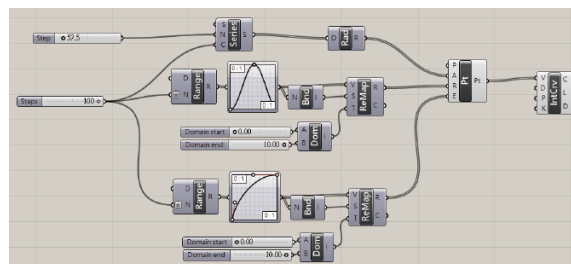
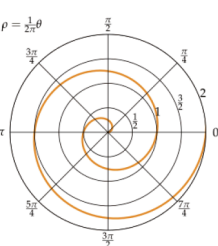
前階段的參數設計工具工作坊本人以大量自身製作的範例進行教學，初學學生透過“跟著螢幕步驟操作”，普遍能夠快速從既有案例的操作與說明中，立即性地“讀懂”不同 GH 功能元件之間的使用方式與邏輯關聯，且從課後幾次不同參數設計作業中可看出，同樣的形態限制之下，例如下方作業二的參數模型練習成果，元件群如何延伸應用，創造更有趣的幾何組織或美學，不同學生透過置換其中基本形體，或者改動其數量、密度或簡單形變，已經能夠表達出基本幾何表述的差異性（如圖 4），也能參照彼此的差異瞭解重複變動元素的各種設計可能，但這個階段尚無法靈活運用元件組合來創作，僅能就給定案例中的元件運算流程，來進行小規模的變化嘗試。



[圖 4. 三位學生在同樣雙曲面外觀上分別用點、線、面方式定義出密度可變動的參數模型]

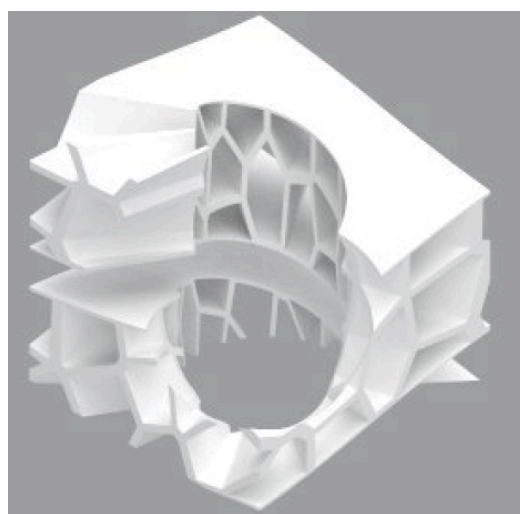
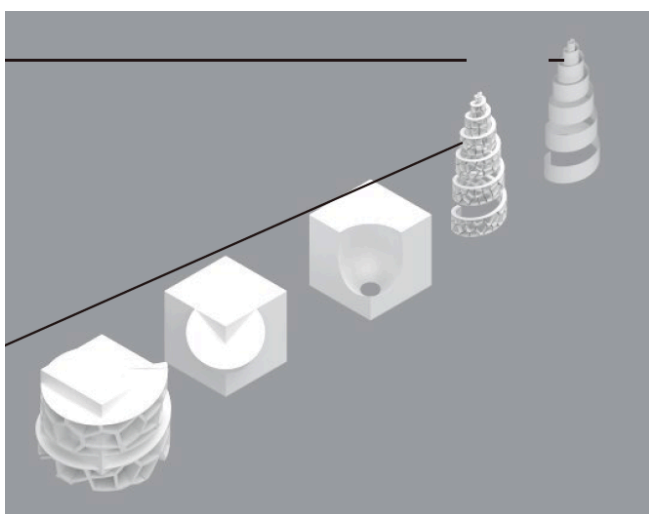
第二階段自然紋理的描述與轉化，學生可以自由選擇仿生對象，但仍須將 3D 紋理設計在一個 20x20x20cm 同樣的立方體框架內，這個步驟多了主動的觀察與幾何分析，而非被動利用已知案例的幾何運算元件，舉以下某位學生期末的設計作品為例(如圖 5)，他選擇了鸚鵡螺的內部螺旋結構為模擬對象，找出其數學函式來參數化生成 3D 螺旋向上

的幾何模型，最後與立方體相結合形成複雜的立體空間結構。從學生對形態觀察、參數化到形式設計的過程與結果來看，可以觀察到幾個已經達成的學習面向：1) 瞭解自然紋理中幾何規則與環境演效的關係。鸚鵡螺的幾何分析讓學生理解螺旋狀的數學描述方式，以及相對應形式所達成的“結構形抗作用”，並創造出內部迷人的連續漸變的空間。2) 瞭解如何以運算邏輯關係，思考動態、非線性的幾何生成，與傳統設計語言的不同構成方式。這對於建築系的學生而言，等於完全換了一種設計思維、方法甚至是設計的目標，過去以著重的是獨立建築元素的“組合結果”，參數設計強調的是過程的“關係衍生”。3) 因為題目上需要結合正立方體與當中一個倒錐狀開口的限制，使得學生開始能積極嘗試結合有機的複雜形態與人工的原型幾何，提升形式在建築上的合理性與創新性。



步驟 1 自然紋理規則

步驟 2 GH 參數模擬

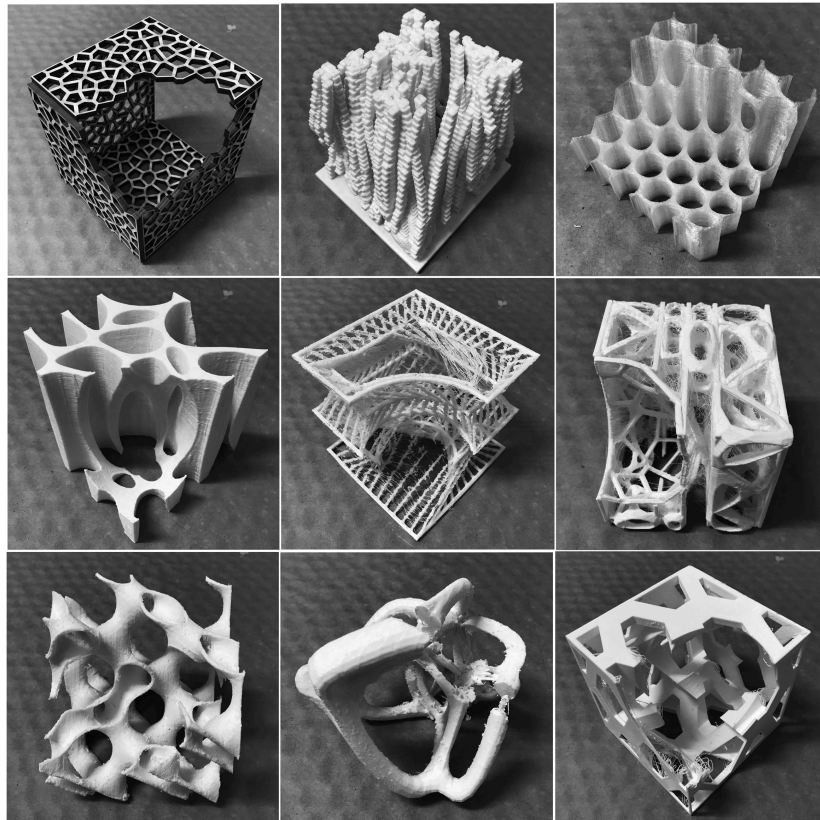


步驟 3 數位幾何生成

步驟 4 GH 參數模擬

[圖 5. 學生從鸚鵡螺結構觀察到形式轉化的立體設計作品]

其餘代表性的設計成果如下列從不同自然紋理分析、轉譯所完成的 3D 列印結構模型(圖 6)。由於作品要求要將 2D 的有機紋理融入 3D 的立方體中，因此，學生必須要思考抽象形式如何轉化成連續的三度空間結構，且兼顧美學上多重向度的閱讀。結果來看少部分學生未處理立體化問題，相對停留在立方體表層的圖案展現(四件佔 19%)，一部分是以一個向度為主要軸向，將 2D 紋理沿著軸向進行擠出 (extrude) (七件佔 33%)，另一部分則是以兩個軸向紋理相互擠出卡接(兩件佔 10%)，而也有直接將紋理形式 3D 化操作的，形式多為 Voronoi 細胞組織(五件佔 24%)，最後是各種方式的混合操作(三件約 14%)。



[圖 6. 期末 3D 列印空間結構模型作品]

上述有部分作品由於對於列印技術限制的不熟悉，例如造型需要支撐處密度過高、溫度速度控制不當…等，而導致局部列印失敗需要另行調整形式外(五件佔 20%)，整體而言呈現出嘗試的多樣性，過程中也能自行找尋與組合各種新的幾何運算元件，來進一步詮釋設計作品的形態美學與結構的合理另，雖然成果的成熟度確實各有不同，明顯已經跳脫前一階段多數學生受限於僅能從案例元件的局部改動或參數數值調整的框架限制，而能自主性地從無到有，在抽象運算邏輯與幾何結構生產之間來回修正與選擇，逐漸掌握參數化設計流程的轉換關鍵。

(2) 學生回饋與教學反思

另一面向是以一次性的期末課程問卷調查，進行教學法學習成效的評估，問卷根據李克特量表設計，針對各別問題的同意程度分為一到五級 (1. 非常不同意 (-2) 2. 不同意 (-1) 3. 無意見 (0) 4. 同意 (1) 5. 非常同意 (2))，括弧內為得分，統計出各問題之總分與平均分數，以瞭解學生對課程預先設定的學習目標是否達成，包含：方法學有效性、參數化設計知識技能的提升、與建築設計過程創新性的關聯…等。有超過一半學生完成了問卷中量表選擇題，與建議性問答題的兩大部分，下列簡表歸納了十個問題及對應的統計分數。

編號	問題	總分 / 平均得分
1	你是否意識到設計過程中，參數設計變因到建築形態生成，與建築演效性的設計關聯性?	20 / 1.538
2	你是否認為參數設計方法是建築在效能設計上更為有效、更精確的工具?	13 / 1.000
3	你是否認為參數設計方法，相較於傳統設計方法，更能實際解決建築演效性的問題?	12 / 0.923
4	你是否認為參數設計方法，更能體現或模擬自然界的設計原理，進而啟發更多的設計可能?	18 / 1.384
5	你是否認為學習參數設計方法，需要比較強的數學與邏輯思考能力?	14 / 1.076
6	你是否利用更多課餘的時間，投入參數設計技術或知識的學習?	15 / 1.153
7	你是否認為運用參數設計，相對於傳統設計方法，兩者間思考與邏輯上會有衝突?	0 / 0
8	你是否認為參數設計方法是當代建築師必須學習的設計工具或知識?	9 / 0.692
9	你是否認為參數設計方法可以直接實際運用在設計實務的工作上?	17 / 1.307
10	你是否認為參數設計是當代建築創新的一個重要途徑?	18 / 1.384

綜合來看，表格設計方式總分為 0 以上代表學生整體態度上「傾向同意」問題的陳述，平均分數若超過 1 則代表強烈同意，數字越高同意程度越高。因此，整體統計上可以看出學生從學習過程中理解到：「整個參數設計方法與建築演效性的設計目標高度相關(問題 1 得分為 1.538 平均最高)，也能夠從自然界的設計原理中得到啟發(問題 4 的 1.384)，並認為此方法並非僅是設計理論而已，在設計實務上也能夠發揮作用(問題 9 的 1.307)，甚至帶動當代建築的創新(問題 10 的 1.384)。」而平均分數落在 1 以下的兩個問題，可以解讀為雖然大多數學生同意，參數設計相對於傳統設計方法“更能”實際解決建築演效性問題(問題 3 的 0.923)，但顯然覺得傳統方法也有其必要，而對於當代建築師是否“必須學習”參數設計工具或知識，雖然覺得重要，但對於必要程度也相對保持保留的態度(問題 8 的 0.692)，這兩個問題呈現正相關，均認為參數設計方法對於建築師而言是一個好

的演效設計工具，但是僅僅是個「正面選項」。最後有趣的是，問題7中學生們對參數設計是否與傳統設計方法的邏輯相互衝突，呈現了相當兩極化的意見，有的認為不衝突而可以相互並存或輔助，強化個人建築設計多元方法，有的卻相反地認為邏輯衝突而僅能選擇其一來運用。

問答部分有學生給予了課程相當良好的回饋，也反映了對於整體課程內涵已經有相當程度的掌握而能給予改進建議。其中包含：1) 參數設計是強化處理設計資料與新形式的好工具，但似乎尚未改變空間思考的設計本質，需要釐清 2) 可強化運用在基地或環境大數據分析部分 3) 案例教學上可以更系統化參數設計的知識點，增加課堂練習時間，可以出變化性高的題目立即訓練邏輯思考與關聯應用 3) 考量開設進階課程，並真正運用在建築空間設計到製造，而非生產初步概念結構而已 4) 未來與 AI 人工智能結合似乎才能發揮參數設計的優勢。以上的建議方向未來都可以在教學實踐上持續調整改進，期望學生透過本課程的啟發，讓此參數設計方法成為建築產業從設計到製造過程進化的關鍵推力。

5. 參考文獻:

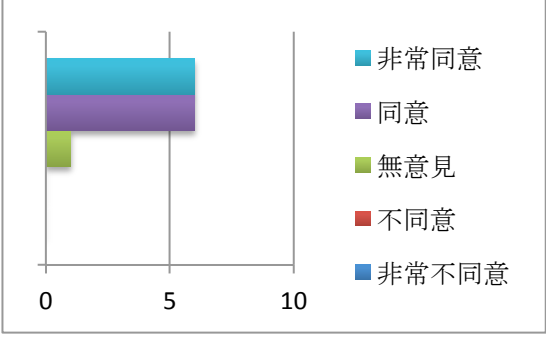
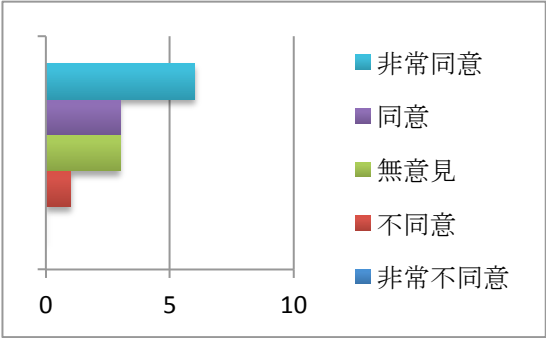
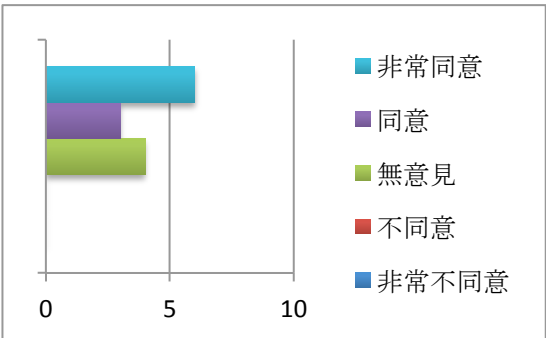
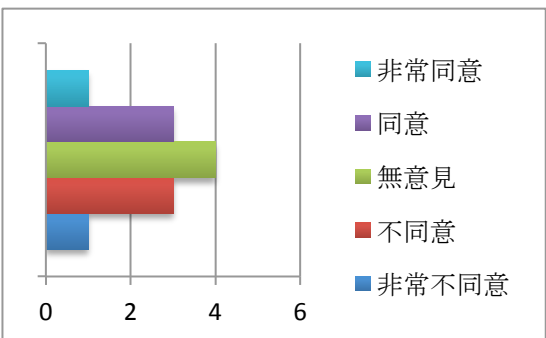
- 1) **Balmond, Cecil.**(2007), Informal, Prestel.
- 2) **Benjamin David.** (2017), Embodied Energy and Design: Making Architecture between Metrics and Narratives, Lars Müller.
- 3) **Jabi, Wassim.** (2013), Parametric Design for Architecture , Laurence King Publishing Ltd.
- 4) **Hensel, Michael. and Menges Achim.** (ed). (2006), Morpho-Ecologies, Architectural Association Publication, London.
- 5) **Meredith Michael** (ed). (2008), From Control to Design: Parametric and Algorithmic Architecture, Actar.
- 6) **Schumacher, Patrik** (2008), Design Research within the Parametric Paradigm, RIBA Journal, Sep.2008, UK.

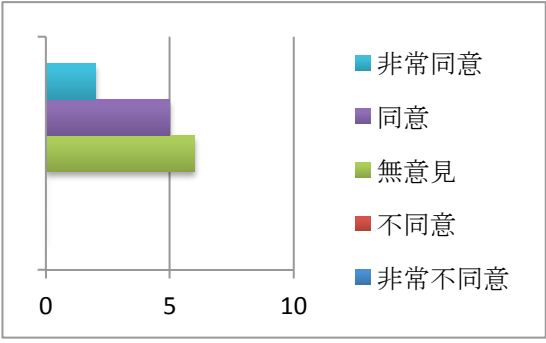
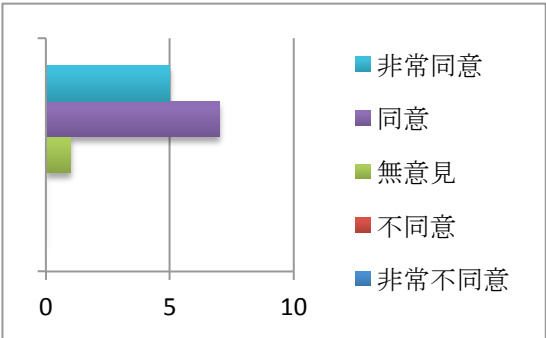
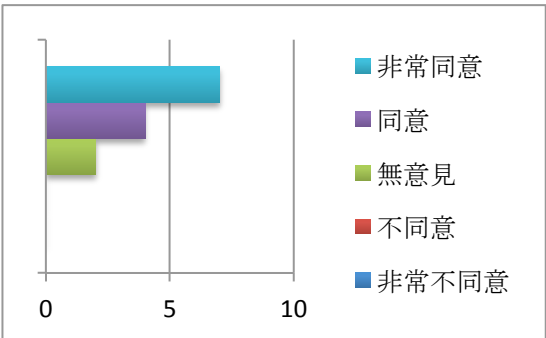
附件一

「演效建築的參數設計方法」課程問卷調查統計

針對課程的二十餘位學生對於學習過程成效進行的期末問卷調查，在 Google 網路表單上讓學生進行填答，共有 13 份回收樣本：

編號	問題	總分 / 平均得分	程度統計 1~5 (李克特 Likert 量表) (1. 非常不同意(-2) 2. 不同意 (-1) 3. 無意見 (0) 4. 同意 (1) 5. 非常同意 (2)), 括弧內為得分
1	你是否意識到設計過程中，參數設計變因到建築形態生成，與建築演效性的設計關聯性?	20 / 1.538	
2	你是否認為參數設計方法是建築在效能設計上更為有效、更精確的工具?	13 / 1.000	
3	你是否認為參數設計方法，相較於傳統設計方法，更能實際解決建築演效性的問題?	12 / 0.923	

4	你是否認為參數設計方法，更能體現或模擬自然界的設計原理，進而啟發更多的設計可能？	18 / 1.384	 <table border="1" data-bbox="730 197 1278 533"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	6	同意	6	無意見	1	不同意	0	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	6														
同意	6														
無意見	1														
不同意	0														
非常不同意	0														
5	你是否認為學習參數設計方法，需要有比較強的數學與邏輯思考能力？	14 / 1.076	 <table border="1" data-bbox="730 577 1278 913"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	6	同意	3	無意見	3	不同意	1	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	6														
同意	3														
無意見	3														
不同意	1														
非常不同意	0														
6	你是否利用更多課餘的時間，投入參數設計技術或知識的學習？	15 / 1.153	 <table border="1" data-bbox="730 958 1278 1294"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	6	同意	2	無意見	4	不同意	0	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	6														
同意	2														
無意見	4														
不同意	0														
非常不同意	0														
7	你是否認為運用參數設計，相對於傳統設計方法，兩者間思考與邏輯上會有衝突？	0 / 0	 <table border="1" data-bbox="730 1339 1278 1675"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	1	同意	3	無意見	4	不同意	3	非常不同意	1
Response	Count														
非常同意	1														
同意	3														
無意見	4														
不同意	3														
非常不同意	1														

8	你是否認為參數設計方法是當代建築師必須學習的設計工具或知識?	9 / 0.692	 <table border="1" data-bbox="730 192 1278 533"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	2	同意	4	無意見	6	不同意	0	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	2														
同意	4														
無意見	6														
不同意	0														
非常不同意	0														
9	你是否認為參數設計方法可以直接實際運用在設計實務的工作上?	17 / 1.307	 <table border="1" data-bbox="730 575 1278 911"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	5	同意	7	無意見	1	不同意	0	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	5														
同意	7														
無意見	1														
不同意	0														
非常不同意	0														
10	你是否認為參數設計是當代建築創新的一個重要途徑?	18 / 1.384	 <table border="1" data-bbox="730 958 1278 1294"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>非常同意</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>同意</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>無意見</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>不同意</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>非常不同意</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Count	非常同意	7	同意	4	無意見	2	不同意	0	非常不同意	0
Response	Count														
非常同意	7														
同意	4														
無意見	2														
不同意	0														
非常不同意	0														
	你認為參數設計方法在哪些方面特質可以提升建築演效性的設計思考?		<ul style="list-style-type: none"> ● 處理大量資料並且具象呈現 ● 參數設計在運用你所提供的邏輯點子來去做形塑與計算，相對於人去做運算與探討，參數設計的量遠大於人在同一時間下的計算！不只是運算上的提升效率，更在邏輯上的實踐性也大幅提升，比如有機型態外型的構築，在參數設計上更能容易的被分析與測量。 ● 我認為參數設計就像是一個工具，雖然無法提升自我設計思考的能力，但卻可以提出更多的可能性。 ● 容易使設計有新的發想可能，有機會跳脫方正或單一弧線的設計 ● 立面設計結合仿生設計或遮陽 ● 目前自己的程度還認為沒辦法提升自己設計思考這方面，曾經在網路上看過討論，認為 												

			<p>參數設計應該配合 AI 人工智慧才算是真正的參數設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 變量和模擬 ● 參數設計中數學幾何的有機性非常利於建築演效性的思考。這讓建築師可以用曾經看不見的幾何形體去做設計思考。 ● 可以從生物界獲取知識，然後通過模仿來形成具有一定功能性的建築構件，十分有趣。 ● 之前看過有人用參數做基地分析，覺得除形體的演算以外，還有很多可用之處 ● 更多概念想法能夠實際生成 ● 提供很方便的工具以達到某些需求，且易於修改，可以在異地使用 ● 關於邏輯的演繹，拓樸的思考
	<p>你認為參數設計方法對於建築設計的學習或生產，有何優勢？又有何缺點？</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● 我認為在設計思考已經出現明確目的時候，參數設計工具會是很好的輔助，但是在設計思考的生產方面，是一個門檻很高的途徑 ● 優勢來自於在不同的案子上面，只要依照邏輯上面的些微修改最後卻能形成不同的形態，但相對於以往的建築設計之中，少了許多建築的寫意與手作感。 ● 我認為參數設計目前還無法跳脫「精品建築」的範疇，基本上在強調地域主義的現代，參數設計有著無法複製案例的瓶頸，但在工業 4.0 的未來，參數設計依然占有其不可動搖的地位。 ● 對於實際施工的切割方式有預想的可能，但也因此容易設計出不好施工的建築設計，且營建技術相對較慢於參數設計本身 ● 參數設計方法對於建築設計可以很方便設計出很厲害的立面，但是數學邏輯要很好 ● 參數設計的練習，傾向於將自己所想像的設計 PROGRAM 明確的用數學邏輯表達，但如果期望透過參數設計創造出新的設計概念，設計思維，就我自己理解還有落差(當然也許是因為自己不熟悉有什麼電池可以用。) ● 優勢：可以更好的數字化，然後工廠加工；

			<p>缺點：造價過高。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 優勢在於提高了演算效率。缺點在於它變相迫使建築師集中注意力於參數設計軟體的操作中，而非實際場地的空間感受上。 ● 快速直觀，但是上手有一定的難度，特別是解決複雜的結構問題。 ● 在運算形體上很方便，前提是邏輯要跟的上，比起傳統建築教育，參數還算是非主流 ● 可以用更多方法生成概念設計 ● 有固定解，且是可以自證的；但目前普遍由參數設計的建築和當地其他建築無法融合，看起來會蠻突兀的 ● 優點的話是能透過調整參數，創造大量形體，缺點的花是有時太過依賴數位工具，會被酷炫的形體給蒙蔽
	<p>對於本課程學習參數設計方法，有何提升學習成效的具體建議？</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● 或許此課程可以分為上下兩個學期進行教學，這樣可以使得學生在有基礎的情況下，進行更加進階的研究。 ● 希望教學方面可以更加系統一點，可能課程的知識點相對來說比較瑣碎，難以形成完整的知識架構 ● 需要加開進階課程 ● 需要更多個人學習能力 ● 可以出變化性多一些的習題或作業，在課堂上即時講解完指令後讓學生立刻思考其相關聯的多變應用 ● 可以以電池類型為分類教學，然後不必一次秀很多案例，或許，同學自行摸索會更容易理解其中的邏輯運算原理。 ● 我覺得可以在課程的最後（鼓勵大家一起幫忙講英文）討論大家對參數工具的看法，應該也滿有趣的 ● 如果下次課程能讓我們學生實際操作更多時間，可能公共空間或是貨櫃小空間等利用參數設計來從邏輯到實際放樣製造的話，相信會有更棒的成果。 ● 我認為老師一步教學生一步做的方法也許還適用，不過要真正摸熟一個軟體或設計工

			<p>具，單靠老師教肯定是不夠的。不是透過作業量而是讓學生自發性的去使用(例如工作營等)或許會有更好的成效。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 可以有更多自行操作設備的機會 ● 無 ● 未來的 C 組一定能以參數跟仿生做出更大的成就，我認為課程應該分為兩學期，上學期摸索各個數學邏輯，下個學期配合仿生思維，結合數學，做出設計 ● 課程適合有一定基礎的同學學習，增加課堂練習時間。
--	--	--	---