

五、結論與後續研究

5.1 結論

本論文的研究問題是探討在數位設計媒材：二維(2D)、三維(3D)、與動態(dynamic)媒材，與三類空間型態：實體(physical)、虛擬(virtual)、與網際(net)空間，之間的交互作用之下，如何獲得一些交互關係的現象。因此主要研究目標是以空間(spatial)與媒材(media)因子研究三類單元空間型態之間的交互關係(inter-relationship)，並且探討一些先期的整合三類空間之交互作用現象，次要研究目標是由於設計之目的與手法的不同，空間型態的可能組合發展。本研究以兩者並重的平衡方式進行研究，深入探討三類空間型態與三類數位設計媒材所共同建構之關鍵的關聯因子、關聯過程、以及交互關係的現象。整個研究分成兩大步驟：三類空間的實驗以及提出先期的整合三類空間之交互作用現象。三類空間的實驗包括實體、虛擬、以及網際空間，每一個空間型態的實驗都是以二維、三維、與動態等三類數位設計媒材呈現出空間的內容。實驗的因子是空間與媒材各自分別使用30個由文獻回顧推論而得到的因子。實驗的受測者劃分為以設計類學生為主的專業組，以及非設計類學生的非專業組，每組10人，總計20位學生，因此總共進行了6次實驗。實驗的第一個步驟是請受測者觀看由三類媒材共同呈現的空間內容，其次是勾選他們所感知到的空間以及媒材因子，接著請受測者連結有關聯的兩組因子，最後進行簡短的訪談請受測者進一步說明空間與媒材之間的關聯性。實驗結果的分析方法是先初步分析兩組受測者分別在三類空間實驗得到的成果，接著再進行綜合的比較與討論。研究的結果指出，空間與數位設計媒材的交互關係現象呈現出三個層次：空間與空間、媒材與媒材、以及空間與媒材。每個交互關係現象的層次也包含了三個向度：個別空間型態、空間型態成對比較、以及三類空間型態整體比較。

第一個交互關係現象的層次是空間與空間(圖 81)。在個別空間型態時，空間因子彼此之間的關聯性是透過媒材因子的中介而構成的，並且都是呈現出群組的關係。另外，每個類型空間都有其特有的，亦即沒有出現於其他類型空間之中的空間因子，例如實體空間是人群活動、尺寸、尺度、邊界、與封閉，虛擬空間是比例與開放，網際空間則是聲音、背景與圖案、與移動。在空間型態成對比較時，本研究發現的共同空間因子除了驗證了一些先前研究對於空間型態互動的不同觀點之外，也同時確認了空間型態的三個可能組合發展的現象：實體與虛擬、實體與網際、以及虛擬與網際。在三類空間型態整體比較時，各類空間的關鍵空間因子之多寡呈現出空間型態被認知的強度，亦即受測者對該空間型態之熟悉程度，實體空間最多，網際空間次之，以及虛擬空間最少。整體的關鍵空間因子呈現出三類空間共同的空間構成因子：光影、物件、形狀、透視、色彩、建築實體、水平與垂直元素、以及建築實體，這個成果說明了另一個空間型態的可能組合發展

現象：實體+虛擬+網際。那些關鍵因子也同時指出了三類空間的空間知覺(space perception)現象之特徵，這個現象會因為空間的特質而改變。因此，基於空間與空間之間的關聯性，三個基本的空間型態：實體、虛擬、與網際空間，繼續衍生出了另外四個空間型態：虛實共構的實體與虛擬空間、實體空間網路化的實體與網際空間、虛擬建築或虛擬城市的虛擬與網際空間，以及網路虛實共構的實體+虛擬+網際空間，本研究將此現象視為數位建築的七個可能的組合空間型態(archetypes)。

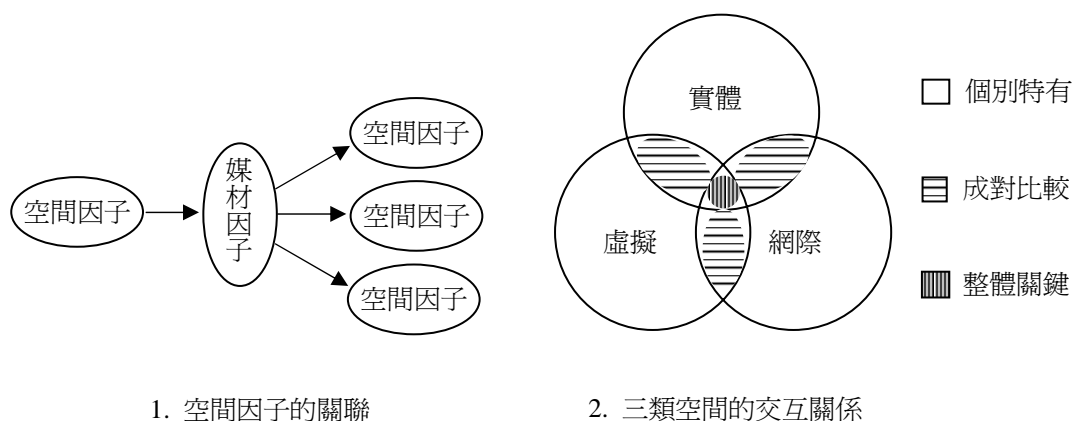


圖 81：第一個交互關係現象的層次：空間與空間。

第二個交互關係現象的層次是媒材與媒材(圖 82)。在個別空間型態時，數位設計媒材因子彼此之間的關聯性是透過空間因子的中介而構成的，並且都是呈現出群組的關係。群組當中的三維媒材因子的數量比二維與動態媒材的因子多，二維與三維因子的關聯性比較強，二維與動態以及三維與動態因子的關聯性比較弱。與空間因子比較，數位設計媒材因子串接比較多的空間因子，其扮演的中介角色比空間因子還要關鍵。另外，三類空間之中只有網際空間呈現出特有的媒材因子，包括二維媒材的音效，以及動態媒材的超連結與多媒體。在空間型態成對比較時，實體空間的關鍵媒材因子全部都出現於虛擬與網際空間之中，虛擬空間的關鍵媒材因子，除了多邊形之外，也都全部出現於網際空間之中，這個現象指出網際空間的媒材特質整合了其他兩類空間型態。在三類空間型態整體比較時，以空間型態的設計手法與設計目的而言，三類空間型態的媒材特質充分表現在每個型態的空間之中，這些媒材的特質影響關鍵媒材因子被認知的多寡，並且是越來越多的趨勢，實體空間是最少 7 個，其次是虛擬空間的 11 個，網際空間則是有最多的 13 個。因此關鍵數位設計媒材因子呈現出三類空間型態的數位化演變過程，換句話說，三類空間型態是越來越依賴媒材因子的特性表現其空間特質，這也是網際空間的媒材特質整合了其他兩類空間型態的另一個原因。在三類空間的整體關鍵媒材因子方面，三維的媒材因子主導了整體關鍵媒材因子，總共有 6 個因子，包括光線、陰影、明暗、材質、色彩、以及光源。除了色彩是二維媒材因子之外，其他都是三維媒材的因子，完全沒有動態媒材的因子。這些三維媒材的因子都跟表現空間的光線品質有關：光線、陰影、明

暗、以及光源。本研究的研究成果指出的三類媒材的關鍵因子以及三維媒材因子主導的現象不僅實質的補充一些先前的研究理論內容，也同時進一步發現三類媒材於三類空間之中的個別重要性，以及三類媒材因子之間的一些交互關係現象。

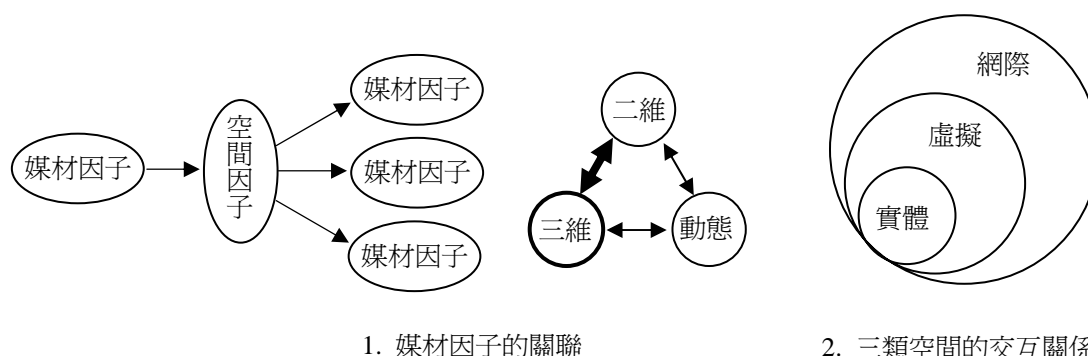
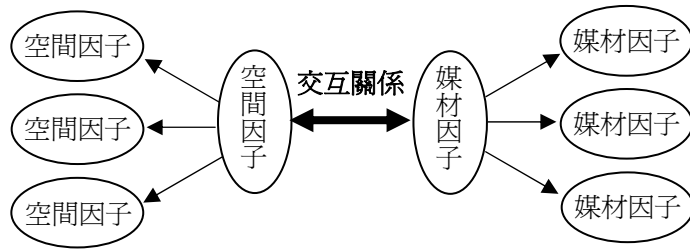
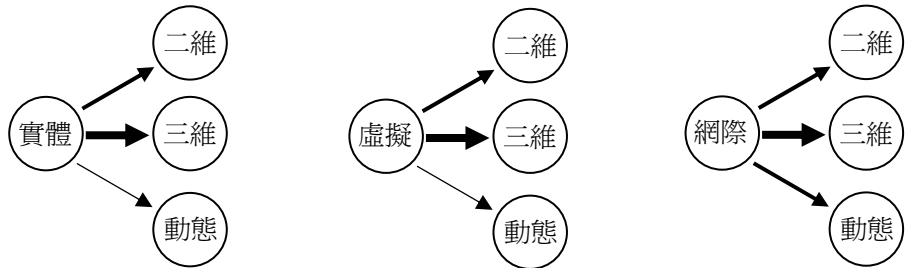


圖 82：第二個交互關係現象的層次：媒材與媒材。

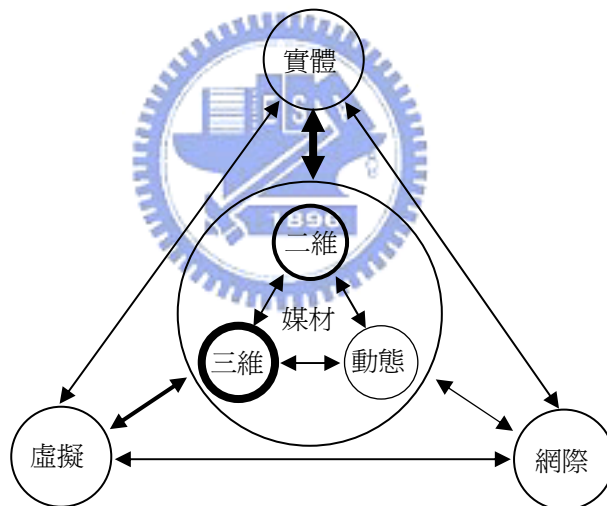
第三個交互關係現象的層次是空間與媒材(圖 83)。在個別空間型態時，空間與媒材因子之間的關聯都是分別以單一的因子連結另一組的一些因子，這些被連結的因子也形成了群組的關係。以三類空間型態分別與三類媒材的比較而言，三類空間不僅有其特有的媒材因子，三類媒材也有共同的關鍵因子。三類媒材因子對於空間因子的關聯強度在實體與虛擬空間是相同的，依序是三維、二維、與動態媒材，在網際空間時則是三維最高，二維與動態媒材相差不大。在空間型態成對比較時，由兩組受測者的訪談內容可以得知網際空間的特質，以網際空間的使用經驗說明空間與媒材因子的關聯性；媒材因子即時反應空間因子的特性；以及媒材因子的功能形成空間因子的特性。在三類空間型態整體比較時，空間與媒材因子關聯的連接因子總和以及連接次數的總和都是實體空間最高，虛擬空間次之，網際空間則是最低。三類媒材因子的關聯強度依序是三維、二維、與動態媒材。兩組受測者在訪談的主要差異在於，專業組會以比較專業的觀點來敘述空間與媒材的關聯性，例如將空間與媒材因子的關聯性視為空間感的形成過程；以視覺原理說明空間與媒材之相關性；以及類比實體空間的現象說明虛擬空間與媒材因子的關係。因此，由前述的交互作用現象可以得知空間型態的特質是由空間與媒材之間的關聯性所共同建構而成的，換句話說空間與媒材之間的交互關係現象不僅是我們認知數位化空間型態的基礎，同時也是建築設計認知行為的核心。



1. 關聯的模式



2. 個別關聯 → 強 → 中 → 弱



3. 整體關聯

圖 83：第三個交互關係現象的層次：空間與媒材。

5.2 研究貢獻

近年來在數位設計媒材與建築設計過程的研究著重於工作上的新技術、設計表現工具、設計思考媒材、與新的溝通方式等，缺乏深入的探討各類空間型態與數位設計媒材之間的關聯性。本研究的研究成果彌補這個未被重視的研究範圍，並且提出了一些三類空間型態與數位設計媒材之交互作用所產生的交互關係現象。本研究的研究貢獻是首先在日益龐雜的數位化連結的空間之中，釐清基本的單元空間型態之特質：實體、虛擬、與網際空間。其次，指出三類空間在交互作用之後所衍生出的四類可能組合空間型態：虛實

共構的實體與虛擬空間、實體空間網路化的實體與網際空間、虛擬建築或虛擬城市的虛擬與網際空間，以及網路虛實共構的實體+虛擬+網際空間，本研究將這些特質視為數位建築的七個可能組合空間型態。最後，依據這三類空間的個別與相互比較時的特質，建構空間型態與數位設計媒材交互作用之下的先期整合交互關係現象。

5.3 研究限制

首先是三類空間的實驗方面，實驗的因子不足，本研究在空間與媒材因子僅分別使用 30 個因子做為實驗的依據，空間因子也沒有像媒材因子一樣的分類方式，無法全面且對等的深入探討兩者之間的關聯特質。由於兩組因子都是以文字定義，受測者在選擇的過程容易發生混淆的現象，特別是在連結兩組因子的實驗步驟時。其次是受測者的數量略少，專業組與非專業組受測者各 10 人，總共只有 20 人，因此在實驗結果的比較分析時，本研究也只能夠以簡單的統計方式進行研究，沒有利用更高階的統計方法解析研究的結果。接著是實驗案例的選擇會影響到實驗的一些結果，本研究缺少評估選擇實驗案例的準則，僅依據本研究對於三類空間型態的定義，以及三類數位媒材的呈現特質找出適合的實驗案例。在實驗結果的方面，由於只要求受測者勾選以及連結兩組因子，沒有請受測者明確指出實驗內容的何種呈現媒材的特質，亦即缺乏視覺化的實驗成果，形成略為抽象的比較分析過程以及結果。



5.4 後續研究

為了有機會修正與確認先期的交互關係現象，後續研究可以從以下的面向發展：

1. 視覺化的實驗結果：由研究的限制中得知，受測者是感知被三類媒材所視覺化的空間與媒材因子，但還是必須選擇或者連結以文字描述的兩組構成因子，認知的過程必須轉換形成認知上的一些負擔。後續研究可以直接紀錄受測者所看到的特質，不論是靜態的或者是動態的，一方面避免受測者混淆提昇實驗階段的品質，另一方面可以更深入的了解兩組因子之間的交互關係。
2. 各類空間型態的交互關係現象研究：本研究目前只是初步的研究三類空間在空間與數位設計媒材之間的交互作用現象，後續研究可以依序針對個別的空間型態全面的深入探討關聯性的議題，接著再深入的比較分析每個類型空間的研究成果，如此空間與數位設計媒材之間的交互關係才能夠深化到數位建築的理論，以及建築設計的應用層面。
3. 建築設計的案例研究：本研究除了在文獻回顧有論述一些先前的案例之外，明顯缺乏其它案例的討論。本研究發現之關鍵的關聯因子、關聯過程、以及整合的交互關係現象可以應用到其它的案例研究，一方面檢驗先期交互關係現象的適用性，另一方面更多的

案例研究才能進一步修改先期的交互關係現象。

4.原案分析(protocol analysis)：原案分析是研究設計者如何在進行設計的之後，回溯其設計過程的相關細節。本研究僅以一般經驗性的實驗取得研究資料，因此資料的來源不夠完備，也就是僅止於空間使用者的空間認知實驗，沒有將建築設計過程的認知行為部分納入。這方面資料的取得會使本研究目前的先期整合交互關係現象更加完備，並且進一步提出數位空間型態與數位設計媒材所共同建構的互動理論模型。

5.可能空間型態的深入研究：依據先期整合的三類空間型態之交互關係現象，本研究將接著探討可能空間型態之案例研究。本研究提出基本的單元空間是實體、虛擬、與網際，可能的空間組合格態是實體與虛擬、實體與網際、虛擬與網際、以及實體+虛擬+網際等四類。案例的類型分別是實體+虛擬=虛實共構，實體空間已經建造完成，但未建造的部分以虛擬的方式呈現；實體+網際=實體空間網路化，在網路上以文字、圖形、或圖像呈現已經建造完成的實體空間；虛擬+網際=虛擬城市與虛擬建築，在網路上建構想像的、與實際關聯性低的建築空間或城市；實體+虛擬+網際=網路虛實共構，結合前述三類的空間型態。可能空間型態的深入研究不僅能夠驗證先期交互關係現象，也同時能夠釐清更多的其它空間型態，甚至進一步指出建築空間設計的新方向。

