

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

建築空間運用「實虛共構」觀念做為互動或

溝通介面的設計與構築方法研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2221-E-029-028-

執行期間：2007年 08月 01日至 2008年 07月 31日

計畫主持人：邱浩修

共同主持人：

計畫參與人員： 聶郁中 簡智威

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：東海大學建築學系

中 華 民 國 97 年 7 月 31 日

建築設計中運用「實虛共構」觀念做為互動介面的構築方法研究

Research on Design and Tectonic Methodology of Architecture as Interface through Hybrid Construction

計畫編號：NSC 96-2221-E-029-028-

執行期間：2007年 08月 01日至 2008年 07月 31日

主持人：邱浩修 東海大學建築學系

Email: hchiu@thu.edu.tw

計劃參與人員：聶郁中 簡智威

一、中英文摘要

資訊與網路通訊科技的進步使得人類實質與認知活動模式有了根本的改變，傳統建築與環境設計方法在功能性、技術性與美學等層面已經逐漸無法符合時代變動的要求，因此今日許多前衛建築師開始運用各種新媒體技術探討更能反映體驗經濟時代適切的新設計概念與方法，從虛擬實境、延伸真實到實體與數位虛擬環境結合的實虛共構設計方法，產生許多如資訊建築(Information Architecture)、互動建築(Interactive Architecture)、介面建築(Media Architecture)或混成建築(Hybrid Architecture)等新的相關設計觀念，互動性(Interactivity)和回應性(Responsiveness)已成為探索為未來建築空間設計的重要思考與創作方向。

本研究透過對當代「實虛共構建築」的質性分析，從伊東豐雄早期的風之塔(Tower of Wind)、Diller 與 Scofidio 的混沌建築(Blur Building)到 Cloud 9 最近的棲息旅館(Habitat Hotel)等十數個代表性案例，歸納出「輕逸」(Lightness)、「移形」(Morphing)、「觸發」(Activating)和「網絡」(Networking)四個關鍵性的設計構築主題，並依此主題探究案例間構築表達(Tectonic expressions)與設計意涵(Design conception)在結構、功能、美學意義上之整體關連，經由討論材料運用、組構方法和互動機制等構築因子，系統性地了解隱含的實虛共構設計模式(Design patterns)，以期幫助設計者能更有效地探索實體空間與虛擬空間疊合時產生的可能空間構造模式與其相對應的設計詮釋，進一步創造數位時代所應具備的空間特質。

關鍵詞：實虛共構設計、互動式建築、數位建築、數位構築、數位設計方法

Abstract

Information, telecommunication and interaction technologies have fundamentally changed the patterns of our everyday activities. Traditional methodologies for designing architecture and environment started to fall short of addressing the emerging needs of new functions, techniques, and aesthetics induced by hybrid

(physical and digital) lifestyles. Pioneering architects have therefore been engaged in exploring the potentials and methodologies of integrating new media and technologies into architectural forms and systems. From virtual reality, augmented reality, to hybrid design approaches combining digital and physical entities, new techniques have brought novel design concepts like information architecture, interactive architecture, hybrid architecture, and so forth. "Interactivity" and "responsiveness" became a critical approach of forward-looking architectural thinking and practice.

This research therefore intends to provide a comprehensive framework of design methodologies through mapping the tectonic patterns of responsive architecture. By qualitatively analyzing a series of critical responsive buildings from Ito's early Wind Tower through Diller and Scofidio's Blur Building to Cloud 9's recent Habitat Hotel, tectonic themes of "lightness", "morphing", "improvisation", and "networking" are set to elucidate methodological relationships between their tectonic expressions and design concepts. Based on these designated themes, manipulation of materiality, techniques of construction, and mechanism of responsiveness in the studied cases are comparatively discussed and demonstrated. The objective of this research is, on one hand, to contribute a systematic design roadmap rather than just a theoretical argument or technological reference for practicing emerging hybrid tectonics of responsive architecture. On the other hand, we also argue the importance of tectonic consistency and offer evidences in combining physical components with digital configurations in order to achieve poetic expressions of structure, function, as well as aesthetics so that genuine spatial quality for digital era can be truly revealed.

Keywords: responsive architecture, media architecture, interactive architecture, hybrid tectonics

二、研究源起與目的

透過實虛共構設計之「互動性」(Interactivity)的概念近年來已經成為國際上前衛建築研究及創作的焦點，成為數位建築發展另一個新趨勢，數位技術的持續發展使我們預期未來建築設計的重心將不僅是空間、量體的建造，而且是介面、軟體的建造，未來建築師所要面對的主要設計挑戰將會是如何根據不同的設計條件，適切而靈活地轉換運用可觸知與不可觸知的實體(材料、物件、表皮、空間等)與虛擬(影像、聲音、網路、資訊流等)設計元素的同時，如何忠實呈現實虛共構設計在數位技術、新生活機能與形式美學結合的構築一致性(Tectonic Consistency)，並思考透過這種一致性怎樣反映出建築在數位時代的新價值與意義將是釐清所謂「數位建築」的重要契機；諸多前衛建築師的設計案均試圖以不同的概念整合科技、美學與功能於建築內與外之間的介面上，透過敏感(sensitive)、智慧(intelligent)、即時(Improvisational)、互動(Interactive)的動態皮層設計超越了建築的實用主義範疇，將建築的時代議題由從現代主義「功能空間的理性創造」(Form follows function)轉化為情感與意義的交換的「訊息與視覺經驗」(Form follows communication)，為資訊及影像時代勾勒出建築形式的新表情，但從理論到實踐的過程間，需要更系統性的架構和方法，來了解實虛共構建築在「技術」、「機能」和「美學」三個建築要素間如何能夠一致地呈現「介面建築」以「互動」(強調溝過程)及「訊息」(強調溝通內容)做為數位時代建築設計典範的必然性，據此，本研究將借用建築理論家 Kenneth Frampton「構築」的觀點討論「數位構築」(Digital Tectonics)的方法架構，一方面在建構建築設計領域以數位(及資訊)為創作材料或結構方式，而非僅被視為為形式操作工具或隱喻性的哲學思維的設計論述基礎，另一方面探索實體空間與虛擬空間疊合時產生的可能空間構造模式(Spatial and Constructive Patterns)與其相對應(結構、功能、美學上)的構築意義，做為「介面建築」(Interfacing Architecture)或「實虛共構建築」(Hybrid Architecture)設計參考。

三、國內外文獻回顧

過去十年來對資訊科技影響建築思維發展極為關注的義大利Antonio Saggio教授透過Birkhauser出版社出版了由他主編的數位建築系列叢書系列，如Hyper Architecture、Light Architecture等數十本以案例引介及建築論述為主的小冊子，在學術界引發一連串更嚴肅的討論及研究，另外像是荷蘭研究機構V2_lab以跨藝術、設計與科技的宏觀的角度切入空間、建築與都市間的數位性思考，在其出版的超都市主義(TransUrbanism¹)一書中直指場所不再由地理及建築的邊界所界定，當像素(pixel)與混凝土(concrete)的融合在各個層面都無所不在的今日，城市成為由經驗、生活型態、休閒消費、對話溝通以及媒體介入所構成的事件場域，而建築則是中介這種新轉變的要角，密西根大學建築系副教授 Malcolm McCullough 於 2005 年所出版之“Digital Ground - Architecture, Pervasive Computing, and Environmental

Knowing” 一書則企圖以架構性方式探討互動概念在建築及環境設計應用的原則及方法，從認知和環境行為的角度探討因數位資訊發展而產生人與建築的新關係，認為了解並運用人與人(social context)、人與物(functional context)及人與環境(situated context)的認知涵構關係，從基本文化、經濟與認知心理的角度說明實體的場所涵構才是互動設計的操作思考核心，因而提供一些機能與行為模式的設計準則。而國內對於運用實虛共構觀念、互動設計與建築設計之關連研究，有交大建研所數位設計組及成大資訊建築研究室，另外在互動設計領域如雲科大設計運算所等亦有相關之創作與研究，主要為討論新互動媒體技術在實體環境功能或情境上的可能創新應用模式，出版之研究方向則與其個別應用相關之技術與理論基礎相關。

四、案例中之構築主題與模式

4.1 實虛共構建築的構築主題

本研究從 18 個案例之型態表達及互動機制分析，歸納出四個重要的構築主題，分別是「輕逸」(Lightness)、「移形」(Morphing)、「觸發」(Activating)和「網絡」(Networking)，個別之案例並非獨立屬於某一主題，而通常是同時具有不同的構築特性，不過為了說明的清晰性，研究中仍以特定案例來解釋每一構築主體下的構築方法及模式。

4.2 輕逸構築 (Tectonics for Lightness):

構造方式的持續進步，結合數位媒材轉瞬即逝的視覺特性，形態上的「輕逸」成為資訊溝通時代建築形式呈現的重要構築議題，對比於現代主義建築師持續透過鋼鐵玻璃為材料試圖創造空間的透明與流動性，並以內部空間構成的連續性為主體的靜態輕盈來強調機能空間的效率，當代實虛共構建築的輕盈則屬於與外在環境狀態關聯的動態輕盈，重視建築形態上的即時性與變動性，這種「動態輕逸」的構築基本上透過幾種方式達成：

(1) 形體的模糊化 (Blurring of Volume)

運用非物質性或變動的設計元素如光線和水等創造形體和邊界的模糊及懸浮效果。伊東豐雄早期的風之塔是典型的成功案例，伊東將霓虹光環設計在外部金屬鋁沖孔板和舊的都市通風塔體表面之間，早上鋁板反射大部分太陽光線，讓建築體變成不透明的完整筒狀形態，傍晚層層相疊的光環則穿透鋁板形成透明的媒體皮層，並隱約可見內部原有的方形塔體以及表面與塔體間的空間，讓建築量體整個浮在空間之上，並使光線亮度與顏色會隨著外在條件(如風速與環境噪音等)的產生漸變，使量體邊緣和透明度持續處在視覺的變動狀態中，一方面讓建築形體融入環境涵構中，動態地反映都市的流動狀態，另一方面則模糊了圓柱體造型的確定性，進而產生量感消逝的輕逸感。

Diller 與 Scofidio 則在 Blur Building 設計案中把這種

「模糊」的設計策略推到另一個極限，他們利用 31400 顆高壓灑水噴頭噴出水霧，籠罩整個建造在湖面上的巨大金屬結構體，整個建築體沒有重量、沒有方向感、沒有距離感、也沒有空間邊界，違反了一般建築形態的構築邏輯，水霧做為材料在形態上的捉摸不定 (mutability)、模糊 (fuzziness) 和漸弱 (fading) 本質，帶出整體輕逸的動態視覺意象，也一併顛覆了建築長久以來藉由牆、柱等表達永恆性的構築清晰性原則 (rationale of tectonic articulation)，數位在此扮演了「連續地」感測環境變化並忠實轉譯為建築型態的中介角色，而這種感測-回應「不斷變動/不可預期的連續性」已經宣告了建築一種新的、超越形態的流動本質。

(2) 輕薄與無縫皮層 (Sheer and Seamless Skins)

另外一些案例基本上維持了幾何形體的完整性，但建築皮層系統在實體結構層上卻試圖透過另一種表皮構成的輕薄 (skinny)、無邊界 (borderless) 及不可見 (invisible) 等視覺構築技巧，配合媒體顯示層的影像 (image)、紋理 (pattern) 和資訊經常的動態變化，創造轉瞬即逝的速度感。AG4 在德國 Bonn 的 T-Mobile 電信公司區域總部就專注在媒體立面 (media facade) 的系統構築設計上，將 25 萬顆高亮度的發光二極體 (light-emitting diode, 簡稱 LED) 成排地嵌入細金屬擠形溝槽中，並刻意拉大溝槽間的間距，最後將其固定於玻璃立面的框架之上，這個媒體顯示層平常從遠距離觀看幾乎像看不見的透明薄紗，在播放影像或動畫時，透過控制影像像素的亮度及顏色，視覺仍可局部或全然穿透到內部空間，並刻意削弱建築立面厚實的量體邊框，使數位影像自然而無接縫地 (seamlessly) 融入建築內部和外部環境，讓巨大的幾何形體失去應有的視覺重量。Cloud 9 的棲居旅館 (Habitat Hotel) 案例中，則以披覆而非緊貼的方式完成，不銹鋼纜繩索構成的網格如穿衣一般自然吊掛在建築形體之上，產生諸多曲線與稜線變化，以一種更柔和的姿態視出內部的結構形體，這第二層建築師稱為「能量網格」 (energy mesh) 的立面皮膚，結合太陽能板、感光器與 LED 燈在直徑約 25cm 的盤狀網格節點內，會在日間透過感光器吸收太陽能，到了晚上就依照所吸收的能量大小釋放出不同顏色的亮光，在動態吸收與反映外在光線變化的同時，形成如繁星般的天幕 (starry sky screen) 成為建築體的軟輪廓 (soft profile)，使人產生與自然環境融合的輕盈視覺聯想，因此「輕」就以自然垂掛的薄皮層以及稀疏光點網格的視覺隱喻被體現。

(3) 自然流動現象的擬態 (Simulation of Natural Fluidity)

透過控制和轉譯流動的自然現象是另一種輕逸構築的方法，渡邊誠在 Fiber Wave 地景設計案中更直接經由 4 至 5m 高的細長碳纖維桿，上方裝設 LED 燈頭靠著柔軟而有彈力的桿身支撐，在周圍微風吹動時做往復的波浪運動，以搖曳的植物形態來表現原本不可見的連續流動狀態，形成一個實體/虛擬、自然/人工交錯共存的敏感場域 (sensitive ambience)。

從模糊化建築形體、超薄媒體皮層到自然擬態，「輕逸」構築不僅是一種形體的無重量或材料結構上去物質化的視覺感受而已，在電子時代中，實虛共構建築所強烈意圖表達的輕逸狀態是自然 (動態事實)、資訊 (即時信息) 及建築形體 (靜態真實) 三者之間經常的流動狀態，建築元素被轉化為 James Wines 所指的「接收和傳遞大量資訊之濾鏡」，用以即時呈現內部與外部不斷變動的關聯與意義，這種「溝通介面」超越了工業時代以降建築在都市中只是一棟棟獨立的功能機器的設計典範。

4.3 移形構築 (Tectonics for Morphing):

媒體皮層 (media facade) 多利用數位方式控制光線或影像的變動來達到溝通和互動的效果，因為成本上較經濟與技術上也比較單純，然而，以「實體或類比」之動態皮層或結構 (kinetic surface / structure) 的形變來傳遞訊息或進行互動，則賦予建築更進一步語言和形體表達上的彈性，使溝通的感知層面延伸至視覺以外 (如觸覺) 的可能，並在機能上發揮如動態適應環境條件等實質作用；近年來因為互動觀念技術的逐漸成熟，開始出現一些運用移形技巧的建築與實驗原型 (prototype)，這些案例中的移形主要透過三種構築方式完成：

(1) 實體像素 (Tangible Pixels)

實虛共構的建築立面系統除了運用高解析的媒體皮層外，亦常刻意以低解析度的實體像素來表現，Jean Nouvel 在巴黎的阿拉伯文化中心 (Institut de Monde Arabe) 建築立面透過 240 個金屬模矩上如攝影鏡頭光圈一般的圓形孔洞 (sun control diaphragms)、光感應器和大量的驅動馬達讓孔洞隨陽光改變自動地開合，每一個獨立「像素」不僅僅被設計成所謂的智慧化感應單元，同時更是整體立面圖像設計的一部分，三種不同直徑尺寸的孔隙 (aperture)，一方面動態地控制著室內進光量，另一方面藉由圓與方之幾何排列映照出不斷變化的伊斯蘭文化圖像，充滿現代感的金屬材料與複層玻璃、高科技的互動裝置加上傳統文化的圖騰象徵，建築師超越了抽象的空間美學，直接訴諸構築的直觀經驗。dECOi 所設計的 Aegis Hyposurface 則更進一步發展出立體化實體像素，三角形金屬板接合成連續的拓樸表面，由背後 896 個電腦程式與馬達控制的氣壓活塞 (pneumatic pistons) 推動，每支活塞推動速度高達每小時 60 公里，上下位移量可達 50 公分，帶動表面形態從一個狀態到另一個狀態的連續移形 (morphing) 漸變過程，藉由像素間的連動關係讓恆常變動、未定的 (indetermined) 建築型態得以實現，並可即時反映外在環境的改變 (移動、聲音、光線等)，此表面原型將 Greg Lynn 探討以時間為基礎的建築動態形體 (animate form) 霎時間從純粹 3D 軟體能力的凝態，躍出螢幕成為可觸知 (tangible) 的真實流動實體。

(2) 撓曲表面 (Pliable Surface)

相較於上述以實體像素單元的重複組合來形塑動態建築表面，移形構築中另一種運用材料本身的可撓曲物理特性做為制動(actuating)機制，達到皮層的移形目的，則更忠實呈現物質性(materiality)結合互動性(interactivity)之實虛共構美學，其中代表性的案例是年輕建築團隊 The Living 的互動建築原型「Living Glass」，將通電會產生形變的記憶金屬(SMA)細線(Flexinol)嵌入灌製成的塑性矽膠表面內，當人靠近這透明矽膠表面時，紅外線感測器將距離訊號透過微晶片控制轉成金屬線通電電流量，並開始收縮擠壓部分矽膠表面，進而讓表面上的平行切縫因扭曲而放大，人愈接近這片「活玻璃」，孔隙就愈開啟，反之則關閉，矽膠及記憶金屬材料本身的延展特性，被交互運用形成可撓曲之軟性介面，如同人體皮膚一般敏感地隨著環境變化(使用者的室內活動)，即時收縮與舒張表皮孔隙來「呼吸」(調節空氣的流動與溫濕度)，這個構築機制在功能和美學上呈現出高度的仿生特質。

(3) 可變結構 (Flexible Structure)

除了建築皮層的移形技巧外，如同自然界中的各種生物形態，可變動的三度空間結構開啟了建築中達到「動態平衡」的可能，oframBFRA 主持建築師 Tristan d'Estree Sterk 同樣利用記憶金屬構件與輕質金屬桿件/線材的空間結構組合，結合各種感測器感知不同環境變化來改變空間尺度和形式，如感測到人數增多而讓記憶金屬通電而收縮，進而使整個結構張開增加空間使用量，相較於絕大多數現代建築中的固定剛性結構系統，這樣的可變結構嘗試以動態地平衡張力與壓力之「肌肉與骨骼」柔性建築構架系統，同時達到結構的適應性(structural adaptability)、功能需求的即時性(on-demand performance)以及動態美學(kinetic aesthetics)的整體構築目標。

移形構築策略從點的組合(實體像素)、線的延伸(可變結構)、到面的轉折(撓曲表面)，不同的構築方式對應到不同的互動設計目標，實體像素適合低解析度的動態圖像與質感(dynamic patterns and textures)呈現，可變結構注重形變前後機能與形態的差異對比，撓曲表面則利用材料屬性進行自然形變的構築表現，但是三者皆一致地在形態上強調「轉換過程」的美學，亦即「時間」與「形體變動」之間視覺動能的連續呈現，讓建築不再只是凝固、穩定的抽象語言構成，而是流動、活潑的主動敘事經驗，另外在功能上則強調「適應性」，透過移形前後的形態差異(如開啟及關閉)來回應內外環境條件的改變，以完成空間或結構的即時優化(on-demand optimization)目的。

4.4 觸發構築 (Tectonics for Activation):

「輕逸」與「移形」兩個構築主題詮釋了互動建築在形式上的時代特質，但實虛共構建築師不僅僅在創造特定的新形式語言，更在探索建築以互動做為形式經驗的新設計典範，因此討論「觸發構築機制」可進一步說明實虛共構建築在互動行為上的構築意涵；若對

應到 Schmidt, Beigl & Gellersen 將情境感知(Context-Awareness)歸類為人為因素感知(Human factor)及物理環境感知(Physical environment)兩種，則實虛共構建築的觸發機制也可大致區分為參與觸發(participatory activation)和適境觸發(adaptive activation)兩個類別：

(1) 參與觸發 (Participatory Activation)

參與觸發機制是透過「人為自發性意志」所加諸的控制或互動行為，由參與者或使用者主動決定觸發的時間、程度甚至方式等，藉著沉浸在參與過程的互動經驗之中，引發參與者個人對指涉對象或主題的動機興趣，並產生情感及認知上的連結。Rem Koolhaas 與 IDEO 合作設計的紐約 Prada 旗艦店中，更衣室的設計便是在顧客進入更衣空間後，原來(通電狀態)透明的(液態水晶分子控制)玻璃門變為(斷電狀態)不透明以增加隱私性並告知使用中狀態，同時啟動多部即時攝影機擷取更衣者影像，利用影像遲滯讓原本看不見的更衣側面與背面，能夠在同時是鏡面也是螢幕的正面被顯示出來，另外若將試穿衣物掛在其中的衣架上，RFID(無線射頻辨識系統)讀取器會自動辨識衣服上的 RFID 標籤，從庫存資料庫中顯示它尺寸、顏色、風格花樣的選擇性，以及如設計師等等相關資訊，一連串精心設計的個人互動更衣經驗目的在建立消費經驗的差異化。另外在 Blur Building 案例中最後未被真正實現的設計概念，Diller 與 Scofidio 試圖藉由預先輸入之個人資料(personal identity)庫，結合穿戴在參觀者身上具有感測器與震動裝置的智慧雨衣(braincoat)，形成空間中的社交雷達(social radar)來視覺化匿名和偶發的親近感(intimacy)，若比對之相似度極高，LED 燈的亮光及震動器的振動會刺激進一步對話的可能，這個設計策略刻意在沒有辨識性的空間狀態裏，將建築在過程中化約為類似舞台或背景的低限角色，參與者純粹依賴無所不在的運算(ubiquitous computing)科技把不可見的資訊，化為中介人與人的觸碰機會。

這兩個案例說明了參與觸發機制透過事件變數(event parameters) — 人的距離、位置、動作、接觸等「空間關係資訊」的感測，交互連結參與者身分變數(identity parameters) — 如興趣、性別、喜好、身高體重等「屬性關係資訊」，有意識地發掘與聯繫個人與周圍人、事、時、地、物不斷變動的隱藏因子，前者將觸發機制置入(embed)實體空間中的常態事件或境遇(habitual situations)創造生活化的使用便利經驗，後者則相反地刻意抽離對實體空間的依賴，突顯電子裝置結合人體感官的新神經網絡身體(hyper body)漫遊於實虛共構空間的集體社交經驗。

(2) 適境觸發 (Adaptive Activation)

適境觸發與參與觸發不同之處在於以「非人為自發

性意志」的環境感知來啟動反饋機制，著重在對外界偶發性或週期性環境變數 (ambient parameters) 的適切回應，如風之塔、Blur Building、棲居旅館或阿拉伯文化中心等，皆將對物理環境條件變化的感知結果即時轉化為特殊的形式表現，建築形態為了舒適性的滿足、永續運作的目的、呈現特定溝通信息與美學等等，而利用科技持續地偵測環境資訊的流動，不斷「自動」調整表皮、空間、結構的原貌來改變主體(人)與客體(環境)的固定關係，把構築重點放在情境感知的回應性 (re-activity) 而非如參與構築的互動性 (inter-activity) 上，因此成為所謂「自動 (autonomous) 化」或「智慧 (intelligent) 化」建築的核心構築策略。

另外，案例中的參與和適境觸發機制若是按照觸發的「時間頻率」來看，則又可分為：

(1) 偶發性觸發 (Accidental Activation)

感測隨機的變動資訊做一次性地即時回應，目的在製造與環境的視覺對比來產生情境焦點以吸引觀者的注意。

(2) 間歇性觸發 (Periodical Activation)

根據環境的週期變化來改變形式，以告知情境信息 (inform contextual knowledge)，或是達到該情境下使用的最佳化狀態。

(3) 連續性觸發 (Continuous Activation)

會隨著環境的持續變化不斷地做自我調整，在設計主體與環境涵構之間彰顯同步的流動關係，或維持使用的最佳化狀態。

運用不同的觸發頻率可以滿足不同的互動設計目標。

4.5 網絡構築 (Tectonics for Networking):

當互動透過網路連結而發生在不同的實體地點，或是發生在實體與虛擬環境之間，而資訊是由網路中連結、取得與交換，此時實虛之間的距離不復存在，牆可以是延伸而非界定，物可以是流動節點而非功能物件，這樣的實虛共構建築空間之網絡構築模式可就以下幾個類別來討論：

(1) 資料反饋 (Represented / Data-driven Hybridization)

漸進線 (Asymptote) 建築事務所所設計的紐約股市虛擬證券交易所 (NYSE Virtual Trading Floor) 即是此類作品的代表，建築師 Hani Rashid 設計了一個純數位化的虛擬資訊環境和另一個相對應的實體使用空間 (physical counterpart)，虛擬證券交易所是從變動的資訊中取得如公司股價、交易量、交易時間等交易員所需要即時監控掌握的相關資訊項目，視覺化成三向度的影像拼貼、物件形式、動態元素等虛擬語彙，如股價變動的折線圖變成空間中流動的帶狀元素，來組成一個可以透過視點並置及轉換去即時經驗的資訊地景 (datascape)，透過數位媒材空間與時間向度上的形態操作，來描繪 (mapping)、比較與關連網路或真實世界中不可見的隱含信息，不企圖重現實體空間中具有的特質，而單純以的資訊創造另一個獨立存在的視覺空間。

(2) 異地連結 (Connected Hybridization)

在地 (local) 與異地 (remote) 的活動涵構 (habitual context) 透過網路攝影機的即時影像或其他遠距互動機制，根據設計需要被同步或非同步地連結與延伸，實體空間元素如牆面、家具、生活物件等等轉化為接觸的視覺與行為介面，來中介兩地間的溝通互動，典型的案例如 Jeffrey Huang 所設計的駐波士頓瑞士領事館 (Swisshouse)，Swisshouse 將一座舊磚造超市改建為可供分布全球各地瑞士籍知識分子知識交流的資訊交換中心 (information hub)，預計逐步連結世界各國做為知識節點 (knowledge nodes) 的其他瑞士領事館，其中內廳裝置了 10 英尺高 18 英尺寬的落地背投影膠膜玻璃牆，平時做為一般室內霧面玻璃隔間，也隨機或隨需要切換到「地圖模式」投影顯示登入虛擬網路或進入各地實體領事館的會員即時狀態，或是切換到「空間連結模式」，將遠端之空間影像連結到在地空間中，並精確調整網路攝影機之位置視角使遠端近端天花板及地板相接，刻意在視覺上造成相互延伸空間的效果，這種實體牆面結合大尺度數位螢幕的共構方式，在功能上嘗試超越原本一般視訊會議系統以連結兩端「人的對話溝通」，轉變為連結兩端「空間的活動事件」甚至「空間的氛圍情境」為主要目的，在美學意義上更呈現空間元素中牆/非牆、靜止/流動、阻隔/延伸之間的多重解讀，而這種因網路造成之異地共構空間，使得建築場所的角色得以從「居住的機器」成為「溝通的網結」，或者如設計者自己所稱的「可居住的介面」 (inhabitable interface)。

(3) 混成衍生 (Augmented Hybridization)

Kas Oosterhuis 於 Delft 大學所領導設計研究團隊 Hyperbody Research Group 在 2000 年義大利威尼斯建築雙年展中所提出的 Trans-ports 案即是這類「混成衍生空間」之共構概念原型，展場的實體空間裝置乃由 CAVE 立體投影系統模擬出動態結構 (active structure) 與充氣肌肉皮層 (pneumatic muscle skin) 所構成的資料反饋展示館 (data-driven pavilion) (最後實體的動態結構及充氣肌肉構築方式在 Muscle NSA 設計案中被實踐出來)，網路空間中也存在著此一結構的虛擬對應版本與之相連結，藉由六種不同的遊戲設定模式讓實體與虛擬空間內的參觀者透過互動來即時改變實體與虛擬空間的內容及形體，亦即透過網頁中的網路即時遊戲，各地的使用者可以改變實體空間的狀態，反之實體空間中的參觀者透過感應器感應人的移動、接近、觸碰可同步改變虛擬空間的狀態，藉由程式化的網路環境做為媒介，將身體、結構、皮層乃至於空間，與資訊內容、資料庫、運算系統與軟體介面進行緊密之連結衍生，如同細胞、器官、組織等與感知及神經系統合作一般，持續地進行超越實虛界線的動態信息交換，因此實虛之間即自然混合衍生成一種有機的神經網絡身體 (Hyperbody)。

網絡構築策略的應用目的在於打破實體與虛擬環

境之間的限制疆界，「資料反饋構築」轉譯複雜而不可見的實體(或虛擬)資訊成可瀏覽的經驗形式(navigable form)，「異地連結構築」藉影像同步化模糊時間與空間差異，來中介與拼貼全球網路文化下各種事件與情境，「混成衍生構築」則試圖包含前兩者，將實虛視為一融合共生之有機的關聯系統，彼此為共同目的相互支援、流動及對話；三者皆使建築空間超越實體場域(site-specific)的地點性(locality)與尺度(scale)的限制，感官經驗便逸出以身體運動為基礎的類比空間(第一空間)，也超越擬像的數位空間(第二空間)，而游移在實虛共構的「第三空間」存在狀態。

五、 研究結論

21 世紀的建築應該反映資訊社會的時代特質，現今我們可以發現數位化的思考及應用，使建築材料愈來愈輕盈、形體愈來愈自由、功能愈來愈多元以及反應愈來愈擬人，實體空間與數位環境共構的互動設計思考，主要在操作感測(輸入)的對象、方法以及回應(輸出)的策略、意義，來賦予建築一個新的敘事形體與經驗過程，建築空間及物件則成為互動過程中流動資訊的中介觸媒(catalyst)，綜觀上述研究的案例，「輕逸」、「移形」、「觸發」和「網絡」的構築模式指出了實虛共構建築的幾種可能發展策略，在不同的設計議題及目的下，這些構築策略應該更靈活地被混成來創造出更豐富的建築表達，可以確定的是，建築被賦予的互動性特質以及實虛間轉換的巨大彈性，成為建構(自我)身體與(外在)環境間的動態連結介面，這個介面嘗試超越傳統物質性的構築表達—以輕逸、模糊、變動的新視覺語言來體現當代數位資訊與環境變動因子的轉瞬即逝的特性，同時也反映後消費主義商業文化，以溝通經驗為主體的即時敘事空間需求，自此建築與建築的構築主軸不再是設計者意念單向的清晰表達，而是各種關聯變數間意義與經驗建構的雙向過程，所自然呈現出的新形式典範。

參考文獻

1. Betsky, A., Hays, M., Anderson, L., Crandall, J., Dimendberg, E., Goldberg, R., Schafer, A. (2003), Scanning: the Aberrant Architecture of Diller + Scofidio, Witney Museum of Art, New York.
2. Bongers, B. (2002), Interactivating Spaces. Proceedings of Symposium on Systems Research in the Arts, Informatics and Cybernetics.
3. Bullivant, L. (2006), Responsive Environments: Architecture, Art and Design, Victoria and Albert Museum.
4. Bullivant, L. (2005), 4dspace: Interactive Architecture, Architectural Design (AD).
5. Flachbart G. and Weibel P (2005), Disappearing Architecture: From Real to Virtual to Quantum, Birkhauser.
6. Frampton K. (1995), Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture. MIT Press.
7. Guallart, V. (2005), Media House Project : The House is the Computer, the Structure is the Network, Actar.
8. Huang, J., and Waldvogel, M. (2004), Inhabitable Interfaces for Connecting Nations, In Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques, Cambridge, MA, USA, ACM 2004, p.195-204.
9. Leach, N., Turnbull, D., and Williams, C. (2004), Digital Tectonics, Academy Press.
10. Maas, W. and MVRDV. (1999), Metacity / Datatown, Rotterdam: 010 Publishers.
11. McCullough, M. (2005), Digital Ground: Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing, MIT Press.
12. Oosterhuis, K. (2003), Hyperbodies: Towards an E-motive Architecture, Birkhauser.
13. Rashid, H., Couture L. A. (1999), Asymptote: the architecture of convergences, An article from: Parachute: Contemporary Art Magazine.
14. Schmitt, G. N. (1999), Information Architecture Basis and Future of CAAD, Basel, Birkhauser.
15. Vandemoere. A. (2005), Form Follows Data: The Symbiosis between Design & Visualization, Proceedings of CAAD Futures 2005, p.31-40.
16. Vandemoere. A., Page, M., Lau, S.W., Cauchi, H. and Tracey, M. (2005), Hubscape: ambient display as physical space, Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment, p.247.