

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計劃四：建築設計協同作業之角色模式與代理者系統研究

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-009-054-

執行期間：91年08月01日至92年10月31日

執行單位：國立交通大學建築研究所

計畫主持人：張登文

計畫參與人員：賴怡成，施勝誠，黃英修，溫建豪，呂凱慈

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 12 月 6 日

合作式設計之動態角色代理者系統

Dynamic Agent-Based Role Interplay System for Distributed Design Collaboration

張登文, 賴怡成, 施勝誠, 黃英修, 溫建豪, 呂凱慈

一、緣起與目的

合作式設計是一種互動的行為。許多的設計問題的解決都是在合作式設計過程, 不同領域的參與者互動的結果, 如設計師、顧問與業主會提供對設計問題不同的看法有助於問題界定與策略尋找, 因此合作式設計可視為結合二者以上人, 協同設計的互動過程。另外, Gero (1998)與Clancy(1997)認為設計行為會隨著設計情境而有所改變, 就如同設計過程會隨著參與者的外在與內在設計情境的互動而改變, 而其中互動行為(interactive actions)是一個主要的元素去幫助此動態的設計情境, 同時也提供一重要的方法去了解設計過程。

隨著分散式環境(Distributed situation)的發展, 以代理者(agent)為主的多重代理者系統(multi-agents)已被運算理論廣泛的應用。例如, Deen 和 Johnson(2003)提出一個以代理者為基礎的合作式知識基礎系統模型, 每一個代理者有它自己的設計知識與環境。另外, 在設計的領域中, Ligtenberg 等人(2001)也用多重代理者的模擬(multi-agent simulation)來決定都市平面分配的問題; Liu 和 Tang (2002)與Anumba 和 Ugwu(2002)建構多重代理者系統並實際應用於合作式設計上的問題。Aly and Krishnamurti (2002)所提出的物件就是代理者(object-as-agent)的主動性(active)概念, 將設計中的門與窗視為代理者, 與設計師進行互動性的合作式設計。

當代理者是一自主性的個體, 同時擁

有溝通且反射的能力去動態地互動於外在與內在的情境, 因此本研究藉由對情境式的角色扮演(role-play)理論架構的探討, 企圖建構一個以代理者為基礎的互動性設計系統。

二、理論與方法

研究方法以認知領域的角色扮演理論為主要的研究基礎, 並藉由Change(2004)所建立的動作角色模型(Acting Role Model)的機制, 最後建立一動態代理者相互作用系統(Dynamic Agent-Based Role Interplay)。其研究內容分為三部份, 其內容如下:

(一) 角色扮演

在認知心理學中, 有一種獨特的研究方法, 可以在一個虛擬的情境中, 來獲得人們主觀性的知識, 及在此情境中互動的行為, 我們稱之“角色扮演(role-play)”。Yardlet-Matwiejczuk (1997)更具體的認為角色扮演是指在假設或是模擬的行為及環境中, 來分析人們產生的行為的過程及其使用的知識, 他提出三種主要方法 1) 情境式(situation); 2) 劇本基礎互動(scenario-based interaction); 3) 融入性(engagement) (圖 1)。而其中融入性包括三大原則, 包括描述細節化(particularization), 情境擬真化(presencing)與角色個人化(personalization)。

在這樣的角色扮演的的方法中, 包括了幾個主要的元素: 場景(stage)、劇本(script)、角色(roles)、及演員(actors)。場景(stage) - 是指整個虛擬的舞台, 可以供演員表演的地方, 一場戲可能有不同的場

景，也就是不同的情境；劇本(script) - 則描述了演員出現在戲劇中的時間、扮演的角色，也就是所謂的腳本；角色 - 指的是在戲中出現的角色，每一個角色分別代表有不同的知識及行為，同一個角色可能有不同的人扮演；演員(actors) - 則是指在舞台上所有的人，每個人扮演不同的角色，同一個人可能會扮演不同的角色，因此演員有什麼樣的行為，是決定於他扮演的角色 (Yardlet-Matwiejczuk, 1997)。

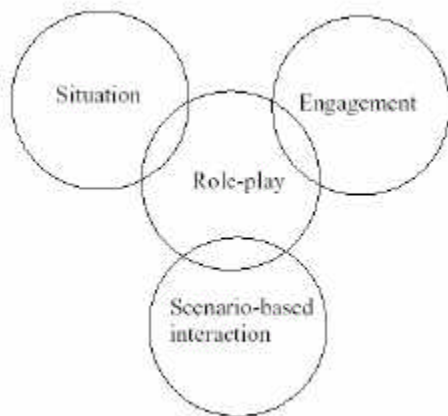


圖 1 角色扮演與三種方法的關係

(二) 動態角色相互作用

根據上述的角色扮演的理論，我們提出一個動態角色相互作用的設計過程。在這個設計過程中，設計者不僅互動於不同的參與者，同時也互動於外在的設計環境。另外，設計者也互動於設計的媒材(Schon and Wiggins, 1992)和他內在行為的設計知識(Suwa et al. 2000)。結合角色扮演的理論基礎，我們提出一動態角色相互作用模型，基本上，這個模型有下列三個重要的互動特質。

- 環境的互動：主要包含了對環境的了解、認知、反應，最後會形成個人的內在知識，同時還包含了對環境的改變所產生的反應行為。
- 內在的認知行為的互動：人們在解決問題或是設計的能力，是取決於自我

內在的知識、行為、經驗，經由這些個人特質的互動，最後就是個人所表現出來的能力。

- 與他人的互動：經由自我認知行為所表現的能力或想法，和其他人意見上的衝突、及衝突的解決方式，如我方勝、他方勝、知識及行為相互改變或學習。

Chang(2004)所建立的動作角色模型提供一有效的機制去了解此三種互動的特質。此模型為建立一個互動於內在設計行為與外在的設計環境的相互作用的架構(Chang and Huang 2002; Chang 2004)。基本上，它是由五個主要的元素構成，包括演員、角色、場景、舞台與腳本，每一個元素相互互動於其他元素，並由三種不同層級的知識所構成，包括角色的知識、控制的策略與設計的結果。另外，三種動態的相互作用(角色與自己、角色與角色、角色與環境)與四種互動性的網路拓樸關係(環狀、星狀、點對點、簇群)也在此架構提出。

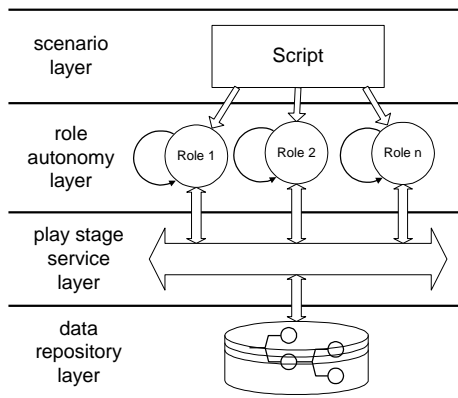
因此，我們根據上述的理論與研究，我們提出一概念性的架構，主要藉由兩個策略去整合動作角色模型的機制與三種不同的互動特質。這兩個策略為 1) 將動作角色模型的元素與知識相配(mapping)三種互動特質；2)導演一相互作用的過程去互動動態的設計情境。

(三) 代理者基礎的動態角色相互作用

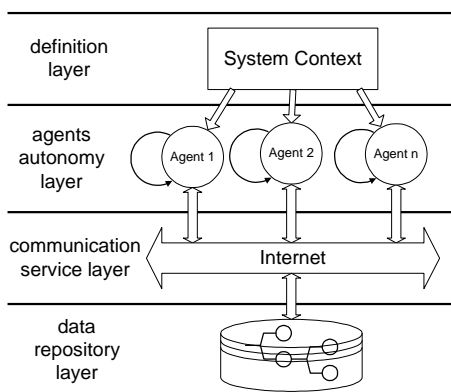
簡單的說，代理者是一自主性的個體，因而能自動的感知到其環境，而採取行動去反映這個環境(Russell and Norvig, 1995; Maes, 1995)。另外，Wooldridge 和 Jennings (1995)並認為代理者除了具備自主(autonomous)的能力，同時也需要有反射(reactive)的能力去與互動於外界的動態環境，與社會的行為能力(social ability)

去進行合作與溝通。

因此，以代理者為基礎的電腦系統的角度來看，一個代理者有自己的行為、知識、及和其他代理者溝通的方式，相當於一個演員有自己的知識來扮演自己的角色，及運用知識來與其他演員溝通，我們稱之為角色代理者(role-agent)，此角色代理者互動於其他元素，如場景、舞台、腳本等。因此，本研究的系統架構將以角色代理者為基本的要素，並在某一場景中與其他角色代理者動態性的互動所形成，在將該場景的結果，給下一階段的另一群角色代理者繼續進行，最後形成完整的設計結果(play)(圖 2, 3)。



圖二. 角色溝通模式架構



圖三. 角色扮演之多代理者運算模型

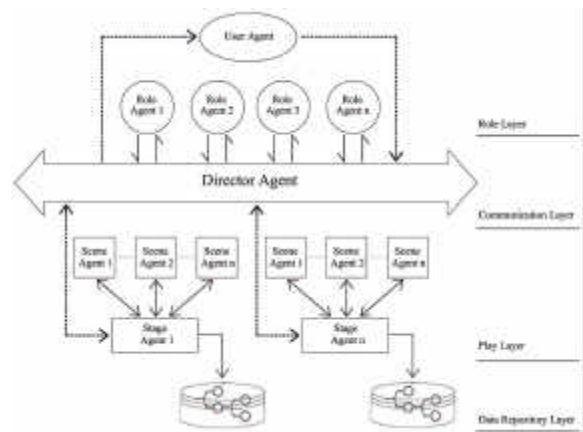
根據上述的描述，我們建立一個智慧設計系統，稱之為動態代理者基礎角色相互作用系統(DARIS)，這個系統提供一有效的環境幫助我們探索分散式設計情

境的相關議題並予以具體化的實踐。

三、 研究過程與成果

基本上，DARIS 主要由四個不同層級所構成，包括角色層(role layer)、溝通層(communication layer)、表演層(play layer)和資料儲存層(data repository layer)，每一個層有它自己的機制並互動於其他層。另外，有一個代理者稱之為使用者代理者，主要負責 DARIS 與使用者之間的介面(圖 4)。

- 角色層：由一群有自己的技能與知識，並能反映設計情境的角色代理者所構成，其中有部分的角色代理者具有合作的知識。
- 溝通層：此層提供角色代理者溝通的環境，同時也連接了角色層與表演層。另外，此層存在一個代理者專門負責所有代理者的協調任務。
- 表演層：此層包含場景代理者與舞台代理者主要描述角色代理者何時與何者來參與這個表演。
- 資料儲存層：提供相互作用、知識與學習案例的儲存。



圖四. DARIS 四個不同層的互動關係圖

另外，DARIS 藉由下列三個不同的內容加以敘述之，包括代理者的概念模型、系統元素與代理者的角色相互作用。

(一) 代理者的概念模型

在 DARIS 主要由五種不同的代理者

構成，包括使用者代理者(UA)、角色代理者(RA)、導演代理者(DA)、舞台代理者(StA)與場景代理者(ScA)。每一種代理者都有自己的機制與任務，並互動於相同與不同類的代理者。如 DA 主要負責代理者的參與，ScA 主要控制角色名單、時間限制與檢驗結果任務。

(二) 系統元素

為了去執行上述的概念模型，DARIS 包括了三個主要的系統元素 1)代理者的建築架構(agent architecture)；2)代理者的溝通語言(agent communication language)，與 3)溝通的協定模式(protocol modes)。

在系統的建築架構中，主要以 FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) 為代理者的抽象建築架構。

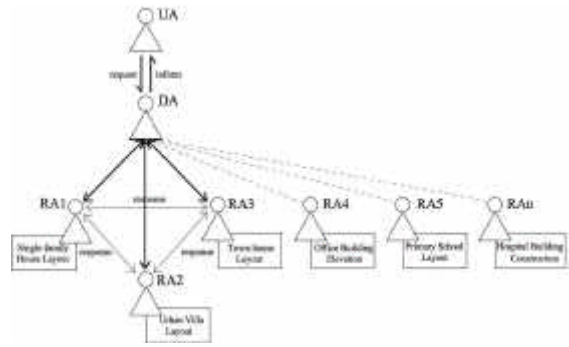
在代理者溝通語言中，則主要為四個元素所構成，包括溝通語言的形式(form)、內容(content)、語意(semantic)與實作(implementation)。而其中形式主要以線性流動的形式(linear stream of characters)作為不同層之間的內部溝通。在內容部分根據主要設計問題加以分層(layered)，除了將知識實體論(ontology)加以界定外，也提供其可變性。

另外，DARIS 被設計來支持分散式的設計環境，因此 CORBA 為主要代理者溝通的協定模式。

(三) 代理者的角色相互作用

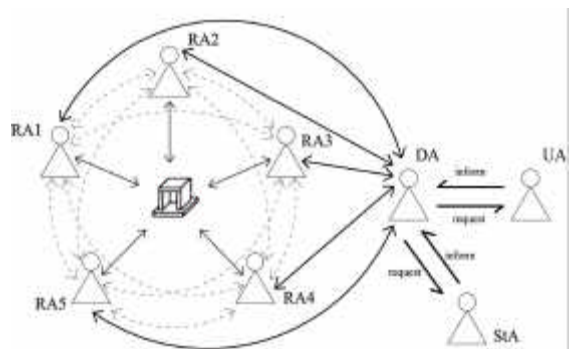
基本上，在 DARIS 系統中主要有三種不同的角色相互作用關係，包括代理者的合作(cooperation)、集體腦力激盪(brainstorming)與學習(learning)。

代理者的合作主要建立於 RAs、UA 與 DA 之間互動關係，為 DARIS 最基礎的動態性角色相互作用行為(圖 6)。



圖五. 代理者共同合作的劇本圖例

代理者集體腦力激盪主要提供一個不同相互作用的觀點，基本上為一群不同類型的代理者在動態的網狀系統進行互動性的溝通，包括了 RAs、UA、DA、StA 與 ScA (圖六)。

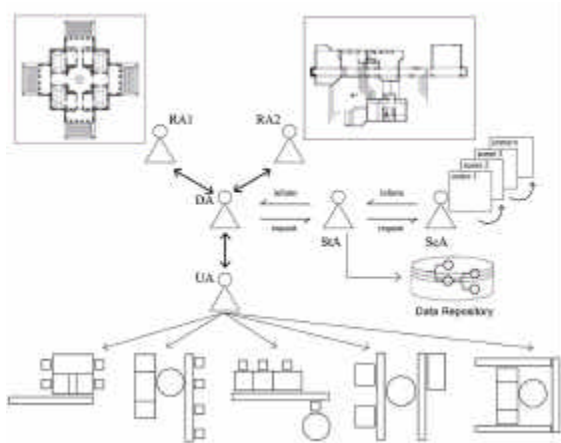


圖六. 代理者集體腦力激盪的劇本圖例

第三種代理者的動態相互作用為學習行為。學習主要建立如何建立一輸贏的機制，並能將表演(play)成功的案例讓 RAs 學習。

四、 操作案例

根據上述對 DARIS 的描述，我們以一個實際的設計案例來說明此系統的實作部分。這個例子主要為單一家庭平面排列的設計問題(layout problem)，其主空間包括客廳、餐廳、主臥、小孩房與跳舞練習室，每一個空間都有各自的機能需求，並根據基地的條件有不同喜好的屬性如光線、通風、私密性與視景。另外有一些規則用來限制平面的排列問題，包括相鄰性、喜好質與排序。



圖七.平面排列的角色相互作用的表演過程

因此，我們主要以二個擁有不同知識的角色代理者 RAs，透過與 UA、DA、StA 和 StA 之間的動態的角色相互作用(圖 9)，並根據 DARIS 系統中的相關機制，最後將此結果予以呈現(圖八)。



圖八.單一家庭平面排列的 DARIS 介面

五、 結論與建議

合作式設計藉由不同知識的相互溝通及協調而提供了一個多樣的設計平台。而，角色扮演正提供一個多重隻事及相互交替影響的機制。針對問題的複雜性，本研究提出一個代理者系統，藉由代理者系統的演算提供對合作式設計的交互作用及刺激提供一個可參考的依據及

觀察學習。

藉由角色設定及劇本編寫提供另一層次的設計演練及平台。因此，如腦力激盪及設計學習皆可藉由此平台 (DARIS) 實現。

六、 參考文獻

1. Aly, S. and Krishnamurti, R. (2002). Can Doors and Windows Become Design Team Player?, *Agents in Design 2002*, page: 3-22
2. Anumba, C.J., Ugwu, O.O., Newnham, L., Thorpe, A. (2002). Collaborative design of structures using intelligent agents, *Automation in Construction* 11, page: 89-103
3. Clancey, William J (1997). *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge University Press
4. Chang, T.-W. (2004). Dynamic Role Interplay in Design Process, Graduate Institute of Architecture, National Chiao Tung University.
5. Chang, T.-W. and J. H.-L. Huang (2002). "A pilot study of role-interplay in Web-based learning environment." *Educational Media International* 39(1): 75-85.
6. Deen, S.M. and Johnson, C.A. (2003) Formalizing an Engineering Approach to Cooperating Knowledge-Based Systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.15, No.1. pp: 103-117
7. FIPA (1999). Specification part 2 – Agent communication language. The text refers to the specification dated 16 April 1999.
8. Gero, J. S. 1998. Conceptual designing as a sequence of situated acts. *Artificial Intelligence in Structural Engineering*. I. Smith (ed). Berlin. Springer: 165-177.
9. Ligtenberg, A., Breget, A.K., and van Lammeren, Ron. (2001). Multi-actor-based land use modeling: spatial planning using agents. *Landscape and urban planning* 56: 21-33
10. Michael Woolbridge and Nicholas R. Jennings (1995). Agent Theories, Architectures, and Languages: a Survey. In Woolbridge and Jennings eds. *Intelligent Agents*. Springer-Verlag press.
11. Osborn, A. F. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of creativity Thinking*. New York: Charles Scribner's Son press
12. Maes, Pattie (1995). Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents. *Communications of the Acm.* (38): 11, 108-114
13. Schon, D. A. and Wiggins, G. 1992. Kinds of seeing and their functions in designing. *Design studies*. 13(2): 135-156.
14. Stuart J. Russell and Peter Norvig (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall press.
15. Suwa, M, Gero, J. and Purcell, T. (2000). Unexpected discoveries and S-invention of design requirements: Important vehicles for a design process. *Design Studies* 21, 539-567
16. Yardlet-Matwiejczuk, K. M. (1997). *Role play*. London: SAGE Publication Ltd.