

# 第一章 緒論

本論文將針對虛擬環境中互動式代理人(agent)進行架構上的實作，使該虛擬代理人能夠與虛擬的城市(virtual city)環境互動，並類似於真實人類的行為。本研究的目的為結合影響人類行為的情緒(emotions)與記憶(memory)因素，使虛擬代理人對應於虛擬世界的環境時能具有更多元實際的行為模式。在我們的研究方向，記憶以及情緒是代理人在本質上處理決策過程(decision processes)中提供影響或修正的評估平台(evaluation platform)。因此，我們的研究將討論記憶與情緒機制如何與決策過程產生連結，進而產生適應性的行為(adaptive behavior)能力及簡單的學習過程來面對環境中不同的事件。

在我們的架構中，我們認為情緒機制本質上對於決策過程中是另一種限制或連結的機會，而記憶機制則是提供暫存空間給處理過的資料，使得決策過程能夠依據暫存產生進一步的行為或決策結果。舉例來說，情緒機制使代理人在面對不同事物時能以更具彈性的方法來處理，記憶機制幫助代理人增加學習能力以及更深層次的評估結果。代理人將頻繁地使用記憶資料產生整體評估的，針對他們個別的發現來改變行為模式。



## 1.1 研究背景

### 1.1.1 虛擬實境中的模擬

虛擬實境(virtual reality, VR)主要是描述一個藉由電腦所模擬出來的環境。大部分的虛擬實境都著重在視覺感官的體驗，經由電子顯示裝置來觀賞，而有些模擬包含了其他額外的感測設備，比如像是經由聲音或動作姿勢來影響模擬的內容。

使用者通常能夠與虛擬環境產生相當的互動，即使是經由像是鍵盤等標準的電腦輸入設備，或是經過特殊設計的輸入設備像是能夠藉由手部姿勢而與虛擬環境互動的資訊手套(cyber-glove)、帶領使用者進入沉浸式虛擬空間的虛擬實境模擬器(VR CAVE)、以及讓使用者得到即時視覺資訊的頭戴式顯示器(Head Mounted Display, HMD)...等等(如圖示 1-1)。經由電腦虛擬所創造出來的環境能夠相當類似於現實世界，舉例來說，經由模擬來訓練大船入港的領航員與軍事戰役的地面部隊，或是完全與訓練無關的電腦模擬遊戲。



圖 1-1: VR-CAVE, 頭戴顯示器與資料手套(Cybermindnl, 2005)(Fakespace Systems, 2005)

虛擬實境原本的目的是代表一種完全可使人意識沉浸(immersive)其中而渾然忘我的系統，這個名詞第一次被開創出來是在 1970 年左右。第一個實作的虛擬實境系統(Aspen Movie Map)在 1977 年於麻省理工學院(MIT)被製作出來(如圖示 1-2)。整個計畫是模擬美國科羅拉多州(Colorado)的某一個街景，使用者可以以三種模式來瀏覽整個街道，分別以夏天、冬天、或是以多邊形(polygons)的方式來呈現。前面兩個街景是以照片貼圖的方式作為呈現的方法；研究人員確實在兩個季節中將使用者有可能瀏覽所及的範圍裡製作相片的全景；而第三個場景則是未經加工的電腦三維模型實景(Woods, Offszanka & Martin, 1999)。



圖 1-2: Aspen Movie Map 影片片段 ([www.naimark.net/projects/aspen.html](http://www.naimark.net/projects/aspen.html))

虛擬實境在模擬地理資訊(Geographical Information Systems, GIS)應用上相當的廣泛，其中也包括了都市的模擬(urban simulation)。由於市的經濟、社會、交通運輸以及其他公共建設等科技的發展，都市系統成為複雜且巨大的結構體；如何運用 GIS 在虛擬環境中紀錄或收集相關都市資訊或更多的應用，是其中一項研究議題。以目前來說，GIS 結合無所不在的運算(ubiquitous computing)在虛擬環境操作介面中是非常普遍的想法。

無所不在的運算又稱做為普及運算(pervasive computing)，意思是將電腦所具備的運算能力帶入我們週遭的環境中，與在環境中擁有實體電腦是完全不同的意義。提倡者的這個想法是希望電腦運算能力能夠植入(embed)我們環境中，能夠讓使用者較以往更自然的方式與電腦進行互動。普及運算其中一個重要目標是讓周圍的電腦裝置能夠察覺環境變化，並自動根據使用者的需求與效能來改變自己的狀態，在 GIS 中有廣泛的應用。一些簡單的例子例如車子的衛星導航系統(GPS-equipped system)會根據汽車目前所在的位置來即時更新地圖資訊、HMD 偵測使用者身體的移動而更換資料內容、或是射頻識別(radio frequency identification, RFID) 收發器進行包括各種各樣的可行動貨物、產品的追蹤和運算。實際上，虛擬實境與普及運算這兩種介面擁有不一樣的目標而同時又是互補(complementary)的關係；普及運算的目的是將電腦帶入使用者的世界，而不是強迫使用者進入電腦的世界。現今虛擬實境的趨勢是將兩種使用者介面的範例結合，共同創造更深刻的虛擬體驗(Waddell & Ulfarsson, 2004)。

### 1.1.2 阿梵達與代理人

使用者沉浸在虛擬實境或是網際空間(cyberspace)介面的時候，Avatar 是在虛擬世界中代表使用者的一個圖像(icon)或替身(representation)。這個名詞有時候會在多人網路地下城(multi-user dungeon, MUD)、電腦中的角色扮演遊戲(role-playing games, RPG)等遊戲類型中出現(如圖示 1-3)。在線上虛擬社群(online virtual communities)與網路論壇(Internet forums)上，同等於論壇中靠左邊代表發言者的圖像內容。Avatar 也普遍於即時通訊(instant messaging)與遊戲的環境上。



圖 1-3: 阿梵達與角色扮演遊戲 (www.lovepixel.idv.tw & Nintendo, 2003)

於非遊戲領域(non-gaming universes)的應用中，Avatar 是利用二維或三維(three-dimensional)的虛擬人類形體或是想像的圖像來代表使用者本身。這樣呈現方法能夠讓使用者操作自己的 Avatar 瀏覽探索整個虛擬領域(virtual universes)，也可以與其它 Avatar 參與對話。一般來說，這樣交流領域的目的與訴求是提供一個加強式的線上溝通、會話虛擬場所，並允許使用者以和平方式來開發整體領域的其中一部份，而不是去強迫使用者前往一個既定的目標。

在非遊戲領域中標準的 Avatar 能完整呈現使用者特質，例如像是使用者的年紀。研究中提到比較年輕的虛擬社群(virtual communities)使用者著重以娛樂或消遣的觀點來使用 Avatar，以及以匿名的方式呈現。年紀輕的使用者偏向於簡單易懂的操作方式來控制 Avatar，而較年長的使用者則傾向以強化 Avatar 能力手法來反映自己的外觀、身分及人格特質。除此之外，大部分年長使用者希望能夠使 Avatar 表達情緒的能力、添加更多功能，讓 Avatar 表現出更豐富的行為(Slater, Howell, Steed, Pertaub, Springel & Garau, 2000)。

從 Avatar 的發展來說，更多在 Avatar 行為與功能上的需求已經開始出現，以致於成為代理人發展的其中一環。代理人(agent)是代表一個具有自主權(autonomous)的實體(entity)，是一種能在使用者指定環境下持續地自動執行特定的指令，且能在不需干預的情況下針對環境改變做出適當行為及回應的軟體系統。代理人能與他的環境以及其他代理人進行互動或溝通，它會做出一些決定，決定是否與之合作或是拒絕。許多專家學者對代理人提出其各自的看法，雖然解釋上不完全相同，但概念上是大同小異的。關於代理人的特性大致能歸納為以下幾點：

- 自主性(autonomy)：能夠自動完成所交待的事物，並隨著環境變化主動地調整自己。
- 反應能力 (reactivity)：感知外在環境的狀態變化後，立即性的反應來產生動作。
- 監視性 (monitoring)：不斷接收來自週遭環境所發生的事件，進行監控與管理。
- 社會性 (social ability)：可與其他代理人進行合作事宜，共同完成目標。

代理人的起源和發展是結合了人工智慧(Artificial Intelligent, AI)和網絡技術等相關的產物，研究最早起於分散式人工智慧(Distributed Artificial Intelligence, DAI)。代理人在一定程度上模擬了人類社會的行為和關係，它是一個能獨立運作的軟體元件，不需要其他的援助；決策規則在軟體建構的早期就已經定義完成，隨後的運行只是不停重複規則架構。代理人應用在實際週遭環境的例子很多，例如購物代理人(buyer agents)能夠幫助使用者在網際網路上快速找到想要的產品或服務，舉例來說，在亞馬遜網路書店(Amazon)購物時通常在網頁的下方有其他買家購物的資訊提供參考，提供相似的產品線或選擇式的組合購物；這是因為假設作同一選擇的使用者對於同產品都有相似的喜好。在電腦硬體方面，有監視代理人(monitoring-and-surveillance Agents)對於設備機件作監控及報告；在軟體資訊方面，也有資料採礦代理人(data mining agents)，代理人利用已經定義好的樣式規則在廣大的不同來源中取得資訊，使用者能自行設定規則而取得想要的資訊種類。例如代理人能偵測自由市場狀況與變動並將結果持續的回傳至公司，公司便能根據所得的資料作出決策。

### 1.1.3 模擬中的智慧代理人

代理人在災害模擬應用上，相關軟體業者提出能夠在特定環境下進行整體量化的災難評估。舉例來說，IES公司所提出的模擬程式：**Simulex**。這套軟體能夠模擬建築物中居住者在危險逃難撤退時候的行為，辨識出潛在的危險並找出解決的方法。居住者相當於具有智慧的代理人，軟體使用者能夠同時定義建築物與居住者的參數設定，模擬它們在緊急的時候如何相互影響以及運作。

**Simulex**模擬環境中的建築元素為一連串二維平面圖，包括出口與樓梯，使用者可以辨識出任何有問題的區域和評估方法。軟體可以模擬居民在建築物中的活動，它根據的是人類的真實行為，人類行為的資料取得方式是從影片中人群個別活動分析，活動分析的研究資料取自世界各地，藉以提高資料的可信度。程式模擬呈現方式為二維的平面圖，理想的狀態下，平面圖將包含類似桌椅或結構柱等障礙物，其中也連結了像樓梯間、安全門、出口等條件提供代理人逃離現場。每個樓層與樓梯間都有自己個別的模擬視窗，讓使用者能看見每個事件的發生(如圖示 1-3)。

使用者能夠定義代理人不同的逃脫方式，代理人可以被指定到特定的位置，以此測試各種的災難路線評估。在代理人的設定上，建築物大樓中的人口年紀、性別、行走速度、身體形狀以及對於災難緊報的反應時間，都可以經由參數來調整；包括控制人群撤離的方式，排隊行走、擁擠的撤退、或以超前隊伍的方式，全部的模擬可經由程式預測需要多少時間才能完全撤離。基於整體模型的大小以及電腦硬體的速度，模擬過程的畫面可能不是及時更新，程式提供預先儲存模擬結果的影片檔，再經由播放觀看完整的流程(如圖示 1-4)。

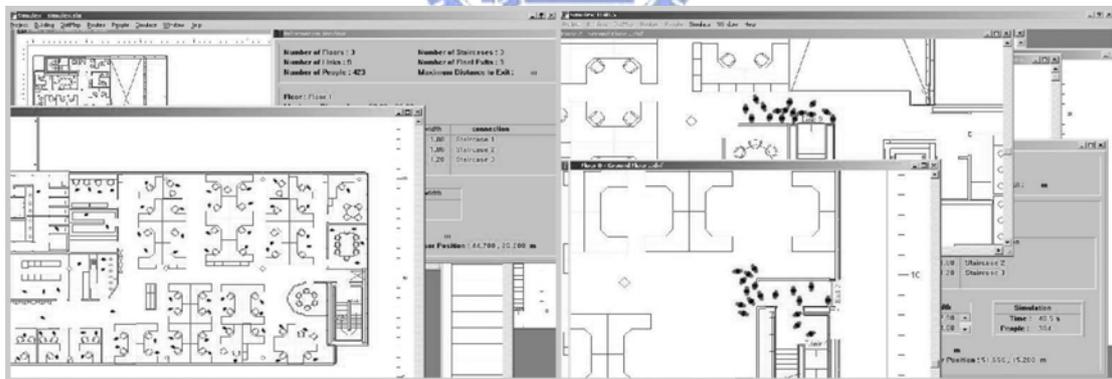


圖 1-4: 模擬程式 Simulex 的執行畫面 (IES, 2005)

在業界所提出的災害模擬系統或是遊戲模擬中，當多位代理人同時在特定場景中執行一定的活動事件時，就形成所謂的群眾模擬。當場景需要眾多代理人同時運行時，並能夠得到代理人與虛擬環境之間的自然互動，此時群眾模擬的需求就會出現。群眾模擬與群組動態行為 (group dynamics) 有相當程度的關係，指的是取決於代理人當前或是預期性(prospective)的與其他社會團體(sociological group)接觸，代理人可能會有不一樣的獨立行為(individual behaviours)。群組動態行為是屬於社會性互動科學領域(social sciences)的一部份，集中在團體之間自然的互動研究。代理人隨時都在評估加入團體的可能性或者是重新定義可能結果以致於產生完全不同的態度，這樣的互動關係將造成一個團體迅速的壯大，影響或壓倒性的影響單獨代理人的行為與傾向。

群眾模擬中實際的活動(movement)以及互動關係(interactions)通常以下列兩種方式完成：

- 粒子運動(particle motion)：代理人的活動與粒子運動相結合，粒子能夠模擬類似風(wind)、重力(gravity)、吸引力(attractions)、碰撞(collisions)等自然界運動法則。利用粒子運動所製作的成本通常花費不高，大部分的三維軟體套件(3D software packages)都有支援。儘管如此，這個方法並不是非常實用，當有需求的時候它很難去針對獨立的個體作行為修改，因為整體的運動只限於二維的表面互動(如圖示 1-5)。
- 智慧型人群(Crowd AI)：人群的個體被賦予人工智慧，能夠使代理人架構在一個或多個視覺(sight)、聽覺(hearing)、基礎情緒(basic emotion)、能量等級(energy level)、進取等級(aggressiveness level)...等等。代理人被給予目標並與其他人群成員進行互動。他們通常被設計成可以回應多變化的環境，可在場景中爬山丘、跳過地上的窟窿、攀爬梯子...等等。這個系統比粒子運動更具有真實性，但在實作上需花費較多的時間。

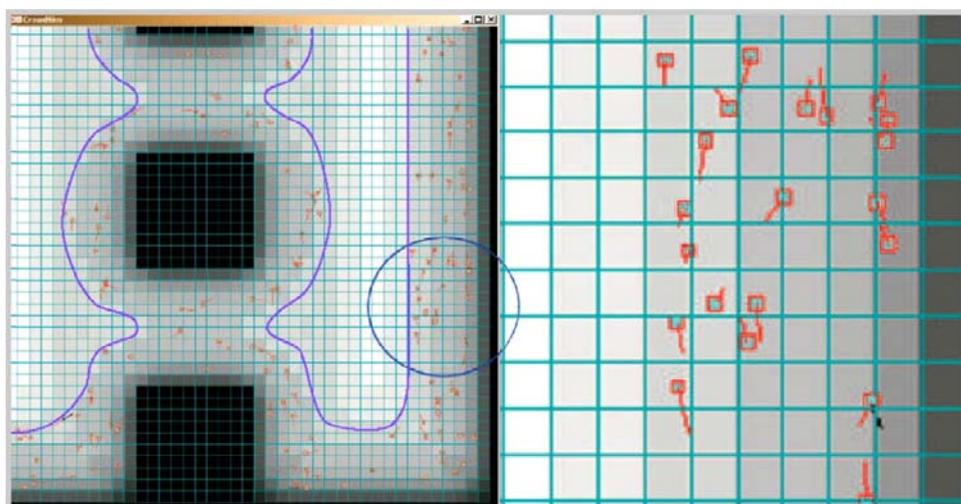


圖 1-5: 以粒子運動的方式完成行人模擬(Marchal, 2002)

本研究將探討智慧型人群中個別代理人的行為模式，代理人面對複雜環境時如何產生反應與決策，以作為群眾模擬中與其他代理人成員互動的基礎。

## 1.2 研究問題

相關於都市人群模擬的研究中，大部分的主軸都是朝向提高電腦圖像的即時(real-time)效能，相對於討論行人在互動過程中行為的決策程序著墨就比較少，因此所產生的行為模擬與印象中具有智慧及真實性的代理人將會有一段距離(Marchal, 2002)。一些研究已經在討論代理人如何產生適切行為的過程，或者是藉由架構在個案研究與以情緒為基礎的方法來完成事件回應(Yohei Murakami, Toru Ishida, Tomoyuki Kawasoe & Reiko Hishiyama, 2003) (Parisy & Schlick, 2002)。

在我們的見解中，這些方式來產生具有智慧的代理人是還有成長的空間，儘管代理人的行為複雜度以及電腦執行即時圖像時的效率是呈現反比關係。代理人應該包含確切的能力來選擇最適合的決策來面對環境，而不是以既定程序方法完成，同時也應該具有學習多樣化推理的能力，包括對於情勢的評估、計畫、既定目標失敗的反應、以及群體之間的互動。

代理人必須在虛擬世界中接觸許多事物，每個不同或相同的事件產生對應的行為來處理。代理人利用記憶機制來評估系統中各項觀測數值的平均值並對照產生行為，結果將產生適應性的新行為；舉例來說，當代理人在虛擬環境中某個區域受到傷害，如果有機會再經過此區，代理人將依據經驗來嘗試避開危險範圍。代理人行為不只是根據經驗法則(rule-based)作回應，同時也能夠將情緒狀態直接經由行為表現出來(Ashida, Lee, Allbeck, Sun, Badler & Metaxas, 2001) (Martinho & Paiva, 1999)。

在本研究我們將提出一個具有記憶及情緒反應的代理人，代理人在面對周遭環境時能夠根據之前所得到的經驗來作回應，並具備初步學習功能使得行為具適應性(adaptive)。為驗證虛擬代理人在反應功能上的實用性，本研究以都市的局部街廓平面圖作為代理人場景模擬範例。

## 1.3 研究目的與方法

藉由為代理人的決策過程添加情緒(emotions)、記憶(memory)、學習機制(learning)，提高都市人群模擬中個別代理人對於環境變數能有更彈性的決策過程，進而使代理人產生適應性的行為來對應於環境變化；我們將參考文中其他研究所提到的模型來設計組織一個綜合性的決策模型(synthetic-cognition model)，以符合最終代理人所需要的機能行為。

首先我們分析與設計決策模型如何相互運作，使代理人在行為功能上能有合理的表現。決策過程中情緒模組如何使代理人處理環境資料時得到更有效的分析與安置，並且在適當時機驅動其他功能來完成或暫時擱置特定的工作；記憶模組如何使代理人能夠對於有經驗的狀況發揮更快速或更有效的回應，使得決策過程能得到完善的結果；學習機制如何使得代理人在面對環境變化時能有在決策上以及行為上的成長空間，處理問題時的方法不會單調而固定。綜合性決策模型包含了許多模組，模組與模組之間如何安排位置以及如何相互合作，環境變數如何在模組之間得到安置與處理，本文第三章將有流程的進一步討論。

其次來我們實作一個模擬程式，藉以實測研究中所提出的決策流程，並在實驗後比對結果與數據。程式設計的基準將依照決策模型中模組與函式之間的關係，套用到程式中類別與參數的撰寫內容，並以即時圖像呈現的方式讓使用者直覺地感受到實驗結果。在程式的操作介面上我們也會討論使用者如何去與程式互動，詳細定義各介面之間的關係。關於程式設計的架構之後我們也有詳細的說明，並以圖表的方式來呈現。程式的開發環境語言將採用 **C++**與 **Microsoft DirectX** 進行編寫，實作過程在本文第四章會有更詳細的說明。

最後我們將對於模擬程式進行一連串的範例測試，以檢討電腦模型在設計過程中的不足與缺失。代理人在虛擬環境中如何與物件互動，牽涉到物件與代理人之間的屬性與規則，進而產生漸進式的行為變化以及決策上的改變。模擬程式範例將會顯示電腦模型的程序執行步驟，包括使用者的操作行為也會記錄下來，做為檢視程式範例測試結果的依據。

