

# 第一章

## 導論

### 1.1 研究動機

群體運動的模擬在電腦動畫領域中，已經愈來愈受到實務界及學術界的重視。舉凡在自然科學領域中對生物群聚現象的模擬、虛擬人群在虛擬商城的應用、數位娛樂中的電影特效以及數位遊戲等等皆少不了群體運動的要素。在虛擬商城的應用中，若有虛擬人群的存在，則可以利用人類的心理特性，把消費者吸引到特定的商點。其次，若消費者在不熟悉虛擬世界的環境，也可由虛擬人群提供輔助引導的功能。

另外，由於數位娛樂日漸受重視，虛擬人群的設計亦可應用於數位遊戲中，或達到足電影中人群動畫的特效。其中，尤以魔戒系列讓大眾印象深刻。影片中的視覺特效採用WITA所開發的MASSIVE系統[26]，而此系統目前已廣泛的應用在許多電影、商業廣告與MTV製作如圖1.1中。在商業電腦動畫的應用中，PDI [1]與Pixar [5] 也針對群體移動動畫的自動產生，架構出一些效果不錯的系統。Pixar [5] 則是針對虛擬人物設計4466種獨立運動單元，以用來組合描述出228種不同的行為，例如是好奇、緊張、驚慌、走路、奔走等等。上述兩項業界的動畫系統，目的在提供一個更為簡單的設計輔助工具，以幫助動畫師設計群體中的個體。此外，虛擬人群的移動模擬系統，亦可應用於公共空間的安全規劃，以對緊急災難發生時人群疏散所需的動線規劃所助益。



(a) The Fellowship of the Ring (2001)



(b) The Two Towers (2002)



(c) The Return of the King(2003)



(d) I-Robot (2004)

圖 1.1 電影中的群體運動特效應用

資料來源: <http://www.massivesoftware.com/feature.html>

上述群體運動模擬的研究，雖然已經持續一段相當長的時間，業已累積不少學術資料，然而在以往的許多相關的研究中，多以自然界中生物(如魚群或鳥群)群聚的動畫為主題來設計，並且已有不錯的成果。但是有關於人群運動的模擬，在電腦動畫的領域中，仍是一個相當複雜的問題；這是因為人群移動的模擬，必須同時考慮擬真效果、動畫產生的自動化程度、電腦計算的複雜度等因素。在擬真效果方面，由於人群移動雖然為一般生活上所常見，但目前文獻中仍缺乏具有代表性的移動行為模式的定義。同時由於人群運動多無固定規律的移動軌跡或類型，因此我們需要考慮在面對不同環境下，人群移動的差異性，才能夠符合特定情境中的期望。目前業界對於人群移動模擬上的做法，多藉由動畫師針對不同情境下的人群移動做個別設計，其所需耗費之時間、人力、物力，以及金錢等動畫製作成本是相當可觀。

本研究希望能有效的自動產生人群的移動，以減低動畫製作的成本。以往多是以建立機構學及動力學模型的方式來設計虛擬人物，再大量複製虛擬人物(avatar)，以滿足群體運動的效果。但由於此法在動畫製作上的計算量相當大，因此模擬人群的數目不能太多。本研究將以電腦動畫領域中之群體運動模擬為主要的研究方向，針對人群移動的模擬提出一個務實、簡單的設計理念，以提昇動畫製作過程的自動化程度。

## 1.2 研究目標

本研究的主要目標如下：

1. 設計虛擬人的運動模型，以虛擬力驅動虛擬人運動，簡化以往複雜的機構學及動力學模型方式。
2. 定義人群移動過程中的移動特徵，以提供演化計算中關於適應函數的設計。
3. 整理列舉關於人群移動的移動樣式與不同代表性環境中的關係矩陣。
4. 設計一個模擬人群移動的實驗平台，以提供其他領域(例如都市規劃，救災系統等)，在討論人群與不同環境空間互動下的電腦模擬平台。

### 1.3 系統架構與流程說明

在這節中，我們首先說明在本研究中對於人群的定義，並在1.3.2節中說明本論文所提議在系統中相關模組的功能設計，以及模組之間的運作流程。

#### 1.3.1 人群的定義

本研究中的人群(crowd)是由團體(groups)所組成，而團體是指其中成員如有的有其相同的移動行為與目的地，便可視為相同的一群虛擬人。在圖 1.2 中其黃色線表示此人欲前往的路徑，藍色為虛擬人群最後欲到達的終點位置，紅色外框為代表此為同一群人。在本系統中，人群為階層架構。一個人群可為許多團體所組成，而在團體中的每一位虛擬人欲前往相同的終點，並且移動樣式也是相同。本人群模擬系統規劃為多人群的架構(圖 1.3)。目前研究仍鎖定在群體的移動樣式的討論，為減化實驗設計的複雜度，因此本研究的演化設計與模擬實驗，均則採用單一人群做為實驗設計的討論。

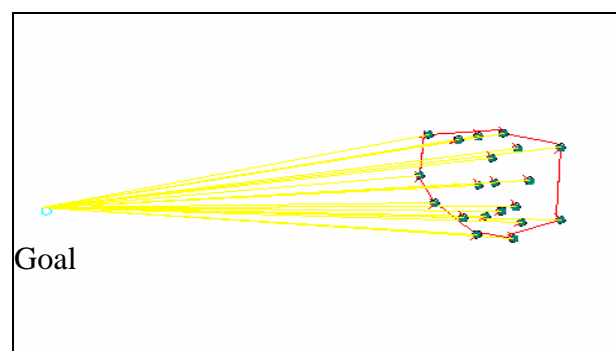


圖 1.2 人群的定義

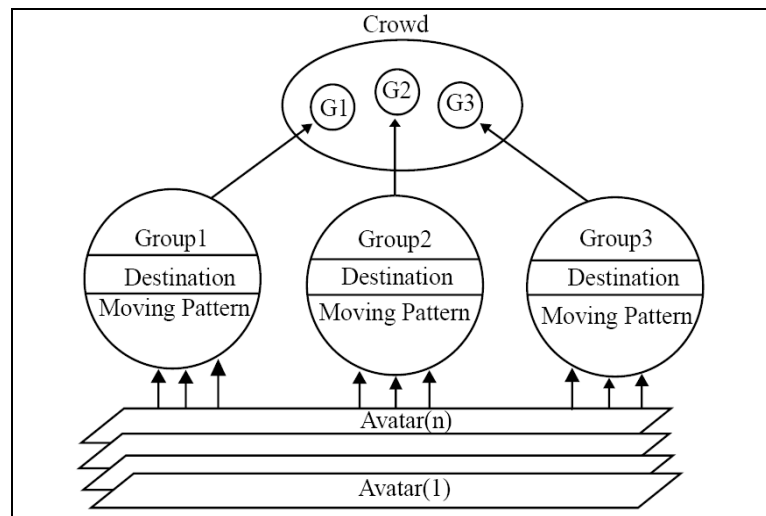


圖 1.3 多個人群的階層定義

### 1.3.2 系統模組說明

如圖 1.4 所示目前系統包含以下 3 個模組：人群系統模組(Crowd Simulation Module)、演化模組(Evolution Module)、資料輸出入模組(Data Input/Output Module)。人群模組提供了虛擬人群中的個體計算，使得在多個體(Multi-agent)的環境中，個體在彼此驅動力相互影響下，能表現出群體行為；而目前所討論的個體行為，以人群移動的行為為主。在第 4 節對於個體設計的機制會有更為詳細說明。在演化機制(Evolution module)模組部分，主要是透過人群模擬系統所產生的人群移動結果，將結果與研究所討論的目標是否接近給予評估的適應分數，再透過基因演化機制，自動演化出人群移動在不同情境下所需驅動力的加權參數組合。關於演化機制這部分，在第四章有更為詳細的說明。

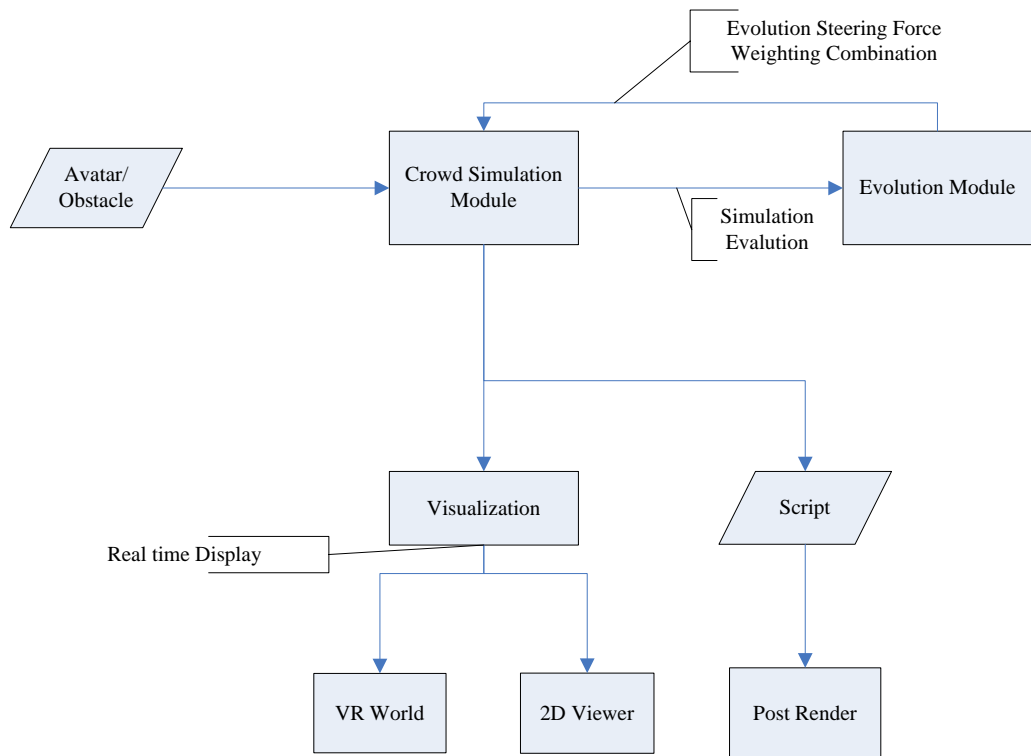


圖 1.4 人群系統模組說明

在圖 1.5 中我們可以知道系統首先透過外部輸入環境障礙物的設定檔案，以及人群初始位置與群體路徑的多目標設定之後，便開始進行全區域的群體運動路徑的計算。所產生的路徑交由人群移動模組來產生群體中每一個體的位置，以產生出人群移動的動畫。在輸出資料部分又分為繪圖模組(Render)與文字腳本(Script)。在繪圖模組中主要將人群移動計算出的結果輸出至 2D Viewer 畫面上，以即時動畫呈現方式，方便初期虛擬人模型建立。另外，也可透過 VRWorld [2]的平台連結，產生即時性 3D 的動畫。除了即時畫面呈現的方式，我們也可以透過文字腳本方式輸出資料，之後再配合 MAYA 等專業電腦動畫來產生高品質的電腦動畫。

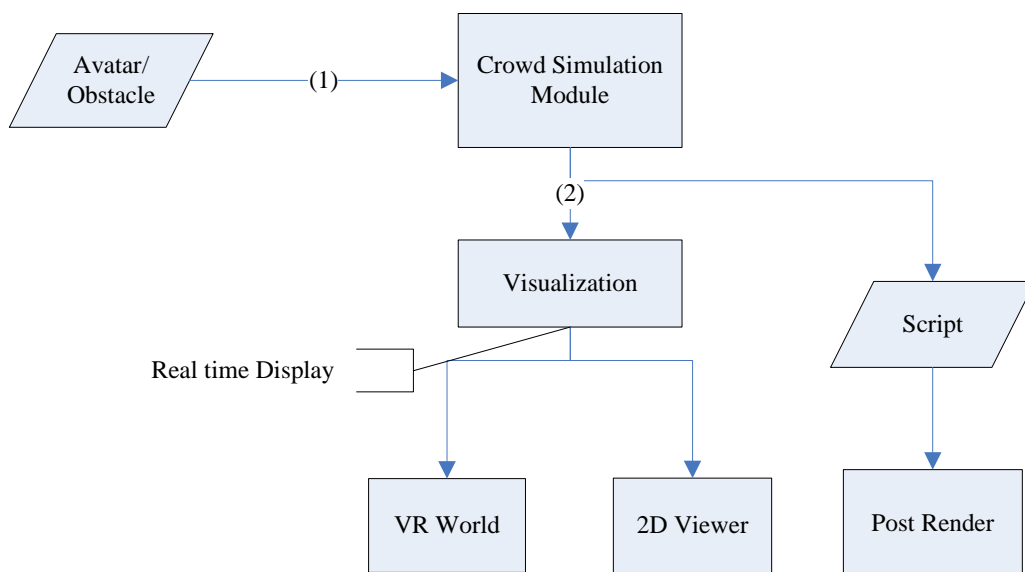


圖 1.5 資料輸出入模組說明

在圖 1.6 中我們可以知道人群系統模組主要負責人群運動的產生，因此在這模組中，我們設計了以下 3 個子模組：WorldManager、Goal、Crowd 及輸出模組。WorldManager 為訊息管理者，負責將各事件所觸發的訊息，對應至相關模組處理。Goal 模組負責作全區域路徑規劃 Li, et al. [20]。因此載入了人群劇本所設定的運動路徑的起點與終點參考圖 1.6 中的(1)線，便會計算得出一條全區域的群體路徑參考圖 1.6 中的(2)線，有了群體路徑之後，便可將之傳入 CrowdManager module 中，計算個體之間的互動影響，進而產生虛擬人群的移動軌跡。

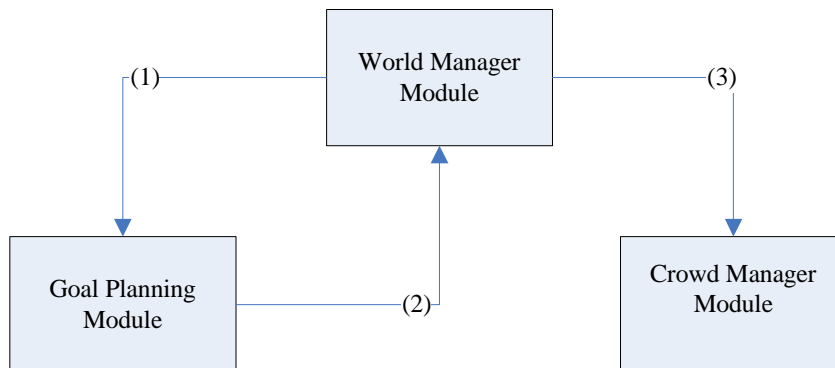


圖 1.6 人群系統模組說明

在圖 1.7 中，我們可以知道人群系統模組主要負責人群運動的產生。因此與演化模組中的互動流程說明來看，我們將人群模擬所產生的群體位置，傳入至演化模組中進行適應函數的評估參考圖 1.75 中的(1)線，以得到本次移動模擬的表現。我們透過演化計算的流程，演化新的虛擬驅動力權重組合，以做為下一次模擬的依據參考圖 1.7 中的(2)線。對於演化的流程會在第五章再詳細說明。

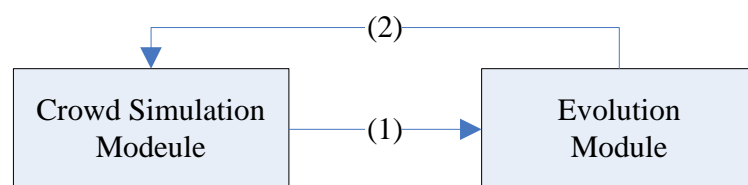


圖 1.7 模擬模組與演化模組的流程說明



## 1.4 本論文的貢獻

在本研究中，我們針對人群移動的模擬研究，有以下幾項的貢獻：

1. 我們提出了對於虛擬人運動模型的設計模型，透過個體之間彼此互動所產生的群體現象，模擬人群的移動。
2. 針對人群移動，我們提出針對不同的人群移動樣式，透過演化計算的方式進行演化。
3. 整理代表性環境，利用演化計算來討論移動行為與環境之間的關係。
4. 透過演化計算的電腦模擬方式來產生人群移動的動畫，以有效的自動產生人群的移動，減低人群動畫製作的成本。

## 1.5 本研究的限制

由於人群移動樣式在目前電腦科學領域中，仍無許多實證資料討論，在研究過程中做了部份假設，因此在研究上會有以下幾點的限制，這也是未來相關研究工作可以繼續努力的地方。茲將本研究之限制列舉如下：

1. 本研究在虛擬人運動模型的擬人化建立上，主要根據生理視野範圍的限制，及人對認知資源的有限性予以簡化設計，並以虛擬力來驅動虛擬人的移動。
2. 在真實環境中，人群的定義相當多面，此篇研究主要是以單群人群的移動來討論。
3. 人群活動的環境空間為二維的平面空間，環境無地形高低起伏的變化。
4. 虛擬人在群體中無異質性設計(heterogeneous design)，使得在目前的系統中並無個人化設計。
5. 透過運動計畫所求出的群體移動路徑，是同一群虛擬人所遵循的相同路徑。

## 1.6 論文章節架構

首先，我們參考[30][31]的驅動力法則來設計人群中的虛擬人物，並針對人移動的特性設計適切的驅動力法則。其次，我們對於群體運動中不可避免的碰撞問題，使用有限狀態機的方法，在不同碰撞情形發生時，採取適切的碰撞處理策略。另外，我們使用基因演算法[21][24][28]來演化人群運動的控制變數，以產生適用於不同類別環境的人群運動。接下來的第二章文獻整理中，我們會介紹與此題目相關的研究與研究方法；第三章則是說明描述人群移動模擬系統中關於虛擬人的設計，在這章節中主要我們會說明虛擬人的運動模型與虛擬人運動過程中對於碰撞處理的策略；關於將人工智慧演化機制用以產生不同的人群移動的形式(pattern)則在第四章中描述；第五章則是實驗結果與討論，我們將展示初步的實驗結果；第六章是結論與未來研究方向。