

第二章

相關研究

本章主要整理與回顧關於群體運動與行人移動的研究。在文獻中關於人群運動模擬的研究曾採用了許多方法，其主要可分成以下幾類：分子系統(particle system)、行為系統(behavioral system)，以及運動計畫演算法(motion planning)等方式。在都市規劃與交通建設的領域中，也有做許多關於行人移動研究。以下我們分別就這上述幾類來做文獻說明：

2.1 分子系統(particle system)

在早期物理領域中，曾以流體力學角度來討論人群移動，將行人或是個體視為一個簡單分子。Helbing [17,18]以物理學方式來建構行人模型，討論行人移動間發生衝突的狀況(圖 2.1)。在 Helbing [17,18]的研究中指出，行人在移動活動只會依循過往經驗作反應，並不會採用複雜的決策規劃。因此，他們的研究設計了行為力模型，其中三種行為力分別是：行人自身欲前往目的地的驅動力、與其他行人或是邊界的排斥力及收到環境吸引點的吸引力。藉由此三種力的作用，可以模擬行人的自我組織現象，例如行人自動分道與因常經過而形成的行人路徑。

Bouvier [7]、Brogan & Hodgins [8][9] 使用了以物理法則為主的分子系統，透過物理法則架構出虛擬人物(圖 2.2)，再由多位的虛擬人物來滿足群體運動的效果。Brogan & Hodgins [8]是以自行車競賽為例子(圖 2.3)來模擬群體的運動。由於採用了動力學的設計，可呈現更為真實的效果，但需較高的計算成本。因此，這個方式在模擬的人群數量

上限有一定的限制。

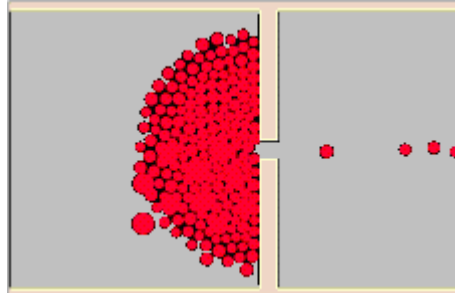


圖 2.1 行人間的衝突碰撞[17,18]

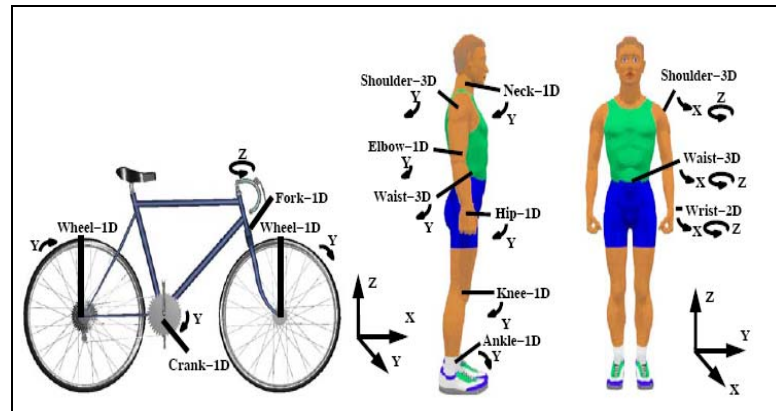


圖 2.2 自行車選手模型定義[8]



圖 2.3 自行車選手競速運動[8]

關於人群移動的研究亦可在交通運輸與都市計畫的研究領域中看到許多。這類研究主要是探究行人與空間的相互關係。在1971年，fruin[11]透過實證觀察方式提出行人在空間中分佈密度與行走速度間的相關性(圖2.4)。因此在行人移動的研究中，一般都是以群聚的人群為單位來討論，並以統計方式如迴歸分析來檢驗群體可能發生的現象。但這樣卻無法討論個體間相互作用的動態過程，以及多樣的可能性。此研究透過複雜理論的角度，以分子系統的方式來設計，並以代理人為基礎的電腦模擬方式(ABMS:Agent Based Modeling Simulation)，來模擬討論行人移動所發生的現象[34]。Takeshi Sakuma [37]研究也開始從認知科學與心裡學的觀點來設計虛擬人[32]。此研究的行人代理人設計，主要是參考心理學領域中人為資源有限的特性，來設計視覺知覺與注意力[25]。並針對過往社會心理領域所討論行人群密度與行走速度間的相互關係[11]來進行電腦模擬。Toshihiro[29]是透過實際觀察車站中人潮流動的資料來分析，設定行人對於空間知覺與移動速度相關的參數設定[29]。

在 Victor [38][39]的研究中，作者以細胞自動機的方式(Cellular Automata)，在棋盤中的一細格上放置一位虛擬人。而細格上的狀態又可分為有人或是沒人兩種狀態。在他們的研究中設計行了人移動的三個簡單移動規則：側步移動、向前移動、減速移動，來討論人群移動流向與道路長度的關係。大多討論災難逃生下的人群移動現象，目前研究主要以物理方式[10][17][18][34][35]來討論行人移動的研究。Saiwaki, Komatsu, Yoshida, & Nishida[34] 則以物理法則中混沌(Chaos)的特性來設計虛擬人群。混沌原理只需利用少數的控制參數，便可產生人群移動的軌跡。另外，此研究也利用電位相斥的原理，來設計避碰。不過其人群移動軌跡的多樣性，相當依賴初始化的參數設定，使得人群軌跡控制的精確度仍相當低。

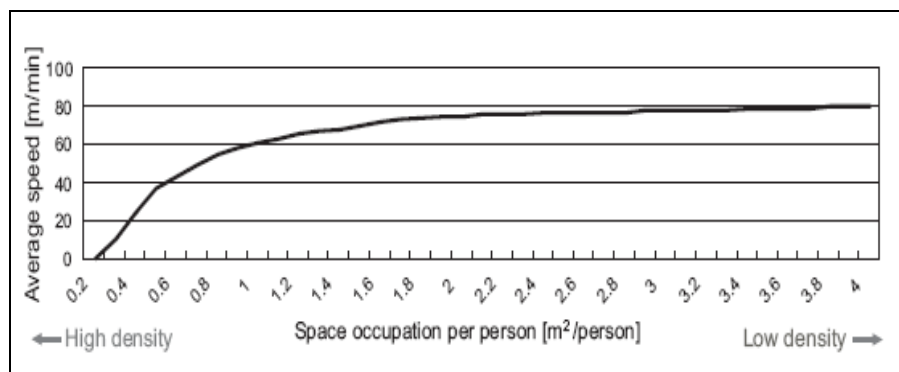


圖 2.4 在指定時間與空間性的群體運動[11]

2.2 行為系統(behavioral system)

Renynold [30][31] 以簡單的區域法則(local rules)，應用在群體中的每一個體上。個體間在區域空間中的相互影響，產生出自然界生物群聚的現象，例如鳥群的飛行(圖 2.5)。Tu & Terzopoulos [12]以行為法則為基礎，利用有限狀態機建構出認知模型。在這認知模型中，作者描述了魚體肢體運動與環境之間的狀態轉換關係(圖 2.6)，成功地模擬出一群魚群游動。在簡單的生物群聚行為(魚群)上，此一研究雖有不錯的成果(圖 2.7)，但在面對人的複雜行為表現時，由於人群的移動通常是由較複雜動機與原則所驅使，使得一般動物的碰撞處理方式與驅動力的設計，無法完全滿足人群運動的模擬要求。另外，受限於行為法則設計無法窮舉，因此也無法完整地建構出以人為主的模擬智能。



圖 2.5 鳥群的飛行[30]

有鑑於上述分子系統所能表現層次對人來說過於簡單，無法表現出人在複雜的社會情境下所應有的社交活動，Muse[14][27] 根據社會心理學對於人群的看法，建構了虛擬人完整的知識表達，並使其具有學習功能。作者採用行為定義與劇本方式來設計虛擬人，並提出了出7種人群移動的行為情境(圖 2.8)，他們以階層式架構提供不同程度的自動控制，是由上而下的影響設計(top-down design)。此階層式架構方式可用來討論個體在群體中不同社會階層的差異，也提供了不同層級的控制方式(圖 2.9)，但其複雜度太高，使得模擬數量的規模無法變大。在[13][33]則是將複雜的環境或是與人有關的環境物件，以物件所賦予的屬性來與虛擬人產生互動行為，以此來表現更為複雜多樣的社交活動。

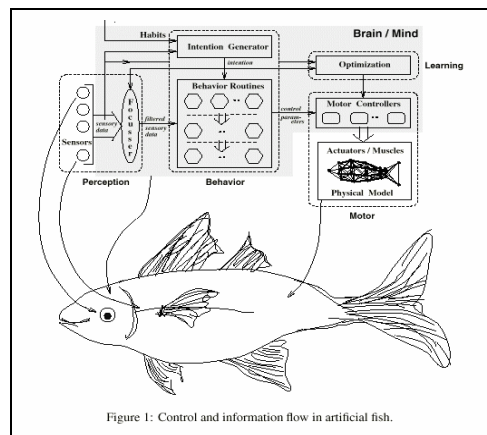


圖 2.6 認知模型[12]



圖 2.7 魚群群集[12]



圖 2.8 人群活動[27]

| CROWD | | GROUPS | | | INDIVIDUALS | |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Knowledge</i> | <i>Beliefs</i> | <i>Knowledge</i> | <i>Beliefs</i> | <i>Intentions</i> | <i>Beliefs</i> | <i>Intentions</i> |
| Obstacles to avoid | Crowd parameters | Group memory | Group parameters | Goals and actions to be applied | Relationship with other groups | Follow group or change of groups |
| Interest points of the scene | | Group Perception | | | Status of domination | Be leader |
| Actions points | | | | | | |

圖 2.9 人群社會化階級結構定義[27]

2.3 機器人運動計畫演算法

運動計畫最早應用在機器人移動過程中，在給定虛擬人活動的起始和終點位置之後，以運動計畫(motion planning)方式為其找到一條可行無發生碰撞的運動路徑。除了此主要應用，在近年研究發展中，運動計畫也被應用在許多其他領域中例如電腦動畫[22]。在電腦動畫中也常用運動計畫來自動產生角色人物的運動行為。Li, et al [20]以多代理人運動路徑規劃的方式，來討論群體運動。在此研究中提出Leader-Follower 模式，跟隨領導者(leader following)是群體運動中的一種移動模式。在群體中有一個領導者，負責帶領群體往所設定的目標移動，群體中其餘的個體都是跟隨者，跟著領導者移動。領導者以運動計畫方法，針對場景做全域性的路徑規劃，其追隨群眾則以驅動力方式[30]來模擬。領

導者所規劃的路徑，可提供給追隨者在面對障礙物時，一個追隨領導者參考方向。

Anderson [4]透過運動計畫所產生的路徑與系統所限定的變形空間，來產生具有空間與時間性限制的群體運動；不過以上這些運動計畫所產生的動畫，仍是採用全域計算規劃所得出的群體運動路徑。Bayazit [6]利用運動計畫器與街圖(Roadmap)，將群體運動的行為用運動計畫的方式呈現出來。Kamphuis[23]則在運動計畫器中加上幾何形狀的形變，為群體在移動時能維持特定的形狀。上述透過運動計畫所產生的群體移動，其應用在大量的人群移動模擬下所佔用的計算量當相大，使得在無法有效模擬大規模的人群數目。因此本研究為求簡化計算複雜度，因此採取只以運動計畫作全域計算，再得出系統模擬中所需的起點到終點單一運動路徑。其他人群的運動則仍參考Renynold [30][31]所提的簡單區域法則，應用在人群中的每一個虛擬人。則虛擬人之間可以透過簡單的區域法則，產生出相互的作用，進而產生出人群群聚移動的現象。

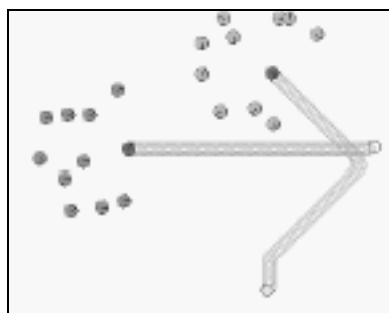


圖 2.10 跟隨領導者移動模式[20]



圖 2.11 在指定時間與空間性的群體運動[4]

在第二章中，我們將群體運動分為三大類，而本研究定位在透過行為設計方式，建構出擬人的代理人，以區域互動方式來產生出人群移動現象，如此可簡化對於擬人行為的表現與擬人認知層次所需要的複雜度。