

# 第一章

## 導論

### 1.1 簡介

如何跟使用者進行互動，在遊戲裡是一件非常重要的議題。在早期的遊戲程式裡，因為受限於硬體效能的不足，遊戲程式和使用者之間的互動往往是單調且不知變通的。但隨著電腦硬體能力的不斷提升和相關演算法的不斷研究及修改，遊戲程式和使用者之間的互動已經是變得越來越複雜且越來越多樣化。目前最常見的一種遊戲互動方法，便是讓使用者化身為遊戲裡的虛擬人物，進入遊戲的場景中體驗擬真的虛擬世界，並和電腦所扮演的虛擬角色進行互動。這種藉由角色扮演的方式來進行遊戲的方法，除了讓使用者能更輕鬆且更容易的和電腦進行互動，也能讓使用者有更深入其境的感覺。

在角色扮演類型的遊戲裡，有的虛擬角色只能針對使用者的操作進行簡單的反應動作，例如進行事先寫好的對話或走預設的路徑等。但也有些虛擬角色具有豐富的反應動作和複雜的對應機制，能跟使用者進行複雜且有變化的對應動作，包括根據玩家的位置進行導遊的工作、協助玩家解決敵人或是閃避玩家所發射出來的子彈等。這種能對使用者進行複雜反應動作的角色，我們便稱其為智慧型角色(intelligent character)。

在 3D 場景的遊戲裡，使用者和角色們通常都會有著寬廣的視角及高自由度的動作變化，要在這種遊戲裡設計一個智慧型角色並不是一件容易的事。如果考慮的因素不夠周全，很容易就會讓使用者察覺到角色的反應動作是單調或不自然的。但相反的，如果考慮的因素太多，也會讓程式的執行速度變慢甚至是沒有達到即時的效果。如何在執行

效率和逼真效果之間達到平衡，是這個議題裡的一個重要環節。本研究主要便是在探討如何在 3D 場景的遊戲裡建立一個即時且足夠逼真的智慧型角色。這裡我們可以把這個議題分成兩部份來討論，第一部份是運動計畫(motion planning)演算法的設計，第二部份是角色動畫(character animation)的生成方法。

運動計畫演算法的設計目的，是讓程式能根據環境狀況及角色期望達成的目標來進行角色動作的規劃。例如當使用者對角色進行射擊的動作時，如果角色的目標是閃躲過子彈，那麼程式就必須替角色找出最有可能閃過子彈的下一個動作。在 3D 場景的遊戲裡，因為角色的自由度非常高，所以運動計畫的部份通常會須要花費有很大的計算量。過去有一些研究為了在 3D 場景裡能達到即時規劃的效果，他們是以將 3D 場景簡化成 2D 圖的方式來進行角色動作的規劃[20][21][28]。其中[28]的研究裡，它的 2D 圖是直接以布林值來儲存，代表著這個平面位置上是否有障礙物的存在，角色能不能通過這個位置；[20][21]的 2D 圖裡則是記錄著障礙物可以允許通過的動作高度範圍，只要角色的動作高度是在障礙物高度的允許範圍內，角色便可以通過這個位置。這兩種方式雖然大量的降低了計算上的複雜度，但能提供的精確度卻非常的低。另外一些研究則是將 3D 場景建立成街景圖(Roadmap)來進行角色動作的規劃[19][27]。其中在[27]的研究裡，它是以隨機式街景圖(Probabilistic Roadmap Methods, PRM)[16][22]來規劃物體移動的路徑，[19]的研究則是以隨機拓展樹(Rapidly-exploring random tree, RRT)[24]來規劃角色用手抓取物體的動作。這兩種方式都算是街景圖的變形，他們能夠提供比較高精確度的運動計畫，但缺點是會佔用比較多的記憶體，且搜尋時間也比較長，因此設計者通常都必須將 3D 場景的空間大小限制在某一個範圍內。

角色動畫的生成是指程式要如何產生角色的走路、跑步甚至是跳躍的連續動畫。在過去的許多研究裡，人們常用的方法是把角色的所有反應動作和反應機制都事先定義在一張動作圖(motion graph)裡[17]，之後當角色要和使用者進行互動時，便直接從這張動作圖裡搜尋出最合理的動作來進行對應。這種方式是屬於以圖形為基礎(Graph-based)的

處理方式，這類型的方式因為把角色的反應機制和反應動作都結合在一張動作圖裡，所以有著容易設計的優點。但也因為角色的所有動作都是事先就設計好的，所以會有著缺乏彈性的缺點。另一種常見的方式，則是以動力學為基礎(Dynamic-based)的處理方式。這種方式是根據動力學原理來設計出一些走路[1][9][10]、跑步[12]或騎車[13]等動作的演算法，之後當角色要和使用者進行互動時，便直接根據這些演算法來產生角色的動作。這種方式因為把角色的所有反應機制和反應動作都定義在一個演算法裡，所以有很高的彈性，但相對的也增加了不少的計算量。且因為設計者通常很難把動力學模型設計的很完善，所以計算出的動作往往都會有不真實或不自然的缺點。

## 1.2 研究動機與目的

本研究的目的是要對現有的 3D 角色動作規劃方法進行更進一步的探討及改進。我們發現，目前大部份研究所提出的角色動作規劃方法，都還只能用來規劃靜態環境裡的角色，無法有效的應用在動態環境的角色裡。其中將 3D 場景簡化成 2D 圖的動作規劃方法，雖然有著很快的處理速度，但規劃出來的動作品質通常都會非常的差，效果無法令使用者滿意。而將 3D 場景建立成街景圖的規劃方法，雖然可以規劃出品質比較高的動作，但在大範圍或高變動率的 3D 場景裡通常很難達到即時的效果，因此目前都還沒看到市面上有遊戲採用這種方法。在我們的研究構想裡，我們認為利用變動式街景圖的概念，可以充份解決無法處理大範圍場景的問題。而利用時間預算(Time Budget)來使街景圖動態成長的概念，可以讓我們的街景圖能隨著時間的限制來調整品質，進而達到即時計算的效果。我們打算根據這些概念來設計新的動作規劃演算法，藉此讓遊戲程式可以在執行效率和逼真效果之間達到不錯的平衡。另外我們也希望能針對如何讓使用者跟虛擬角色進行互動的部份進行討論，並將這些因素加入到我們的動作規劃演算法裡，藉此讓系統所規劃出來的虛擬角色能更有效的跟使用者進行互動。

## 1.3 論文貢獻

本論文的貢獻在於：

- **能根據時間預算調整規劃品質的運動計畫演算法**

本論文設計了一種運動計畫演算法，可以讓系統預測角色未來可行的行動空間，並根據這些預測結果來規劃角色動作。這裡我們設計了一種可行動作樹(Feasible Motion Tree)的資料結構，能讓系統根據時間預算來動態調整預測的深度，使程式可以在執行效率和規劃品質之間達到一個不錯的平衡。

- **能跟使用者進行即時互動的角色運動規劃模組**

根據前面所提的這個運動計畫演算法，我們設計出了一個可以讓 3D 場景中的虛擬角色跟使用者進行即時互動的角色動作規劃模組。這個模組在應用上有著很大的彈性，設計者可以很容易將其應用到各種角色動作規劃問題裡。

## 1.4 論文章節架構

在第二章，我們會介紹本研究相關的基礎知識及過去的研究成果，包括運動計畫演算法、角色動畫生成方法和角色反應機制的設計等。第三章將說明本研究所要解決的問題，並簡單介紹本論文所提出的運動模組的系統架構。第四、五章是要對運動模組裡的詳細實作流程進行說明，內容包括角色動作預測、角色動作選擇及場景更新。第六章則是要對我們所提出的運動作模組進行一些實驗及討論。第七章為研究結論與未來發展。