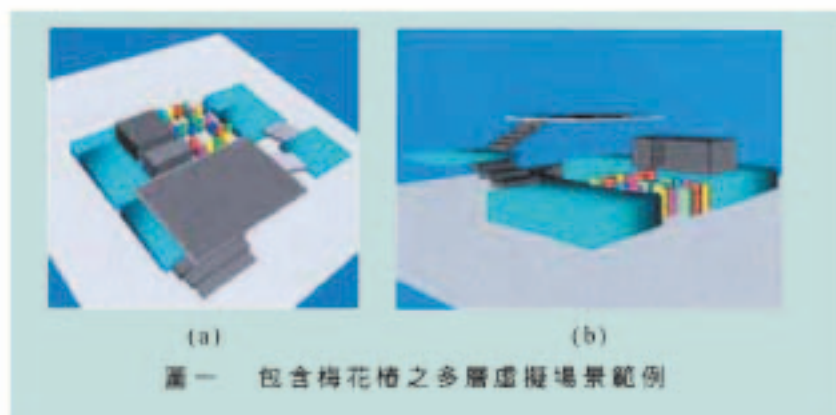


## 網路虛擬環境中自主式數位演員之實現

李蔡彥 國立政治大學資訊科學學系  
計畫編號：NSC-93-2213-E-004-001

## 一、摘要

電腦動畫是數位內容技術亟需突破的一個應用。自主式數位演員的概念是以人工智慧結合電腦動畫的技術，簡化動畫產生程序，進而達到降低成本的目的。本研究以三年為期，建立數位演員及虛擬人群的運動模型，並設計開放式的 3D 虛擬環境以做為實驗的平台。我們建立了一個能在高低不平的環境中即時自動產生運動的數位演員，並嘗試以計畫及模擬的方法產生虛擬人群的運動。另外，我們設計了一個具延展性的動畫腳本語言及開放式的多人虛擬環境系統，以供數位演員在即時動畫的環境下進行實驗。我們相信此研究成果可提供多人虛擬環境系統（如即時線上 3D 遊戲）模擬智慧型虛擬角色；此開放式虛擬環境也將為即時動畫實驗提供一個完善的測試平台。



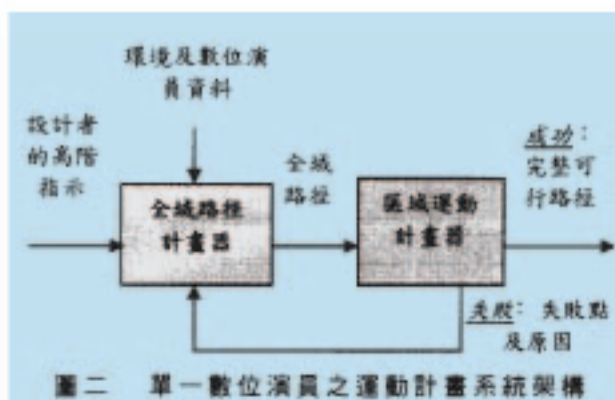
## 二、計畫說明

雖然近年來動畫設計軟體已有長足的進步，但這些設計工具的學習曲線高，且設計過程繁複，以致動畫的製作成本過高。要能跳脫目前線上遊戲 2D 動畫或 3D 罐裝動作的現況，勢必要開發新的動畫製作技術，讓設計師得以少量的高階輸入，產生多樣化的即時動畫。

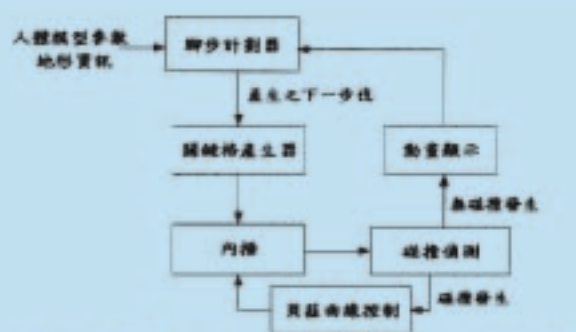
近年來由於運動抓取技術的日趨成熟，人體角色動畫多透過此技術取得擬真的動作。這個方式的優點在於其動作的自然度高，但缺點

是無法產生事先未抓取的運動類型。相對而言，自主式數位演員的概念是另一種運動產生的方式，目的在透過人工智慧中運動計畫的技術，讓設計師能以高階的指令，指定演員的目標位置，而由系統自動產生能讓該演員到達目標地的運動。例如在圖一包含梅花槽地形的複雜環境中，系統應能根據環境的描述自動產生從底層地面到達上層平台的完整數位演員運動。

另外，大型虛擬人群的運動計畫是計算複雜度相當高的問題。如採用模擬的方



圖二 單一數位演員之運動計畫系統架構



圖三 人體下半身行走運動計畫的系統流程圖

式計算，則在沒有中央控管的機制下，如何找出好的局部運動規則，模擬特定的群體行為，則是另一個具挑戰性的問題。

不論是單一虛擬角色或虛擬人群運動的模擬，目前都缺乏較完整的平台可供實驗進行。市售的虛擬環境系統（如 ActiveWorld 等），不但所費不貲，且多只能提供獨家設計的 API，供應用系統作加值之用。而網路上開放原始碼的多人虛擬環境不多，且缺乏延展功能。

### 三、研究成果與現況

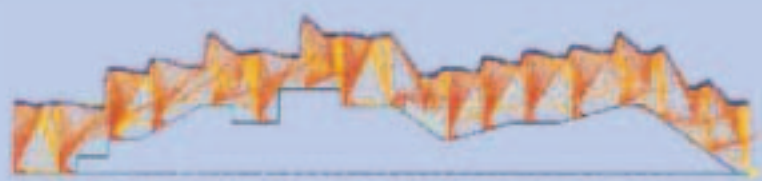
#### (一) 單一數位演員之運動計畫設計

圖二是我們所設計運動計畫系統的架構圖。我們假設輸入的資料為環境中物體的幾何描述（包含形狀、厚度及高度）及數位演員的機構學參數（如腳長、腳寬、身體厚度及關節限制資料等）。我們採分離式計畫的方式

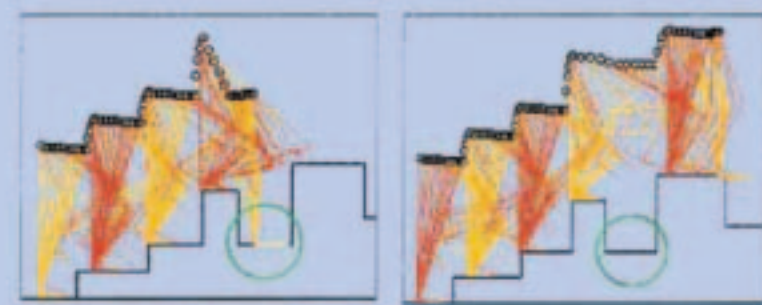
，將運動計畫器分為兩個部分：全域路徑計畫器及區域運動計畫器，先由全域路徑計畫器找出一條可行的路徑，再交由區域運動計畫器產生避障的人體下半身運動。

圖三的系统流程說明了本系統下半身運動計畫的方式。我們根據輸入地形規劃未來數步的大小，再以程式式動畫模擬的方式產生下半身避障的運動。圖四便是一個能適應崎嶇不平地形（包

含階梯及斜坡）的人體下半身運動範例。圖五則是說明了運動計畫的機制讓數位演員能避開深溝的陷阱，跨一大步直接踩在下一個台階上。圖六則是全域結合區域運動計畫的實驗範例。其中，圖六(a)及(b)是由系統自動產生的路徑，從圖一中的底層，穿越梅花樁及狹小通道，將數位演員帶到高層平台上。圖六(c)及(d)則是數位演員在執行此路徑時由系統自動產生的下半身避障運動



圖四 模擬人體下半身適應崎嶇路面的範例



(a) 僅計畫一步的失敗例子 (b) 計畫兩步則能成功

圖五 下半身運動計畫的範例

資訊 I  
 成果報導



(a)在圖一中所計畫出在第一層的路徑



(b)在圖一中所計畫出在第二層的路徑



(c)在狹小通道時所採取的側走運動



(d)踩在梅花檯上的行走運動

圖六 全域結合區域運動計畫的實驗範例



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

圖七 以動態編隊方式通過狹小區域的範例

(側走及踩梅花檯)。

## (二) 虛擬人群之模擬

分為計畫及模擬兩個方向。第一，我們以動態編隊方式組織人群，設計一個多人運動計畫器。這個計畫器以階層球樹的方式組織人群，並將個體的自由度凍結；除非必要，編在同一隊的群組會以同一速度運動，以減少人群內部自我碰撞的機會。如圖七的範例所示，隨著人群的運動，如果環境的限制導致人群與障礙物碰撞，則編隊會動態逐步解放至單一個體，以通過任何狹小通道，並能於通過此類區域後檢討重編隊伍，以達適應地形及簡化計算的目的。圖八為此人群運動計畫器的結果

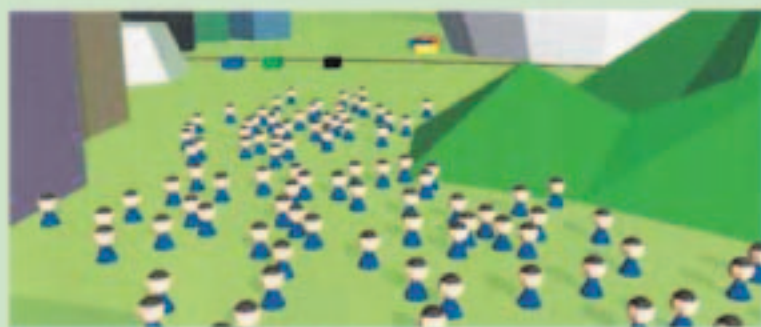
輸出到 3D 動畫軟體後所產生的模擬效果。

第二，我們將傳統以虛擬力場模擬人群的機制，以基因演算法的方式找出最符合期望的人群行為。文獻中對群體行為的模擬，可藉助多種虛擬力線性組合的計算結果，達到即時模擬的目的。我們提議將人群模擬的問題數量化，以虛擬力的係數

做為自變數，而將期望的人群模擬表現量化，做為應變數，再透過基因演算法，針對不同的行為及場景，自動找出最佳的係數組。

## (三) 開放式虛擬環境系統設計

本計畫所設計的虛擬環境系統，是建立在一個具延展性的動畫腳本語言；可延伸動畫型模語言 (eXtensible

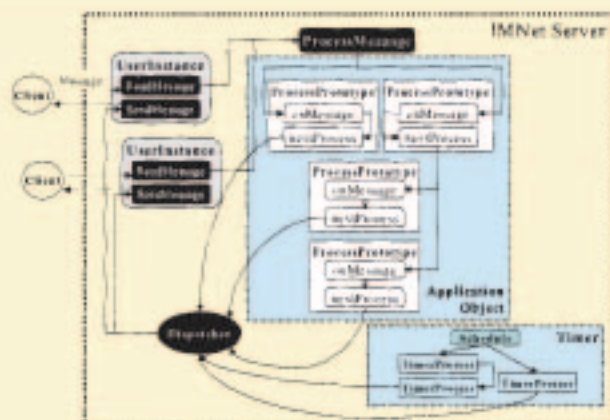


圖八 人群運動計畫器所產生出的人群模擬

```

<AnimItem DEF="WaveWalk" cycle="2000">
  <AnimImport src="Walk">
  <AnimItem DEF="SimpleWave" cycle="1000">
    <AnimNode target="r_shoulder">
      <OrientationInterpolator
        key="..." keyValue="..." />
      </AnimNode>
    </AnimItem>
  </AnimItem>
  </AnimItem>
    
```

圖九 XAML 動畫腳本的範例



圖十 伺服器端的系統架構及其可插入式訊息處理機制

Animation Modeling Language, XAML) 之上。此語言以 XML 為基礎，設計允許高中低階動畫指令能相容並存的結構。圖九為一個以此腳本語言的範例。此語言以遞迴的結構提供現有動畫腳本的重新組合，如此例中邊走邊揮手的動作，便是由一個外部的下半身行走罐裝動畫及上半身揮手動作的低階指定方式所構成。

本研究所開發的多人虛擬環境系統，稱為「智慧型媒體網路 (Intelligent Media Network, 簡稱 IMNet)」，此系統設計的主要目標，除了能滿足一般多人虛擬環境系統的功能外，最重要的在於它所提供的系統延展性。

IMNet 伺服器端的設計 (架構如圖十所示)，目標在透過系統對訊息處理流程的彈性，讓使用者可以進行各種實驗。例如何服器可以透

過計時器的事件觸發，週期性的自動送出訊息至用戶端，另外，IMNet 用戶端程式的設計目標在提供一個具客

製化彈性的圖形化使用者介面 (如圖十一所示)，其中包含一個支援 XAML 語言的 3D 瀏覽器。



圖十一 用戶端圖形介面的範例



圖十二 使用者(右)與代理人(左)進行交談

資訊 I  
 成果報導

我們已成功的以 XAML 中的延伸機制將我們所設計的 XAML-V (XAML Voice Extension) 對話管理語言整合入 IMNet 系統中。此系統根據對話的過程及對話者的角色 (與談人或聽眾)，即時產生適當的 XAML-V 翻本，分散至虛擬環境中的每個使用者。語音跟動畫整合的成果如圖十二所示。系統會依照使用者的回應資訊的不同，產生不同的腳本。在使用者與系統進行對話的同時，虛擬環境中的其它虛擬人物也能從旁觀者的角度來觀看對話 (如圖十三所示)。

綜言之，本計畫建立了數位演員自主運動的計畫模型，並為即時動畫建立了具



圖十三 第三人觀察的效果

延展性的實驗平台。我們希望此技術能對電腦動畫及即時線上遊戲等數位內容領域提供新的應用思考方向。

#### 作者簡介



**李 蔡 彥**  
 國立政治大學資訊科學學系教授  
 美國史丹福大學機械工程博士  
 專長：機器人學；電腦動畫；人工智慧  
 電話：(02)29387642  
 傳真：(02)22341494