

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

自動產生 3D 多人虛擬環境中擬真之虛擬角色行為 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2221-E-004-010-
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：李蔡彥

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：朱鈺琳
碩士班研究生-兼任助理人員：趙偉銘
碩士班研究生-兼任助理人員：雷嘉駿
碩士班研究生-兼任助理人員：梁長宏
碩士班研究生-兼任助理人員：任偉成
大專生-兼任助理人員：張允泰
大專生-兼任助理人員：林欣芸

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 11 月 01 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

自動產生 3D 多人虛擬環境中擬真之虛擬角色行為

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC 97-2221-E-004 -010-

執行期間：97 年 8 月 1 日至 98 年 7 月 31 日

計畫主持人：李蔡彥

計畫參與人員：

碩士班兼任助理：雷嘉駿、趙偉銘、梁長宏、任偉成、陳印似、陳嘉豪

學士班兼任助理：林志忠、劉治宏、劉凱新、陳順貞

成果報告類型：精簡報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

■出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：國立政治大學資訊科學系

中 華 民 國 98 年 10 月 25 日

行政院國家科學委員會 專題研究計畫成果報告

自動產生3D多人虛擬環境中擬真之虛擬角色行為

Automatic Generation of Realistic Behaviors for Virtual Characters in 3D Multi-user Virtual Environments

計畫編號：97-2221-E-004-010

報告期限：97年8月1日至98年7月31日

主持人：李蔡彥 Email: li@nccu.edu.tw

執行機構及單位名稱：國立政治大學資訊科學系

中英文摘要

(一)、中文摘要

目前3D虛擬環境(如Second Life及3D連線遊戲)中虛擬替身的行為,多由真實使用者根據系統所提供的有限功能進行控制。如能在虛擬環境中,產生由電腦控制的虛擬角色,不但可增加環境的豐富性,更可做為虛擬社會中社會現象的實驗平台。然而,目前的虛擬環境系統多無法提供此類擬真行為的自動產生機制。我們提議以兩年的時間,針對虛擬環境中動畫角色行為的擬真性,根據幾何、機構、動力、規劃、情緒、及社會等層面設計適當的動畫程序及行為模型,並在現有的虛擬環境系統中,進行虛擬殖民及社會集體行為的模擬實驗。在過去一年(第一年)的研究中,我們的研究目標在提高個別虛擬角色在動畫上的真實性;研究重點將放在以運動捕捉資料改進程序式動畫的擬真性,並以程序式動畫的方式建立人體動畫的情緒風格模型。我們以最佳化的演算法在程序式動畫的參數空間中,自動搜尋最接近運動擷取動畫的參數組合,以產生既彈性又擬真的虛擬角色動畫。另外,我們也嘗試建立情緒與動作之間的關連模型,並以心理學實驗的方式驗證所提模型的有效性。整體而言,本年度的研究成果以達到階段性目標,這些成果也已於多個國際研討會中發表。

(二)、英文摘要

In current 3D virtual environments, such as Second Life and 3D online games, the behaviors of an avatar are controlled by a real user according to a limited set of functions provided by the system. It is highly desirable for the behaviors to be created

and controlled by the computer because we can not only enhance the content richness of the environment with ease but also enable interesting social experiments in virtual environments. We propose to use two years to conduct research on creating realistic behaviors for animated characters in virtual environments. We will design appropriate animation procedures and behavior models from the aspects of geometry, kinematics, dynamics, planning, emotion, and sociology. We will also integrate the implemented procedures into an existing virtual environment system to conduct simulation experiments on virtual colony and collective social behaviors. In the past year (first year), we aim to enhance the realism of animation on individual avatars. The focus will be on using motion capture data to enhance the realism of procedural animation and creating emotional body motions with procedural animation. We have adopted an optimization algorithm to automatically search the parameter space for the procedural animation such that the motion generated by the procedures can be made as close to the motion capture data as possible. Character animations created with this system can have the combined advantages of being flexible and realistic. In addition, we have also tried to build a hierarchical model to relate emotion to motion. We have verified the effectiveness of the model through psychological experiments. In general, we have reached the goal set in the research proposal, and several research results have been published in international conferences.

一、緣由與目的

3D電腦動畫的軟硬體技術,近年來可謂突飛猛進,也使得3D動畫成為我國數位內容產業

的重點發展項目。除了3D動畫電影之外，3D連線遊戲的多人虛擬環境平台（Multi-user Virtual Environment, MUVE），也是極具市場性及挑戰性的應用。一般用途的3D虛擬環境系統（例如近年來相當受歡迎的Second Life虛擬環境[15]）有別於線上連線遊戲，其系統設計的邏輯並非固定在某一特定的應用情境上，而是取決於該環境設計者的設計目標，因此這類系統所提供的設計彈性及動畫表達的真實性便十分重要。

我們認為，一般而言虛擬動畫角色的真實性來自於兩個層面。第一個層面在於動畫本身的真實性，包含動畫本身的真實性與一般人的經驗是否一致，及動畫與環境之間的關係是否合理。第二個層面則是動作表現方式的選擇及表現動畫的時機是否與當時的情境內容（Context）是否吻合。本計畫的目的是希望能以兩年的時間，為多人虛擬環境中的虛擬動畫角色，設計擬真的個體動畫及集體行為。在第一年的計畫裡，我們將研究重點放在如何有系統的產生擬真且具情緒表達力的虛擬角色動畫。更具體而言，我們提議以運動捕捉資料改進程序式動畫的擬真性，並以程序式動畫的方式建立情緒風格模型，自動產生符合環境限制的動畫。以下謹就這兩個主題，說明我們的問題定義及目前的研究成果。

二、以運動捕捉資料改進程序式動畫的擬真性

（一）問題描述

目前製作人體動畫最常用的製作方式可分為兩種，一種是關鍵格動畫（Keyframing），另一種是運動擷取（Motion Capture）。關鍵格動畫是由動畫師直接將關鍵格和內插資訊輸入到電腦中，電腦再依此輸入產生動畫。此種方式的優點是動畫師擁有全面的控制，因此動畫師的自由度極高，但此優點卻也是缺點，因為動畫師必須控制全部的自由度，費時費力。如果我們根據一個動作的特性建構出合理的運動模型及正確的演算程序，便能根據動作的參數自動產生出符合條件的動畫。我們稱這類以知識及演算程序產生動畫的方式為「程序式動畫（Procedural Animation）」[1][6][16]。另一種人體動畫的製作方法則是以運動擷取的方式，以設備直接捕捉人體的運動後，再輸入到電腦產生動畫格[20]。

對程序式動畫而言，不同種類的運動會有不同的運動參數；例如，走路的運動參數有步伐大

表 1：走路的部分運動參數

參數名稱	有效範圍	鄰居範圍
Step Length	[0, 兩倍腿長]	±腿長/160
Step Height	[0, 腿長]	±腿長/80
Hip Tilt	[-45°, 45°]	±2°
Hip Twist	[-60°, 60°]	±2°
Down Sink	[-100%, 100%]	±2%
Pass Sink	[-100%, 100%]	±2%
High Up	[-100%, 100%]	±2%
Spine Down Lean	[-60°, 90°]	±2°
Spine Pass Lean	[-60°, 90°]	±2°
Spine Contact Lean	[-60°, 90°]	±2°
Phase Frame 1~3	[2, ∞]	無

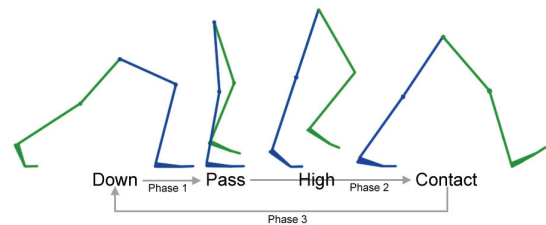


圖 1：走路的四個關鍵格

小、步伐高度及擺手角度等。有些運動參數（如步伐大小）對使用者來說很直觀，但也有些運動參數的含意較不明顯。因此，要設計出自然擬真的動畫，仍需使用者以嘗試錯誤法（Trial and Error）調整運動參數。另一方面，運動擷取資料能提供較擬真的動作產生，但較缺乏適應環境的彈性[20]。因此，我們的目標是希望以運動擷取資料做為動畫程序設計的學習對象，以自動化搜尋的方式找出能產生擬真動畫的程序參數。

（二）系統設計

本節中，我們將先以走路運動為例介紹程序式動畫的設計方式，再介紹我們如何以模擬退火演算法設計將程序參數最佳化的程式。

走路是一種循環性運動，每個走路週期可獨立處理。在我們的走路程序裡，我們用197個型態為實數的參數定義一個走路週期，表1列出了其中幾個運動參數。每個運動參數皆控制動畫程序所產生的關鍵格或內插。例如，Hip Twist會影響角色在走路時臀部扭擺的程度。我們將一個走路週期分成四個關鍵格：後腳離地瞬間

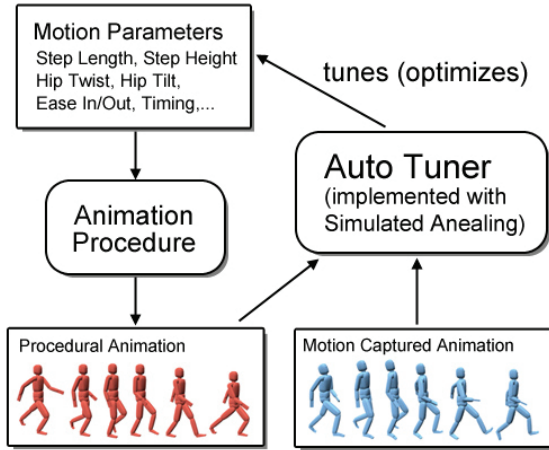


圖 2：最佳化系統架構圖

(Down)、兩腳交錯瞬間 (Pass)、重心最高瞬間 (High) 與前腳踏地瞬間 (Contact)。兩個關鍵格之間稱為階段 (Phase)。如圖1所示，四個關鍵格依序為Down、Pass、High及Contact。Down到Pass之間的轉變稱為第一階段 (Phase 1)，Pass到Contact稱為第二階段 (Phase 2)，Contact到Down稱為第三階段 (Phase 3)。

我們的最佳化流程可分為三個步驟。首先，在執行期之前，我們會先對運動擷取資料做前處理，包括片段裁剪、骨架轉換及關鍵格標記。經過前處理之後，在最佳化的執行期時，我們會先對齊程序式動畫與運動擷取資料的關鍵格，然後再利用模擬退火法 (Simulated Annealing)，最佳化程序式動畫所提供的運動參數，使得程序產生之動畫儘可能接近給定的運動擷取片段。一般而言，最佳化問題的兩個要素是最佳化對象與目標函數。如圖2所示，我們有一個自動調整運動參數的模組 (Auto Tuner)，它可持續不斷地去調整動畫程序所提供的運動參數，然後計算程序所產生出的動畫與運動擷取片段之間的差異度，做為它下一步調整運動參數的考量因素，目的是使兩段動畫的差異度儘可能地達到最小。因此，我們的最佳化對象 (自變數) 是動畫程序的197個運動參數 (表1)，而目標函數是程序式動畫與運動擷取片段的差異度。

由於運動參數為高維空間中的資料，有著許多局部解，我們通常會藉助機率搜尋演算法來解決此問題。一般來說，模擬退火法是容易實作且效率佳的演算法[14]，因此我們利用模擬退火法來最佳化程序式動畫的運動參數。模擬退火法是一種全域搜尋演算法，其特點是利用機率跳脫局部解，以逼近真正的最佳解。詳細的演算法設計

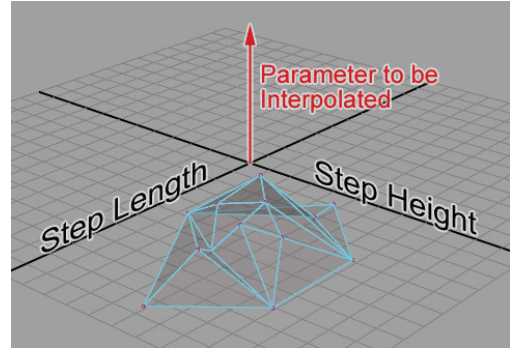


圖 3：以三維空間圖視覺化運動參數的內插

請參閱我們發表的論文[9][10]。

目標函數的設計是最佳化演算法中最重要的一步。對本問題而言，一個好的目標函數應該要能測量出一段程序式動畫和一段運動擷取片段的差異度。我們將一段動畫表示成一個組態串列，而一個組態即代表角色的一個姿勢。假設以運動參數組合A所產生之程序式動畫以PA表示，已經過剪裁處理的運動擷取片段以M表示，目標函數定義如下：

$$f(A) = \sum_{i \in \text{keyframes}} \left(w_1 d(P_A[i], M[i]) + w_2 \left| d(P_A[i-1], P_A[i+1]) - d(M[i-1], M[i+1]) \right| \right) \quad (1)$$

其中PA[k] 代表程序式動畫的第k格組態 (或姿勢)，M[k] 代表運動擷取片段的第k格組態。d是距離函數，用來計算兩個組態的差異度。式子可分成兩項，前項 $d(P_A[i], M[i])$ 用來測量PA和M在關鍵格i角色姿勢的差異度，後項 $|d(P_A[i-1], P_A[i+1]) - d(M[i-1], M[i+1])|$ 用來測量PA和M在關鍵格i角色各部位運動速度的差異度。其中 $d(P_A[i-1], P_A[i+1])$ 與 $d(M[i-1], M[i+1])$ 分別用來表示PA和M在關鍵格i一階導數的量度 (Magnitude)，用來近似物理意義上的瞬時速度。w1和w2為權重值，在我們目前的實驗中，兩者值皆為1。

我們希望能只需控制角色步伐大小和高度，程序就能自動幫我們產生出自然的走路動畫。但是由於運動參數彼此可能不獨立，所以當我們去修改部分控制參數 (如步伐大小和高度) 以符合需求時，可能會造成動作不自然。因此，我們提議從這些最佳化後的運動參數去內插出新的、符合使用者要求的參數組合。我們以步伐大小及步伐高度的控制參數為點進行Delaunay

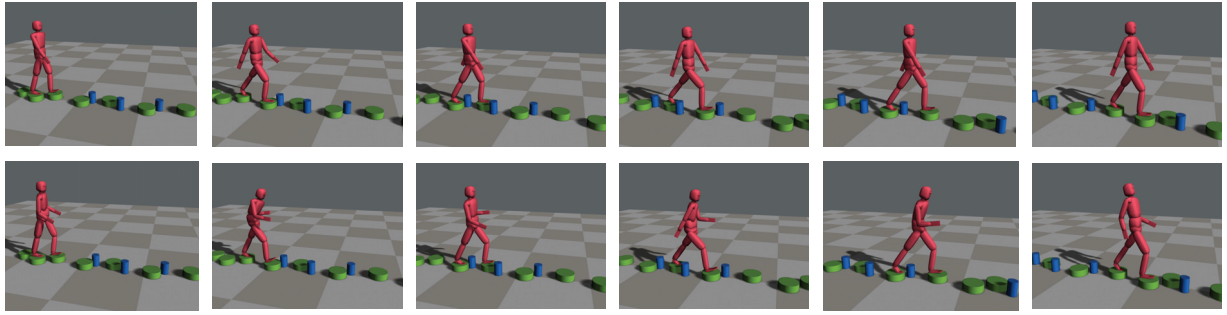


圖 4：最佳化前（上排）後（下排）的程序式動畫比較

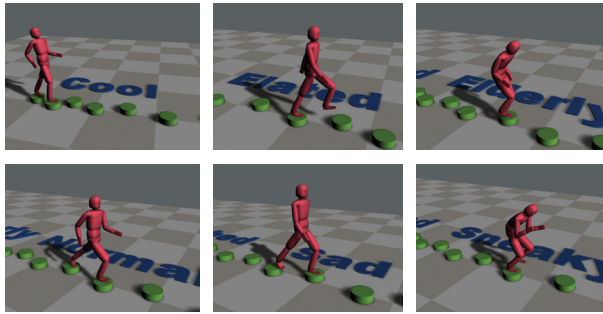


圖 5：不同走路步伐限制及風格的動畫結果

三角剖分 (Delaunay Triangulation)，以方便進行內插 (如圖3所示)。

(三) 實驗成果

我們實作出一個可以自動產生走路動作的應用程式，使用者可以透過圖形介面指定每一步的步伐大小和高度。此應用程式可以用來解決踏腳石問題 (Stepping-Stone Problem)，如圖10。我們希望限制角色的腳步落在綠色圓柱體上，並將腳抬高以避開藍色圓柱體。我們所設計之走路程序本身即可解決踏腳石問題，但使用任意的運動參數組合，如圖10上排的動畫截圖，所產生之動作較為死板、機械化，沒有真人在走路的感觉。經過前面所提到的最佳化與內插，所產生出來的動畫如圖10下排動畫截圖，動作較為擬真、自然，看起來更有真人在走路的感觉，而且角色的腳步仍舊符合限制需求。

為了進一步賦予使用者控制動作風格的權力，我們挑選出七個不同風格的走路運動擷取片段，然後用它們分別最佳化程序式動畫。圖12是利用上述之七種風格產生之動畫，圖中地板上的藍色文字規定了角色在該區域必須使用的動作風格。

三、產生具情緒表達能力的角色動畫：

(一) 問題描述

影響動畫人物的擬真度有多重的因素。除了在外觀上，繪製模型的精細度有影響外，讓人相信它是「活的」有兩個重要因素：表情和肢體動作。在人物動畫上，生動的表情和動作都是觀賞者投入劇情的重要因素。根據迪士尼動畫師累積的經驗[17]，將動作加上情緒元素會使人更能產生共鳴。因此，我們將以肢體動畫表達情緒做為本研究的主要目標之一。

人的肢體動作總是帶有某些情緒成份，從達爾文[7]提出人類和動物如何對彼此表達情緒開始，到目前為止已經有許多關於肢體語言和情緒的心理學研究。例如，Wallbott[19]請演員表演特定情境，並由動作觀察員標出動作特性，找出情緒和肢體動作間的關連。Montepare[13]藉由肢體動作傳達情緒，由不同年紀的成年人觀察，探討成年人的年紀和情緒認知能力的關係。Camurri等[2][3]以觀察舞蹈動作為主題，使用EyesWeb[4]電腦視覺的技術找出動作特性，目的在解析舞蹈中手勢和肢體語言的情緒內涵。Crane[5]將人的走路動作錄製成影片，並同時以動作擷取器 (Motion Capture) 紀錄動作資料。接著由觀察者辨認每段影片中的人走路時所帶有的情緒，再和動作擷取器紀錄的資料做比對，找出肢體動作和情緒間的對映。這些研究都顯示人類肢體運動和情緒的變化的確有脈絡可循。

本研究的目標在於以程序式動畫改善一般關鍵格動畫製作方式的缺點，並佐以心理學的實驗分析結果，產生出具情緒表達能力之3D即時人物動畫。我們希望利用程序式動畫的優點，以直覺化且即時的方式，產生不同情緒風格之動畫，以期降低產生動畫所花費之人力和時間。

(二) 系統設計

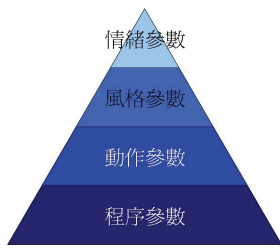


圖 6：關連情緒參數與運動參數的階層圖

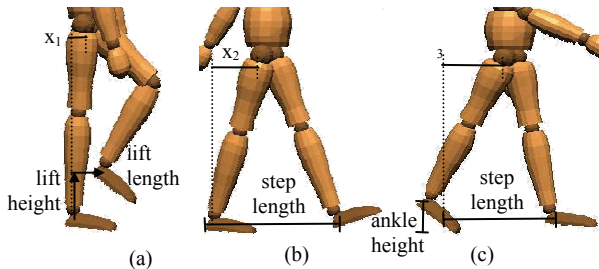


圖 7：走路動作的參數定義範例

我們認為，若要在動作和情緒這兩層面來找出之間的關係，會因為它們的性質相差太大，而不易找到有條理的對映。現實生活中各種動作都存在著某些特性，使看似相同的動作，卻帶給人不同的感覺，這些特性我們稱之為「風格」。人在不同情緒下，肢體動作的風格亦不一樣。風格類似形容動作的副詞，而情緒是人的內在狀態，藉由風格表現於外在，以風格描述動作比以情緒描述動作來得容易，因此我們藉由風格來替動畫加入情緒意涵。

我們假設程序、動作、風格和情緒這四種參數為一階層關係，如圖6，改變程序和動作參數可改變其帶有的風格，進而改變動作帶有的情緒成份。一段動畫的製作順序，應是先找出動作特徵做成動作參數，再將動作參數對映至程序參數，由基礎程序來製作動畫。要替人物加入風格，由動作參數著手較為合適，因為相較於基礎程序的參數，動作參數較直覺。另外，若能知道情緒如何影響風格，則可操弄風格來產生情緒效果。因此在此論文中，我們將嘗試定義或找出這四層參數間的對應關係。

在基礎程序的階層，我們設計了四個主要的基礎動畫程序。在動作參數的階層，我們以走路動作為例，說明如何以參數化的方式建構特定的動作，並記錄於外部資料檔案中。走路之動作參數的定義如圖7所示。另外，在風格參數對動作參數的對應上，我們選用Montepare等[13]所採用

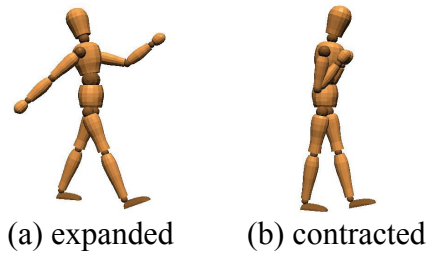


圖 8：風格參數中擴張程度參數設定的範例

表 1：動作風格與評分相關性

風格操弄 評分	平滑度	僵硬度	速度	力道	擴張度
平滑度	0.65**	-0.295*	0.464**	-0.351**	0.079
僵硬度	-0.445**	0.56**	-0.371**	-0.017	-0.262*
速度	-0.064	0.188	0.92**	-0.196	0.836**
力道	-0.413**	0.132	0.757**	-0.04	0.82**
擴張度	-0.061	-0.267*	0.511**	-0.034	0.95**

* p < .05, ** p < .01

的六個動作風格中的五個：smooth-jerky（平滑和顫動）、stiff-loose（僵硬和放鬆）、slow-fast（慢和快）、soft-hard（輕和重）和expanded-contracted（擴張和收縮），進行對動作參數上的設計。例如，圖8是走路動作中設定擴張程度參數的範例。最後，在情緒參數上，我們選用Ekman的基本情緒模型，包含生氣、快樂、悲傷、及害怕等與肢體動作較相關的基本情緒。

（三） 實驗成果

我們根據上一小節的階層模型，設計了一個程序式動畫的引擎，並實作了上述參數模型的對應關係。我們根據這些對應關係三個階段進行心理學實驗，以驗證模型及對應關係的正確性。第一，我們首先驗證風格參數與動作參數之間的對應關係是否操弄成功。我們將五個風格參數分為高低兩個等級，排列組合作用於走路動作上，其高低程度以觀察者所能辨示並且不失自然為準，所以共有 $2^5=32$ 種走路動畫可做為評量影片。我們請了包含男女各十五位的政治大學學生參與此次實驗。

從實驗結果，我們計算動作風格和其評分之點二系列相關分析（point-biserial correlation）[8]，可以得到表1。從此表中，我們可以得到除了力道外，其餘四個操弄的風格和受試者的評分皆達顯著。再深入觀察表5.2的相關結果可以發現，雖然平滑度、僵硬度、速度及擴張度的操弄確實和其本身的評分相關值最高且顯著，但和其他動作風格評分間的相關也達顯著。例如，操弄

表 2：風格參數與情緒參數間的 Biserial 關連

style emotion	jerky-s mooth	stiff- loose	slow- fast	soft- hard	expanded- contracted
Angry	-0.24	-0.19	0.27	0.17	0.77**
Fear	0.07	0.61**	-0.56**	-0.01	-0.50**
Joy	-0.11	-0.49**	0.73**	0.06	0.39*
Sadness	0.14	0.43**	-0.73**	-0.04	-0.47**

* $p < .05$, ** $p < .01$

表 3：使用者對(不)相容風格之情緒性動作的評分

emotion strength	mean	std deviation
angry (incompatible)	35.3	11.5
angry (compatible)	78.9	10.8
fear (incompatible)	37.4	15.4
fear (compatible)	86.8	13.8
joy(incompatible)	25.7	12.1
joy (compatible)	85.4	10.4
sadness (incompatible)	42.4	10.2
sadness (compatible)	68.1	10.3

影片平滑度時，同時會使平滑度、僵硬度及力道的評分相關達顯著。由此現象，我們推測可能是力道的效果被同時作用於走路的其他風格抵消，或是利用加速度來達到力道的效果不合適。

第二個階段的實驗目的是為了找出動作風格和情緒間的關聯。我們請受試者對上述走路風格實驗的32段動畫評分，但評分項目從五個動作風格改成四種情緒。同樣以中等風格影片為標準影片，32段高低風格影片為評量影片。我們請了包含男女的三十二位政治大學學生參與此次實驗。我們計算風格操弄和情緒評分的相關，得到表2。此表的數據顯示，除平滑度和力道外，其餘各種情緒均達顯著的相關。從表2中各情緒類型與風格的相關性中，我們可發現大致上與平常的認知相符。例如，生氣和擴張度呈正相關且達顯著，而人在生氣時的動作的確較大。害怕和僵硬度呈現正相關、速度負相關、擴張度負相關皆達顯著，這表示害怕時動作僵硬、速度緩慢且動作較小。

第三個階段的實驗目的是將表2的結果，用於特定情緒意涵的動作上。所謂特定情緒意涵的動作指的是在引發情緒時，人可能做出的動作，例如高興時拍手。我們設計了四種動作對應至這四種情緒，分別是生氣的揮手、害怕的發抖、開心的揮手和悲傷的垂頭喪氣，並以前一實驗的結果加入風格。例如，開心動作和僵硬成負相關，和速度與擴張度成正相關。揮手時，愈開心則手揮得愈快、愈高，我們以手揮出去前雙腿彎曲的

程度表達其僵硬度，愈僵硬則愈不彎曲，如圖8(a)。悲傷動作則是愈悲傷則頭愈低，腰愈彎，且速度愈慢，同樣因為低頭彎腰不適用僵硬度，所以沒有用上僵硬度，如圖8(b)。我們請了三十四位包含男女的政治大學學生參與此次實驗。我們讓參與者根據情緒強度為中等(50分)的對照影片，對不同情緒程度的實驗影片進行評分，各情緒高低類別評分的平均數及標準差可以得到表3。由表3可得知各情緒類別高和低的分數平均，皆高於和低於中等情緒強度之動作，且所有數據皆達統計上的顯著。以上實驗結果顯示，我們所得到的風格參數與情緒參數的對應關係，可以轉移到走路以外的動作，成功產生具情緒特徵的角色動畫。

四、 成果自評：

本研究計畫已經依照預定的研究項目，完成了以下工作：

1. 我們設計了一個程序式動畫的走路運動產生程式，並以運動擷取資料及最佳化演算法，對此動畫程序的參數進行最佳化，以產生自然且彈性的擬真動畫。
2. 我們提出了一個階層式的模型，以連結低階的動畫參數與高階的情緒參數。我們先以情緒中性的走路動作為例，以心理學實驗的方式嘗試瞭解動畫參數與風格間的關係，再進一步設計實驗瞭解風格與情緒之間的關聯。

本計畫所獲致的成果，已整理發表於知名國際期刊及學術研討會中[9][10][11][12]；另外，計有兩位同學根據本研究的成果，完成碩士論文，並已順利畢業投入職場。我們相信在此計畫中，我們以基礎科學的研究方法及創新的演算法，嘗試瞭解具情緒特徵的動畫如何產生，並進一步以自動化方式學習並彈性產生自然的動畫。未來我們將就數位演員在社會層面的個體行為模擬，及群體行為的模擬作進一步的研究，以達在多人虛擬環境中即時產生擬真角色動畫的目標。

五、 參考文獻

- [1] A. Bruderlin and T. W. Calvert. Knowledge-Driven, "Interactive Animation of Human Running," *Graphics Interface 1996*, pp. 213-221, 1996.
- [2] A. Camurri, I. Lagerlof, and G. Volpe, "Recognizing Emotion from Dance Movement: Comparison of Spectator Recognition and

- Automated Techniques,” *Intl. J. of Human-Computer Studies*, 59(1): 213-225, 2003.
- [3] A. Camurri, B. Mazzarino, M. Ricchetti, R. Timmers, and G. Volpe, “Multimodal Analysis of Expressive Gesture in Music and Dance Performances,” in *Proc. of the 5th Intl. Workshop on Gesture and Sign Languages Based Human-Computer Interaction*, 2003.
- [4] A. Camurri, M. Ricchetti, and R. Trocca, “EyesWeb - Toward Gesture and Affect Recognition in Dance/Musicinteractive Systems,” in *IEEE Intl. Conf. on Multimedia Computing and Systems*, 1999.
- [5] E. Crane and M. Gross, “Motion Capture and Emotion: Affect Detection in Whole Body Movement,” in *Intl. Conf. on Affective Computing and Intelligent Interaction*, 2007.
- [6] P. F. Chen and T. Y. Li, “Generating Humanoid Lower-Body Motions with Real-time Planning,” in *Proc. of 2002 Computer Graphics Workshop*, 2002.
- [7] C. Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London: John Murray, 1872.
- [8] G. V. Glass and K. D. Hopkins, *Statistical Methods in Education and Psychology (3rd edition)*, Allyn & Bacon, Boston, 1995
- [9] C.H. Liang, T.-Y. Li, “Using Motion Capture Data to Optimize Procedural Animation,” in *Proc. of the Intl. Conf. on Computer Animation and Social Agents (CASA2009)*, Amsterdam, June 2009.
- [10] C.H. Liang and T.-Y. Li, “Optimizing Procedural Animation with Motion Capture Data,” in *Proc. of the 14th Conf. on Artificial Intelligence and Applications*, Taichun, Nov. 2009.
- [11] Y.-H. Lin, C.-Y. Liu, H.-W. Lee, S.-L. Huang, T.-Y. Li, “Verification of Expressiveness of Procedural Parameters for Generating Emotional Motions,” in *Proc. of the Eight Intl. Conf. Intelligent Virtual Agents (IVA'08), Lecture Notes in Artificial Intelligence 5208*, pp.514-515, Sept. 2009.
- [12] Y.-H. Lin, C.-Y. Liu, H.-W. Lee, S.-L. Huang, T.-Y. Li, “Evaluating Emotive Character Animations Created with Procedural Animation,” in *Proc. of the 9th Intl. Conf. on Intelligent Virtual Agent*, pp. 308-315, Amsterdam, Sept. 2009.
- [13] J. Montepare, E. Koff, D. Zaitchik, and M. Albert, “The Use of Body Movements and Gestures as Cues to Emotions in Younger and Older Adults,” *Journal of Nonverbal Behavior*, 23(2): 133-152, 1999.
- [14] S.J. Russell and P. Norvig, “Simulated Annealing Search,” *Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd Edition)*, Prentice Hall, 2002, pp.115-116.
- [15] Second Life, <http://secondlife.com>.
- [16] M. van de Panne, “From Footprints to Animation,” *Computer Graphics Forum*, 16(4): 211-223, October 1997.
- [17] H. Schlosberg, “A Scale for Judgment of Facial Expressions,” *Journal of Experimental Psychology*, 29: 497-510, 1941.
- [18] R. Urtasun, P. Glardon, R. Boulic, D. Thalmann, and P. Fua. “Style-based Motion Synthesis,” *Computer Graphics Forum*, 23(4): 1-14, 2004.
- [19] H. G. Wallbott, “Bodily Expression of Emotion,” *European Journal of Social Psychology*, 28(6): 879-896, 1998.
- [20] A. Witkin and Z. Popovic, “Motion Warping,” *Proceedings of ACM SIGGRAPH*, Addison Wesley, pp.105-108, August 1995.
- [21] L. Zhao and N. I. Badler, “Acquiring and Validating Motion Qualities from Live Limb Gestures,” *Graphical Models*, 67(1): 1-16, 2005.

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：98年10月25日

國科會補助計畫	計畫名稱：自動產生 3D 多人虛擬環境中擬真之虛擬角色行為 計畫主持人：李蔡彥 計畫編號： NSC 97-2221-E-004-010-學門領域：資訊工程
技術/創作名稱	自動產生 3D 多人虛擬環境中擬真之虛擬角色行為
發明人/創作人	李蔡彥
技術說明	<p>本計畫所產生的技術包含兩個部分：</p> <p>第一、一個能將自動搜尋程序式動畫參數的演算法，以產生既自然且彈性的虛擬角色動畫。</p> <p>第二、一個能以程序式動畫的方式產生具情緒表達能力之角色動畫的技術與平台。</p> <p>The technologies developed in this project include two parts:</p> <p>1. An algorithm that can search an optimal set of procedural parameters in order to generate realistic and flexible character animation.</p> <p>2. A technology and framework that makes use of procedural animation to generate emotive character animation systematically.</p>
可利用之產業及可開發之產品	可用來設計新一代的即時動畫，用於線上遊戲等虛擬環境系統。
技術特點	克服一般動畫產生方式缺乏彈性或擬真性的缺點，以運動擷取資料即可學習具風格特色的程序參數，可提高動畫角色動作的彈性及降低製作成本。並能以系統化的方式產生具情緒表能力的動畫。
推廣及運用的價值	在虛擬環境或線上遊戲的應用中，以智慧型動畫角色的技術及元件軟體技術，提高即時動畫的彈性及擬真性。

※ 1.每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

※ 2.本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

※ 3.本表若不敷使用，請自行影印使用。

行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

報 告 人 姓 名	李 蔡 彥	服 務 機 構 及 職 稱	國立政治大學資訊科學系
會 議 時 間	2008 年 8 月 27-29 日	本 會 核 定 補 助 文 號	97-2221-E-004-010
	地 點		法國雷恩
會 議 名 稱	(中文) 第八屆國際智慧型繪圖研討會 (英文) 8 th International Symposium on Smart Graphics (SG2008)		
發 表 論 文 題 目	(中文) 虛擬環境中攝影機的即時運動計畫 (英文) Real-Time Camera Planning for Navigation in Virtual Environments		

一、參加會議經過

一年一度的智慧型繪圖國際研討會 (SG2008)，今年在法國的雷恩 (Rennes) 舉行。這是我第二次參加此一國際研討會，上一次是去年在日本舉行。在上次的經驗中，我發覺這個雖然不大，但所探討的議題多是與我研究興趣相符合的主題，讓我收穫頗多，因此今年雖然遠在法國舉辦，我仍然決定投稿參與此盛會。此次的會議在法國西方的雷恩 (Rennes) 市是舉行，地點是在雷恩大學與法國著名的 INRIA 研究機構的所在地。這是一個以研究為主的學術機構，但也授予學位學程，以吸引世界各地優秀的學生前往從事研究工作。此次會議的議程主席是由此會議的創始者及當地的 Marc Christie 等五位學者所共同擔任。此次會議吸引了世界各地十多國的數十位學者共同參與，人數雖然不是很多，但由於研究主題有焦點，因此與會人員參與的程度不輸許多大型的研討會。此次會議的議程共有三天，共分為七個發表場次、兩個大會演講、兩個討論場次、及一個展示的場次。大會的主題演講主要是在資訊視覺化及智慧型多媒體的研究主題上，邀請到美國及德國的知名學者 David Ebert 及 Sussane Boll 發表在這兩個領域的進展報告。另外，大會也安排了兩個晚上的社交活動，包括一個起司與酒的歡迎晚會及一個在著名古宅內的大會晚宴，十分具有文化特色，也充分展示了主辦單位的苦心。此研討會的特色之一便是會有一個系統展示的場次，讓與會者可以展示自己所開發的系統，讓其他與會者體驗。我在此場次中也展示了我們所開發的即時攝影機規劃系統，獲得了不錯的回饋。在第三天議程的最後，主辦單位也安排了當地實驗室的參訪，參觀了虛擬實境、腦機介面、及即時繪圖等技術。就整個研討會參與的學者而言，或許是由於地利之便，以歐洲學術團體的代表較多，其次是美國及亞洲的學者。

本人所發表的論文題目為「虛擬環境中攝影機的即時運動計畫」，是有關如何以預算為基礎運動計畫演算法設計即時攝影機規劃器，在虛擬環境中以第三人稱的方式追蹤虛擬替身，以期能規劃出不被障礙物遮蔽，且符合攝影學原則的攝影機軌跡。發表的場次是屬於攝影機規劃的場次。要在其他研討會中找到類似的場次並不容易，因為目前世界各地專精此主題的研究團體有限，因此能藉此機會與同好進行交流，機會誠屬難得。

二、與會心得

智慧型繪圖 (Smart Graphics) 是結合人工智慧及電腦繪圖的一個新興圖學應用領域。此類研究在近年來越來越受重視，因此才有獨立的研討會以此為主題舉辦。在此次研討會中，有許多論文與認知科學及資訊視覺化相關，這也是近年來發展的趨勢，值得進一步觀察。另外，以限制為

基礎的計算方法，也是智慧型繪圖中經常使用的方法；這個方法在人機介面的設計或攝影機的規劃上，也都有相當不錯的應用。另外，近年來盛行的社會網絡的視覺化計算及數位照片的智慧型整理分類，也是此次會議中新興的熱門議題。此次在雷恩大學所舉辦的會議，在行政工作及接待的安排上，主辦單位都十分的貼心，因此結果可說是賓主盡歡。會議中也有機會透過分組討論的方式，探討未來此研討會的走向及舉辦的方式。最後的結論是將透過跨領域的宣傳，鼓勵認知科學及藝術相關學者參與，以達到此研討會跨領域研究學者對談的目的。

三、建議

智慧型繪圖的研究，一直都是美國、歐洲、及日本在主導。此次研討會從兩岸三地前往參與的學者明顯過少，可見我國在這個領域仍有相當大發展的空間。特別是近年來中國大陸在電腦繪圖方面所網羅或培育的人才眾多，但在結合人工智慧及電腦繪圖方面的研究尚稱少數，因此如何振興我國在這方面的研發能量，將是另一個相當重要的議題。如將研究主題稍微擴大，則仍有機會爭取相關的研討會在台舉辦，以提高我國在相關領域的學術地位。因此，建議國內多鼓勵相關領域的研究群，踴躍投稿，並爭取更多相關研討會在台舉辦。

四、攜回資料名稱及內容

1.Lecture Notes in Computer Science 5166 (EI)