

使用具延展性的虛擬環境設計客製化的虛擬動畫角色

陳順貞

國立政治大學 資訊科學系

s9405@cs.nccu.edu.tw

李蔡彥

國立政治大學 資訊科學系

li@cs.nccu.edu.tw

摘要

網路虛擬環境是現今數位內容產業熱中的話題之一。利用電腦繪圖所構成的虛擬世界(如 Second Life 或 3D 線上遊戲)，吸引了許多成年人及青少年進入其中一探究竟。一般而言，在虛擬世界中，使用者透過虛擬替身 (Avatar) 與他人發生互動。然而，現有的虛擬環境中，虛擬替身的互動多不包含情緒的表達，且預設的人際關係皆為朋友。另外，在虛擬環境中的 NPC (Non-Player Character) 大多屬於具特殊功能的 NPC，只能執行單調且重複的任務，無法與使用者產生似人與人之間自然的互動。如虛擬替身間或與 NPC 間可以依照當時情緒，且根據個體之間的社會關係，選擇符合兩人之間的對話，將有助於整體虛擬環境真實性的提高。因此，本研究在自行設計的多人虛擬環境系統— IMNET 平台上，藉由模擬內心情緒、社會關係和設計個體的互動模組，產生情緒參數，再加上兩人之間社會關係參數的計算，讓 NPC 能在不同的情緒狀態下，根據與周遭其他虛擬替身或 NPC 的關係選擇對話及動畫，提昇虛擬環境的擬真性。藉由設計客製化的使用者互動介面，我們希望使用者也能藉由虛擬替身表達出情感和社會關係，使其更有身歷其境的感受。

關鍵字：多人虛擬環境、虛擬動畫角色、情緒模型、社會關係模型

1. 簡介

Second Life (如圖一所示) 是當下世界風靡的網路虛擬環境之一。有別於我們熟知的 RPG (角色扮演遊戲)，此類虛擬環境沒有特定的遊戲目的，不需打怪練功增加等級，在遊戲中買地蓋房子、開商店，並且使用虛擬貨幣進行交易，一切令人彷彿置身於真實社會般，許多人在這虛擬世界中完成人生夢想，第二人生就此展開。

然而，目前此類系統仍有許多可改進的地方；例如，人與人之間的關係皆為朋友，無法模擬其他社會關係。除此之外，人的喜怒哀樂在生活互動中扮演重要的角色，但在虛擬世界中因為無法看到對方的面部表情甚至肢體動作，導致情緒表達不夠明確。另外，在非玩家角色 (Non-Player Character, NPC) 的應用上，大多僅限於執行特殊任務，具固定的行為模式，與使用者的互動範圍較為狹隘。因此，如果能在這些部分加以研究改進，並實作於通用性的虛擬環境平台上，將可大幅提升虛擬環境使用者在虛擬環境中的真實感受。因此，本論文提議製作能表達情緒和具社會關係的 NPC，並替虛擬替身個體間、NPC 個體間和虛擬替身與 NPC 間相通的互動模組，讓虛擬替身和 NPC 有一套共同的互動機制，依照與談話對象的關係和當下的情緒，選擇適當的對話回應，提升虛擬替身和 NPC 的擬真性。



圖一、Second Life 虛擬環境

2. 相關研究

虛擬環境系統 (Multi-user Virtual Environment, MVE) 是利用電腦模擬產生的 3D 虛擬世界，Second Life 即為一個模擬真實社會的例子。早期虛擬環境系統的研究方向主要在於人與電腦間人類感官資訊的傳遞和視覺化的呈現[4]，接著逐漸轉變為將虛擬環境系統應用在各種不同領域，其中又以浸入式虛擬實境 (Immersive VR) 在恐懼症治療、軍事化訓練、休閒娛樂等應用上皆有明顯成功的例子[3]。

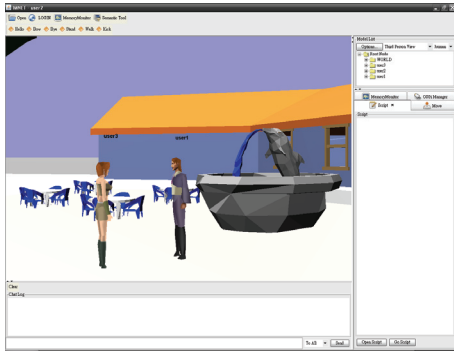
此外，虛擬環境系統中最早將虛擬演員架構放到 MVE 中的是 [10][11][15] 研究。虛擬演員的研究方面，擬真性為主要目標，並分為動作擬真和行為擬真兩部分。在動作擬真部分可利用動話腳本語言，藉由簡單的指令，讓虛擬演員產生逼真的動作[21]。在行為擬真方面，[9][15][17] 研究皆是藉由情緒模擬，提升行為的擬真性。然而，在虛擬演員的相關研究中，沒有探討社會關係的相關研究，但在現實生活中，人與人之間的關係深深影響著兩人之間的互動。因此本論文提出具社會關係的情緒模型，使虛擬演員能更具擬真性。

3. 系統架構

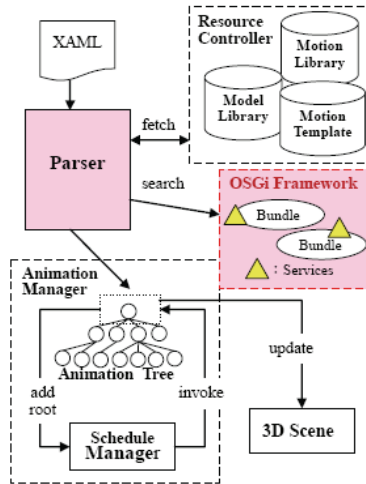
本系統的架構可分為多人虛擬環境架構和虛擬演員的架構兩項，說明如下。

3.1. 多人虛擬環境架構

本系統採用智慧型媒體實驗室研發的多人虛擬環境 IMNET[14] (如圖二)。IMNET 是一個以 XML 為基礎的主從式虛擬環境系統，透過 XAML (eXtensible Animation Modeling Language) 語言[13] 設計讓使用者可以整合不同層次的動畫指令於同一腳本中，以操作虛擬環境中的人物模型。IMNET 虛擬環境系統中核心的軟體元件為 IMBrowser



圖二、IMNET 虛擬環境系統的使用範例



圖三、XAML 動畫系統架構[6]

```
<Bow package='imlab.osgi.bundle.interfaces'
codebase='http://imlab.cs.nccu.edu.tw/li/bow.jar' />
```

圖四、含有 bundle 資訊的 XML 片段[6]

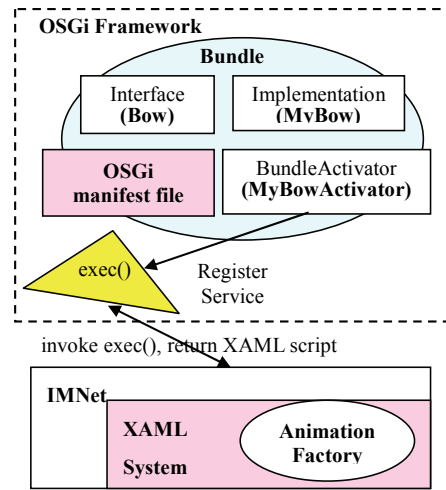
3D 瀏覽器，而此瀏覽器的特色在於能剖析並處理以 XAML 指定的動畫腳本。在 IMBrowser 中有動態安裝新元件的機制，可在原先的 XAML 系統中內嵌 OSGi Framework [6]，來處理新的元件，讓虛擬環境的使用者可以動態安裝使用者或開發者所提供的功能到虛擬環境中，並在執行時間完成元件的整合，而不需要重新啟動系統(如圖三所示)。

OSGi Framework 是 OSGi Alliance 所制定的軟體元件或服務的部署與執行平台[19][20]。而 Bundle 是 OSGi Framework 中的最小元件單位，其中包含四個部份一介面、實作、bundle activator 及 OSGi 設定檔。當 bundle 製作完畢後，將它上傳到某個伺服器空間，之後制定一段 XML 片段來說明此 bundle 要如何使用與下載(如圖四所示)。在 bundle 被下載且安裝到 XAML 系統時，會呼叫 bundle 介面中的 exec() 函式，然後回傳一段 XAML script，再經由系統中 Parser 分析，然後執行 bundle 中的指令(如圖五所示)。

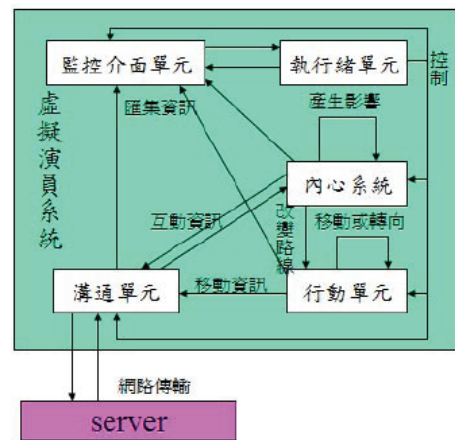
3.2. 虛擬演員架構

在[5]中提到，每個虛擬演員必須能自主式的判斷和選擇其行為與動畫，因此我們將虛擬演員的架構分為五個部分(如圖六所示)：

- 執行緒(Thread)單元：因為虛擬演員存在於多人虛擬



圖五、bundle 安裝[6]



圖六、虛擬演員架構[5]

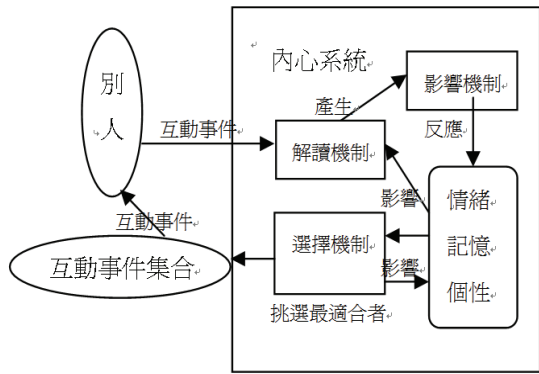
環境，須有執行緒單元讓每個虛擬演員有輪流執行指令的機會。

- 溝通單元：虛擬演員之間的互動靠此單元進行，包括傳送訊息和接收訊息。
- 內心系統與互動單元：虛擬演員的核心單元，包括演員的情緒、記憶、個性和互動機制，是讓虛擬演員的擬真性提升的重要單元。
- 行動單元：控制虛擬演員在虛擬環境中行走的單元，包括障礙物的碰撞偵測。
- 監控介面單元：每個虛擬演員都以一個控制面板，讓使用者能控制演員在虛擬世界中的行為，並了解虛擬演員的內心狀態。

4. 內心與互動模型

本章將介紹虛擬演員的內心系統及彼此間的互動機制。虛擬演員之間的互動會影響到每個演員的內心，而內心亦是會影響互動選擇的主因，兩者環環相扣關係密切。圖七為整個內心系統與互動機制的架構，在本節中，我們將陸續詳細介紹系統中的每一個部分。

4.1. 內心模型



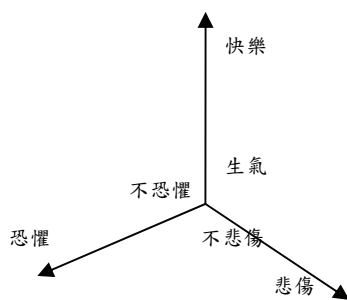
圖七、內心與互動模型

本系統將虛擬演員的內心模型分為情緒、記憶和個性三部分，使虛擬演員在不同情緒狀態下有不同的反應，對不同的對象也會有不同的表現，甚至也會因為個性不同產生差異。因此，我們希望藉由設計情緒、記憶和個性三部分的量化模型，產生豐富且合理的互動。

4.1.1. 情緒分析與量化

OCC (A. Ortony, G. Clore, A. Collins) [2][18]情緒模型是早期對於人類情緒研究，提出最完整情緒計算模型的領導者之一，總共歸納出二十二種基本情緒。心理學家 Ekman [7][8]也提出六種基本情緒—快樂、悲傷、厭惡、恐懼、驚訝和生氣[17]且廣泛被引用。本系統也採用 Ekman 的情緒模型，但只量化快樂、悲傷、生氣、恐懼四種情緒。目前暫不量化驚訝的原因為驚訝的情緒往往很短暫，不容易表現。另外，暫不量化厭惡的原因為厭惡這種情緒是有對象的，因此將其歸類於內心模組中的「記憶」部分，以對人的好感度呈現。

由於快樂和生氣不會同時產生，可視為相反的兩種情緒，因此可將快樂和生氣視為一條軸，悲傷和恐懼各獨立為一條軸。如圖八所示，我們可由此三條軸所形成的空間來表達虛擬演員的情緒狀態。



圖八、情緒三維空間

4.1.2. 記憶分析與量化

人與人互動時，會根據對每個人不同的印象，產生不一樣的行為，因此在內心模型記憶的部分，我們設計好感度與熟悉度，以紀錄對其他演員印象是好是壞、是熟悉還是陌生。好感度會因虛擬演員間對話的友善與否做上下調整，而熟悉度會因兩人間對話的次數增加而上升，過長時間未交談而下降。另外，為了使一段對話較有主題性，還設定了四種

印象—快樂印象、悲傷印象、生氣印象及恐懼印象，記錄前一次互動事件。當兩個人交談的內容是快樂的話題，快樂印象的值就會上升，同時也會影響下一句對話的選擇，與快樂相關的對話將有較高的優先度。當虛擬演員間有一段時間未對話後，四種印象值皆會歸零，等待下一次對話開始再重新做紀錄。最後，為了使虛擬演員因不同的社會關係產生不一樣的互動，設定尊重度記錄虛擬演員之間尊重的程度。對社會關係為父母的虛擬演員其尊重度必高於關係為朋友的演員，且尊重度會隨熟悉度的提升而下降，但有一定的門檻 (threshold)。

4.1.3. 個性分析與量化

每個人在這世界上都是獨一無二的，個性也皆不相同，因此描述人格特質的形容詞也不計其數。經過心理學家多年研究後，對於人格因素漸趨達成共識，認為有「五大」性格特質 Agreeableness (隨和性)、Openness (開放性)、Extraversion (外向性)、Conscientiousness(盡責性)、Neuroticism (神經質)，合稱 Five Factor Model (FFM)[12][16]，此模型也最為廣泛被使用。但在本系統中，我們只量化 Agreeableness、Extraversion 和 Neuroticism。暫不量化 Openness 和 Conscientiousness 是因為在選擇適當對話與別人交談互動時，並不受開放性和盡責性影響，因此我們將 Five Factor Model 簡化。另外，我們增加了一項「情緒穩定度」，就是我們常聽到的 EQ。本系統將藉由 EQ 的高低，調整情緒變化的幅度 (EQ 較高者情緒起伏較小)。

4.1.4. 互動模型

本系統藉由 IMNET 的延展性，建立虛擬演員間的互動機制，包括如何被互動事件影響、如何選擇互動事件及選擇後的影響。其中我們將一個互動事件的情緒意涵以下列形式表示：

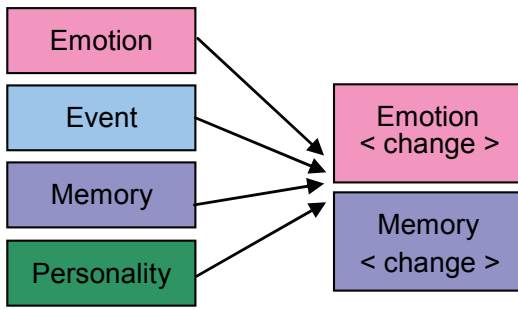
(快樂類別，快樂類別表達數值，
生氣類別，生氣類別表達數值，
悲傷類別，悲傷類別表達數值，
恐懼類別，恐懼類別表達數值，
友善值，尊重度 threshold)

在目前的設計中，我們將快樂互動的事件分為三類：分享(表達自己)、潑冷水(影響對方)、同樂(影響對方)；生氣互動事件分為五類：發洩(表達自己)、安撫(影響對方)、火上加油(影響對方)、道歉(影響對方)、辯解(影響對方)；悲傷互動事件分為三類：抱怨(表達自己)、鼓勵(影響對方)、責備(影響對方)；而恐懼互動事件分為四類：求助(表達自己)、求饒(表達自己)、安撫(影響對方)、威脅(影響對方)。友善值是以正負表示友善和非友善，數值大小則表示友善程度，尊重度 threshold 則代表當對其他虛擬演員的尊重度超過此值時，將不會發生此事件。

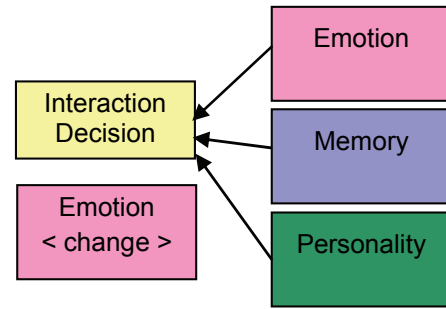
4.2. 內心模型

4.2.1. 互動事件的影響

不同的互動事件因為代表的意義不同，會對虛擬演員造成不同的影響。另外，在 Marsell 的研究中[15]提到，對於同一個互動事件，會因每個人個性、情緒、和記憶的不同，



圖九、互動事件影響的架構



圖十、選擇互動事件的架構

造成不同的結果。因此，如圖九所示，我們提出以下架構：

在我們所設計的模型中，互動事件本身、虛擬演員的個性、當下的情緒、對其他虛擬演員的記憶，均會造成虛擬演員情緒變化和記憶的改變。

● 情緒變化：

首先，依據發生的互動事件，決定何種情緒產生變化。例如：如果事件屬於快樂類別，則會影響情緒中快樂的數值；而如果事件屬於悲傷類別，則會影響情緒中悲傷的數值。情緒的改變會因互動事件友善值的正負，及對發出互動的虛擬演員好感度和熟悉度的不同，造成上升或下降不同的影響趨勢，此影響的方式如表一所示。而情緒上升和下降的幅度會因每個虛擬演員個性的不同，導致起伏程度有別。此外，現實生活中當事件發生且影響我們情緒時，不同的社會關係不會對情緒變化造成影響，只是當對方是長輩或上司等尊重度較高者時，我們較不會把情緒表現出來。因此，我們假設記憶中對其他虛擬演員的尊重度，並不會對虛擬演員情緒的改變造成影響。

表一、情緒變化表

友善值	好感度	熟悉度	快樂情緒 上升/下降	其他情緒 上升/下降
+	+	+	↑	↓
		-	↑	↓
	-	+	↓	↑
		-	↑	↓
-	+	+	↓	↑
		-	↓	↑
	-	+	↓	↑
		-	↓	↑

● 記憶變化：

人與人之間經由交談、互動而愈來愈熟悉，也會因為長時間沒有聯絡而越來越疏離。因此記憶中的熟悉度會因兩人產生互動事件而上升，一段時間未交談而下降。而對其他人的喜惡，則決定於之前的互動和交談內容，所以好感度會在發生友善事件時上升，發生不友善事件時下降。另外如同現實生活中，尊重度會因為熟悉度的上升而下降，但有臨界

值的限制，因為對於再熟悉的長輩，還是會有基本的尊重。

4.2.2. 選擇互動事件

虛擬演員互動的選擇藉由情緒、個性、記憶來決定(如圖十所示)，並區分為表達自己內心狀態和影響別人情緒兩種。記憶中的快樂印象、悲傷印象、生氣印象及恐懼印象記錄之前互動事件的屬性，由此推測對方的情緒強烈度，再和自己的情緒做比較。若對方表達出非常強烈的情緒，比自己內心的強烈程度大，就會傾向影響別人的情緒；反之則傾向表達自己的情緒。

4.2.3. 選擇互動事件後的影響

在大部分互動事件選擇後，對虛擬演員本身不會造成影響，除了生氣類別中的發洩事件、悲傷類別中的抱怨事件和責備事件及恐懼類別中的威脅事件。如同現實生活中，當我們在發洩和抱怨過後，情緒會略向正面移動，不再如此生氣或悲傷，但在責備和威脅別人時，情緒會略向負面移動。因此，當選擇為發洩和抱怨這兩種事件時，虛擬演員本身的生氣或悲傷情緒會向正面提升；當選擇為責備和威脅這兩種事件時，虛擬演員本身生氣的情緒會提升。

5. 虛擬角色和使用者互動介面的實作

本研究的實作部分是利用 IMNET OSGi 的機制，製作一個軟體元件 bundle 嵌入，使 IMNET 增加客製化的功能。此 bundle 有兩個功能，第一個功能為使虛擬角色具社會關係和情緒模型；第二個功能為產生使用者互動介面。

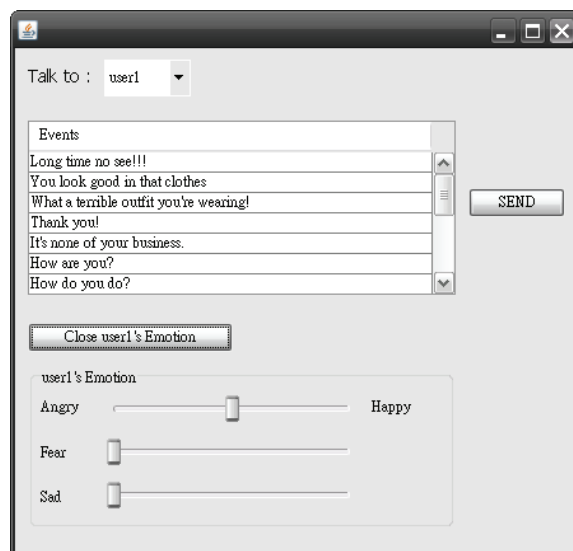
5.1. 虛擬角色的實作

虛擬角色的實作可分為移動和內心兩部分。另外，擬真性是在虛擬角色實作時的重點之一，並分為行為擬真和動作擬真，在本論文中以行為擬真為主要目標。在虛擬角色移動擬真部分，如同真人在行走時有目的地，我們給予虛擬角色一個虛擬環境中地圖的座標，使其以走到此目標為目的(如圖十一中的範例)。在途中如果碰到其他虛擬角色或是使用者的虛擬替身，便會根據兩者關係判斷是否停下來交談。在內心模擬部分，我們根據此篇論文提出的內心和互動模型進行實作，使虛擬角色具有情緒並根據情緒、記憶、個性甚至社會關係來決定與其他虛擬角色或虛擬替身互動的過程。

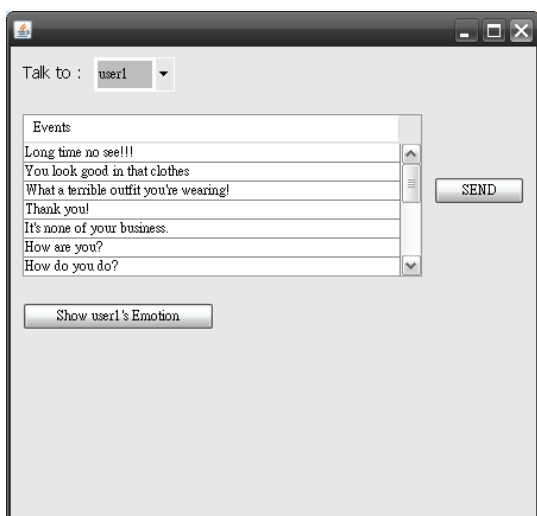
5.2. 使用者互動介面的實作



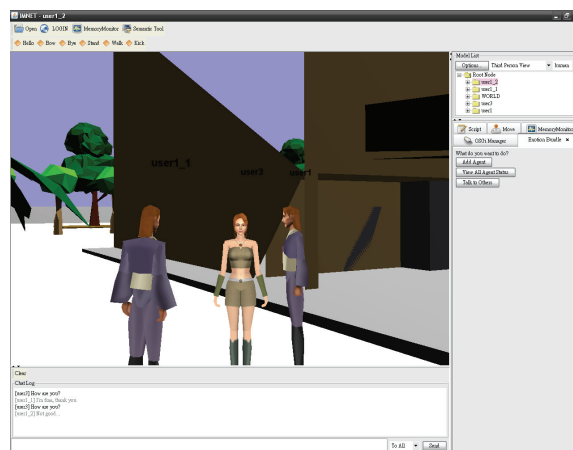
圖十一、虛擬角色走向目的地座標



圖十三、交談視窗中顯示其他交談對象的情緒狀態



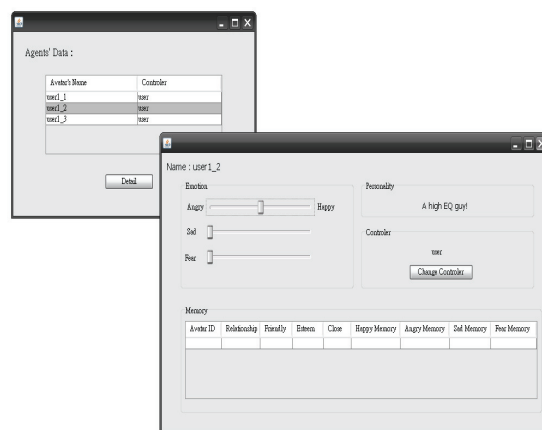
圖十二、交談介面



圖十四、使用者與 NPC 和虛擬替身的對話

使用者互動介面分為兩個部分，第一個部分為交談介面，如圖十二所示。在交談介面中除了可以選擇交談對象和交談內容外，還可選擇觀看交談對象的情緒狀態(如圖十三所示)，以彌補在虛擬環境中無法從表情和動作判斷對方情緒的不足。當 A 選擇觀看 B 的情緒狀態時，A 會對 B 發出一個 query，在 B 收到 query 後，便會把自己的情緒狀態封裝成 response 回應給 A，最後 A 將收到的 response 顯示給使用者。但此舉並不符合現實生活的經驗，因此所有過程皆不會顯示在螢幕上，也不需要使用者控制，是寫在 bundle 中的背景程式(Daemon)。在使用者按下「傳送」按鈕後，除了文字部分仍然由虛擬環境原本的對話框顯示之外，互動事件的參數也會一起傳遞過去。此作法的原因在於當使用者與其他入交談時，並不知對方為虛擬替身或虛擬角色。如圖十四所示，使用者 user3 並不知和他對話的 user1 和 user1_1 為其他使用者還是 NPC。如為虛擬替身，其使用者可自行判斷文字訊息後，回應恰當的答案；但如果是虛擬角色，在無法判別文字涵意的狀況下，可藉由分析互動事件的參數後的結果，選擇恰當的互動事件回應。

第二部分為製作使用者監控虛擬角色的介面。虛擬角色除了配合虛擬環境的特殊功能存在之外，還可因使用者的需求而存在。因此除了屬於虛擬環境中的虛擬角色外，在本論文中使用者亦可自己產生虛擬角色。第二部分即為製作使用者監控虛擬角色的介面，讓使用者能方便管理所有自己創造出來的虛擬角色，和觀看每個虛擬角色的詳細狀態(如圖十五所示)。

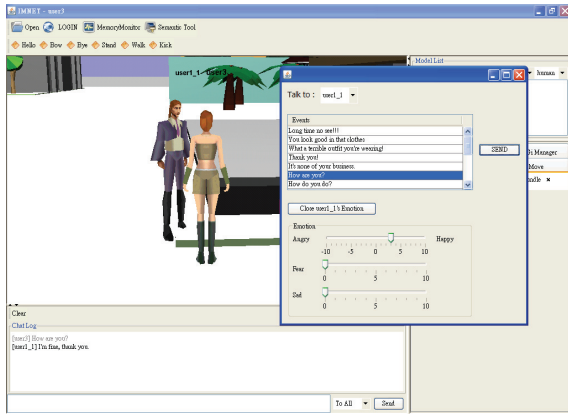


圖十五、虛擬角色的詳細狀態

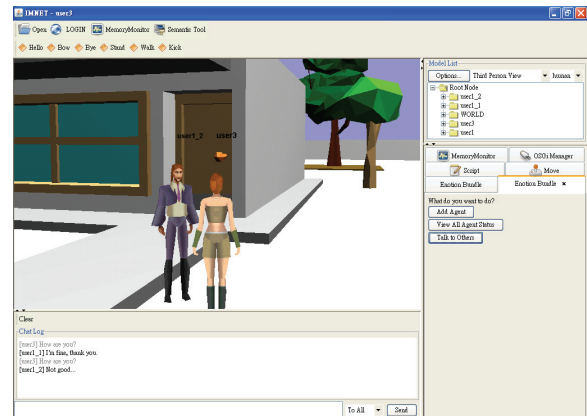
5.3. 實驗結果

5.3.1. 情緒在對話選擇中的影響

為了說明情緒在對話選擇及互動的影響，我們設計了



圖十六、使用者與 NPC A 的對話



圖十七、使用者與 NPC B 的對話

兩個實驗。實驗一在證明 NPC 選擇對話內容時，會受到當下情緒的影響。首先 NPC A 的情緒為開心（開心指數 3，其他情緒指數為 0），NPC B 的情緒為悲傷（悲傷指數為 3，其他情緒指數為 0），其他參數皆相同。當使用者分別向兩個 NPC 詢問“How are you?”時，NPC A 的回應為“I’m fine, thank you!”（如圖十六所示），而 NPC B 的回應為“Not good...”（如圖十七所示）。由此可知，本情緒模型讓 NPC 可因為情緒的不同，而產生不同的回應內容。

實驗二在證明 NPC 會因對話內容而改變情緒。首先 NPC C 的情緒為開心（開心指數 3，其他情緒指數為 0），當使用者對 NPC C 說“what a terrible outfit you're wearing!”後，因為此事件為不友善事件（友善指數為-3），造成 NPC C 的開心指數下降，情緒變為一般（情緒指數皆為 0），此時使用者得到的回應為“it's what I like!”。接著使用者在對 NPC C 說“Your clothes is so ugly!!!”，此事件亦為不友善事件（友善指數為-5），造成 NPC C 的開心指數繼續下降，情緒變為生氣（開心指數-5，其他情緒指數為 0），而此時使用者得到的回應為“it's none of your business.”此生氣參數較高的事件。

5.3.2. 社會關係在對話選擇中的影響

第三個實驗在說明 NPC 的對話過程中，也會考慮到彼此間的社會關係。NPC D 與使用者的社會關係為師生關係，NPC D 為老師，使用者為學生，因此使用者對於 NPC D 的尊重度較高。如果使用者對 NPC D 說“Hey, need any help?”此類尊重度較低的事件時，NPC D 經由判斷後發現此事件不符合彼此間的社會關係，會以“Don't talk to me like that!”作為回應。如果使用者是選擇“May I help you?”此類尊重度較高的事件，NPC D 將根據情緒和社會關係做“Thank you so much!”等的適當回應。

6. 結論與未來研究

在本論文中我們嘗試建立一個具社會關係的情緒模型。有別於一般情緒模型只考慮情緒因素選擇對話內容，此模型增加模擬社會關係，讓使用者與 NPC 對話的過程中除了情緒之外，也加入社會關係考慮，讓虛擬環境更加逼真。而此模型藉由 IMNET 虛擬環境系統開放的特性，以軟體元件的方式即時插入在虛擬環境中進行實驗，對在虛擬環境中設計客製化的虛擬使用者而言，提供了一個十分彈性的實驗平台。

本系統目前所使用的情緒表達方式，是以自行設計的 XML 標籤語言進行溝通傳遞。我們希望能結合 W3C EmotionML 的標準[1]設計符合此標準的標記語言，以利與其他系統相容。另外，我們未來將加強虛擬使用者行為的豐富性，以將使用情緒模型及 OSGi 的優點進一步發揮。

7. 致謝

此研究在國科會 NSC 97-2221-E-004-010 計畫的支助下完成，特此致謝。

8. 參考資料

- [1] Baggia, P. et. al, 2005. Elements of an EmotionML 1.0, <http://www.w3.org/2005/Incubator/emotion/XGR-emotionml-20081120/>
- [2] Bartneck, C., 2002. Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters. Also available from URL: <<http://www.bartneck.de/publications.html>>.
- [3] Bowman, D.A. and McMahan, R.P. 2007. Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? Computer, vol. 40, Issue 7, pp. 36-43.
- [4] Boman, D.K. 1995. International Survey: Virtual-Environment Research. Computer, vol. 28, Issue 6, pp. 57-65.
- [5] Chen, P.L., Li, T.Y., and Li S.H. 2004. Autonomous Virtual Actors with Emotional Behaviors in a Multi-User Virtual Environment. Proc. of 2004 Symposium on Digital Life and Internet Technologies, Tainan.
- [6] Chu, Y.L., Li, T.Y., and Chen, C.C. 2007. Realizing Customizable Animations in a Multi-user Virtual Environment using OSGi Framework. Proc. of National Computer Symposium.
- [7] Ekman, P., 1972. Universal and cultural differences in facial expression of emotion. J.R. Cole, Editor, Nebraska Proc. of Symposium on Motivation, Nebraska University Press, Lincoln, NE.
- [8] Ekman, P., 1985. *Telling lies*. New York: Norton.
- [9] Henninger, A. E., Jones, R. M. and Chown, E. 2003. Behaviors that Emerge from Emotion and Cognition: Implementation and Evaluation of a Symbolic-Connectionist Architecture. Proc. of the 2nd Intl. joint Conf. on AAMAS, pp. 321 – 328.
- [10] Huang, Z., Eliëns, A. and Visser, C. 2002. 3D Agent-based Virtual Communities. Proc. of the 7th Intl. Conf. on 3D Web Technology, pp. 137 – 143.
- [11] Huang, Z. Eliëns, A. and Visser, C. 2002. A platform for Embodied Conversational Agents Based on Distributed Logic Programming. Proc. of the First Intl. Joint Conf.

- on AAMAS Workshop. Also available from URL:<<http://www.vhml.org/workshops/AAMAS/papers.html>>.
- [12] John, O. P., Donahue, E. M., and Kentle, R. L. 1991. The Big Five Inventory—Versions 4a and 54. Berkeley, CA: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research.
- [13] Li, T.Y., Liao, M.Y., Tao, P. C. 2005. IMNET: An Experimental Testbed for Extensible Multi-user Virtual Environment Systems. *ICCSA 2005, LNCS 3480*, pp. 957-966.
- [14] Liu, Y.-L., and Li, T.-Y., 2003. A Multi-User Virtual Environment System with Extensible Animations. Proc. of the 8th Intl. Conf. on 3D Web Technology, pp.129–134.
- [15] Marsella, S., and Gratch, J., 2003. Modeling Coping Behavior in Virtual Humans: Don't worry, Be Happy. Proc. of the 2nd Intl. joint Conf. on AAMAS, pp.313–320.
- [16] McCrae, R. R., and Costa, P. T., Jr., 1987. Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, pp.81-90.
- [17] Oliveira, E., and Sarmiento, L. 2003. Emotion Advantage for Adaptability and Autonomy. Proc. of the 2nd Intl. joint Conf. on AAMAS, pp. 305 – 312.
- [18] Ortony, A., Clore, G.L., and Collins, A. 1988. *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- [19] OSGi Alliance, <http://www.osgi.org/>
- [20] OSGi Technical Whitepaper, <http://www.osgi.org/documents/collateral/OSGITechnicalWhitePaper.pdf>
- [21] Reynolds, C.W. 1982. Computer animation with scripts and actors. Proc. of the 9th annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, vol. 16, Num. 3, pp. 289-296.