

## 第四章 介面設計與實作

模擬程式的實作是用來展示代理人如何在決策過程中使用記憶與情緒模組產生適應性的行為，在虛擬都市環境中互動並發生類似於真實人類的行為。模擬程式一開始的切入點是一個二維(two-dimensional)的都市平面圖視窗以及一個即時呈現三維(three-dimensional)虛擬代理人的視窗(請參考圖示 4-1)。

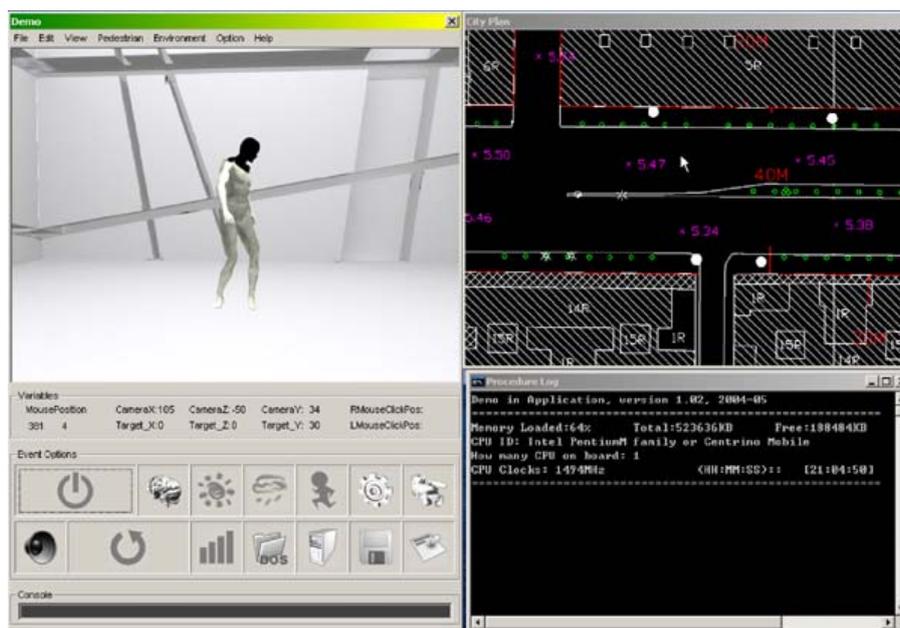


圖 4-1: 模擬程式執行中畫面

根據使用者在二維的都市平面圖移動滑鼠指標的意向，模擬程式將追蹤滑鼠指標的位置並且開始啟動代理人行為上的回應，偵測滑鼠指標與平面圖上的建築元件是否有碰撞，例如像是地形的輪廓高低、植栽的分布、階梯、人行道與快車道...等等。代理人對於危險區域也會做出一些適切的反應，例如當使用者嘗試把代理人的位置拖曳到快車道的馬路中間，它將會逃離現場來避免交通事故的發生。在代理人的行為反應數值上，程式中提供使用者能夠調整一些控制代理人決策上或行為上的參數，以符合使用者自己的喜好。同時模擬程式將記錄下系統中所有的參數變動以及使用者的操作過程，可以另外儲存形成一個獨立的工作紀錄檔，以提供未來更進一步的研究或測試。

除了從二維的都市平面圖環境得到代理人回饋反應之外，模擬中也提供了使用者與建築物室內環境互動的可能。代理人可以進入特定的建築物中，此時使用者將轉換為第一人稱視角並取代代理人來導覽建築空間。空間中有一些事件可以與使用者進行互動，利用滑鼠點選可以得到更進階的訊息。

## 4.1 模擬程式的架構

模擬程式的撰寫平台為 Microsoft 公司所推出的 Visual C++，並使用基礎函式庫 MFC(Microsoft Foundation Classes)來設計視窗環境的應用程式；而在三維顯像部份則是使用 Microsoft 所推出的 API(Application Programming Interface) Direct3D。Visual C++是結合微軟自家的 C++語法以及 MFC 函式庫，它提供了整合式的程式開發環境提供使用者編寫軟體(Integrated Development Environment, IDE)，是屬於高階的編譯(Compiler)程式語言；編譯過程為程式需過濾整個語法都沒有錯誤後，才全部翻譯成機器碼(OBJ)，並經連結(Link)載入產生可執行模組(Executable Module)，最後才由電腦直接執行。語法若有資料型態等等的錯誤，皆會於編譯時被發現。

Direct3D 是屬於 DirectX API 集合中 DirectX Graphics 的組件，DirectX Graphics 它提供了 2 維和 3 維圖形顯示的 API。DirectX API 是基於 COM(Component Object Model)技術所編寫完成，COM 是一個程式連結介面，每個介面上提供各種使用方法給開發者操作。COM 的優點是能夠向下相容舊版本的程式編寫以及語言無關性，每個開發者都可以用他們所熟悉的語言來開發 DirectX，無論是 C++、Basic、或是 C#。DirectX 主要由兩種軟體層所構成，API 層以及硬體抽象層(Hardware Abstraction Layer, HAL)，API 對於硬體的操作都是通過 HAL 進行的；HAL 對 DirectX 提供了一套標準的程式介面，使其可以通過硬體的驅動直接操作系統設備，因為 HAL 需要對硬體的工作方式有著充分的了解，所以它一般是由硬體生產廠商來完成，而 DirectX 則提供了函式可以讓你間接的使用它。圖 4-2 為模擬程式的元件架構。

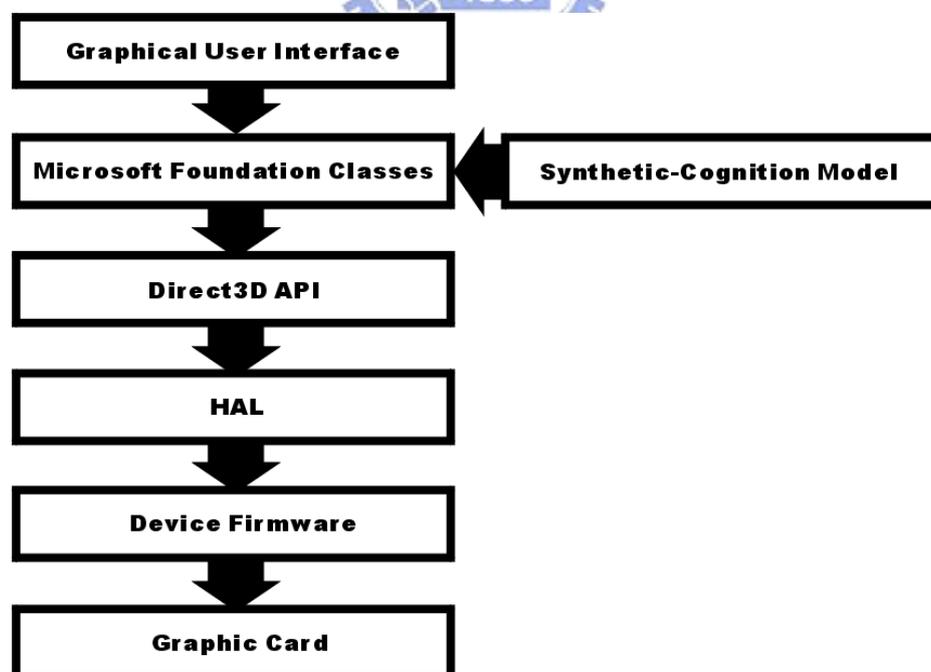


圖 4-2: 模擬程式元件架構圖

## 4.2 模擬程式的使用者介面

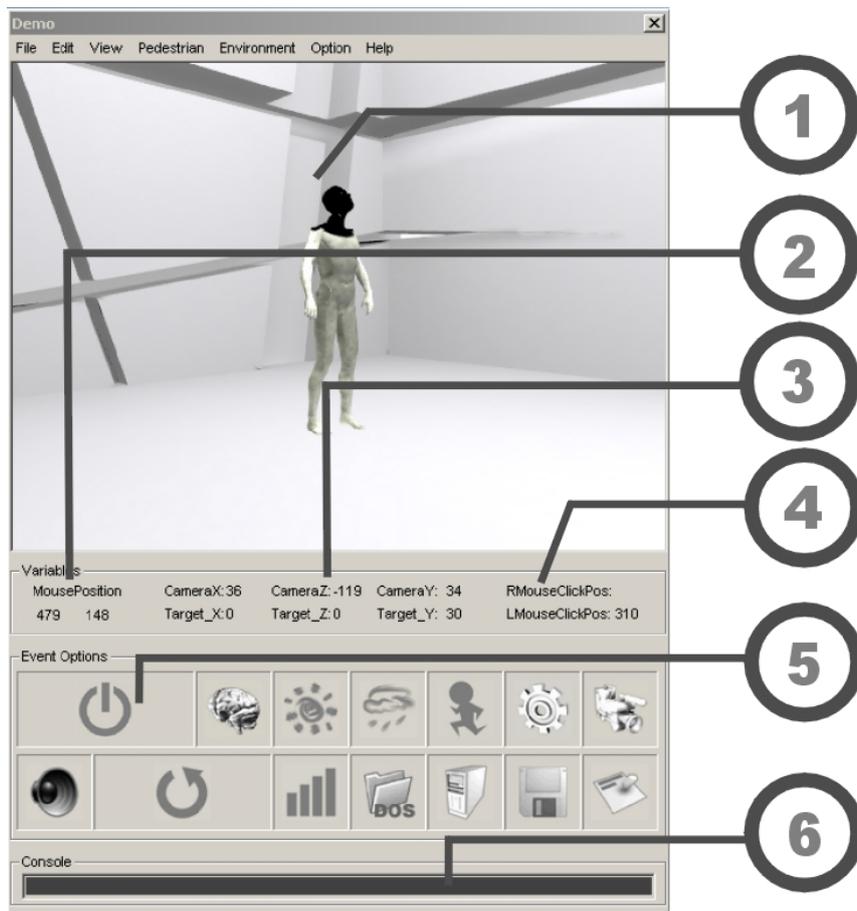


圖 4-3: 使用者介面詳解圖

圖 4-3 為模擬程式的主要操控面板，代理人的參數設定值與環境設定可以在此調整。第一部分為虛擬代理人與環境主要顯示的地方，任何使用者所造成的互動都可在這個框架中即時呈現，包括即時的訊息提示、與滑鼠的互動點選、視點角度的更換；使用者能夠在這裡即時得到互動訊息的視覺結果，得知代理人與虛擬環境的狀態。第二、三、四部分分別是滑鼠座標、攝影機視點與座標、滑鼠點選座標的即時訊息，使用者可以藉由滑鼠座標的移動來改變代理人與場景的視角位置，提供隨意的互動觀賞角度。第五部分則是模擬程式的主要功能按鈕，提供使用者彈性與直覺的使用介面，接下來將會介紹各按鈕的功能。第六部分是模擬程式的控制台操控部分，提供修改程式中進階的環境以及參數設定。

-  → 提供使用者關閉所友執行程式的功能
-  → 開啟或關閉完整呈現所有的決策流程細節，在 DOS 視窗以文字模式呈現
-  → 提高模擬環境所設定的溫度，進而影響代理人行為
-  → 減低模擬環境所設定的溫度
-  → 開啟或關閉代理人的跑步行為模式，將影響使用者的滑鼠移動速度

-  → 開啟代理人行為決策上的進階參數設定，藉以改變代理人行為(如圖 4-4 所示)
-  → 恢復攝影機角度的初始值
-  → 開啟或關閉程式內建的聲音
-  → 恢復所有設定參數的初始值
-  → 開啟環境參數的圖表顯示視窗(如圖 4-5 所示)
-  → 在 DOS 視窗以文字模式呈現所有代理人的狀態值
-  → 顯示目前的系統資源
-  → 開啟代理人於地圖上的主動行走模式
-  → 清除所有 DOS 視窗的文字資料

圖 4-4 為模擬程式中提供代理人決策上的進階參數設定視窗。使用者可以調整決策模組中開放的參數設定，藉以改變代理人行為過程。按鈕由上而下介紹分別是可以調整學習模組的啟動值，當代理人面臨多少次事件時將啟動學習功能。第二、三個按鈕是短期記憶與長期記憶模組的資料衰減值，數值高低將影響資料暫存在記憶模組的停留時間，數值越高資料停留的時間越久。第四個按鈕是對於危險事件的覺醒值控制，危險數值將啟動情緒模組的評估。第五、六個按鈕是將資料存入短期記憶與長期記憶模組的啟動值，在何種條件下記憶模組會將該筆資料存入。第七個按鈕是調整情緒模組在多少未明確數值時啟動後續的對應函式，像是代理人情緒上的行為表現。由於代理人所擁有的體力值將影響反應行為的快慢，第八個按鈕則是控制體力值與反應速度的關係。第九個按鈕是控制代理人體力衰減的速度，當體力值等於零時代理人將停止任何的回應。第十個按鈕是調整溫度所造成的影響程度，數值越高影響程度越大。第十一個按鈕是調整體力值對於行為上的影響，比如體力衰弱時代理人跑步時容易跌倒。

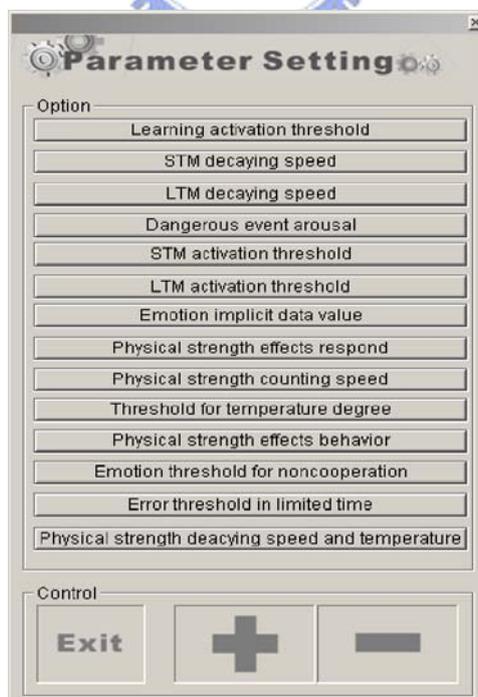


圖 4-4: 模擬程式的參數設定視窗



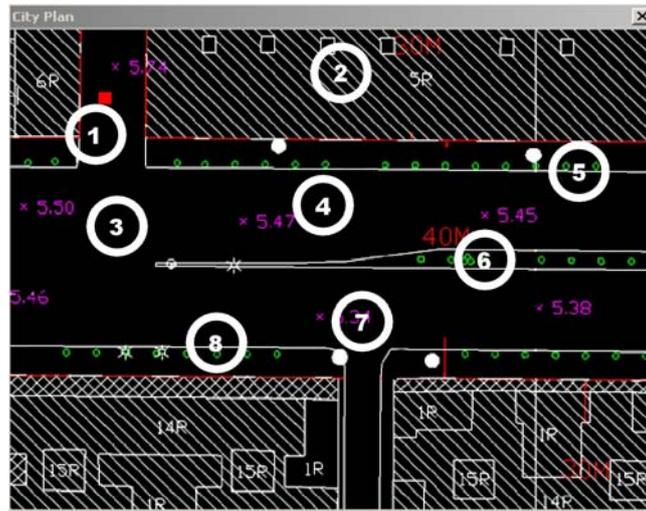


圖 4-6: 控制代理人行為的都市平面圖視窗

圖 4-7 是一個以文字模式呈現的 DOS 浮動視窗。視窗中將即時顯現模擬程式所執行的程序與函式，包括使用的操作過程都會被記錄下來。文字模式能夠詳細地顯示過程細節，包含模組與模組之間的互動交換行為、行為參數上的修改歷程...等等。在後續研究上使用者的操作歷程與意圖也能夠存檔備份，成為日後的研究題材。更詳盡的軟體操作過程請參考本文所附加的光碟內容，其中包含片長約 7 分鐘的影片展示，影片格式為 QuickTime Movie。

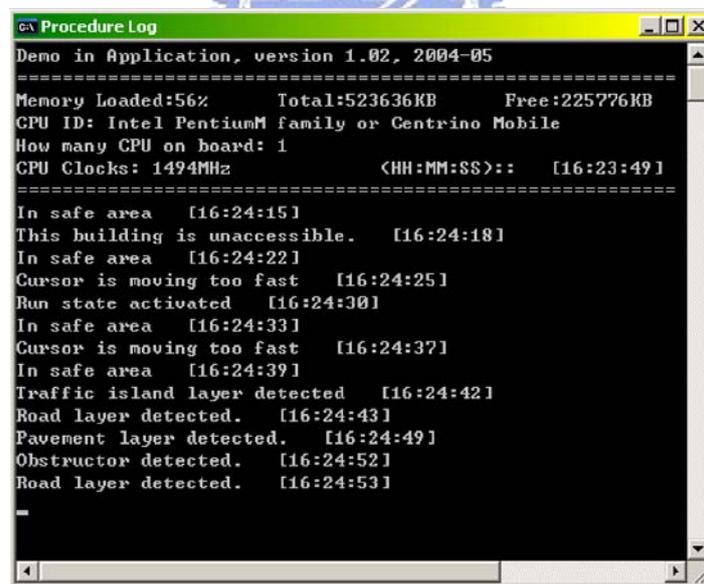


圖 4-7: 觀察代理人行為與決策過程的程序文字視窗

### 4.3 應用實例

藉由使用者利用滑鼠指標在都市局部平面圖的操作過程，代理人將不斷的在虛擬環境中學習與變化，而決策過程的改變將直接反應到代理人行為模式上；如同一個適用於代理人的訓練平台，針對代理人的決策過程以及行為模式種類加以添加刪減或修改，以符合都市人群模擬中個別代理人所具備的模擬能力。除了藉由使用者的訓練及操作使得代理人對於事件反應更加全面，程式也給予代理人在地圖中自動行走的能力，主動地在預設環境中觸發事件並學習經驗，不需要使用者額外的干預。

模擬程式中代理人決策過程將完全依照圖 3-1 綜合模型的程序路線，藉以實際測試本文所提出的功能要點。以下將舉五個代理人在虛擬環境中可能遭遇到的情境事件，其中包含模擬程式決策過程時所呈現的程序執行記錄，相互比較作為程式執行的範例。

→代理人行走到街道上(街道已是決策過程熟悉的環境物件)(如圖 4-8-L)

→代理人第一次行走到車道上(車道是決策過程認定的危險環境物件)(如圖 4-8-R)

<pre> ===== ::::::::::Information Analysis:::::::::: ===== Data Classification: A          [10:42:58] Data Proofreading: TRUE       [10:42:58] Priority Weighting: NORMAL    [10:42:58] ===== ::::::::::Emotion Module:::::::::: ===== Dichotomy State: Explicit     [10:42:58] Arousal Intensity: NONE       [10:42:58] Reinforce Focus: NONE        [10:42:58] ===== ::::::::::Learning Module:::::::::: ===== Street passing: 1             [10:42:58] Learning Intensity: NONE      [10:42:58] Passing To LTM: NONE         [10:42:58] ===== ::::::::::Short-term Memory:::::::::: ===== Saving Properties(sec): NONE   [10:42:58] Return To LM: NONE           [10:42:58] Exporting Behavior: Maintain  [10:42:58] ===== 6R Street layer detected.     [10:42:58] </pre>	<pre> ===== ::::::::::Information Analysis:::::::::: ===== Data Classification: C          [10:40:59] Data Proofreading: TRUE       [10:40:59] Priority Weighting: HIGH      [10:40:59] ===== ::::::::::Emotion Module:::::::::: ===== Dichotomy State: LEAVE OUT    [10:40:59] Arousal Intensity: LEAVE OUT  [10:40:59] Reinforce Focus: LEAVE OUT    [10:40:59] ===== ::::::::::Learning Module:::::::::: ===== Road passing: 1               [10:40:59] Learning Intensity: LEAVE OUT  [10:40:59] Passing To LTM: LEAVE OUT     [10:40:59] ===== ::::::::::Short-term Memory:::::::::: ===== Saving Properties(sec): LEAVE OUT [10:40:59] Return To LM: LEAVE OUT       [10:40:59] Exporting Behavior: Emergency  [10:40:59] ===== Road 1 layer detected.        [10:40:59] In safe area                  [10:42:56] </pre>
---	--

圖 4-8: (Left)代理人感應人行道, (Right) 代理人第一次感應車道

→代理人第三次行走到車道上(車道是決策過程認定的危險環境物件)(如圖 4-9-L)

→代理人第四次行走到車道上(車道是決策過程認定的危險環境物件)(如圖 4-9-R)

<pre> ===== Information Analysis: ===== Data Classification: C          [10:44:53] Data Proofreading: TRUE       [10:44:53] Priority Weighting: HIGH       [10:44:53] ===== Emotion Module: ===== Dichotomy State: Implicit     [10:44:53] Arousal Intensity: LEAVE OUT  [10:44:53] Reinforce Focus: LEAVE OUT    [10:44:53] ===== Learning Module: ===== Road passing: 3               [10:44:53] Learning Intensity: LEAVE OUT [10:44:53] Passing To LTM: LEAVE OUT     [10:44:53] ===== Short-term Memory: ===== Saving Properties(sec): 200    [10:44:53] Return To LM: LEAVE OUT       [10:44:53] Exporting Behavior: Emergency [10:44:53] =====  Road 1 layer detected. [10:44:53] </pre>	<pre> ===== Information Analysis: ===== Data Classification: D          [10:45:38] Data Proofreading: TRUE       [10:45:38] Priority Weighting: HIGH       [10:45:38] ===== Emotion Module: ===== Dichotomy State: Implicit     [10:45:38] Arousal Intensity: Learning   [10:45:38] Reinforce Focus: LEAVE OUT    [10:45:38] ===== Learning Module: ===== Road passing: 4               [10:45:38] Learning Intensity: ON         [10:45:38] Passing To LTM: TRUE          [10:45:38] ===== Long-term Memory: ===== Data Classification: D          [10:45:38] Specified Data Group: OFF     [10:45:38] Saving Properties(sec): 1000   [10:45:38] ===== Short-term Memory: ===== Saving Properties(sec): 100    [10:45:38] Return To LM: LEAVE OUT       [10:45:38] Exporting Behavior: Emergency [10:45:38] =====  Road 1 layer detected. [10:45:38] </pre>
---	--

圖 4-9: 代理人第三次感應人行道(Left), 代理人第四次感應人行道(Right)

→代理人第五次行走到車道上(車道是決策過程認定的危險環境物件)(如圖 4-10)

```

=====
Information Analysis:
=====
Data Classification: D          [10:46:45]
Data Proofreading: TRUE       [10:46:45]
Priority Weighting: HIGH       [10:46:45]
=====
Emotion Module:
=====
Dichotomy State: LEAVE OUT    [10:46:45]
Arousal Intensity: LEAVE OUT  [10:46:45]
Reinforce Focus: LEAVE OUT    [10:46:45]
=====
Learning Module:
=====
Road passing: 5               [10:46:45]
Learning Intensity: LEAVE OUT [10:46:45]
Passing To LTM: LEAVE OUT     [10:46:45]
=====
Short-term Memory:
=====
Saving Properties(sec): LEAVE OUT [10:46:45]
Return To LM: LEAVE OUT       [10:46:45]
Exporting Behavior: Emergency [10:46:45]
=====

Road 1 layer detected. [10:46:45]

```

圖 4-10: 代理人第五次感應人行道

(圖 4-8-L)當代理人在虛擬環境中行走至街道範圍時，此時決策程序將開始依照模組處理順序來接收新進的環境變數；由於街道範圍這個環境變數在長期記憶模組中已經有完整的定義，因此將在程序的處理上會跳過幾個執行步驟。剛開始由資料分析模組(Information Analysis)的函式開始分析，資料分類函式(Data Classification)基於資料種類把街道歸納於 A 群組，A 群組中所涵蓋的資料定義可能是公共環境設施。舉例說明，分類函式可能把代理人在虛擬環境中能夠行走的環境變數資料歸納於甲群組，而把代理人不能行走的區域環境資料納於乙群組...等等。接下來資料經由比對函式(Data Proofreading)過濾是否已經存在於長期記憶模組。再來經由情緒模組相關的優先權評定函式(Priority Weighting)來決定該資料是否應被優先處理，如果不需優先處理資料屬性就會被評鑑為正常(Normal)，並將資料轉移到情緒模組。由於街道此項環境變數在決策過程中已有完整的定義，因此在情緒模組經由二分法函式(Dichotomy)決定為明確資料(TRUE)後，把資料送至學習模組。學習模組統計完資料累計次數後就把資料送至短期記憶模組處理。因短期記憶模組不處理基礎的環境變數，所以直接輸出並維持相同的行為模式。

圖 4-8-R 是當代理人在虛擬環境中行走至定義危險的區域範圍時所作的決策程序。初期的資料分類函式將車道此項環境變數歸類在危險群組 C 中，並且資料的優先權評定是屬於最高等級，因此接下來的執行程序將跳過情緒與學習模組中大部分的函式，直接將資料導入短期記憶模組來執行虛擬環境中緊急的對應行為。

圖 4-9 主要是展示代理人在虛擬環境中啟動學習機制來產生對應的過程。在模擬環境中假設代理人在有限時間內連續行走至危險的範圍，過程中將漸進的改變決策程序來啟動學習功能。圖 4-9-L 中所顯示代理人已經連續行走至危險範圍三次，此時該資料對於決策程序可能造成混亂，因此資料流通至情緒模組時該資料已經轉變為不明確的資料型態，並且開始將該筆資料載入短期記憶模組作儲存，以監視在短時間之內是否有相同型態的事件再發生，而輸出的緊急行為模式將照常執行。

假設相同型態的事件在短時間之內又再度發生，此時學習機制調整資料分析模組中的資料分類函式，將該資料種類存入 D 群組；由於情緒模組中的不明確資料型態已經達到飽和值，因此啟動覺醒函式(Arousal Intensity)的學習功能訊號，學習模組接收到訊號之後，便將該筆資料存入長期記憶模組作為資料比對之用，並開始計算存放的時間。當該筆資料存入長期記憶模組之後，代理人對應於同樣事件時所採用的行為模式將不同於前，而資料分類時的群組也將改變(圖 4-10)。

以下為使用者對於模擬程式一連串的操作過程圖解，使得代理人發生記憶與行為上的變化：

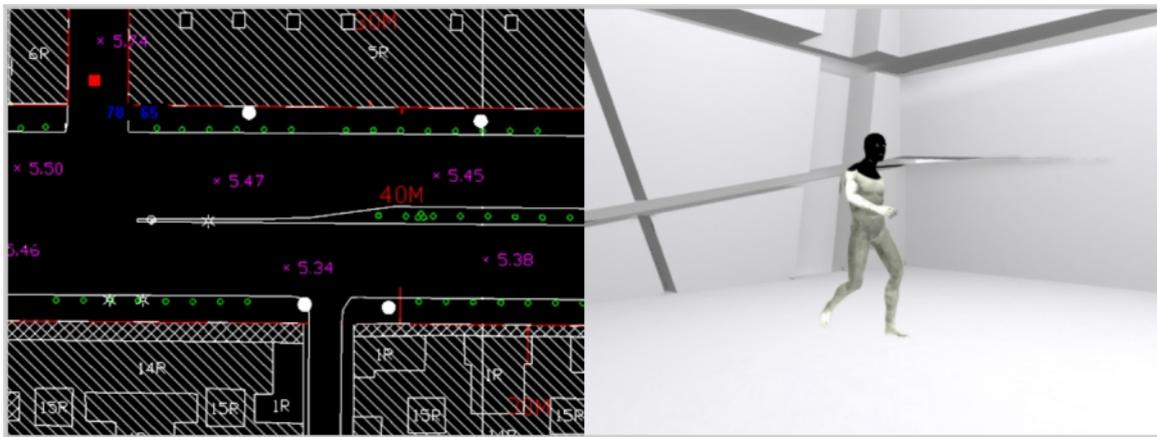


圖 4-11: 使用者拖曳紅點時代理人將開始行走



圖 4-12: 使用者可利用滑鼠右鍵取得平面圖相關地理資訊

➔如果使用者不小心將紅點與建築物外牆接觸，代理人將受到碰撞事件

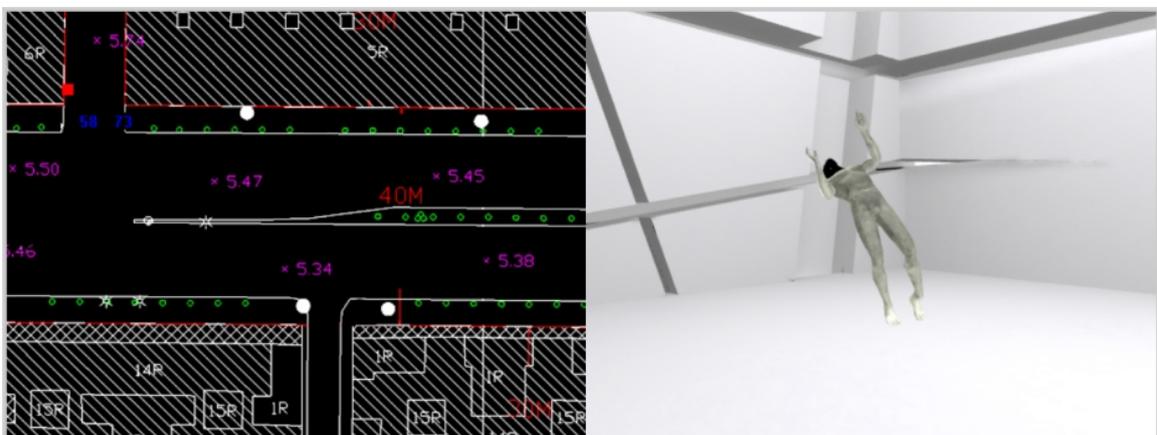


圖 4-13: 使用者拖曳紅點至建築物外牆時代理人將受到碰撞事件

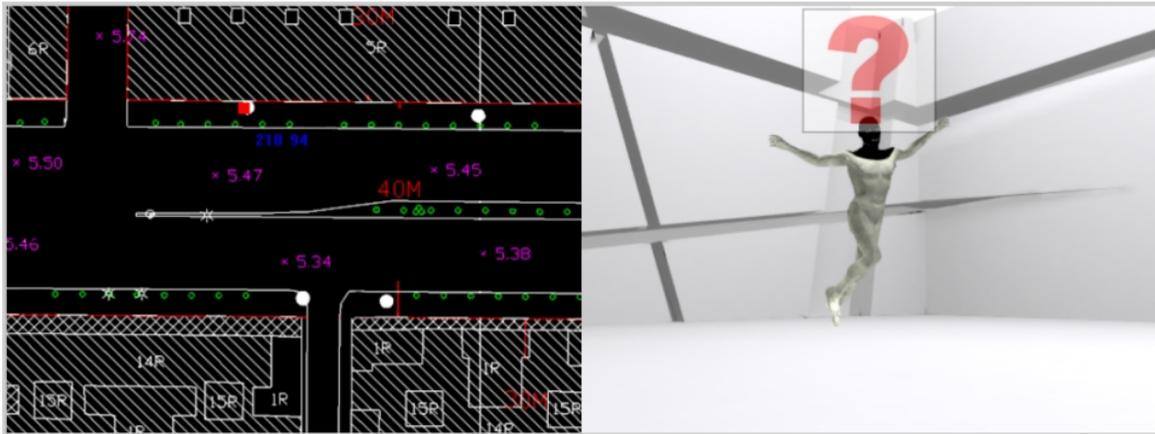


圖 4-14: 代理人遭遇障礙物時將發生跌倒行為

- 跌倒行為的發生對於代理人來說是環境給予的負面回饋
- 代理人學習並改變行為模式，如圖 4-14 所示



圖 4-15: 如果學習功能已開啟，代理人將嘗試把障礙物推開



圖 4-16: 在奔跑模式中代理人使用跳躍行為來避開障礙物

- 如果在時間之內不斷使代理人遭遇障礙物，將發生情緒上的行為(如圖 4-16)
- 情緒功能啟動之後，未來相同類型事件發生時能幫助代理人加速產生決策



圖 4-17: 代理人發生情緒上的行為，將障礙物舉起反覆摔打

- 代理人在快車道區域停留時間過長將會發生交通意外(如圖 4-17)
- 如果代理人身處於快車道，使用者必須一直改變代理人位置以避免事件發生

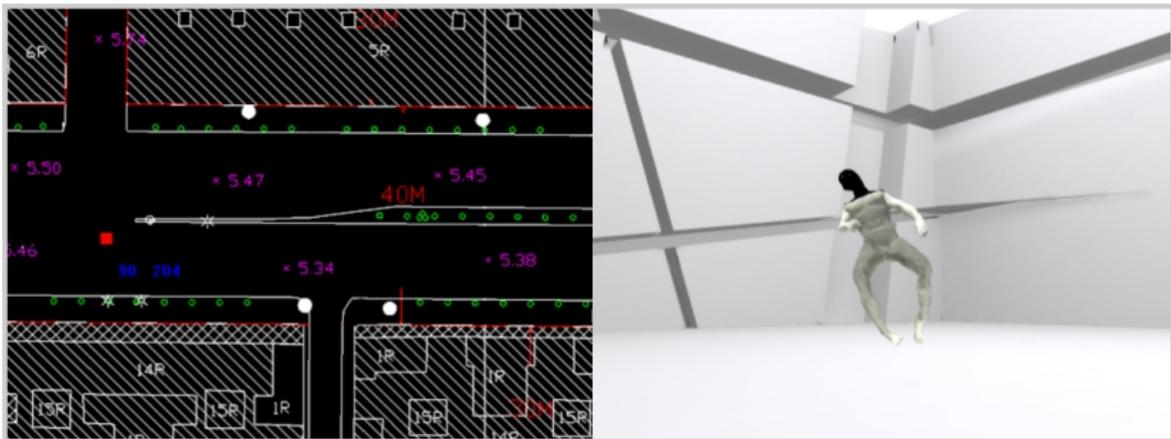


圖 4-18: 代理人發生交通事故的狀態



圖 4-19: 代理人處於昏迷的狀態

→氣候的變化將影響代理人行為，比如下雨天代理人行走時可能會滑倒(如圖 4-19)

→代理人體力值低落時同樣可能發生此項行為

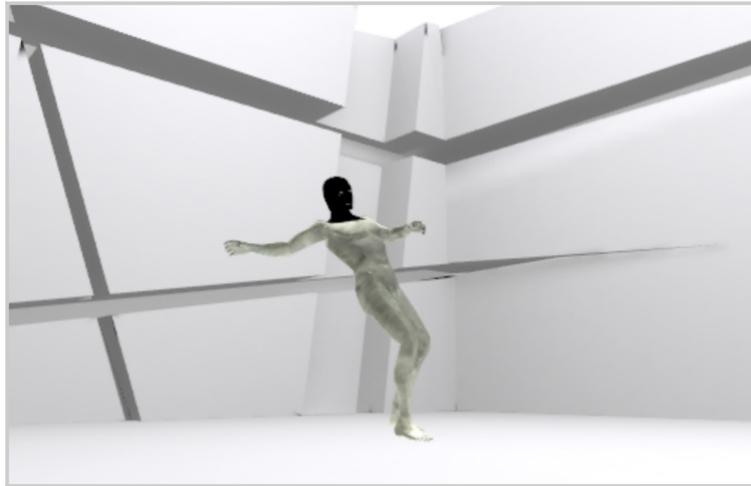


圖 4-20: 代理人於路面滑倒時的狀態

→氣候的環境改變使得代理人無法接受其他環境的變數，而專注於自身的行為

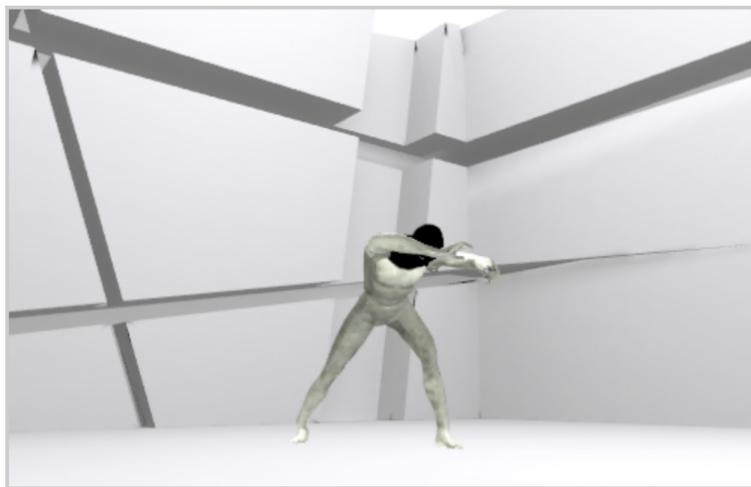


圖 4-21: 代理人處於惡劣環境下的行為

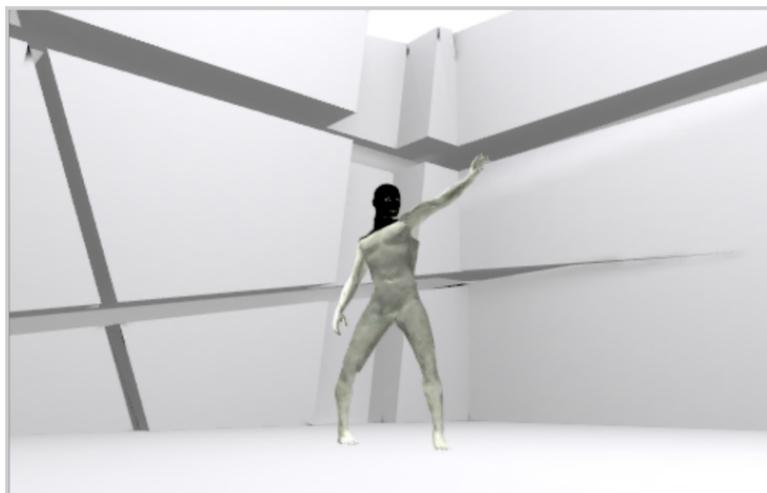


圖 4-22: 過度的事件發生率將使代理人拒絕使用者的操作