

以派翠網路模型來分析與探討多人互動虛擬實境系統之設計

Modeling of Multiple User Virtual Reality System with Petri Net Technique

黃俊堯，方鄒昭聰，張嘉麟，李艾桀
Jiung-yao Huang, Chao-Tsong Fang-Tson, Jia-lin Chang and Ai-Jye Lee

私立淡江大學資訊工程研究所
Department of computer Science and Information Engineering, Tamkang University
Tamsui, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C

摘要

本篇論文主旨是應用派翠網路來分析與探討多人互動虛擬實境系統之工作模組與行為流程，且藉由 SharedWeb 系統之實例來說明該分析之結果。本篇論文除了以派翠網路模型來說明 SharedWeb 系統的動作流程，並以實例來介紹多人互動虛擬環境之應用。本研究結果的主要貢獻在於透過派翠網路的分析結果，清楚說明了多人互動系統的工作流程，且由於 SharedWeb 系統的實作已驗證其可行性，使得未來在 WWW 上發展多人互動系統時，可應用本篇論文的分析結果作為基本流程，再加上所欲增加之功能後，來分析所欲增加之功能是否可行。

Abstract

The main contribution of this paper is to illustrate the method of using Petri Net model to analyze the functional modules and system behaviors of a multiple-participant virtual reality system. This illustration is based upon the SharedWeb system, which is designed and built by Multimedia and Virtual Reality Lab., Department of CS&IE, Tamkang University. With the help of Petri Net model, designers can easily find out the modules and workload of a multiple-participant VR system. Significantly, this analysis can further help designer to verify the modality of such a system and to decide how to add new modules as a new function is required.

關鍵字：Virtual reality, World Wide Web, DIS

1. 簡介

虛擬實境(Virtual Reality)是將現有之聲音、影像、繪圖、文字等技術加以整合與改良，讓使用者更能真正有「身歷其境」的感覺。隨著網路的漸漸盛行，人們開始試著結合網路與虛擬實境之技術，因此「網路虛擬實境(Network VR)」之發展漸趨盛

行。隨之由於全球資訊網路(WWW)的普及與流行，有許多人開始著手於虛擬實境與 WWW 之間的整合與研究，進而發展出 Virtual Reality Modeling Language(VRML)語言，更締造了三度空間在 WWW 應用領域的另一個新紀元。但是由於 VRML 經歷 1.0 [1]與 2.0 [2]版的規格以來，對於多人互動的方面還是有相當多的問題有待解決，因此在 WWW 上發展多人互動式環境系統仍屬於方興未艾的討論課題。

網路虛擬實境的發展上可分為「集中式(Centralized)」與「分散式(Distributed)」兩種方式 [3]。在 WWW 上所發展之多人互動環境系統是屬於集中式之發展方式，但要在 WWW 上建立一個多人互動的環境並不是一件容易的事，因為集中式的多人互動虛擬環境需要有一個中央管理系統來管理虛擬環境中資料一致性的問題，然而對於 WWW 的架構而言，WWW 伺服器要擔當多人互動環境的中央管理系統卻有一些難題存在，這些問題包括了：

1. 資料無法主動由 WWW 伺服器傳送給在虛擬世界中的所有使用者，由於全球資訊網是屬於一種只有當客戶端向伺服器提出資料的要求時，才會在客戶端與伺服器之間建立一條資料的傳輸管道，當 WWW 伺服器完成了客戶端的要求後便會將這條通道關閉。這也說明了 WWW 伺服器並沒有辦法主動去建立這條通道，這使得當伺服器要把多人互動虛擬環境中的資料發送給在這環境的所有使用者時，WWW 伺服器無法主動送出。
2. 網路的負荷過重而產生資料傳送延遲的問題，雖然全球資訊網的要求與回應架構可以降低網路的負荷，但是由於全球資訊網的成長速率太快，使得網路的負荷更加嚴重，容易造成資訊的延遲，而對於一個需要即時效果的多人互動環境而言，網路資訊的延遲無異是一種致命傷。
3. WWW 伺服器無法去保存虛擬環境中的使用者資料，由於全球資訊網伺服器並不會去記錄有哪些使用者曾經向它要求服務，這使得本論文要利用 WWW 伺服器來保存在虛擬世界中使用者的基本資料（例如使用者名字、使用機器的網路位址…

等)時產生問題,此問題即「客戶資料保存問題」。

2. 網路 VR 系統

在現行網路上發展虛擬實境多人互動系統的方法可分為直接在網路上架構之系統,與透過 WWW 系統來建構多人互動系統兩種。以下將介紹幾套在現行網路上與在 WWW 上所發展的多人互動式系統。

MERL (Mitsubishi Electric Research Lab.) 公司的 Multi-User VR System 是以一套名為 Spline[4][5] 的軟體平臺為其運作核心, Spline 主要的工作在於管理一個名為 World Model 之以物件為主的資料庫,此 World Model 記錄著此時在虛擬場景內所有物件的位置、外型、及所發出的聲音等資訊,且隨著場景中物件的變動, World Model 內所記錄的內容也會盡量跟著改變以達到一致性。

NPSNET[6] 為一套以美國國防部所設計之 Distributed Interactive simulation (DIS)[7] 的模擬訓練技術標準為主的多參與者演訓系統,然而由於 DIS 協定的部分特性使得演訓中的參與人數有限,無法大量提昇。因此為了能更有效率的在演習個體間傳遞有用的狀態資訊並能減輕網路的負荷, NPSNET 便利用空間分割法加上 Multicast 網路來解決此問題。基於 Multicast 網路是以群組 (Group) 為溝通方式, NPSNET 把整個演訓的個體利用 Area of Interest Manager(AOIM)依其個體特性劃分出三種溝通的類別: temporal、spatial、及 functional,而每個類別則有相對的 Multicast Group。如此一來距離太遠的物體,因為 spatial 類別的劃分,自身改變的狀態資訊則不需送出給它們,而根據 functional 類別的劃分使得地上的坦克不需把狀態資訊送給飛機,如此方式大大的提高整體系統的效率。

Sony 公司所發展的 Virtual Society [8][9] 是一套在現行 WWW 環境下的多人互動系統,系統包含了瀏覽器 (CP Browser) 和伺服器 (CP Bureau)。為了解決場景一致性的問題,每當使用者端有事件發生時, CP Browser 會利用 Virtual Society Communication Protocol (VSCP)來把變動的訊息以精簡的封包格式傳給 CP Bureau。CP Bureau 主要負責使用者在場景的位置追蹤與使用者之間的訊息傳遞工作。另外為了提昇系統效率以增加上線人數,在 Virtual Society 的伺服器中有一個稱為 Aura Manager 的伺服器專門用來計算每一個使用者的 Aera-Of-Interest(AOI),並把計算的結果送給 CP Bureau,再由 CP Bureau 把此使用者的位置資訊送給在它 AOI 內的其他使用者。

BlackSun[10][11] 的系統是由伺服端的 CyperHub 和使用端之 CyberSocket API 上的應用程式所構成。CyperHub 主要包含了四個基本功能的伺服器元件:(1)ID Service - 負責使用者加入與離開場景的管理。(2)Motion Service - 追蹤使用者的位置並把此訊息一秒鐘傳三次給其附近的其他使用

者。(3)Text Service - 負責傳遞文字交談的訊息。(4)Shared State Service - 負責場景內標示為共享的物件管理。

3. SharedWeb 系統功能之分析

SharedWeb 系統是由淡江大學資訊工程學系多媒體暨虛擬實境研究室所設計及實作之建構在 WWW 上的多人互動虛擬實境系統,系統功能包括:①應用“分散式交互模擬系統(DIS)” [7]所使用的傳輸協定單元(PDU)之技術標準來達到空間一致性。②使用 DIS 系統中之推測未知狀態(Dead Reckoning)[12]技術來降低網路的負荷。③應用 Chee-Kei[13]所提出之方法以及設計“客戶資料管理程式”來解決 WWW 系統上伺服器到客戶資料回傳的問題。④應用共用閘道介面(CGI)來解決 WWW 伺服器保留使用者資料的問題。隨著 SharedWeb 系統功能不斷改良,整體系統的複雜度相對的也跟著增加,因此本篇論文以下部分將用 Petri net Model 來分析 SharedWeb 系統,以探討在網路上建構多人互動虛擬實境系統應有之功能流程。

3.1 SharedWeb 系統介紹

首先介紹 SharedWeb 在第一節中所提在 WWW 上發展多人互動環境所遭遇之三個問題的解決方法。

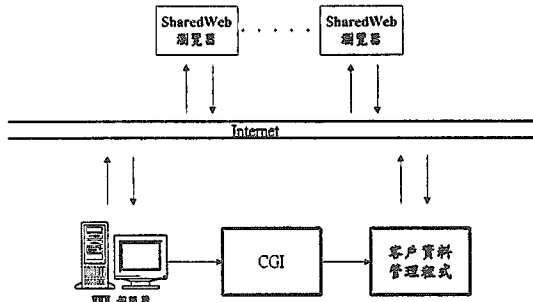
1995 年 Chee-Kai 為了解決在 WWW 系統上伺服器到客戶端資料回傳的問題,提出了 MOLTIP-UID 和 R-HTTP 的概念[13]。系統中採取 MOLTIP-UID 的部分方法來取得客戶端唯一的識別碼,以解決伺服器辨識客戶端的唯一識別碼問題。但因 R-HTTP 之概念必須更改超文件傳輸協定以及需要重新撰寫一個新的全球資訊網伺服器軟體,因此本系統中並未採用該協定。SharedWeb 系統是在傳統 WWW 伺服器端加上一個“客戶資料管理程式”,此程式經由唯一辨識碼的資料,可直接與已經註冊過的客戶端進行溝通,如此將可解決伺服器資料回傳的問題。

而 SharedWeb 系統中伺服器與客戶端的溝通方式是採用一個專門為軍事模擬所發展的網路技術-稱為“分散式交互模擬系統(DIS)” [7]。DIS 是希望能以一種分散式的架構來建立一個時間與空間一致性的虛擬世界,使得聯結在此系統上散居各地的所有模擬器可以共同來進行逼真的模擬實兵演習,絲毫不受相隔距離的影響。此分散式交互模擬技術的模擬個體之間溝通是由各種不同的“資料協定單元(PDU)”所完成。因此,SharedWeb 系統中也針對全球資訊網上多人互動的需求而定出了 Initial PDU、Acknowledge PDU、End PDU 及 Object State PDU,來作為 Avatars 之間的傳輸協定標準 [14]。此外,SharedWeb 系統中也應用了 DIS 所提出之“推測未知狀態(Dead Reckoning)” [12]的技術

來降低網路的負荷，此技術是讓每個客戶端都有一組程式來計算並推測同場景中其他使用者的行進位置與方向，直到網路上傳來真實的位置為止，主要功能是避免因網路延遲而造成嚴重的畫面跳動現象。

最後，SharedWeb 系統是採用共用閘道介面 (CGI) 來解決 WWW 伺服器保留使用者資料的問題。共用閘道介面是全球資訊網與其他資源互相溝通的橋樑之一，因此 SharedWeb 系統選用 CGI 共通介面來取得由瀏覽器送給 WWW 伺服器的各項資料。

然而多人互動的虛擬世界是屬於一種即時性的模擬，因此整個系統的資料處理必須非常快速，但是 CGI 程式是當客戶端有呼叫到此程式時才由全球資訊網伺服器喚醒該程式來執行，當執行完畢後隨即中止其程式；如此一來 CGI 雖解決了保留使用者資料的問題但是無法有效的處理客戶端所傳過來的資訊，因此 SharedWeb 系統提出了一個“客戶資料管理程式”的概念。如圖一所示，客戶資料管理程式由 CGI 程式接收了客戶端的各種資訊後，可對此資料作出相對的回應，也就是可以主動由伺服器端傳送訊息給瀏覽器。



圖一：伺服器的客戶資料保留流程圖

SharedWeb 系統之功能尚包含“聊天”與“互傳網頁”等等，且希望能朝向更為生動且人性化之介面設計。SharedWeb 系統是一個功能完備且複雜的多人互動系統，本論文以下將以 SharedWeb 為基礎，藉由派翠網路模型 (Petri net model) 來分析及討論在 WWW 上建構多人互動虛擬世界所須之功能及其工作流程。

3.2 派翠網路之簡介

派翠網路最早是由 C. A. Petri [15] 所提出來的，是一種以正規方法來描述和分析系統行為的工具，特別是針對實體間的同時與同步特性。一般而言，可利用派翠網路之“網路”架構來分析系統模組，有助於了解在實體系統運作時可能會發生的問題，進而修改原設計以維護其正確性。

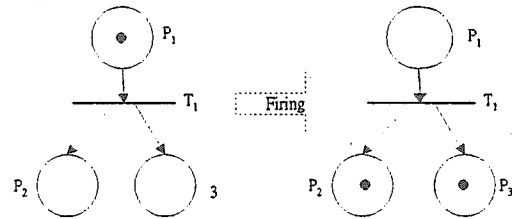
對於 Petri net 的描述可用 $PN=(P, T, F, M_0)$ 來表示 [15][16]，其中

1. P 代表 Petri net 中 places 的有限集合。
2. T 代表 Petri net 中 transitions 的有限集合。

3. F 代表 Petri net 中 places 與 transitions 之間 arcs 所成的有限集合。

4. M_0 表示了 places 在初始狀態下各個 place 中的 token 數目。

根據上述定義可用圖二表示了一個標準 Petri net 模型。在圖二中圓圈 P_1, P_2 及 P_3 代表 Petri net 的 places，而橫桿 T_1 則代表 transition。一般而言，tokens 被指定或停留在 Petri net 的 places 中，而當 Petri net 執行時 tokens 的數目以及位置都會因執行流程而改變，因此 token 被定義成 Petri net 執行的原動力。



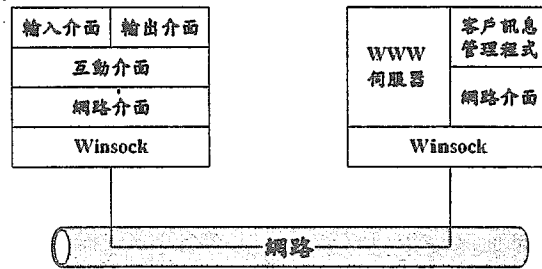
圖二：Petri net in fire

圖二說明了一個 firing 的 Petri net graph。圖二的 token 首先存在於 place P_1 中，因為 transition T_1 僅有一個 place P_1 而且 P_1 到 T_1 的 arc 數目等於 P_1 中 token 數目。因此 transition T_1 滿足 enable 的條件而 firing，此 firing 動作則製造了兩個 tokens 分別置於 place P_2 及 P_3 。

以下章節將透過 Petri net 來分析 SharedWeb 系統的功能模組，來介紹在 WWW 上建構多人互動系統應有之工作流程。

3.3 由派翠網路來分析 SharedWeb 系統的功能模組

基本上 SharedWeb 系統架構可分為客戶端與伺服器端來加以探討，如圖三所示，客戶端的功能包含四大模組：“輸入介面模組”、“輸出介面模組”、“互動介面模組”與“網路介面模組”。伺服器端客戶管理程式之功能則包含兩大模組：“客戶訊息管理程式”與“網路介面模組”，本節將會針對客戶端與伺服器端作進一步的功能分析與探討。



圖三：SharedWeb 模組分析圖

一個架構在 WWW 上的多人互動瀏覽器至少需包括三項功能介面：3D 瀏覽介面，傳統的 HTML 瀏覽介面，以及聊天功能。底下將對上述三項功能

介面且分為“客戶端功能所包含的四大模組”與“伺服器端客戶管理程式功能所包含的兩大模組”兩小節加以說明分析後所需之獨立函式模組的功能。

3.3.1 客戶端之四大模組

使用者在客戶端可透過輸入介面將訊息傳遞進入互動介面模組來處理訊息，再交由網路介面將訊息送出給伺服器，而伺服器回傳之資料則傳回給輸出模組而顯示在螢幕上。整個模組之細部功能如下：

(一)輸入介面模組：

(t1.1) File Control Module：其功能為開啓本身機器的 HTML 檔案，以及做 backward、forward、stop 和 reload 等功能。此模組可讓本瀏覽器純粹當作一般觀看 HTML 檔案格式的瀏覽器來使用。

(t1.2) Input URL Box：使用者可以在 Input URL Box 上輸入任何 WWW 上的網址(URL)，由瀏覽器根據所輸入的網址從網路下載 HTML 文件或是虛擬場景檔案。

(t1.3) Movement Bar：使用者可以利用 3D Render Engine 所提供的控制鈕來操控在虛擬場景中 Viewpoint 的位置與方向，如此可讓使用者在虛擬場景中自由的移動與轉動。

(t1.4) Avatar Select Module：當進入虛擬場景中，此模組提供使用者選擇 Avatar 的型態，讓使用者在場景之中可隨自己之喜好與當時的心情變換所扮演的角色。

(t1.5) User Name Input Box：當瀏覽器完成下載虛擬場景檔案後，使用者可以用 User Name Input Box 輸入其在場景中的所使用之代名，當使用者輸入代名後，瀏覽器就會與伺服器端做連線並加以註冊，完成多人參與虛擬場景的起始步驟。當所輸入的名字與同一個場景內之其他使用者相同時瀏覽器便會以錯誤訊息告知使用者。

(t1.6) Chat Input Box：當使用者完成進入多人場景的註冊與認證程序後，使用者之間就可以利用 Chat Input Box 來達到相互交談之目的，所輸入的文字內容除了會出現在本身瀏覽器的視窗外，也會傳給其它在同一場景的其他使用者。藉此功能可讓同一場景中的所有使用彼此互相聊天。

(t1.7) Send HTTP Box：當使用者完成進入多人場景的程序後，使用者也可以利用 Send HTTP Box 傳送網頁網址給在同一場景的其他使用者，讓對方的瀏覽器可以從所收到網址自行下載檔案。

(二)互動介面模組：

(t2.1) Identifier File Name：此模組用來辨識使用者所輸入 URL 是下載 HTML 文件或是 3D 虛擬場景檔案，如果是 HTML 文件則呼叫 Download HTML File 模組來下載 HTML 文件，如果是虛擬場景檔案則呼叫 Download 3D File 模組來下載虛擬場景檔案。

(t2.2) Parse HTML：這是一個解譯 HTML 檔案格式的模組。

(t2.3) Parse VRML：此模組是將網路以 VRML 格式所傳送過來的 3D 場景資料作解譯的動作，亦即將場景中用 ASCII 所描述之場景轉換成 SharedWeb 所定義的資料結構，以提供 Scene Manager 與 3D Render 模組所使用。

(t2.4) Scene Manager：此模組是對整體 3D 的虛擬場景作統籌性的管理，例如碰撞的偵測、視野範圍的計算、漸層精緻度的描述表現等等管理，再將此訊息交由 3D Render 去表現在使用者所觀看的螢幕上。

(t2.5) Registrant：當瀏覽器要向伺服器端註冊以進入 3D 場景時，此模組會根據在瀏覽器上一些資訊計算出一個唯一識別碼(UID)，以提供伺服器端分辨不同的使用者。

(t2.6) Dead Reckoning Manager：根據 Client Table 的資料對其他使用者的位置執行推測運算，再將推算後的資料送至 Scene Manager 做 3D 虛擬場景統籌性的管理。如此可以降低網路的傳輸訊息量，而讓整體效能能夠提昇。

(t2.7) Enable Tricker：當使用者完成進入 3D 場景的註冊手續後，瀏覽器會接受到伺服器端所傳來的訊息將有關於多人參與 3D 場景部份的所有對應功能模組啓動。

(t2.8) Check User Name：當使用者送出網頁網址給某位使用者時，此模組會根據使用者在 Send HTTP Box 所輸入的接收端資料來檢查所指定的使用者是否存在 Client Table 裡，若存在才把這些訊息包裝成 PDU 送到網路上。

(t2.9) Listener：當使用者在透過 Chat Input Box 送出訊息時，此模組會根據在 Client Table 所儲存的使用者資料，然後將所欲傳出資料使用 UDP 的方式把訊息傳送給在場景中的所有使用者。

(三)輸出介面模組：

(t3.1) HomePage View：HTML 檔案內所欲表現的內容呈現在網頁展示的視窗內。

(t3.2) 3D Render：此模組是根據 VRML 所解譯出來的資料結構，再加上 Scene Manger 所傳送過來的訊息，將使用者在此虛擬場景中瀏覽時所應看見的東西在螢幕上描繪出來。

(t3.3) User List Window：產生呈現在同一場景的其他使用者代號的視窗，讓使用者可以知道同一場景中有多少個 Avatars。

(t3.4) Chat Output Window：將同場景中所有使用者所發出的聊天訊息呈現在該視窗中。

(四)網路介面模組：

(t4.1) HTTP protocol：這是一種專為全球資訊網所設計的網路通訊協定，瀏覽器可透過此種協定與全球資訊網的任一個伺服器要求資料。

(t4.2) PDU Sender：用來將包裝好 PDU 送到網路上。

(t4.3) PDU Receiver：用來接收從網路所送來的 PDU。

(t4.4) Download HTML File：這是一個 WWW 的網路程式，系統會根據使用者介面所傳來的 URL，經由 HTTP 協定從網路下載或從本身機器上開啓一份 HTML 文件。

(t4.5) Download 3D File：此模組根據使用者介面所傳來的 URL，經由 HTTP 協定從網路下載 3D 虛擬檔案。

(t4.6) PDU Discharger：其功能為對網路所傳來的 PDU 做解封包的動作，並且根據不同的 PDU 種類，會將 PDU 送往不同的模組做處理。

(t4.7) PDU Packer：其功能將各模組所產生的資料包裝成 PDU。

3.3.2 伺服器端客戶管理程式之兩大模組

伺服器可利用網路介面將所收到的客戶端資料傳遞給客戶訊息管理模組，而該資料由客戶管理程式處理完後可再經由網路層傳回客戶端。

(一)客戶訊息管理模組：

(s1.1) Motion Tracker：其功能是接收每個使用者所傳來的位置、方向等訊息，再將這些訊息傳給在同一場景的其他使用者。

(s1.2) Registrar Sever：其功能是用來記錄註冊參與多人場景的使用者的資料。

(s1.3) Event Control：其功能是用來傳送重要資訊或特殊資料，例如傳送網址等。

(二)網路介面之模組：

(s2.1) PDU Sender：用來將包裝好 PDU 送到網路上。

(s2.2) PDU Receiver：用來接收從網路所送來的 PDU。

(s2.3) PDU Discharger：其功能為對網路所傳來的 PDU 做解封包的動作，對於不同的 PDU 種類，會將 PDU 送往不同的模組做處理。

(s2.4) PDU Packer：其功能將各模組所產生的資料包裝成 PDU 後，送到網路上。

3.4 以派翠網路分析 SharedWeb 系統的工作流程

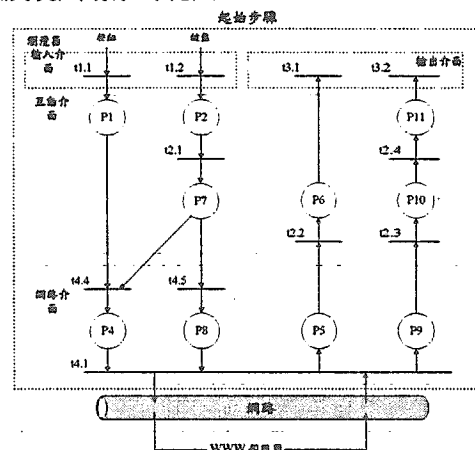
根據派翠網路[14]的定義，本論文將 Transition 定義為一個獨立函式模組，而 Transition 之前的 place 為其輸入變數；Transition 之後的 place 為其輸出之結果。

因此，由 3.3 節模組分析結果，本論文可用派翠網路來探討 SharedWeb 的工作流程。其流程可大致分為五個步驟，其分別為“起始之步驟”、“登入之步驟”，以及登入場景後多人互動的“使用者狀態流程”、“互傳網頁之流程”與“聊天室功能

之流程”。底下將針對此五大流程分別加以討論。

(一)起始之步驟：

此步驟是 SharedWeb 系統一開始之起始步驟，主要是客戶端透過網路向伺服器要求所需要的網頁資料或是三度空間的場景資料，而使用者可藉由滑鼠來點取超鏈結或是自行運用鍵盤輸入的方式來完成此工作。如圖四所示，系統起始時會透過 Transition t4.4 的 Download HTML File 來取得一篇介紹性的網頁，其中包括了 SharedWeb 系統的簡略介紹與說明外，更加入了為本系統所設計範例場景的超鏈結選項；同時 Transition t1.2 也提供讓使用者可用鍵盤自行輸入之方式將所欲進入之 3D 場景或是所需要的網頁從伺服器下載。但自行輸入需經過 Transition t2.1 之 Identifier File Name 來判斷所輸入的是網頁資訊或是 3D 場景的格式，再分別要求 t4.4 的 Download HTML File 或是 t4.5 的 Download 3D File 來處理客戶端所要之資訊，然後透過 t4.1 的 HTTP 傳輸模組向伺服器下載所需要之資料；如是網頁格式則回傳給 t2.2 的 Parse HTML 將網頁格式解譯出來後呈現在 t3.1 的網頁展示視窗的模組上；若是 3D 場景資料則回傳給 t2.3 的 Parse VRML 將其檔案解譯成系統中所定義之場景格式，並將資料傳送給 t2.4 的場景管理程式，由場景管理程式來決定所欲展現出場景的範圍。

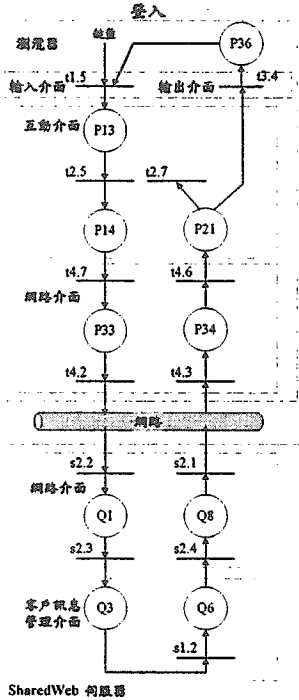


圖四：起始之步驟流程

(二)登入多人互動場景之步驟：

此步驟主要之工作是讓使用者在登入該虛擬場景時作認證的工作。如圖五所示，使用者需透過 Transition t1.5 的 User Name Input Box 來輸入使用者所欲進入該場景之名稱，藉由 Transition t2.5 的 Registrant 製作一個 UID 且利用 t4.7 的 PDU Packer 將此訊息轉換成 Initial PDU 透過 t4.2 的 PDU Sender 送給伺服器，伺服器端則利用 Transition s1.2 的 Registrar Server 來分析使用者所輸入之名字是否在同場景中已經有其他人使用，如果有則透過網路回傳錯誤訊息給客戶端，並將此錯誤訊息表現在 t3.4 的 Chat Output Window 上，而繼續回到等待

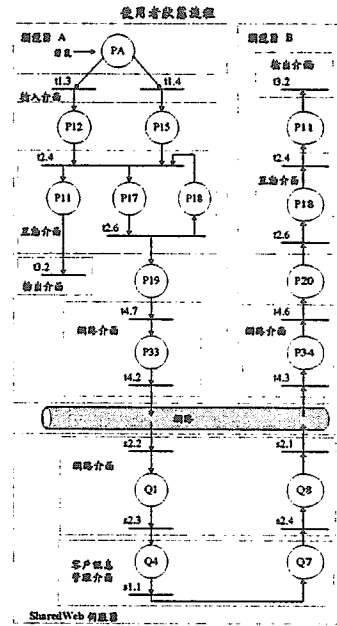
Keyboard 輸入使用者名稱之狀態；反之若 UID 正確無誤，則伺服器會回傳 Acknowledge PDU 給客戶端，繼而啟動 t2.7 的 Enable Tricker，此模組將會啟動其他各個視窗開始等待使用者的輸入，而正式啟動整個系統互動流程。



圖五：登入之步驟流程

(三)使用者狀態流程：

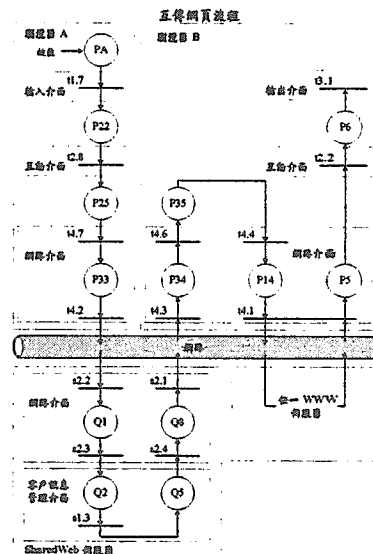
使用者狀態包含了使用者所扮演 Avatar 之選擇，及使用者所操控 Avatar 之位置與方向之資訊。如圖六所示，使用者可利用 Transition t1.3 的 Movement Bar 所提供之操作介面使用滑鼠來控制 Avatar 之行進速度與方向，且將此資訊傳送給 t2.4 的場景管理程式，而場景管理程式會將此份資訊傳送給 t2.6 的 Dead Reckoning Manager，由 Transition t2.6 來決定此份資訊是否該送出網路，且 Transition t2.6 會將所模擬場景中其他的使用者資訊傳送給 t2.4 場景管理程式，最後場景管理程式會依據使用者操作 Avatar 之位置與方向及其他 Avatar 之資訊統籌管理計算出應該給使用者所看見之場景狀態後，才交由 t3.2 的 3D Render 將場景描繪在螢幕上。使用者也可透過 t1.4 的 Avatar Select Module 藉由系統提供的 Avatars 選擇自己所想扮演的角色。至於 t2.6 的 Dead Reckoning Manager 會在使用者改變 Avatar 之選擇，以及真實位置與未知狀態預測之差距超過一定的範圍時，透過 Transition t4.7 封裝成一個協定單元(PDU)再藉由 t4.2 的 PDU Packer 將此訊息傳遞給伺服器。而伺服器透過 s1.3 的 Motion Tracker 來處理此訊息後，將此訊息傳至同場景中所有的使用者的 Transition t2.6 模組單元後，經由 t2.4 之場景管理程式處理再將此訊息交給 t3.2 的 3D Render 展現在使用者所見之螢幕上。



圖六：使用者狀態輸入之流程

(四)互傳網頁之流程：

互傳網頁的功能，可將網路上任何一個存在的網頁輕易的傳送給同場景中的使用者，除了可互相互交換自己的網頁當作交換性的介紹外，更可載入同一個網頁後，再藉由聊天的功能來討論此網頁的內容等等更人性化的功能。做法上如圖七所示，使用者透過 t1.7 的 Send HTTP Box 來輸入想傳遞之網頁網址，以及所想傳遞給同場景中使用者之姓名，待 t2.8 的 Check User Name 驗證過同一場景內確實存在該接受者之姓名後，同樣的透過 t4.7 的 PDU Packer 與 t4.2 的 PDU Sender 將此訊息傳遞給伺服器，伺服器再經由 s1.3 的 Even Control 的處理後，會將此網路位置傳送給該位接受者之 t4.4 的 Download HTML File 之模組而自行作網頁之載入動作。

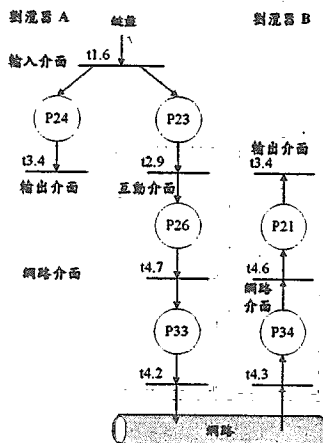


圖七：互傳網頁之流程

(五)聊天室功能之流程：

聊天之功能也是多人互動之一個重要的關鍵所在，在此並未討論聲音方面的製作流程，因考慮資料量太大會影響整體效能之緣故，且在多人互動場景中聲音的傳遞還需嚴謹考慮聲音的傳遞範圍及音量，因此這部份將是本系統的另一個未來重要發展方向，故以下的聊天方面只針對文字交談功能的討論。如圖八所示，使用者藉由 t1.6 的 Chat Input Box 輸入所欲發表之言論，瀏覽器首先把此訊息傳遞至自己 t3.4 的 Chat Output Window 表現出來，再經由 t2.9 的 Listener 得知同場景中有多少位使用者，使用 UDP 的方式將聊天的資料直接傳送給同場景中所有的使用者，此項功能與上面四個流程中最大的差異點在於此訊息並不透過伺服器傳遞，而是各自將訊息傳遞給同場景中的所有使用者，最大的原因是減低伺服器的負擔，因為聊天的資訊在多人互動的系統中是屬於較不重要的訊息之一，因此並不需要將此訊息交由伺服器作嚴謹的處理以及不將訊息以確保性的方式送達，藉此來減輕伺服器的工作負擔而減少上線人數的限制。

聊天室功能之流程



圖八：聊天室功能之流程

4. SharedWeb 系統實作

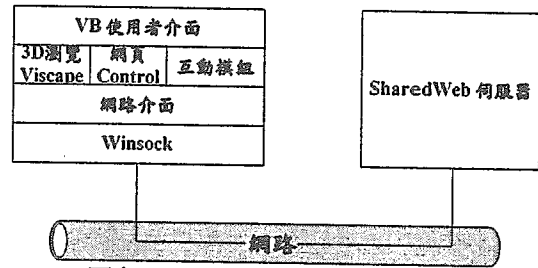
(一)伺服器端：

SharedWeb 系統在較早期的做法中客戶端的所有資料都是透過 HTTP 的格式傳輸給伺服器端，再透過 CGI 的解譯後傳給客戶管理程式作統籌管理，新系統中為改進使用者動作的訊息能夠更快速傳遞的考量下，因此許多重要訊息直接由客戶端透過網路與伺服器端的客戶端管理程式直接作溝通處理，只有必須處理 HTML 格式的資料情況下才運用先前之技術透過 CGI 的幫助來獲得資料。

(二)客戶端：

如圖九所示，客戶端的程式採用 VB 的發展介面來開發客戶端的瀏覽程式介面。其中本系統在實作上採行的兩個網路上所提供之 ActiveX Control，

一個為處理網頁的 Control，另一個為英國 Superscape 公司所發展 Viscape 三度空間展示之 Control。



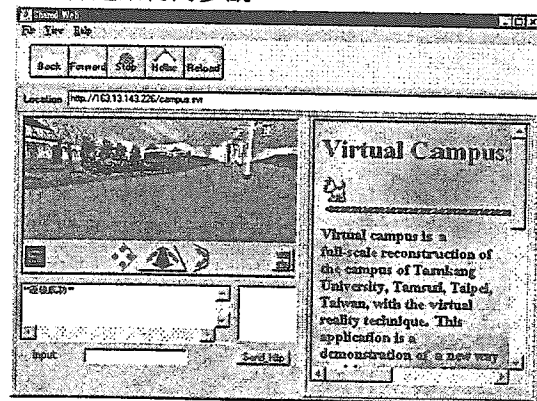
圖九：SharedWeb 實作系統架構

由於時間與人力的考量下，SharedWeb 系統在現階段採用現成的 ActiveX Control 來實作 SharedWeb 系統，如此一來，應用派翠網路所分析各個模組將有些許模組已由 Control 內嵌在該物件內。因此，派翠網路模型所分析之 t4.4 的 Download HTML File、t2.2 的 Parse HTML 與 t3.1 的 Display HomePage 三個 Transitions 將由處理網頁之 Control 來取代；t4.5 的 Download 3D File、t2.3 的 Parse VRML、t2.4 的 Scene Manager 與 t3.2 的 3D Render 部份則由 Viscape 三度空間展示之 Control 來取代之。SharedWeb 瀏覽器目前並不能展現網路上三度空間場景標準格式(VRML)之虛擬場景，但是本實驗室在 VRML 解譯器與場景管理程式此兩部份之發展已漸趨完成之階段[17]，因此 SharedWeb 系統未來將發展成爲一個 VRML 標準格式的三度空間多人互動之瀏覽器。底下將以實例來介紹 SharedWeb 系統的各項功能與人性化的介面操作。

5. SharedWeb 系統範例

(一)虛擬校園：

虛擬校園是利用虛擬實境的技術將整體淡江大學的校園建立在網路世界上(如圖十所示)，使用者更可以藉由滑鼠點取校園內的建築物而讓瀏覽器自動下載該棟大樓的內部檔案，且自動進入該棟大樓內。或者是可以藉由網頁的超鏈結方式進入校園內各棟建築物內參觀。

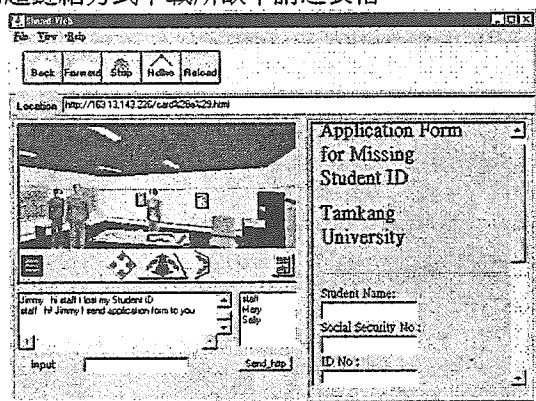


圖十：虛擬校園

(二) 虛擬辦公室：

如圖十一所示，學生可透過此系統提出所欲申請的相關資料，此時瀏覽器會獲得一份由伺服器傳送過來之以 HTML 格式所製成之申請表格，而學生更可透過聊天室而詢問申請的程序。

SharedWeb 系統提供三種方式來讓學生得到所欲申請的表格：(1) 虛擬辦公室的職員可以線上提供學生諮詢且傳送學生所欲申請之表格給該位同學。(2) 在場景中有一個圖片按鈕，學生可經由點觸該物件而得到想申請的表格資料。(3) 可直接由網頁的超鏈結方式下載所欲申請之表格。



圖十一：學生收到所欲申請之表格

6. 未來發展

此系統未來之發展方向將針對伺服器與客戶端兩個主要方向來發展，伺服器端希望能加入一些對使用者之狀態管理程式，並能夠加入 Aura 的觀念，希望能夠更為降低上線的人數的限制，且預期能夠做到讓使用者在完全不自知的情形下能從一台伺服器轉移給另一台伺服器去管理。客戶端方面則希望能跳脫微軟公司 ActiveX 的 Control 技術限制，盡量達到如派翠網路分析出之多人互動架構之所有模組之模組程式，再者是將朝著在聊天部分加入語音交談功能的發展。

參考資料

[1] G. Bell, A. Parisi, and M. Pesce, "The Virtual Reality Modeling Language: Version 1.0 Specification", May 26, 1995. Available at <http://www.nchc.gov.tw/RESEARCH/SVL/VRML/spec/spec.html>

[2] "The Virtual Reality Modeling Language: Version 2.0 Specification", ISO/IEC, August 4, 1996. Available at <http://vrml.sgi.com/moving-worlds/spec/index.html>

[3] M. R. Macedonia and M. J. Zyda, "A Taxonomy for Networked Virtual Environments", IEEE Multimedia, January-March, 1997, pp.48-56

[4] J. W. Barrus, R. C. Waters, and D. B. Anderson. "Locales and Beacons : Efficient and precise Support for Large Multi-user virtual Enviroment".

Available at <http://www.merl.com/reports/TR95-16a/index.html>

[5] J. W. Barrus, R. C. Waters, and D. B. Anderson. "Daimond Park and Spline : A Social Virtual Reality System with 3D Animation , Spoken Interaction , and Runtime Modifiablity". Available at <http://www.merl.com/TR96-02a/index.html>

[6] M. R. Macedonia, et al., "Exploiting Reality with Multicast Groups : A Network Architecture for Large-scale Virtual Enviroment". Available at <http://www-npsnet.cs.nps.navy.mil>

[7] "Standard for Distributed Interactive Simulation - Application Protocols", Draft Standard from Institute for Simulation and Training, University of Central Florida, February 1994.

[8] R. Lea, Y. Honda, and K. Matsuda. "Virtual Society : Collaboration in 3D spaces on the Internet". Available at <http://www.cs1.sony.co.jp/project/VS/index.html>

[9] R. Lea, Y. Honda, and K. Matsuda. "Technical issues in the design of a scalable shared virtual world". Available at <http://www.cs1.sony.co.jp/project/VS/index.html>

[10] "Scaleability in the BlackSun Interactive Community Server". Available at <http://www2.blacksun.com/products/indexsever.html>

[11] "CyberSocket : an Open API". Available at <http://www2.blacksun.com/products/indexclient.html>

[12] J. Towers and J. Hines, "Equations of Motion of the DIS 2.0.3 Dead Reckoning Algorithm", 10th DIS Workshop proceeding, 1994, p.p. 431-462.

[13] C. Chee-Kai, "MOLTIP-UID and R-HTTP Specification", Available on line at <http://www.ontc.ncb.gov.sg/staff/cheekai/html/mol-tip-techspe.html>

[14] J. Y. Huang, C. T. Fang-Tsou, J. F. Chen, and F.B. Wang, "SharedWeb - A Shared Virtual Environment over World Wide Web", Accepted by Pacific Graphics'97, Korea, October 1997.

[15] J. L. Peterson, "Petri Nets", Computing Surveys, Vol. 9, No. 3 Sept 1997, pp.223-252.

[16] J. L. Peterson, "Petri net theory and the modeling of systems", Central Book Company pub, 1981, ISBN 0-13-661983-5.

[17] 張嘉麟, "即時互動之三度空間圖學資料庫的設計", 1997 年淡江大學資訊工程研究所畢業論文。