

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

多人環境下的 MPEG-4 媒體播放系統(2/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-002-024-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立臺灣大學資訊工程學系暨研究所

計畫主持人：陳文進

計畫參與人員：黃奕勤，鄭文皇，陳洸諺

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 1 日

多人環境下的MPEG-4媒體播放系統(II)

國科會補助專題研究計畫

計畫編號：NSC 92-2213-E-002-024

全程計畫：民國 91 年 08 月 01 日至民國 94 年 07 月 31 日

本年度計畫：民國 92 年 08 月 01 日至民國 93 年 07 月 31 日

計畫主持人：陳文進 台灣大學資訊工程學系教授

一、摘要

(中文摘要)

本計畫中文名稱為“多人環境下的 MPEG-4 媒體播放系統”，目標在完成在網路環境下符合 MPEG-4 架構的多人互動系統。多媒體系統的發展繼 VCD(MPEG-1)、DVD(MPEG-2)之後，接下來最大的發展與突破便是 MPEG 制定群於 1998 年制定的國際標準 - MPEG-4。這個標準，攬括了目前所有的多媒體領域，試圖利用一個標準統一所有多媒體的技術，並利用物件概念徹底顛覆目前以畫面為主的傳統媒體，取而代之的，是一個可以整合現今 3D/2D Graphic、Animation、Video Codec、Streaming Interactive 與 Programmatic 的複合環境。

然而現有 MPEG-4 媒體在多人使用環境下的能力非常的薄弱，使得 MPEG-4 的能力備受質疑，也使得當初 MPEG-4 規格在制定時的遠景被大大打了折扣。有鑑於此，本計畫試圖完成 MPEG-4 在多人使用環境下的機制，包括有 MPEG-4 異質媒體傳輸機制、MPEG-4 異質媒體同步機制、MPEG-4 伺服器端與接受端多人使用環境機制，以及最後為了驗證整套系統架構的可行性以及正確性而設計的幾項 MPEG-4 網路應用系統，如果此項計劃成功將是直接驗證 MPEG-4 系統確實擁有當初制定時所聲稱的擁有高彈性、一般性，也將把 MPEG-4 從研究階段引領至可實用性的層級。

(英文摘要)

The name of this project is “MPEG-4 based Multimedia Presentation Systems for Multi-Users Environment”. Its goal aims at implementing the multi-users interactive systems under MPEG-4 architecture. MPEG-4 is the succeeding standard of MPEG-1 and MPEG-2 video standards. This standard is designed by ISO standard committee in 1998. Instead of using the current frame-based video technology, it adopts the object-oriented concept, which integrates the existing multimedia technologies, such as 3D/2D graphic, animation, video codec, multimedia streaming, interactive and programmatic environment into single architecture.

However, current MPEG-4 standard is weak in supporting the multi-users applications. Therefore, the goal of this project is to design the multi-users mechanism, including MPEG-4 heterogeneous transport protocol, MPEG-4 heterogeneous synchronization mechanism, and MPEG-4 client-server multi-users environment. This project will also develop several MPEG-4 application systems to verify the correctness and feasibility of the above mechanism.

二、計畫緣由與目的

MPEG-4 標準是由 MPEG 組織 (Moving Picture Experts Group) 所制定,是由數百個當今學術界以及工程界中的傑出研究人員以及工程師共同制定。MPEG 組織過去曾經發展了眾所皆知的 MPEG-1 以及 MPEG-2 標準,分別為目前膾炙人口的 VCD 以及 DVD 規格所使用的技術,並榮獲了 Emmy Award 大獎,可以見得 MPEG 組織在學術界以及業界的深遠地位。

MPEG-1 以及 MPEG-2 主要的應用都是在播放儲存在 CD-ROM 或 DVD-ROM 裡面的電影,或是遠端傳送的高畫質數位電視,其主要的功能是以畫面為主的影像壓縮技術。然而,MPEG-4 標準試圖將當今目前所有的多媒體技術通通整合起來,以一個統一的標準去規範當前甚至未來的多媒體技術,並建立起新的多媒體整合環境。然而,各種多媒體技術的細節可能差異頗大,本質上也可能差異頗多,所以為了整合這些多媒體元素,MPEG-4 突破了傳統做法,以物件導向(Object-Oriented)的精神去整合這些元素,讓各種本質上差異頗大的多媒體技術也能夠整合在一個畫面內,使得各種多媒體元件不用再轉換成相同形式,可以使用其最自然的型態並加以整合。

為了符合在各種場合下的應用,MPEG-4 所需的頻寬可以從 5 Kbps 有彈性的至 10Mbps,不管是高畫質電視的應用或是掌上型數位助理的無線通訊應用,都在 MPEG-4 的設計考量內,所以不只是以畫面為主的應用,也不只是侷限於某些軟硬體下的應用環境,MPEG-4 都試圖將他們整合。目前 MPEG-4 最被看好的應用領域有以下幾類:

1. 高畫質互動電視應用
2. 消費性網路娛樂平台
3. 跨平台視訊通訊服務

將以上的應用分類之後,可以整理出幾項重要的技術項目:

1. 網路串流(Streaming)技術

在高畫質互動電視的應用領域裡,這項技術需要的是向網路高畫質的影片傳輸技術,而在跨平台的視訊通訊服務裡面,需要的是能夠適合各種低頻寬平台以及各種寬頻寬平台的影像傳輸技術,而在消費性網路平台裡,需要的則是各種媒體素材的串流技術,在這個例子裡面,各種媒體素材的種類有圖片、聲音、2D/3D 動畫(Animation)資料、JavaScript 程式片段、即時性影片等等,這些媒體素材也是必須藉由網路串流技術來傳輸,所以在這個技術領域裡,要解決的問題就是各種異質媒體的串流技術。

2. 伺服器與多人互動環境技術

在消費性網路娛樂平台的應用領域裡,最具挑戰的項目就是使用者如何與伺服器以及其他的使用者之間互相互動,所謂的互動指的是播放端的畫面能夠根據當時真實的情況反映出符合使用者感官的畫面。所以多人互動的目的可以分為兩種種類,其一是畫面的同步性,指的是每個使用者能夠即時的看到當時正確的畫面,每個使用者也許當時正在觀看的角度與環境位置不同,但都必須看到正確的畫面結果;其二是畫面的邏輯性正確,指的是也許每個使用者可能會看到沒有同步或是有誤差的畫面,但是不會影響每個使用者參予互動的邏輯性。這兩種類別都有其使用上的適當場合,目前在其他的娛樂平台上都可以看見他們的應用實例。

3. 接受端媒體即時合成技術

以上三種應用裡面,都需要使用畫面合成的技術,因為 MPEG-4 的場景是以物件導向為基本概念,所有媒體都是以物件形式存在,而在接受端就需要即時的將所有媒體素材合成,MPEG-4 之所以能夠成為育樂娛樂平台,之所以能夠即時的對使用的參予而有所反映,這些都跟它擁有即時合成技術很有關係,所以沒有了即時合成技術,也就使得 MPEG-4 立即喪失之前提及的一些好處。

以上各項技術皆為本計劃所欲發展的核心技術,也是完成多人互動平台最重要的元素,沒有以

上的技術將無法完成 MPEG-4 各種不同的應用領域的需求，所以本計劃將一一的實現他們。

三、研究方法及成果

本計畫預計以三年時間完成，第一年主要目標在完成 MPEG-4 播放端無網路環境下互動機制以及伺服器端媒體串流機制，第二年主要目標在完成 MPEG-4 播放端與伺服器在多人網路環境下的同步機制，而第三年主要目標在驗證之前所完成的各種機制的可行性以及正確性，驗證方法是利用完成各種 MPEG-4 網路環境下的應用來驗證是否整個機制有任何的缺點。目前本計劃接近第二年之完成階段，預期完成目標均接近達成階段，以下簡介前兩年計劃之成果。

1. 完成 MPEG-4 應用程式引擎之場景介面：

MPEG-4 雖然可以利用 JavaScript 與 Event Routing 機制來替場景加入簡單的互動功能，然而更複雜的程式邏輯，例如進行多人連線遊戲時的邏輯正確性，光靠這些機制並不足以勝任。因此，我們開發了 MPEG-4 應用程式引擎，該引擎實作了一個場景介面，能夠提供外界來存取或是修改場景的內容；另外藉由設定 callback 函式的方式，也可以在場景中某些 node 的欄位值改變時，呼叫應用程式引擎中相對應的程式碼。

我們採用 Python 為此應用程式引擎所採用的程式碼語言，此一應用程式引擎的概念與 MPEG-4 標準中所定義的 MPEG-J 相當接近。MPEG-J 提供了一個介面以供 Java 程式能存取 MPEG-4 播放器的各種狀態，包括了場景介面、網路介面、解碼器介面以及資源管理介面。由於本計劃著重於驗證 MPEG-4 應用程式引擎應用於多人環境下的可行性，在考量 Java 程式的執行效率，以及 Java 環境下必須實作 class loader 模組等因素，我們採用目前相當流行且功能完整的 Python 語言，並完成了一個 MPEG-Py 引擎，可以透過 Python 程式或是 Python 命令直接修改場景或是存取場景中的資訊。圖 1 即是本計劃所開發的 MPEG-4 編輯器，

此編輯器整合了 Python 應用程式引擎，可以藉由場景介面來修改或是讀取場景內容。圖 1 即是利用外部的 Python 指令來開啟一個新場景的例子。



圖 1：具有 MPEG-Py 能力的 MPEG-4 編輯器

2. 完成多人環境下 MPEG-4 場景同步機制：

因應多使用者的應用系統越來越普及，MPEG-4 標準制定群制定了 MPEG-4 多人世界標準 (MPEG-4 Multi-User World)，規範了應用在多人世界下所必須新增的場景節點(node)、多人世界用戶端與伺服器傳輸的基本架構，以及訊息傳輸的格式。如圖 2 所示。

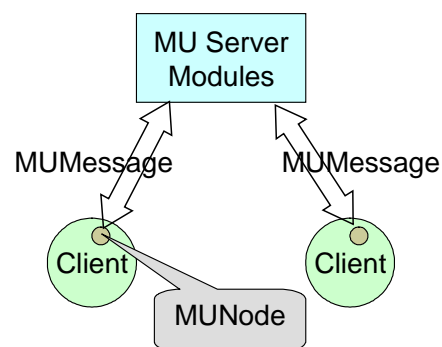


圖 2：MPEG-4 多人世界標準示意圖

要完成一個多人環境下的 MPEG-4 播放系統，其中最重要的一項技術即是保持 MPEG-4 場景內容的同步更新，也就是畫面的同步性。在發展場景同步機制的同時，我們參考了 MPEG-4 多人

增加伺服器的負擔，且將消耗大量的網路頻寬。舉例來說，設想一個 N 使用者的視訊會議，每個會議參與者都必須收到所有人的視訊串流，若以 Unicast 的方式傳送，必須建立 $C(N, 2)$ 條連線；然而，若採用 Multicast 的方式對網路上的特定群組進行多點傳送，則只需替每個參與者建立一條視訊串流，因此只需建立 N 個網路連線。Unicast 與 Multicast 的傳輸概念，可以圖 5 表示：

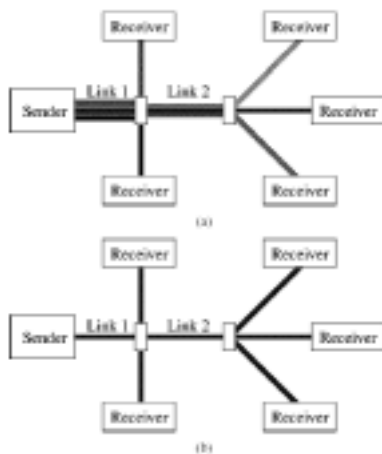


圖 5：(a)使用 Unicast 傳輸(b)使用 Multicast 傳輸

針對多人環境下的 Multicast 傳輸，我們發展出一套多使用者的 Multicast 傳輸架構，以及一個使用者連線控管模組。茲分述如下：

- 多使用者 Multicast 傳輸架構：

為了加入 Multicast 的傳輸，必須修正原本 Unicast 的傳輸架構。負責建立 Session 的 RTSP 協定中，在初始化的階段必須決定此 Session 所使用的 Multicast IP 位址，而 Multicast IP 位址的管理並沒有通用的標準做法，常見的做法可分成中央管理法，或是由傳送者自行決定。前者是由子網路中某一台機器負責管理可用的 Multicast IP 位址。後者則是由傳送者產生一個位址，監聽是否有封包在此 Multicast IP 位址上傳送；若沒有，便可以取得此 IP 之傳送權。這個方法必須保證每個傳送者都能遵守此規則，否則還是可能產生位址重複的情形。本系統採用第一種作法來取得 Multicast IP 位址。

在決定好 Multicast IP 位址之後，傳送端與接

收端透過 SDP 來交換連線資訊，便可開始進行傳輸；值得注意的是，傳送端在新的用戶端加入同一個 Multicast 連線時，並不需要因此而建立新的連線，只需要告知該用戶 Multicast IP 位址即可。當所有的用戶端都離開會議時，傳送端就可以關閉此一 Multicast Session。

在接收端則必須考慮 Late Joining 的問題。由於傳送端利用 RTP 封包來傳送影音串流，而每個 RTP 封包都會有一個時間標記(timestamp)，此時間標記乃是根據第一個開始傳送的封包開始計算，因此，對於後來加入的使用者而言，其時間標記必須減去該 Session 已經進行的時間，如此一來，在播放端的播放時間才能與收到封包的時間標記吻合，並進行同步且正確的播放。

- 使用者連線控管模組：

所有參與 Session 的使用者，都能夠加入或是開啟一個會議；加入會議之後，也可取得 Session 的資訊，包括了會議的 ID、主旨，會議內容的摘要及其 Multicast IP 位址等等。我們設計了一個 Session Manager 模組來完成這些工作。Session Manager 包括了 Unicast 以及 Multicast Service 模組。此外 Bookkeeper 負責 Multicast IP 位址的管理。本研究計劃目前實驗的目標為區域網路下的多人連線服務；因此，我們暫時不考慮跨子網路的 Multicast IP 位址的管理。其架構如圖 6：

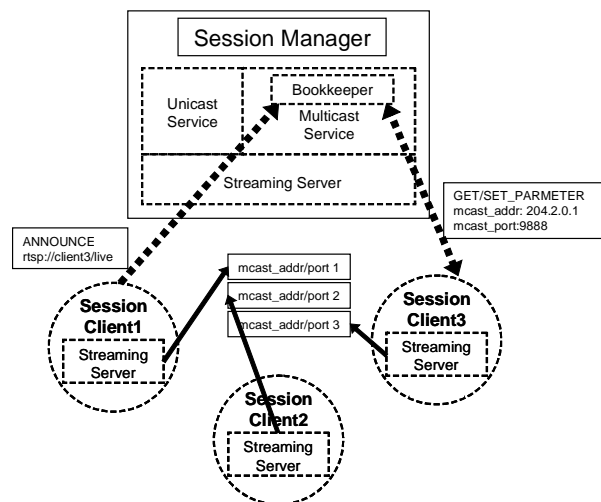


圖 6：使用者加入會議的流程圖

藉由多使用者 Multicast 傳輸架構，並配合使用者連線控管模組，我們發展了一套多人連線的視訊會議系統，使用者能加入或是開啟一個視訊會議；並與所有參與的使用者對談。其成果如圖 7：



圖 7: 視訊會議之 Session Client 與 Session Manager

四、結論與討論

本計劃將完成 MPEG-4 網路環境下完整的互動機制、異質媒體串流技術、多人環境下的互動機制，以及多人環境的多點傳輸串流技術，預期對於多媒體互動教學領域、以及以 CD-ROM 或是 DVD 形式存在的媒體形式、單向網路形式(衛星或是 Cable)形式存在的媒體應用領域 Internet 網路連線遊戲、互動電視領域，都將有直接的刺激以及幫助，並帶動許多新的商機。

由於 MPEG-4 試圖以統一的架構去整合現有的多媒體技術，包括有 2D/3D Graphic、Animation、Video Codec、Streaming、Interactive 與 Programmatic 的複合環境，所以發展 MPEG-4

技術將使得整個多媒體領域技術提昇，提高國家多媒體領域的競爭能力，對於現在重視以及強調軟體產業的我國而言，絕對是不容忽視的領域技術。

目前產業界的一致共識是，與其發展一個個單獨且互不相同的技術，不如整體考量，讓這一個個的技術可以像堆積木般發揮整合的效果，進而提高整體的實用價值。MPEG-4 就是為了此項目的而存在，尤其它更是國際知名的多媒體標準，去提高國內 MPEG-4 技術的水準可以大大提昇國內的多媒體競爭能力，對於國人將來競爭國際互動電視平台、網路互動資訊服務、線上遊戲等等都有極大的幫助，因此，MPEG-4 絕對是一個我們不可放棄的技術領域。

五、相關論文之發表狀況

1. 台大資工所 楊國鑫碩士論文，“互動式 MPEG-4 伺服器的設計與實作”，民國 93 年 6 月。
2. 台大資工所 黃奕勤博士論文，“以 MPEG-4 多人世界為核心之可擴充性多媒體群體合作系統架構”，民國 93 年 6 月。

六、參考文獻

- [1] ISO/IEC 14496, Information Technology - Coding of Audio-Visual Objects: Part 1: Systems, Part 2: Visual, Part 6: DMIF, Part 11: AFX generic tools and Multi-User Worlds (MUW), International Organization for Standardization, 2003.
- [2] Python Programming Language. Available on Internet at <http://www.python.org/>
- [3] Twisted Framework. Available on Internet at <http://twistedmatrix.com/>
- [4] “VRML 97: The Virtual Reality Modeling Language”, International Standard ISO/IEC 14772-1:1997.
- [5] 其他參考文獻請參考計畫書 (NSC 91-2213-E-002-090).