

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 叢集式多媒體會議軟性網路之設計與研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：整合型  
計畫編號：NSC 96-2221-E-343-001-  
執行期間：96年08月01日至97年07月31日  
執行單位：南華大學資訊工程學系

計畫主持人：蘇暉凱

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：林建璋  
碩士班研究生-兼任助理人員：邱志彬  
碩士班研究生-兼任助理人員：陳瑞鋒  
碩士班研究生-兼任助理人員：陳傑明  
大專生-兼任助理人員：吳誌軒  
大專生-兼任助理人員：盧俊佑  
大專生-兼任助理人員：陳協成  
大專生-兼任助理人員：劉鋒慶  
大專生-兼任助理人員：張昆旭  
大專生-兼任助理人員：曾秉鴻  
大專生-兼任助理人員：蔡昱航

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：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 97年11月03日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

叢集式多媒體會議軟性網路之設計與研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2221-E-343-001

執行期間：96年 8月 1日至 97年 7月 31日

計畫主持人：蘇暉凱

共同主持人：

計畫參與人員：林建璋、陳瑞鋒、邱志彬、陳傑明、吳誌軒、盧俊佑、  
陳協成、劉鋒慶、張昆旭、曾秉鴻、蔡昱航

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

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：南華大學 資訊工程學系

中 華 民 國 97 年 10 月 27 日

# 中文摘要

多媒體會議是一個實現多方即時互動並且以多媒體應用為主的通訊服務，例如影像、語音、文字等傳輸。由於網路技術成熟和網路使用普遍，使得以網路為基礎的多媒體會議服務受到重視。本計畫提出一個叢集式系統架構，提供多媒體會議服務。在此架構下，透過叢集自我組織與自我維護，分享叢集內終端機之會議控制與混合器資源，不但可以降低會議伺服器負載，也可以減少會議服務基礎建設成本。本系統使用 SIP 作為主要信令控制協定，並提出以 SIP 為基礎的叢集運作機制，包含叢集操作與心跳機制。最後，針對 Intra Cluster 環境提出 P2P Mixer 資源分配機制，並且以 IXP 465 與 PXA 270 嵌入式系統實現本系統 Ad-hoc Conference 雛型，其中包含：Conference Server、Video Mixer 與 SIP UA。

關鍵字：多媒體會議、網路會議、網路電話、會議初始協定

## 英文摘要

The multimedia conference is a communication service to approach multi-party, real-time, interactive and multimedia applications. Due to the mature Internet technology and the ubiquitous network access, the multimedia conference over Internet is attended. This project proposes a cluster-based framework to provide multimedia conferencing service. In this framework, the cluster members are self-organizing and self-maintaining to share the intra-resource of focus and mixer. Not only the system loading of conference servers can be minimized, but also the infrastructure cost can be reduced. The system uses SIP as the major control signaling and a SIP-based clustering mechanism, including cluster operation and heartbeat mechanism, is proposed in this project. Finally, the resource allocation mechanism of P2P Mixer is proposed for an intra cluster environment. Moreover, the system prototype of ad-hoc conferencing service, including conference server, video mixer and SIP UA, is implemented by using IXP 465 and PXA 270 embedded systems.

Keywords: Multimedia Conference, IP Conference, Voice over IP, SIP

# 1. 前言

多媒體會議是一個實現多方即時互動並且以多媒體應用為主的通訊服務，例如影像、語音、文字等傳輸。傳統以電信傳輸模式所提供的遠距視訊會議服務是以使用事先所部署的昂貴設備和專線的方式來達成，雖然會議傳輸品質較穩定、可靠，但是也因為成本高以及應用不易開發等原因，使用的情況並不普及。由於網路技術快速地發展及普遍地使用於一般的家庭使用者，並且受惠於網路資源共享及無所不在的特性，期望能夠藉由建構在以 IP 網路為傳輸媒介的方式來提供廉價、易取得的多媒體會議服務。

目前在網路多媒體會議服務的系統架構設計已有相當多的討論及研究。IETF 將其區分為三種模型[2]:

- 緊密耦合模型
- 鬆散耦合模型
- 完全分散式模型

在緊密耦合模型中，服務元件以網路上的伺服器來呈現，這些伺服器用來提供會議服務並且處理相關的訊息及影音串流。因為資訊和資源的集中式管理，緊密耦合的系統具有高穩定性和高可靠度。然而，集中式的環境造成伺服器的負擔重及依賴性高，這樣的架構模型不利於大型的服務規模。此問題可以經由部署多台伺服器並且以階層式管理的方式來解決，但是卻也同時提高了系統成本。

鬆散耦合模型通常建立在以網路層的群播技術來達到資料傳輸。在這種架構下，會議成員之間不具有信令協調的關係，而是經由加入、離開一個群播位址群組來參與會議。鬆散耦合模型適合大型的服務規模，然而它的缺點則是使用者端必須具備串流處理的功能以及尚未普遍地具備群播技術的問題。

完全分散式模型尚未有較明確的系統架構雛形，目前 IETF 提出應用點對點 (Peer-to-Peer) 技術的 P2PSIP 多媒體應用服務架構[8]，我們認為此架構為發展完全分散式模型的基礎。此系統模型最主要的概念是透過部份使用者建立一個服務網絡來提供並且維護管理整個服務，也就是說某些設備能力充足的使用者能夠分享其資源並且提供部份服務及功能。

基於前文所說明三種模型的特性，我們提出一個以 SIP 為基礎的叢集式系統架構來提供多媒體會議服務。這個系統架構整合了緊密耦合模型和完全分散式模型的概念，透過分享使用者資源來降低系統的通訊成本。此外也因為其優點互補，能提供一個穩定、可靠且適合大型服務規模的多媒體會議服務系統。

在我們的架構中，保留了緊密耦合模型的集中式伺服器設置，稱之為多媒體會議骨幹網絡，這個骨幹網絡提供會議控制管理、影音串流處理、使用者的認證授權以及叢集的管理等。另一方面，使用者端可建立群組關係，意即形成多個叢集並透過叢集頭 (cluster head) 來與骨幹網絡溝通。一個叢集可由一個以上的使用者所組成，叢集的形成必須滿足最少存在一個優異者在系統中以及無叢集存在的兩個條件。叢集運作將在第四章作更詳細的介紹。

我們系統架構的特性是藉由運用叢集的概念來達到使用者資源分享。每一個使用者會根據它的設備能力區分為優異者 (Superior) 與同等者 (Peer)，這兩種不同型態主要的差異在於優異者有足夠的資源分享給其他使用者，在這裡資源指的是設備的計算能力、儲存空間以及網路頻寬，而利用這些資源所提供的服務包含管理叢集成員 (cluster member)、會議控制及影音串流處理。此外，使用者資源只分享於叢集內部。

本計畫貢獻主要在於提出一個能夠兼具穩定、可靠且擴展性高的多媒體會議系統架構，又同時藉由分享使用者資源來降低系統的通訊成本。在我們的系統中，一個資源充裕

的叢集內部會議將不會佔用系統資源，藉此能夠降低系統的使用成本。如能有效地管理使用者所提供的資源，進而讓系統的負擔最小化，定能提高業者的競爭能力。

## 2. 相關工作

目前針對多媒體會議應用的研究以 IETF 所發展的規範為主，其中 MMUSIC、SIPPING 和 XCON 等研究團隊分別負責針對多媒體通訊協定、SIP 多媒體應用和緊密耦合模型協定的開發工作[7][9][10]。表 1 列出相關的 RFC 規範。

我們底下簡單介紹緊密耦合模型，依據 RFC4353 所定義的緊密耦合模型[2]，有四個主要的服務元件：

- (1) Focus: Focus 是一個會議控制管理中心，它主要處理會議協調、引導的訊息。當使用者與 Focus 接觸時會建立一個描述此通訊關係的識別資訊 (dialog)，藉由維護此資訊並且與使用者溝通，Focus 能夠為參與會議的使用者們建立及設定一個會議。
- (2) Mixer: 此服務元件負責處理媒體串流，將多個串流整合成單一的串流格式並且分送給所有會議參與者。在這裡的 Mixer，廣義認定為可處理影像及語音等串流。
- (3) 會議策略伺服器 (Conference Policy Server): 會議策略伺服器提供修改及儲存管理會議的策略。
- (4) 會議伺服器 (Conference Server): 在此模型中，會議伺服器是一個實體元件，它必須最少包含 Focus，其實際的服務元件配置乃視系統架構所考量的伺服器部署而有所不同。

表 1 多媒體會議應用的相關 RFCs

| <i>WG</i> | <i>RFC</i> | <i>Title</i>   |
|-----------|------------|--|
| MMUSIC    | RFC3264    | An Offer/Answer Model with the SDP                             |
|           | RFC4566    | Session Description Protocol                                   |
| SIPPING   | RFC3725    | Best Current Practices for Third Party Call Control in the SIP |
|           | RFC4245    | High-Level Requirements for Tightly Coupled SIP Conferencing   |
|           | RFC4353    | A Framework for Conferencing with the SIP                      |
|           | RFC4575    | A SIP Event Package for Conference State                       |
|           | RFC4579    | SIP Call Control - Conferencing for User Agents                |
| XCON      | RFC4376    | Requirements for Floor Control Protocols                       |
|           | RFC4597    | Conferencing Scenarios   |
|           | RFC4582    | The Binary Floor Control Protocol                              |
|           | RFC5018    | Connection Establishment in the Binary Floor Control Protocol  |
|           | RFC5239    | A Framework for Centralized Conferencing                       |

IETF 提出五種實際可實現的系統架構[2]，這些架構主要針對多種環境需求而發展的服務元件配置及伺服器部署。然而，它們仍然受限於集中式而負載過重以及服務規模不大的問題。由此可見，如能經由使用者的資源分享來提供部份的系統功能或會議服務，就能

達到分散系統負載、減少通訊成本以及突破服務規模等效用。

### 3. 系統架構

#### 3.1. 系統架構

我們提出的系統建構在 IP 傳輸網路之上，由多媒體會議骨幹網路和使用者所構成，其中使用者藉由形成叢集並透過叢集運作來和骨幹網路交換訊息，如圖 1 所示。我們底下針對多媒體會議骨幹網路與叢集作介紹。

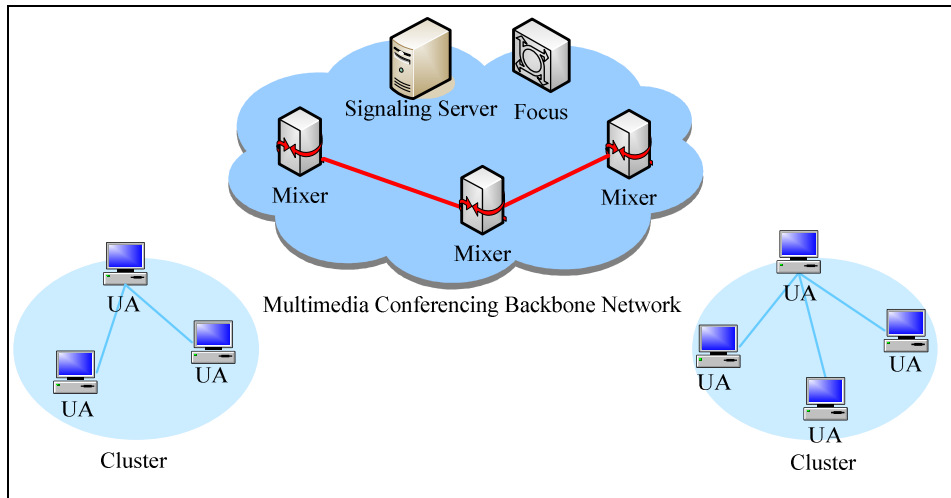


圖 1 系統架構

#### 3.2. 多媒體會議骨幹網路

多媒體會議骨幹網路保留緊密耦合模型的架構，並且由多個服務元件所組成，其中 Focus 和 mixer 的功能如第二章所介紹。在我們的架構中，我們部署一個 Focus 和數個 mixer，並以階層式處理多個來源串流，此外由於我們使用 SIP 作為信令控制的協定，因此也部署了多部信令處理伺服器 (signaling server)，亦即 SIP 伺服器。

系統包含依據 RFC3261 所定義的 SIP 伺服器[3]: 註冊機 (Registrar)、導向伺服器 (Redirect) 和代理伺服器 (Proxy)。在我們的系統中，提出一個新的信令處理伺服器功能—叢集管理，其負責管理所有的叢集，提供建立、解散叢集以及維護叢集狀態、成員資訊的功能。圖 2 是我們所設計的叢集管理細部功能區塊。

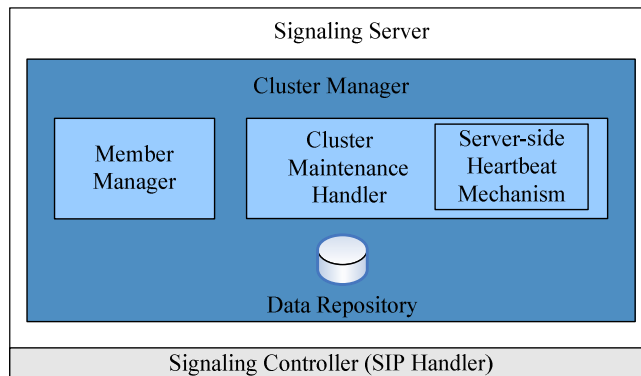


圖 2 叢集管理細部功能區塊

### 3.3. 叢集

叢集的形成如第一章所述，必須滿足最少存在一個優異者在系統中以及無叢集存在的兩個條件。當一個叢集形成的同時，信令處理伺服器必須選出一個叢集頭來當作叢集與信令處理伺服器溝通的管道，叢集頭角色可能因為叢集成員的加入或離開而有所變動。叢集頭確定之後，使用者即可透過叢集頭來登入系統並且加入叢集。倘若叢集無法繼續存在，叢集成員將被引導至其他叢集或是以未加入叢集的身分與信令處理伺服器直接溝通。

叢集與信令處理伺服器之間的訊息交換可分為兩大類，即一般信令訊息以及叢集運作訊息，如圖 3 所示。一般信令訊息包含認證、會議請求。而叢集運作訊息包含心跳機制、叢集的設定及引導。

叢集頭的選取是由信令處理伺服器內部的叢集管理功能來負責，當每一個優異者登入系統之後，都會透過我們所設計的公式來計算它的可得率 (availability)，如圖 4 所示。其中樣本值 (Sample availability) 是計算前一次登入到本次之間實際的可得率。

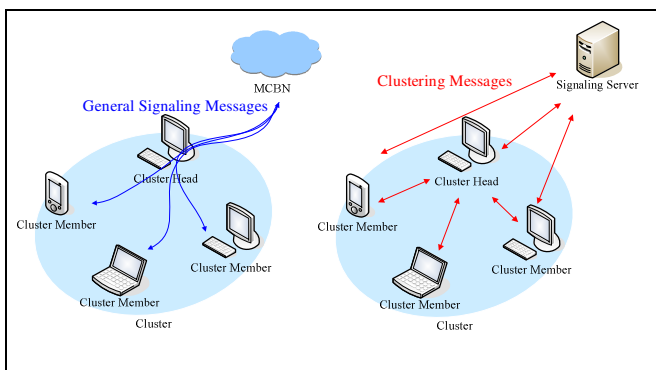


圖 3 叢集與信令處理伺服器之間的訊息交換

Estimated Availability :

$$E = (1-\alpha) \times E' + \alpha \times a \dots\dots (1)$$

- $E'$  denotes prior estimated availability
- $a$  denotes sample availability
- We recommend that  $\alpha$  equals to 0.125

圖 4 可得率的估計公式

## 4. 系統運作

### 4.1. 使用者登入系統

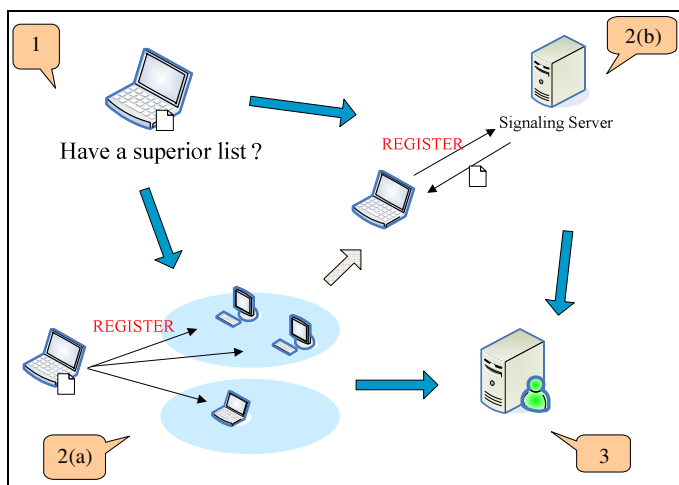


圖 5 系統認證流程

```
<?xml version="1.0"?>
...
<config timestamp="20080323133036">
  <superior_list>
    <superior >
      <address>198.162.1.21</address>
      <port>12345</port>
      <availability>0.75</availability>
    </superior >
    <superior>
      <address>198.162.1.125</address>
      <port>12345</port>
      <availability>0.60</availability>
    </superior>
  </superior_list>
  ...
</config>
...
```

圖 6 優異者名單範例

使用者登入系統主要就是向信令處理伺服器進行認證的動作，認證的模式會依據是否存在叢集而有所不同。當有叢集存在的情況，使用者能經由找到叢集頭並透過它來輔助使用者做認證動作。而當沒有叢集存在的情況下，使用者必須直接與信令處理伺服器接觸並



完成認證。如果透過叢集來登入，則必須在認證完成之後，加入此叢集。圖 5 說明完整的使用者登入流程，我們簡述如下：

- **1:** 首先使用者終端機會先檢查有無優異者名單(Superior list)，優異者名單是我們設計用於尋找叢集頭的一個機制，如圖 6 所示的一個範例。如果存在此名單，則進行 2(a)。沒有，則進行 2(b)。
- **2(a):** 根據此名單發送認證請求，有回應表示有叢集頭存在，使用者透過它進行認證。如果沒有回應，則跳至 2(b)。
- **2(b):** 直接與信令處理伺服器做認證動作，並在同時取得最新的優異者名單。
- **3:** 完成認證之後，信令處理伺服器會更新使用者的檔案。

## 4.2. 叢集機制

### 4.2.1. 心跳機制

我們利用 RFC3265 所擴充的 SIP 應用—特定事件通知架構 (Specific Event Notification) 來設計心跳機制[1]。心跳機制包含兩個已定義的事件，第一種事件是我們自己定義的“叢集”事件 (“cluster” event)，叢集成員向叢集頭訂閱此事件表示加入此叢集之意，而信令處理伺服器也會向所選定的叢集頭訂閱此事件，因此整個叢集的關係與叢集頭的指定就可以經由這樣的行為來建立，如圖 7 的示意圖。此事件針對每位叢集成員定義了一個簡單的有限狀態機，如圖 8 所示，根據這個有限狀態機的狀態變換，“叢集”事件可以針對叢集成員的變動發送變動通知，通知訊息會加入叢集變動的資訊。此外，除了成員之外，此事件也會定期發送通知(虛擬的狀態變換)，並且根據使用者有無回應來偵測是否有異常的狀況，同樣的，信令處理伺服器也針對叢集頭是否有發送通知來偵測叢集的異常狀況。

另一事件為 RFC3515 所定義的 REFER 訊息[5]，利用此訊息可以引導使用者對訊息所提示的 URI 位址進行動作，而在本機制的設計中，使用者如收到 REFER 訊息，則會對提示的 URI 位址作更新認證並訂閱“心跳”事件。此事件在心跳機制中，主要作為叢集變動時的引導之用。

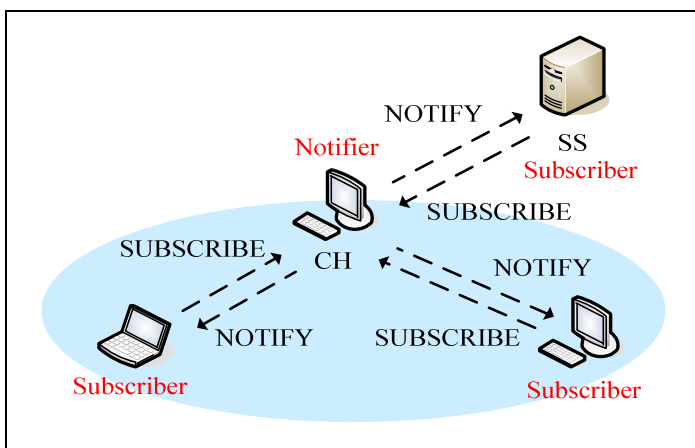


圖 7 心跳機制模型

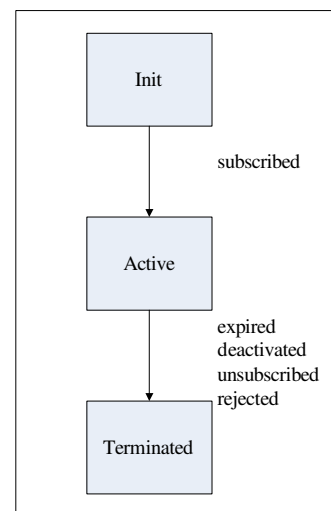


圖 8 描述叢集成員行為的有限狀態機

## 4.2.2. 叢集運作

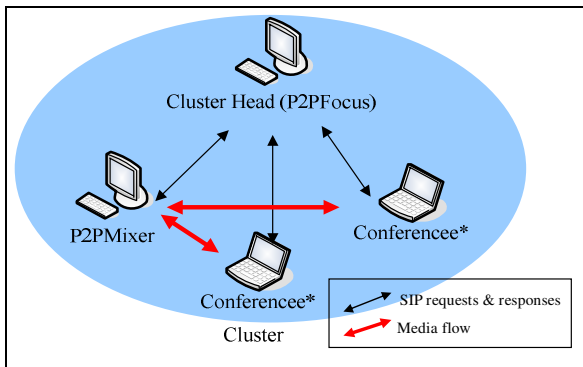


圖 9 叢集內部會議示意圖

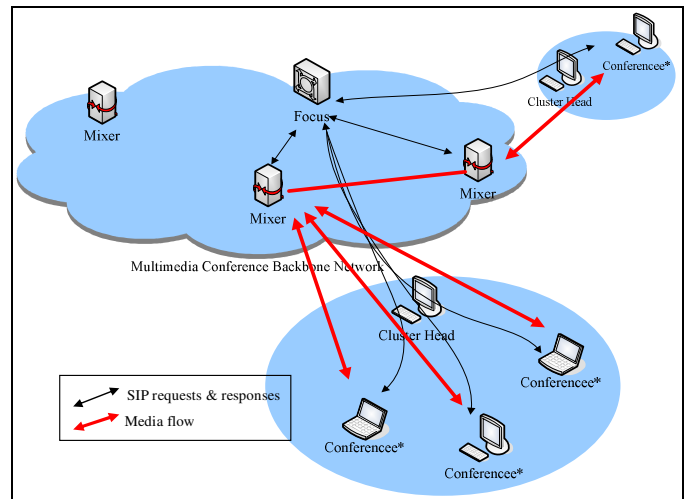


圖 10 跨叢集會議示意圖

叢集的運作可分為 7 大類，我們一一簡述如下，因為篇幅有限，因此底下只附上部份的示意圖。

- (1) **加入叢集**：已認證的使用者向叢集頭訂閱“叢集”事件表示欲加入叢集，完成訂閱即可加入叢集。叢集頭如有變動，則使用者必須結束原本的訂閱，並重新向新的叢集頭作訂閱動作。
- (2) **離開叢集**：當使用者欲離開系統時，也會同時離開叢集，使用者只須發送反認證請求即可離開。此時，叢集頭會轉送請求並且改變使用者狀態、發送事件通知，之後移除使用者的訂閱。
- (3) **叢集頭置換**：由於叢集成員的變動，系統會根據可得率的高低來選取叢集頭。當一個新選定的叢集頭將取代原本的叢集頭時，信令處理伺服器先將原本的訂閱移除，之後再向新的叢集頭作訂閱動作。新的叢集頭確立之後，它隨即利用 REFER 訊息去引導其它叢集成員來加入它。
- (4) **叢集分割**：分割與合併機制參考在 MANET 的研究[6]。系統設定一個分割值來判斷何時該啟動叢集分割，當叢集分割時，系統首先引導可得率第二高的使用者離開叢集並向它作訂閱動作，接著對剩餘的叢集成員分成兩堆，並將其中一堆使用者引導加入新的叢集。
- (5) **叢集合併**：系統設定一個合併值來啟動叢集合併，當叢集合併時，系統引導所有叢集成員包含叢集頭加入另一個叢集。
- (6) **異常處理**：透過心跳機制的偵測，使用者異常可分為叢集成員與叢集頭兩種情況。當叢集成員異常時，叢集頭會負責處理，亦即引導回復正常或踢除系統；若是叢集頭異常，則信令處理伺服器會主動處理並視情況而置換叢集頭，使之回復正常。以上兩種情況發生時，都會再經由額外發送訊息來確認異常行為。
- (7) **會議運作**：會議運作可分為叢集內部會議與跨叢集會議，其中叢集內部會議是本架構不同於其他緊密耦合架構的設計。

一個資源充裕的叢集內部會議，如圖 9 的例子，其叢集頭會轉變為 P2P Focus 的角色來處理會議，在這裡我們定義所謂的 P2P Focus 是一個由使用者（優異者）所分享的服務資源，旨在提供具有與 Focus 一致的功能，其差別在於此服務資源並不固定由誰提供，須視當時的叢集頭而定。此外，另外一個使用者的服務資源，稱之為 P2P Mixer 角色，由叢集頭收集叢集內各個優異者的處理能力及狀況來選擇。每個內部會議會分配到一個優異者

(P2P Mixer) 來處理會議的媒體串流。這樣的會議設計能夠完全地經由使用者來處理，因此不會佔用系統資源。

跨叢集會議或是資源不足的叢集內部會議，將會交由多媒體會議骨幹網絡來處理，如圖 10 所示，其運作類似於一般緊密耦合模型。

## 5. Mixer 資源分配與系統實作

### 5.1. Mixer 資源分配機制之設計

在系統設計過程中，我們發現當叢集機制開始運作時，Cluster Head 將面臨資源管理的問題，如何運用 Cluster 內部有限的資源，服務更多的使用者，這將是 Mixer 資源分配機制設計之目標。

因此，本計畫針對 Intra Cluster Conference Call 設計一 Mixer 資源分配機制，並且提出以下幾點假設：

1. P2P Focus 動態分配 Cluster 內部 P2P Mixer 給予 Intra Cluster Conference Call，協助聲音與影像資料混合，以降低 Conference Provider 之集中式 Mixer 之負載。
2. 會議進行中，P2P Mixer 可以轉移。會議聲音與影像混合工作，可以由某一台 P2P Mixer，轉移到另一台 P2P Mixer。
3. 假設使用者可以接受 P2P Mixer 轉移所造成的短暫通訊中斷。由於 P2P Mixer 轉移，可能會造成會議通訊短暫中斷，其中斷時間與效益問題在此不考慮，未來可以再做更深入討論。

因此，本計畫將此問題轉換成數學最佳化問題，其數學式如下：

- Given Variables:

- $t$  : the upper bound of the cluster members

- $M$  : the set of mixers

- $m_i$  : the capacity of mixer  $i$ ,  $i \in I$

- $C$  : the set of conferences

- $c_j$  : the number of participants of conference  $j$ ,  $j \in J$

- Decision Variables:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if the conference } j \text{ is assigned to the mixer } i \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, i \in I, j \in J$$

- Objective:

$$\begin{aligned} & \min \max_{i \in I} \left( \frac{\sum_{j \in J} x_{ij} c_j}{m_i} \right) \\ & = \min \left( \max \left( \frac{\sum_{j \in J} x_{1j} c_j}{m_1}, \frac{\sum_{j \in J} x_{2j} c_j}{m_2}, \dots, \frac{\sum_{j \in J} x_{\max(I)j} c_j}{m_{\max(I)}} \right) \right) \end{aligned}$$

- Subject To:

$$|M| \leq t$$

$$c_i \leq t, \quad \forall i \in I$$

$$\sum x_{ij}c_j \leq m_i, \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J$$

$$\sum x_{ij} = 1, \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J$$

若以暴力法 (Brute Force) 解此最佳化問題，隨著  $m$  個 P2P Mixer 與  $c$  個進行中會議增加，其複雜度為  $O(m^c)$ 。因此，此 Mixer 資源分配機制是一種 Multi-choice Multidimensional Knapsack Problem (MMKP)，即為 NP-hard problem。最後，本計畫也針對該問題，設計一 heuristic algorithm 來求解，將複雜度降低為  $O(m^*c)$ ，由於版面關係，此研究成果在此將不詳細介紹。

## 5.2. 系統雛型實作

由於現階段之 SIP 並不支援 Ad-hoc Conference 與叢集式機制運作，因此在系統實作部份，本系統將原本集中式 SIP 多媒體會議系統改良成階層式，模擬 Intra Cluster 環境，忽略 Clustering 相關之複雜機制，僅驗證其會議建立與通話之可行性。本研究加強現有 SIP 通訊協定功能，實現 Ad Hoc 會議服務，提供使用者隨時、隨地可以邀請參與者進行多媒體會議，當會議發起人提出會議建立請求後，Conference Server 會根據挑選負載最輕的 Video Mixer 來進行視訊影像混合，以改善傳統集中式會議系統負載集中問題。透過本系統低成本嵌入式多媒體會議元件，可以降低大型會議系統建置成本，並且可以提供使用者穩定 (Stable) 與可靠 (Reliable) 之多媒體會議服務。

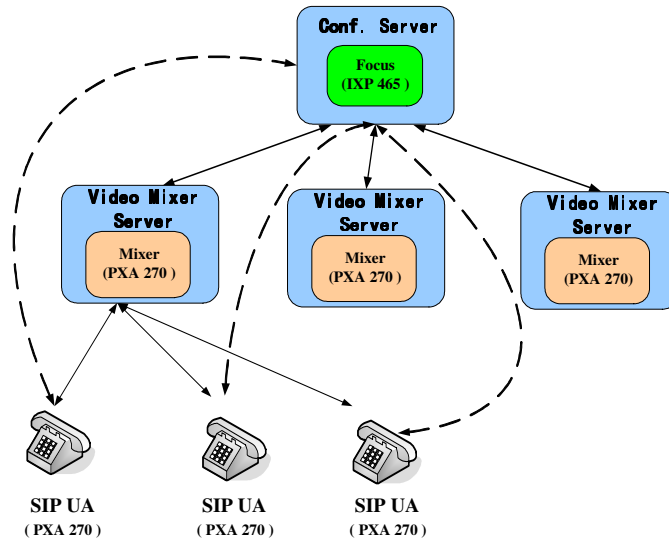


圖 11 嵌入式多媒體會議架構圖

本研究發展之元件，包括 Focus、Mixer 與 User Agent，其中以 IXP 465 嵌入式系統實現 Focus，以 PXA 270 嵌入式系統實現 Video Mixer 與 User Agent，如圖 11 所示。各元件功能說明如下：

- Conference Server：提供多媒體會議建立、釋放、控制與管理，以及 Audio Mixer 的功能，除此之外 Conference Server 需具備解讀本計畫所討論的 URI-list 之能

力，並且根據 URI-list 上的 URI 邀請成員至會議。

- Video Mixer Server：提供會議成員 Video Stream 混合功能，將每一個成員的 Video Stream 加以混合，整合為一個框架包含多位成員的影像。
- SIP UA: 提供 UAC (User Agent Client) 及 UAS (User Agent Server) 基本功能，可作為撥打電話端，以及接受電話端兩種身分。除此之外，SIP UA 必須支援 Conference Call 與 URI-list 處理能力。

本系統 Conference Server 與 SIP UA 實作成果分別展示於圖 12 與圖 13。Video Mixer 雖然已實作成功，但我們發現僅利用軟體進行 Video Mixing 動作，PXA270 的處理能力不足，因此在會議進行時畫面會有停格現象，甚至會造成 SIP UA 不正常斷線。因此，我們可以發現 Video Mixing 是一件非常耗系統資源的工作，如何改善其效能皆是未來可以努力的方向。



圖12 Conference Server - Intel IXP 465 嵌入式系統

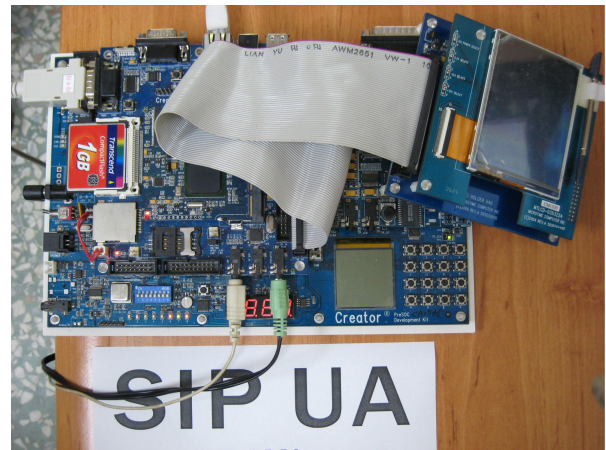


圖13 SIP UA - Intel PXA 270 嵌入式系統



圖 14 Conference Call Setup Delay 分佈曲線

系統測試部份，我們將終端機安裝在中正大學電機館實驗室，其中包含兩台 PXA270 UA，一台 PC UA；Conference Server 安裝在南華大學學慧樓實驗室；中正大學與南華大學之間，骨幹頻寬為 1Gbps，兩端區域網路為 100Mbps，端點對端點共經過 7 個 Router，一般時段透過 ping 所量測出的 round-trip delay 平均約 1.362ms。

如圖 14 所示，一天中每四個小時分為一時段，每一時段量測五次，我們將受話端設定為自動接聽，以排除人為接聽因素，並統計最大值、最小值與平均值。如圖 14 所示，在量測結果中，我們可以發現會議建立的時間 (Call Setup Delay) 皆控制在 2 秒可接受的範圍內，最大延遲為 1.6 秒，最小為 0.4 秒。

## 6. 結論

本計畫提出一個以 SIP 為基礎的叢集式系統架構來提供多媒體會議服務，此架構整合了緊密耦合模型的架構與叢集的概念，並透過分享使用者資源，藉此來達到分散系統負擔、降低系統通訊成本，該研究成果分別已發表於 RIVF 2008 與 TANET 2008 研討會。最後，我們針對叢集式多媒體會議系統中 Cluster Head 分配 Mixer 資源，設計 Mixer 資源分配機制，並且轉換為數學最佳化問題，以提高 Cluster 整體系統效益。

在系統實作部份，我們亦以 IXP 465 與 PXA 270 實現 Conference Server、Video Mixer 與 SIP UA，並且實現 Ad-Hoc Conference 與 Video Mixer 資源動態分配，該研究成果已發表於 NST 2008。

在整個研究中，我們亦發現許多未來值得再努力的方向，如：Video Mixer 高負載工作問題、Video Mixer Migration 議題、叢集式關係建立、維護與瓦解…等。

## 參考文獻

- [1] A. B. Roach, "Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification," RFC 3265, Jun. 2002.
- [2] J. Rosenberg, "A framework for conferencing with the session initiation protocol (SIP)," RFC 4353, Feb. 2006.
- [3] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "SIP: Session initiation protocol," RFC 3261, Jun. 2002.
- [4] M. Handley, V. Jacobson, and C. Perkins, "SDP: Session description protocol," RFC 4566, Jul. 2006.
- [5] R. Sparks, "The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method," RFC 3515, Apr. 2003.
- [6] Chunyan Fu, Roch H. Glitho, Rachida Dssouli, "A Novel Signaling System for Multiparty Sessions in Peer-to-Peer Ad Hoc Networks," IEEE WCNC 2005, 13-17 March, 2005.
- [7] MMUSIC, <http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>
- [8] P2PSIP, <http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>
- [9] SIPPING, <http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>
- [10] XCON, <http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>

# 計畫成果自評

## ● 原計畫與已達成之研究成果

1. 原計畫為三年延續型計畫，第一年預計完成叢集式多媒體會議軟性網路之需求規範、叢集式多媒體會議軟性網路系統架構設計、以及合作與感知之服務搜尋與叢集機制設計與發展；第二年預計完成叢集式多媒體會議控制機制設計、叢集式多媒體會議軟性網路服務資源規劃方法，以及服務資源管理-會議允許控制機制設計；第三年預計完成服務資源管理-話務品質動態調整機制之設計、系統模擬與分析，以及服務模型改良與發展。
2. 今年度本計畫已完成三大研究成果，(1) 叢集式多媒體會議軟性網路相關規範研究與探討；(2) 叢集式多媒體會議軟性網路系統架構設計；(3) 叢集機制設計；(4) P2P Mixer 資源分配機制設計；(5) 嵌入式系統雛型實作。
3. 在嵌入式系統雛型實作部份，本研究透過 Asterisk Open Source 軟體為基礎，增加 URI-list 功能與 Video Mixer 資源動態分配機制，以 IXP 465 嵌入式系統實現系統雛型；並且以 OPAL 與 minisip 兩種 Open Source 為基礎，以 PXA 270 嵌入式系統實現支援 Ad-Hoc Conference 之 SIP UA。
4. 因此，本研究成果與原計畫完全相符，並且完成第二年預計討論的叢集式多媒體會議控制機制設計，以及服務資源規劃方法。這些研究成果，未來將作為本人 97 年國科會計畫 (NSC-97-2221-E-343-003)，研究叢集式隨意點對點多媒體會議服務系統及資源最佳化管理之重要研究基礎。

## ● 研究成果之學術與應用價值

1. 本研究初步成果與相關延伸之研究成果已發表於國內外學術研討會。
  - ◆ 2007 ICSNC 國際研討會論文一篇
  - ◆ 2008 RIVF 國際研討會論文一篇
  - ◆ 2008 全國電信研討會 (NST 2008) 論文兩篇
  - ◆ 2008 台灣網際網路研討會 (TANET 2008) 論文三篇
2. 本研究設計與發展之叢集式多媒體會議服務系統，目前已於嵌入式系實現與測試，具應用與產品化之價值。

# 可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：97年10月27日

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>國科會補助計畫</b>       | 計畫名稱：叢集式多媒體會議軟性網路之設計與研究<br>計畫主持人：蘇暉凱<br>計畫編號：NSC 96-2221-E-343-001 學門領域：電信學門(網路)   |
| <b>技術/創作名稱</b>       | 嵌入式 SIP 多媒體網路會議系統  |
| <b>發明人/創作人</b>       | 蘇暉凱  |
| <b>技術說明</b>          | 中文：<br>本研究開發之嵌入式 SIP 多媒體網路會議系統，以 IXP 465 與 PXA 270 嵌入式系統平台發展，包含 Conference Server, Video Mixer 與 SIP UA，提供預約式會議與隨意式會議，並且支援聲音與影像多媒體通訊。  |
|                      | 英文：<br>The embedded SIP multimedia conferencing system in this project is developed by IXP 465 and PXA 270 embedded system platforms, including conference server, video mixer and SIP UA. This system provides reserved conference and ad-hoc conference simultaneously, and supports audio and video multimedia communication. |
| <b>可利用之產業及可開發之產品</b> | 未來此技術，將可以應用於網路視訊會議、網路電話服務產業；並且可以開發網路電話與視訊會議相關產品。   |
| <b>技術特點</b>          | 本系統採用 Linux, Asterisk, OPAL 與 minisip 等相關 Open Source 為基礎，實現於 IXP 465 與 PXA 270 嵌入式系統平台，在系統開發方面具有低開發成本與高系統彈性等特點。   |
| <b>推廣及運用的價值</b>      | 未來可提供網路電話業者，提供網路多媒體會議增值服務參考。   |

※ 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。



# 出席國際學術會議心得報告

1.

|                   |   |
|-------------------|---|
| 計畫編號              | NSC-96-2221-E-343-001   |
| 計畫名稱              | 叢集式多媒體會議軟性網路之設計與研究  |
| 出國人員姓名<br>服務機關及職稱 | 蘇暉凱, 南華大學資訊工程學系, 助理教授   |
| 會議時間地點            | Cap Esterel, 尼斯, 法國   |
| 會議名稱              | The Second International Conference on Systems and Networks Communications (ICSNC 2007) |
| 發表論文題目            | IP Local Node Protection  |

## 一、參加會議經過

ICSNC 2007 今年舉辦於法國尼斯附近的一個小鎮 Agay, Cap Esterel 飯店, 由 IARIA 組織主辦 (<http://www.iaia.org/>)。會議時間從 2007/8/25 至 2007/8/31, 共歷時六天, 正式論文研討會議於 2007/8/27 開始。ICSNC 2007 今年論文接受率平均為 34%, 共收錄 85 篇論文。

由於航班行程與轉機關係, 當地時間 8 月 29 日抵達尼斯國際機場後, 即前往 Cap Esterel 會場註冊, 會場中與大會主席 Petre DINI Adj. Professor 交換一些意見, 以及最近一年 IARIA 組織所舉辦的活動。如圖 1, 本人為左邊第一位, 左邊第二位與右邊第一位分別為中正大學電機系吳承崧教授與朱元三教授, 右邊第二位為大會主席 Adj. Professor Petre DINI。



圖 1: 與大會主席 Adj. Professor Petre DINI 合影 (右二)

本人於 2007/8/30 早上 8:30 第一場會議，以投影片方式口頭報告所發表之論文，論文題目為『IP Local Node Protection』，我們提出 IP 網路節點保護機制的需求與重要性，並在不改變現有 Routing Protocol 的機制下，提出網路節點保護機制，以及備援節點 (Backup Next Hop) 的計算方法，在一個網路節點損壞的情況下，以達到連線快速切換，將網路傳輸服務中斷時間控制在幾百微秒 (ms) 內；報告時間約 20 分鐘。與會學者們也可以幾個參考意見，如：可以往多節點保護方向研究，以及如何再加強保護機制之存活性…等。

由於大會行程中，8/31 是安排當地旅遊參觀，因此 8/30 參加完剩下的技術論文報告後，本人即離開會場。

## 二、與會心得

這次參加 ICSNC 2007 研討會收穫良多，在技術論文報告中，讓我瞭解國外學者們在寬頻網路、網路安全、3G/4G 無線網路相關領域近幾年探討的重要議題，以及研究方向。除此之外，在會議中同時也遇到幾位來自韓國與日本的學者教授及學生，了解鄰近國家學者積極參與國際學術研究組織與努力，也讓本人體會到參與國際學術研究組織與活動的重要性。

IARIA 組織在全世界各地舉辦之研討會一年平均約 16 場次，如果需要 IARIA 組織相關資訊，也非常歡迎與本人聯繫。最後，再次感謝國科會與南華大學學術委員會補助本人參加 ICSNC 2007 研討會。

## 2.

|                   |  |
|-------------------|--|
| 計畫編號              | NSC-96-2221-E-343-001  |
| 計畫名稱              | 叢集式多媒體會議軟性網路之設計與研究   |
| 出國人員姓名<br>服務機關及職稱 | 蘇暉凱, 南華大學資訊工程學系, 助理教授  |
| 會議時間地點            | 胡志明市, 越南   |
| 會議名稱              | 2008 IEEE International Conference on Research, Innovation and Vision for the Future (RIVF 2008) |
| 發表論文題目            | A Framework for QoS-Oriented SIP Multimedia Conference over DiffServ/MPLS Networks               |

## 一、參加會議經過

RIVF 2008 今年由越南胡志明市 University of Natural Sciences 主辦，並舉辦於 University of Natural Sciences 校區。會議時間從 2008 年 7 月 13 日至 2008 年 7 月 17 日，共歷時五天。RIVF 2008 今年共收到 176 篇文章，僅接受 51 篇長篇論文，接受 37 篇短篇論文，以及 11 篇壁報論文，論文接受率約 56%；會議論文發表依研究主題分類，同一時間三個 Session 同時進行。

本人 7/12 早上從高雄小港機場出發，飛往胡志明市，由於胡志明市當地公共交通比較不方便，因此這趟行程比會議行程提早一天到達，先熟悉當地環境與安頓住宿問題。7/13 大會安排 Tutorial 課程，本人雖然沒有參加 Tutorial 課程，但先瞭解 University of Natural Sciences 地點與相關交通資訊。

7/14 開幕式，一開始由 Chair Vu Duong 致詞，VNU-HCM Vice President Le Quang Minh 介紹 RIVF 近幾年辦的活動與未來發展，從早期在法國當地舉辦（以法語為主），到以英文為主的國際會議，一直到去年受到 IEEE Communications Society 與 IEEE Computational Intelligence Society 支持。最後由 RIVF08 PC Chair Tu-Bao Ho 介紹今年相關委員與論文收錄狀況，由統計數據可以發現，本次會議南韓與越南學者所發表的論文相當多，台灣部份只看到彰化師範大學資工系詹益禎教授發表的 "A Competitive Delay-Based TCP" 與本發表之論文。

RIVF 2008 壁報論文可以張貼整個會期，因此 7/14 本人即於會場張貼與解說論文，如圖 2。在會議進行中，亦參加幾場有興趣的 Session，收集一些較新的研究主題，如圖 3。所收集之重要資訊彙整如下：

1. Keynote Speaker, Prof. Yong Jin Park (Hanyang University, Keroa)，介紹亞洲 Internet 相關組織活動與未來發展，未來亞洲地區對 Internet 發展與貢獻，將扮演重要角色。
2. Nguyen Xuan Quy, Dugki Min, Eunmi Choi 發表 "An Energy-Efficient Data Dissemination Protocol for Grid-Based Wireless Sensor Networks"，介紹如何設計 Protocol，在 Grid-Based Wireless Sensor Networks 中，週期性追蹤 Mobile Node 位置，以達到省電之目標。
3. Hung Quoc Vo, Choong Seon Hong 發表 "A Novel Scheme for Seamless Hand-off in Wireless Mesh Networks"，利用統計 Channel Idle Time 推算無線 Channel 剩餘可

- 用頻寬，進行 Hand-off 允許控制，以增加系統 Throughput；此外，在 Mesh Router 增加 Buffer 機制，以減少 Packet Loss，增加 TCP Flow Throughput。
4. Yi-Cheng Chan, Chia-Liang Lin, Fang-Chun Liu 發表 “A Competitive Delay-Based TCP”，討論 Reno TCP 與 Vegas TCP 同時存在傳輸不公平的問題，作者並以 Vegas TCP 為基礎，提出 CODE TCP 改善此不公平傳輸現象。
  5. Loïc Baud, Nguyen Pham, Patrick Bellot 發表 “Robust Overlay Network with Self-Adaptive Topology: Protocol Description”，利用 lamp 概念，以增加 Overlay Network 存活性。該論文重點放在機制之設計，包含 Overlay Network 建立與維護、Overlay Node 加入與離開。
  6. Keynote Speaker Prof. Byeong Gi Lee (National University, Korea) 介紹 “Mobile WiMAX System - Design, Deployment and Features”，包含近幾年 WiMAX 相關標準發展、產品設計、目前幾個國家的實驗平台與商業網路建置狀況、以及 WiMAX 未來發展。幾個研究重點：包含 Resource Management (Bandwidth, Transmission Power and T/R Antenna)、WiMAX Applications (Mobility, personalizality and Interactivity)。
  7. Nobuo Funabiki, Kanako Uemura, Toru Nakanishi, Walaa Hassan 發表 “A Minimum-Delay Routing Tree Algorithm for Access-Point Communications in Wireless Mesh Networks”，介紹在 Mesh Network 中，利用 Transmission Delay 與 Propagation Delay 的估算與加權計算，制定 Link Cost Function，最後以 Short Test Path Algorithm 計算 Shortest Path Tree，計算出低 Delay 的 Routing Tree。
  8. Yunjung Park, Eunmi Choi, Dugki Min 發表 “Home Multimedia Integration System Using UPnP and Service Convergence Gateway Engine”，以 UPnP 架構為基礎，設計與實作出家用多媒體系統。
  9. Khac Tiep Mai, Hyunseung Choo 發表 “Connectivity-Based Clustering Scheme for Mobile Ad Hoc Networks”，在 Muti-Hop Clustering Network 中，利用 K-Hop Clustering 的概念，以 Intra-Connectivity Degree 作為新 Cluster 挑選之準則，以增加網路穩定度與可靠度。

最後，由於 7/17 大會是安排 Doctoral Session 與 IEEE Vietnam Section Assembly Meeting，因此本人於 7/16 搭晚上飛機回台灣，提早一天離開胡志明市。

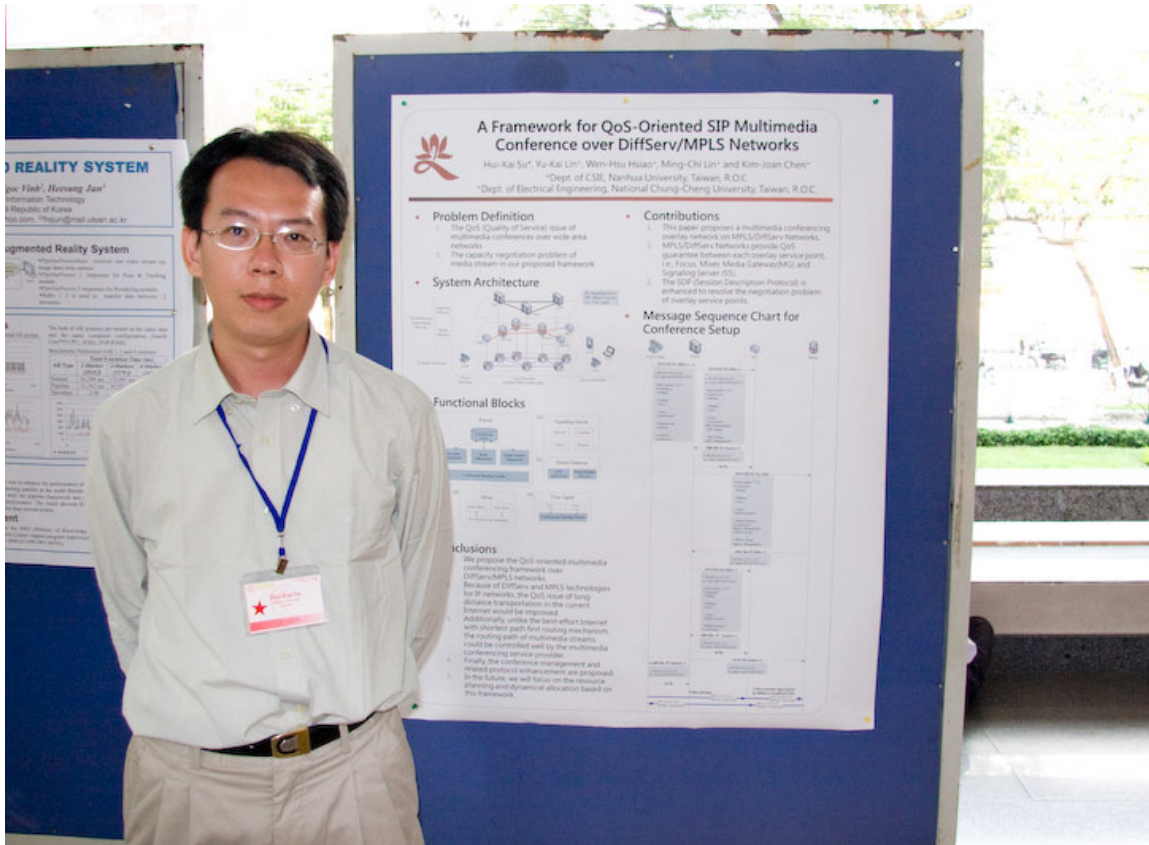


圖 2：壁報論文張貼與解說



圖 3：RIVF 2008 會場

## 二、與會心得

這次參加 RIVF 2008 研討會收穫良多，在此會議本人瞭解近年 Multimedia System,

WiMAX, Ad Hoc Network, Wireless Mesh Network, Wireless Sensor Network 相關研究議題，以及未來研究方向。除此之外，本人也體會到越南與南韓學者及學生的研究精神，積極參加國際會議與相關國際學術研究組織，並且發表許多優秀研究成果。

最後，非常感謝南華大學學術委員會補助本人參加 IEEE RIVF 2008 國際研討會。