

視訊群播在中華電信企業網路的建構

Video Multicast Services over the Intranet of Chung-Hwa Telecom

劉錫山

中華電信研究所

交換研究室

lss ms.chttl.com.tw

申曉玉

中華電信研究所

交換研究室

ssy@ms.chttl.com.tw

黃英裕

中華電信研究所

交換研究室

steven@ms.chttl.com.tw

蔡玉薇

中華電信研究所

交換研究室

ywtsai@ms.chttl.com.tw

摘要

由於網際網路日益普及與網路服務快速發展，自民國87年起，中華電信企業網路因應時勢逐漸改成新一代的群播網路，因此可以利用網路群播技術，在中華電信企業網路上實現網路電視、隨選視訊及現場轉播等先進服務。而在88年4月的中華電信科技研討會上首度實現全區即時視訊群播服務，將研討會完整呈現到全省每一個分公司，成效顯著。然而中華電信企業網路涵蓋的範圍近乎全台灣，網路設備不僅種類繁多、廠牌不一，也因建置時間不同，同廠牌又有不同版本的問題。因此在中華電信企業網路上實現視訊群播服務時，需要同時考慮IP群播技術不同協定、不同廠牌等互通性(Interoperability)的問題。本文即根據當時推行此視訊群播服務時，所遇到的困難、經驗、與解決方案一一探討，並且據此提出網路群播技術未來應該發展的方向。

關鍵詞：群播技術(MULTICAST)、網路視訊服務(NETWORK VIDEO SERVICE)、群播路由協定(Multicast Routing Protocol)、中華電信企業網路(Intranet of Chung-Hwa Telecom)、多媒體服務(MULTIMEDIA SERVICE)、互通性與通道溝通(Interoperability and Tunneling)

1. 前言

拜網際網路快速發展與日益普及之賜，能在網際網路上所提供的服務也越來越多樣化，其中發展急遽並且具有高度商業價值的服務，莫屬網路視訊服務，一個提供網路使用者如同收看電視節目般收看網路所傳送的節目的新服務。而實現網路視訊服務的方式，可歸類為兩個方向。一個是利用資訊流(Stream)的技術，最有名是Progressive公司所提出的RealVideo，它走的是低頻寬的技術，可立即在現有網際網路上使用，但因較受當時網路訊務量影響，所能提供的播放品質較差；另一個技術則是利用IP群播(IP Multicasting)技術，提供視訊群播服務，這需要將現有網路升級為群播網路，最有名的應用程式是Cisco公司所提出的IP/TV，自兩年前推出迄今，有很多公司如InfoValue、Living Stone提出類似但更新的架構。

自民國87年起，中華電信企業網路逐漸改成能支援群播技術的群播網路，因此可以利用網路群播技術，在本公司企業網路上實現網路電視、隨選視訊及現場轉播等服務。然而中華電信企業網路涵蓋的範圍近乎全台灣，網

路設備不僅種類繁多、廠牌不一，也因建置時間不同，同廠牌又有不同版本的問題。因此中華電信企業網路上實現視訊群播服務時，需要同時考慮IP群播技術不同協定、不同廠牌等互通性(Interoperability)的問題。

在88年4月的中華電信科技研討會上實現視訊群播服務，從中華電信研究所對各區分公司的會議室進行研討會的即時轉播，成效顯著。本文即根據當時推行此視訊群播服務時，所遇到的困難、經驗、與解決方案一一探討。未來希望能更進一步，將此建設經驗推廣到中華電信公司員工的桌上電腦，使得網路視訊群播成為中華電信的基本服務。

2. 群播技術概述

傳統網際網路上封包遞送的方式有兩種：單點傳播(Unicasting)或者是廣播(Broadcasting)。但這兩種技術運用在網路視訊的服務上會產生網路上的問題；利用單點傳播的方式，若將一個封包送給十個不同的接收端，那就必須將封包複製十份並分別傳送，縱使路徑相同，相同的封包會重複的出現，不但會造成網路頻寬使用上的浪費以及時間上的延遲，而且隨著用戶數目的增加，伺服器的等級也需隨之提升，因此所能服務的對象終有一定的限制；反之，利用廣播的方式，雖然只傳送一份封包，但不論使用者收看與否，均迫使網路上所有終端設備接收，也造成網路資源浪費、甚至網路廣播風暴。

群播(Multicast)技術就是為了解決上述問題，如以群播方式傳送資料給網路上加入群播群組的多台的主機時，同一個路徑只會有一份封包，直到不同路徑時，才由網路設備複製一份，分流至不同路徑；相對於廣播技術，群播封包流至有許多不同路徑的網路設備時，不會複製出與路徑數相同多的封包並分送到所有路徑上，只會針對有加入群組的路徑作複製與分送。

目前有許多與群播相關的網路通訊協定。網際網路群組管理協定(IGMP, Internet Group Management Protocol)，使得個別的主機可以加入群播的群組，並且接收到群播的封包，還可以被動態的管理；其他的群播路由協定(Multicast Routing Protocol)，主要著重於管理群播路由的選擇與建立，如距離向量多址傳送路由協定(DVMR, Distance Vector Multicast Routing Protocol)、多址獨立協定(PIM, Protocol-Independent Multicast)、多址開放最短路徑優先協定(MOSP, Multicast Open Shortest Path First)等，這些協定的關係有如下圖。

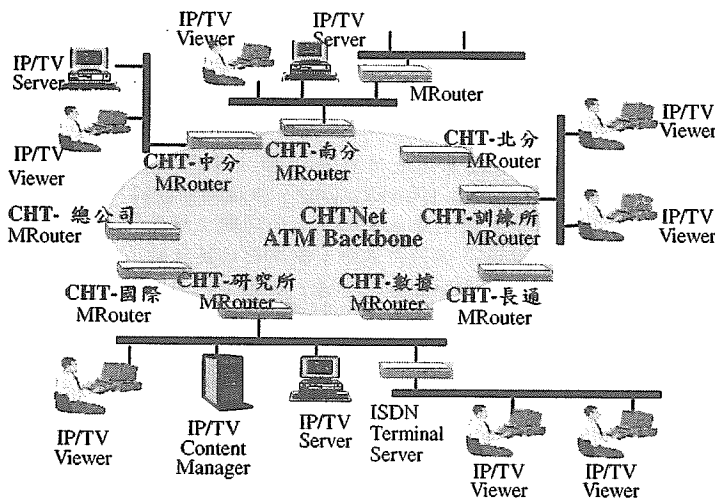


圖一 群播協定的關係圖

3. 視訊群播服務在多種不同網路的應用

誠如上一章所提，當群播路由器收到一個群播封包時，它必須拷貝群播封包送到屬於這群播群組的網段下的所有終端設備。然而當群播技術應用在多種不同類型的網路時，執行上的複雜度與困難度會大為增加。

而中華電信的企業網路上，可以發現多種的網路類型。整個企業網路的骨幹，已由原先的 Frame Relay 網路升級為 ATM 網路，而 Frame Relay 網路改接成為備援網路；各分公司的內部網路亦有 10Mbps Ethernet、100Mbps Ethernet、Gigabits Ethernet、FDD、ATM 等等不同類型。本章節將研討群播技術在中華電信內部各種網路的建構與測試。利用 Cisco 公司的 IP/TV 應用程式，將中華電信科技研討會的過程，從中華電信研究所內的主播會場即時轉播給八個分散於不同分公司的會議室內，並針對測試過程中所發生的問題原因與解決方法一一描述。



圖二 中華電信科技研討會視訊群播架構圖

3.1 建設群播服務在 IP 網路上

基本上，群播技術主要是建構在 IP 網路上，當建立群播服務時首先會產生群播群組，不同的群播群組會有自己的群播 IP 位址，位址是落在 224.0.0.0 到 239.255.255.255 之間的 D 類別 IP 位址。當群播封包經過群播路由器傳送時，路由器會自動判定是否有兩個以上群播路徑，再對群播封包作需要的複製與轉送。然而，中華電信企業網路的網路設備，有廠牌、版本的差異，光是路由器就有 Cisco、Bay、3Com 等。而單單路由器兩大廠 Cisco 和 Bay 所支援的群播路由協定就不同，前

者僅支援 PIM，而後者則支援 DVMR，因此若要群播技術能在中華電信企業網路實現，首先就要確定不同廠牌、不同協定以及相同協定不同版本之間的互通能力的大小。另外也面臨到中華電信企業網路中有很多路由器是舊有的，並不支援群播技術，因此必須利用通道溝通 (Tunneling) 的技術，來穿過這些舊有路由器而達到端對端群播的要求。

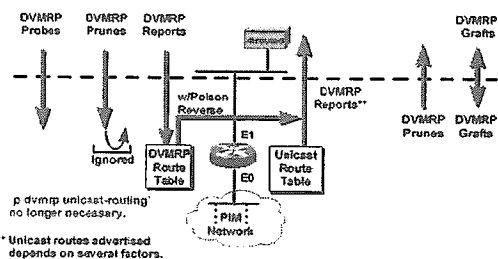
3.1.1 互通性(Interoperability)

從前面可以發現有許多不同的群播路由協定，因此不同協定能夠互相連通是非常重要的。目前群播路由協定可分為兩大類：Dense-mode protocols 和 Sparse-mode protocols。Dense-mode 的群播路由協定有 PIM-DM、DVMRP、MOSPF 等。MOSPF 和 DVMRP 的互通已由 IET 訂定標準中，而 PIM-DM 與 DVMR 的互通可由 PIM-DM 的路由器設定下手。

不同群播路由方法之間的互通性能主要困難在於 Dense-mode protocols 和 Sparse-mode protocols 是本質上的不相容的，因為為構造 spanning tree 的方式是完全不同的概念：Dense-mode protocols 是用群播資料來促使 spanning tree 的建立，而 Sparse-mode protocols 是依靠明確的 Join Request。

假設 Dense-mode protocols 要和 Sparse-mode protocols 互通，就必須要有一種機制，允許用 Dense-mode protocol 的群播小組能夠伸展到 Sparse-mode protocols 的群播小組，對他們詢問是否參與群播。由 PIM 設計者提出的辦法是使 border 路由器送出明確的連結要求給 Sparse-mode protocols 的群播小組。這種的方法也可允許 PIM-SM 與其他用 Dense-mode protocols 的網路互通，例如 DVMRP。

PIM 路由器能動態地發現相連的網路上的 DVMR 多點傳送路由器。一旦這些用 DVMR P 的相鄰路由器被發現，PIM 路由器會在 PIM 網域中定期傳送 DVMRP Report 給 Source 端。實際上，路由器預設值就會定期傳送 DVMRP Report 給直接相連的次級網路(Subnets)和網路。PIM 路由器會將 DVMR 路由器傳送過來的群播封包繼續往前傳遞並且反過來將 PIM 網路中的群播封包向前傳送給 DVMR 路由器。



圖三 PIM-DVMR 互通機制

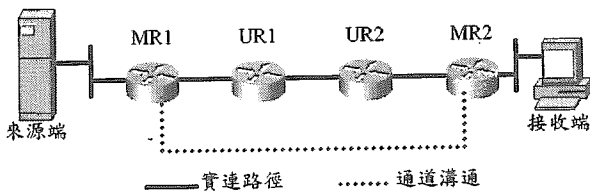
目前 DVMRP 廣泛的被使用在 Mbone (Multicast Backbone)，而大多數路由器的廠商也都支援 DVMR 此一類群播路由協定，而作為世界第一大廠的 Cisco 卻是使用 PIM 群播協定，但它還是支援 PIM 與 DVMR P 的互通以便可以和其他非 Cisco 的群播路由器相通。

3.1.2 通道溝通(Tunneling)

通道溝通(Tunneling)其主要的功能是在本地群播路由器與遠端群播路由器之間建立一個虛擬鏈路，使得中間所經過的路徑透明化。因此當傳送路徑上有些不支持群播的路由器、或是支援不相同的協定時，透過這條虛擬鏈路，本地群播路由器能將封包安穩的送到通道的對岸。

通道溝通的種類可分為有條件式的通道溝通與無條件式的通道溝通兩種。發展初期的 Mbone 都是採用無條件式的通道溝通，這一類的通道溝通會使群播封包無條件的沿著鄰近區域內的群播通道行進；今日的 Mbone 都是有無條件式的通道溝通，如此群播封包並不會無條件的被送到任何一部機器或是群播路由器上，除非這部主機或是路由器對該封包有興趣，並且預先加入群組，才有可能直接收到該封包。

在中華電信企業網路上透過所設定的通道模式，能夠讓一些舊有、不支援群播的路由器在進行群播時透明化，減少網路設備升級、汰換的費用。下圖中伺服器將資料經過網路送到目的地，其中除了路由器 MR1 及 MR2 是群播路由器之外，其他網路中的路由器(UR1 及 UR2)都是無群播功能的傳統路由器。通道未建立前，UR 路由器不認識群播封包，因此收到群播封包後並不會像 MR 路由器將群播封包往前送，UR 路由器反而會將群播封包丟棄。所以想要透過非群播路由器遞送群播封包時，需要在兩端的群播路由器(MR1 及 MR2)設定通道模式(Tunnelin)，以便將群播封包穿過非群播網路，並且使群播路由器動態學習由來源端找出群播路徑，成為一份群播路由表。



圖四 通道溝通模式(Tunneling)

3.2 Multicast over Ethernet

當 IP 群播網路架在不同的資料鏈路網路(Data Link Layer)會產生不同的問題，先就群播技術在一個最簡單的乙太網路(Ethernet)來看。群播服務建立時，乙太網路設備的裝置驅動程式會由群播群組的 IP 群播位址得到對映的乙太網路位址，在群播封包前套上乙太網路位址送出這封包。而接收端的網路介面卡會聆聽(listen)乙太網路上所有封包，當聽到主機所要的群播封包，便收下處理。可以發現有下列現象：

- 同網段下無論有幾個 Viewer 收看同一節目，可測得僅一份資料流傳遞
- 受限於乙太網路的特性，網路頻寬無法充分利用
- 多個不同伺服器同時播放時會產生碰撞，造成節目品質急劇降低，但是若只有一個伺服器播放多種節目時不會產生碰撞現象，然而節目數目則至少會受到網路頻寬和伺服器等級兩種因素的左右，但是不

會受接收端數目多寡的影響

3.3 Multicast over FDDI

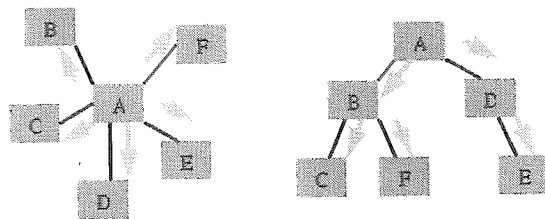
FDDI 網路設備在處理群播 IP 位址和 48 位元的 FDDI 位址間是採用一對一的對映。但是由於受到大部份記號環控制器的侷限，記號環網路通常採用不同的對映方式。

在一些測試的過程，FDD 介面的群播功能設定和 Ethernet 上並無太大差異，但需確定該廠牌路由器之 FDDI 介面是否於軟硬體皆能支援群播協定，例如：中分公司便發生過 XyLAN Switch Router 在硬體上無法支援之情形，這樣的狀況下，可應用通道溝通技術或實際的 Physical Cable 的跳線解決。

3.4 Multicast over Frame Relay

Frame Relay 網路提供用戶虛擬電路(Virtual Circuit)是目前為 ISP 業者所普遍使用的資料連結服務網。Frame Relay 之邏輯通道概念類似以往的實體電路，其網路基本上是訊框轉換的網路交換方式，同時建立發送和接收之間點對點的虛擬電路連結資料路徑，提供快速大量的封包傳輸及高效率連結層服務。

網際網路群播在 Frame Relay 網路有兩種不同架構方式。第一種是星狀架構，這是 IP Multicast over Frame Relay 最簡單的方式，發送端位在星狀架構的中心，而發送端和接收端之間設定適當的虛擬電路，接收端會自動收到發送端所送來的封包。早期的中華電信企業網路的骨幹網路就是類似這種架構，並以點點相連的架構(Mesh Network)將各分公司以 384Kbps 互相連結，經過測試可以發現以群播方式在 Frame Relay 網路上實行網路視訊服務，會產生主播端的群播路由器必須拷貝出與其連結的邏輯通道相同數目的封包，再分散至各通道上。簡言之，這種架構與原本對每點做單點傳送類似，並無法有效節省頻寬，因為發送端必須複製封包給每條虛擬電路。



圖五 Frame Relay 星狀架構與樹狀架構

第二種為樹狀架構的 Frame Relay 虛擬電路，利用妥善規劃好的樹狀架構，能夠較星狀架構有較有效的使用頻寬，但會造成主播點的位置不具選擇彈性，主播點若不在樹狀架構的根部，雖仍節省頻寬，但所傳送的群播封包會有較長的延遲，而影音封包對時間延遲非常敏感。另外對一般的傳統封包而言，樹狀架構末端的端點傳送的大部份封包須透過第三個轉接點遞送，如上圖，E 點封包送到 F 點必須經過 D 點、A 點、B 點一一轉送，除了增加封包延遲、錯誤的機率外，也會增加轉送點的處理負擔。

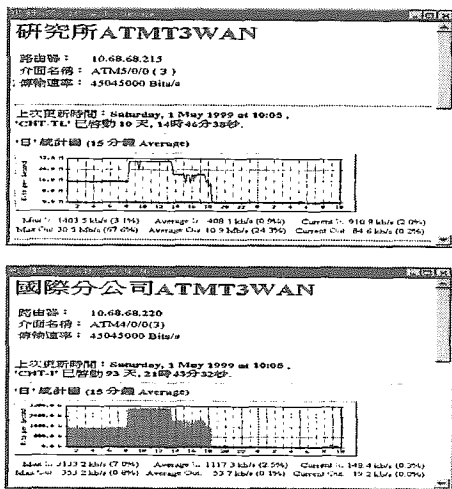
3.5 Multicast over ATM

群播是網際網路通訊協定積極發展中的領域，儘

管有時它的相關應用並不是很成熟，但它在 ATM 網路相關的服務仍相當具有潛力與遠景。為解決原本 Frame Relay 骨幹網路頻寬不足之問題，中華電信在新 ATM 骨幹網路上特別將頻寬提升至 T3 (45Mbps)，如此讓視訊服務在中華電信內部企業網路上能更順利的推行。

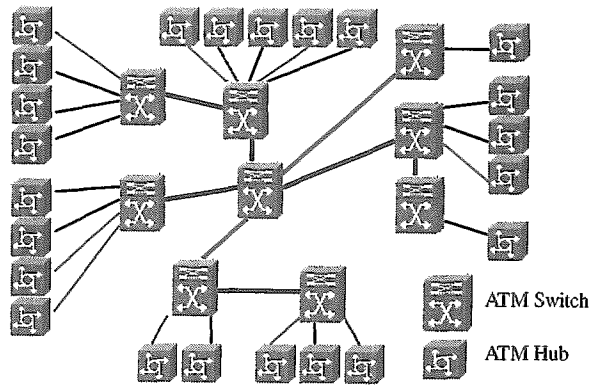
目前市面上所有的 ATM 網路設備都是在 SVC (Switched Virtual Circuit) 的情況下才能支援群播機制，而在 PVC 設定的情況下，ATM 網路設備都幾乎無法支援群播機制，對於群播封包，會被轉而視為廣播傳送而失去原本想要利用群播技術來經濟使用網路頻寬的好處。

但由於 SVC 的建置較 PVC 為複雜，偵錯也較為困難，加上中華電信企業網路中的骨幹頻寬比較充裕，所以目前相連各區分公司的 ATM 企業骨幹網路是以 PVC 作點點互連的建置，如此一來，當節目播出時仍會對每條 PVC 皆會送出一份資料。如中華電信科技研討會當天，由研究所主播端送出兩份 1.5Mbps 的 MPEG-1 即時研討會實況轉播，無論各分公司是否有加入群播群組收看該節目，只要其中有一點加入群播，中華電信的八個區分公司都會收到節目，下圖是從網管所擷取出來的資料，從訊務量紀錄中可知，主播端送出的封包約是接收端的八倍，而當天實際上僅有六個分公司收看，如此可確定在 ATM PVC 的架構下，群播所面臨的問題也如同前面所提的 Frame Relay 架構，主播端的網路設備會為主播端有建置的所有 PVC 都會作一份複製並發送。



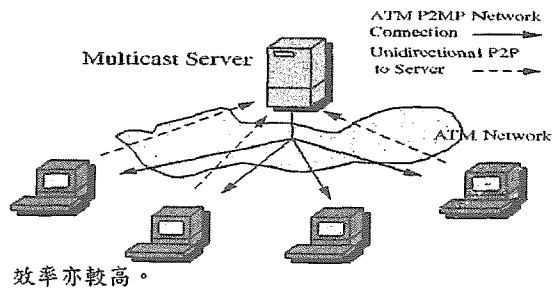
圖六 中華電信科技研討會網管訊務量

相同的問題在中華電信的一個分公司內部的 ATM 骨幹網路也造成很大的困擾，因為分公司的 ATM 骨幹網路，點到各點間都建立了 PVC，如下圖，這樣的方式的雖然在傳送上有相當好的效率，但由於群播或廣播傳送時，每一點都對其他 22 點廣播，這造成了主播端的 ATM Hu 必須同一時間大量的將資料複製，以分送到接收端，而考驗了 ATM Hu 的處理能力，但是由於目前 ATM Hu 無法即時處理如此大量資料，因此必須適當調整該分公司的 ATM 骨幹網路的架構才能實現群播的理想。



圖七 中華電信分公司 ATM Intranet 架構

雖然如此，但對於群播服務執行在 ATM 網路中仍有兩種方法：ATM Multicast Services (MCS) 和 ATM VC Meshes。前者是利用發送端把群播封包都先送到一個伺服器，然後對所有接收端分送。每個群組裡至少有一個群播伺服器並將所有接收端加入群組 (Join Message) 或離開族群的訊息 (Leave Message) 傳送至族群中的每個成員。而後者是在每一個發送端都對所有接收端建立了一個點對多點的 VC Meshes，目前中華電信企業網路的 ATM 骨幹及北區分公司內部網路，均屬此架構。VC Meshes 機制較適合小的群組如區域網路，但是對較大的網路如網際網路或須建置多條 PVC 的 ATM 網路則不適用。MCS Model 建立一個點對多點的樹狀拓撲，這樣的架構要比 VC Meshes Model 來有彈性而 ATM 的網路



效率亦較高。

圖八 Multicast Service Model

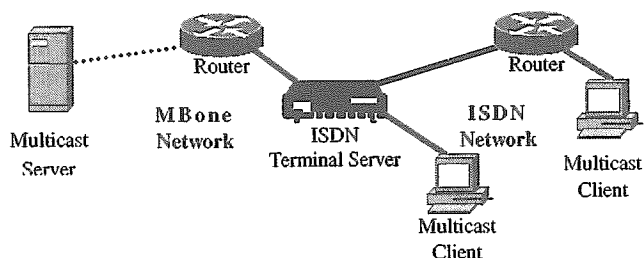
3.6 建設群播服務在 ISDN 網路上

由於中華電信企業遍佈全省，除本島外，離島如綠島、澎湖，甚至美國、日本，都有中華電信公司的辦事處。因此如何在這種無建置企業網路的地區，適時傳遞公司內部訊息、爭取商機是重要的課題。利用 ISDN 網路，可以使遠端至少以 128Kbps 的速率撥接上網。

ISDN (Integrated Services Digital Network) 是種數位電話的連接系統，允許資料以點對點的方式即時傳送。ISDN 共有兩種服務類型：基本速率介面 (BR, Basic Rate Interface) 和原級速率介面 (PRI, Primary Rate Interface)；前者包含兩個 64kbps 的 B 通道 (Bearer Channel) 加上一個 16kbps 的 D 通道 (Data Channel)，後者則為 23 個 64kbps 的 B 通道加上一個 64kbps 的 D 通道。設計為 144kbps 的 BR 目的是符合大多數個別使用者之需要，而 PRI 設計上是為使用者提供較大的通信容量。

若要將 IP 群播的應用延伸至 ISDN 的用戶上，首

先就是 ISDN 終端伺服器(Terminal Server)必須支援 IGMP 協定。如此一來，才能讓 ISDN 網路上的系統知道哪個主機目前屬於哪個群播群組，使得與 ISDN 終端伺服器相鄰的群播路由器會將群播資料送到與 ISDN 網路相連的介面上，而 ISDN 網路上的用戶端也因此能夠加入群播群組。另外，ISDN 終端伺服器也必須支援群播路由協定(如 DVMRP、MOSP 等)，這樣利用 ISDN 與網際網路相連的小型網路也能夠加入群播群組。



圖九 IP Multicasting over ISDN

由於影音多媒體服務的一大特性就是劇烈變動的瞬間資料量，因此利用 ISDN 進行即時多媒體群播服務之時，不只要注意影音的平均傳送資料量，另外還要特別注意瞬間資料量的大小，以避免瞬間資料超過 ISDN 的容量上限造成影音封包的丟棄而使播放的品質變差。

4. 視訊群播相關技術的問題與未來發展

截至目前為止，視訊群播就技術而言已經是一個相當成熟的技術，這可由幾年前市面上相關應用軟體僅有 Cisco IP/TV 較具規模，到今年 1999 年第一季已經有相當多的應用軟體支援群播技術可以得知，至於實際商業化的應用，未來應用這項技術來提供網路多媒體增值服務雖是必然，但由一些市場發展動態及實務經驗，在服務的設計與規劃上應注意下列幾點：

1. 視訊群播傳輸進行中要避免的狀況
 - 群播封包在一些第二層網路所造成的網路風暴：由於在第二層網路架構下，不同網路類型實行群播技術的方式不同，某些特性(如虛擬鏈路)特別會引起群播問題，這些問題與解決方式已經於前面幾章多所探討。
 - 大型網路中群播群組的網址衝突：除了特定群播 IP 位址已經特別規範其使用時機，大部分的群播 IP 位址是開放給應用程式任意使用，缺乏管理機制會在大型網路中造成網址重複使用，雖然接收端還有 Video、Audio Port 用來辨別，網路設備會將兩個重複位址的群組視為同一群組，並將兩個不同的節對那個位址作群播，因此仍增加網路頻寬使用量，與接收端的處理負擔。
 - 非保證品質的傳輸(RTP Over UDP)所造成過大的封包失誤：由於視訊應用需要即時性的傳輸，減少延遲所帶來的影像停頓、不連續感，因此使用 UDP(User Datagram Protocol)可以讓封包直接傳送，減少偵錯或錯誤重傳

的延遲。但由於傳輸時不偵錯，錯誤的封包送至接收端還是會被丟掉，因此網路的誤碼率必須控制在一定程度以下，才能保證視訊品質。

2. 群播傳送服務下是否需要雙向與互動性

目前群播傳送服務大多只注重單向傳輸，未來視訊群播將不只是限於單向的需求，應該就應用服務的功能規劃。雙向互動的視訊服務是一個較人性化的方式，例如：應用其技術提供遠端教學服務，當學生有問題時如果無法及時提出詢問，那教學的效率將大打折扣，在這一方面，現有的軟體通常只提供文書格式的即時發問，這對用戶方便性上仍有相當大的努力空間。

3. 群播傳送服務下是否需要需要注意安全性

安全性的問題在網際網路上一直是被人垢病的問題，單點傳輸的安全性都已被人質疑，何況群播技術？群播技術雖然有諸般好處，然而假使群播技術在安全方面的考慮不能完全解決，基於安全上的考量，很多地方還是會使用單點傳播而造成網路頻寬的大量苛索。

4. 群播技術的服務管理缺乏標準

這方面一直沒有任何機構投下任何注意，全世界的電信公司都知道群播技術是一個非常好的技術，然而沒有幾個電信公司敢把群播技術商業化的原因就是有關群播技術的服務管理層面的標準一直沒有出來，導致群播技術不是只是小規模試用就是只能應用在企業網路上，殊為可惜。

5. 應用服務軟體間的互通性

正如前面所述，未來能支援群播技術的應用軟體將進入百家爭鳴的世界，而應用層的東西常常是各廠商特有的協定彼此無法全面互通，若以各廠商各自發展規劃採用協定，必造成日後無法完成互連的情形，這對未來大型企業的一致性的規劃，是非常重要的。因此未來需要有一些制定標準的組織來處理這一方面的問題，也需要有一些中立有權威的組織來主持測試不同廠商所研發產品之間互通性的問題。

除了目前在實際應用上所注意的規則外，未來視訊群播發展的關鍵與趨勢，更會是商業化成功與否的關鍵，包括了：不同廠商所生產群播路由器的互通性，增加群播傳送的安全性，群播資料流的監視、控管及計費，可靠性的群播技術的發展，提高高速網路環境以提供更高品質的多媒體群播傳輸。

IETF 在路由器的互通性問題上，於 1998 提出有關群播互通性之文件，目前還是初稿，預計這種問題一、兩年內應該得以完全解決，屆時群播技術在網際網路上就更能實踐！

5. 結論

本篇文章主要目的是分析目前群播技術在網際網路上頭是不是立即可行？群播技術在中華電信企業網路上是不是立即可行？

從世界上趨勢而言，IET 組織推行 Mbone 來實驗群播技術，先期想法是將 IET 會議藉由 Mbone 傳播至全世界；IERF 也特別成立研究小組來解決這方面問題，中華電信為了將來的營運發展之需求，自然注意這方面的發展，考慮在網路上提供群播的服務的可行性，同時也會在自己內部企業網路先裝設群播網路及其相關服務。因為中華電信企業網路相當龐大，其中也包括各類網路架構和各家廠牌的产品，因此必須先行研究群播技術在不同網路上的運用(這些網路包括目前市面上極受歡迎的 10/100MB 乙太網路、Frame Relay、ATM、ISDN 等等)和不同廠商群播產品互通性之可能。更實際地，本小組與總公司和各分公司的同仁將中華企業網路加上群播的功能，利用 IP/TV 伺服器將八十七年度科技研討會實況即時轉播至分公司(為時兩天)，以驗證其實際上可行。

IP 群播技術的發展一日千里非常蓬勃，各類廠商紛紛提出適合的产品以提供不同的服務，目前根據我們的調查分析與實做後發現，IP 群播技術在企業網路上確實可行，但是要做很多的調適才能順暢。IP 群播技術也的確是一個非常好的技術，然而 IP 群播技術的發展一直偏向技術層面的發展，沒有任何組織注意 IP 群播技術管理層面的開發，因此截至目前為止，IP 群播技術的服務管理沒有任何進一步的發展，使得群播技術只限於小的 ISP 公司或公司內部網路才敢提供，電信公司遲遲不敢提供這種服務！

參考資料

- [1] D. Thaler, "Interoperability Rules for Multicast Routing Protocols", IETF Internet -Draft, draft-thaler-multicast-interop-03.txt
- [2] Meyer, D., "Administratively Scoped IP Multicast" BCP 23, RFC 2365 July 1998.
- [3] Finlayson, R., "The UDP Multicast Tunnelin Protocol", Work in Progress
- [4] Fenner, W., "Internet Group Management Protocol, Version 2", RFC 2236, November 1997.
- [5] Brad Cain, Steve Deering, Ajit Thyagarajan "Internet Group Management Protocol Version 3, draft-ietf-idmr-igmp-v3-01.txt, February 1999
- [6] J.M.Pullen, M. Mytak, C. Bouwens, "Limitations of Internet Protocol Suite for Distributed Simulation in the Large Multicast Environment", RFC 2502 February 1999
- [7] T. Maufer, "Deploying IP Multicast in the Enterprise" (c) 1998 Prentice Hall, Upper Saddle River NJ, ISBN 0-13-897687-2
- [8] Waitzman, D., Partridge, C., Deering, S., "Distance Vector Multicast Routing Protocol", RFC 1075 November 1988
- [9] T. Pusateri, "Distance Vector Multicast Routin Protocol", Internet-Draft (work in progress) draft-ietf-idmr-dvmrp-v3-08, February 1999
- [10] J. Moy. "Multicast extensions to OSPF", RFC 1584 July 1993.
- [11] Estrin, Farinacci, Helmy, Thaler, Deering, Handley, Jacobson, Liu, Sharma, and Wei. "Protocol independent multicast -sparse mode (PIM-SM): Protocol specification", RFC 2362, June 1998.

感謝

感謝中華電信公司群播服務推行小組之所有成員，由於他們的努力，不但使得中華電信企業網路得以順利升級，群播服務得以實現，也因為他們的貢獻將會使得中華電信公司所有員工蒙受所有先進網路服務的好處。