中山大學 Gigapop 網路的效能分析與比較

曾繁庚 王裕翔 許蒼嶺
電機工程學系
國立中山大學
高雄/台灣
fgtseng@atm.ee.nsysu.edu.tw,
yswang@atm.ee.nsysu.edu.tw,
sheu@ee.nsysu.edu.tw

摘要

網際網路的蓬勃發展，將我們的生活帶入了一個網路新紀元。國家寬頻實驗網路建構了一個未來的寬頻網路架構；但是今日網際網路的應用已近成熟，因此在不改變使用者使用習慣的情況下，勢必要提供適當的通訊協定讓使用者可以享受到寬頻網路的 ***ATM*** *骨幹網路帶來的好處；因此我們特別比較幾個常見* ***IP*** *在* ***ATM*** *網路上的通訊協定，利用國家寬頻實驗網路(NBEN)在中山大學的* ***Gigapop*** *完成這次實驗，期能對寬頻網路的應用提供一些參考。*

關鍵字: ATM, Classical IP over ATM, LAN Emulation, Mutli-Protocol Over ATM, NBEN

1. 前言

本次實驗主要是比較 LAN Emulation(LANE)、Multi-Protocol Over ATM(MPOA)與 Classical IP over ATM(CIP)三種協定在中山大學 Gigapop 網路上的效能，實驗項目主要是利用 PC 的視訊會議軟體來進行各種網路架構與通訊協定的視訊會議效能比較。實驗共分四項，分別採不同網路架構（如圖一 ～四）進行各項子實驗，以下即對各項實驗進行簡介。

2. 實驗簡介

2.1 實驗（一）LANE、MPOA 與 CIP(Classical IP over ATM) 通訊協定效能比較(如圖一)：

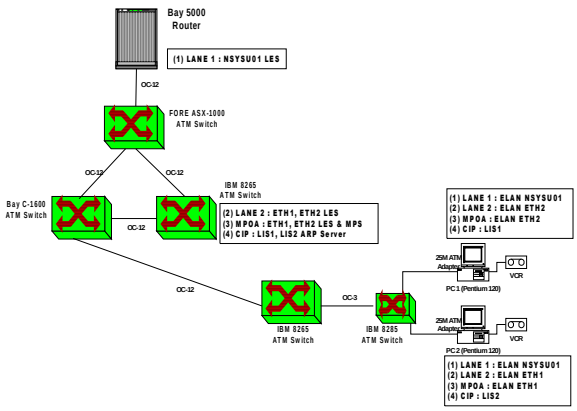
(1) 主要在中山大學校園 ATM 骨幹網路與 NBEN 之間進行了 LANE、MPOA 與 CIP 三種通訊協定比較；進行 CU-SeeMe 視訊會議與 FTP 檔案傳輸實驗測試。

(2) 實驗主要分爲四個子實驗，分別爲 LANE1、LANE2、MPOA 與 CIP 三種通訊協定比較，其中 LANE1 與 LANE2 分別以 Bay 5000 Router 和 IBM 8265 擔任 LES。MPOA 的 MPS 與 CIP 的 ARP Server 皆在 IBM 8265。

(3) 視訊會議以兩部 VCR 播放固定長度(十五分鐘)影片取代視訊會議影像，以便控制每次實驗的影像資料。檔案傳輸部分則傳輸長度固定爲 112,438,456 位元組(Bytes)的檔案。

(4) 兩部 PC 分別以 ATM 網路介面透過 IBM 8285 ATM 交換機連結如圖一之網路架構進行實驗。

圖一 Experiment 1 : LANE vs MPOA vs CIP



2.2 實驗（二）LANE 與 MPOA 通訊協定效能

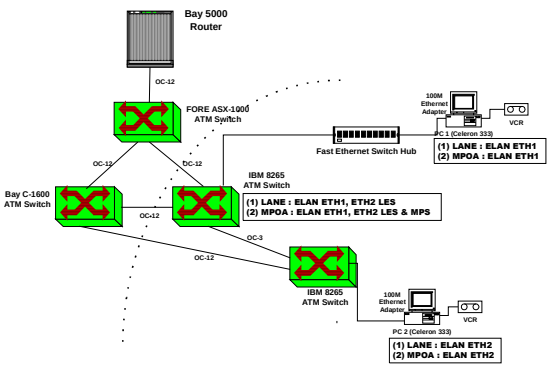
比較(如圖二)：

(1) 網路架構重心擺在校園 ATM 骨幹網路來進行 LANE 與 MPOA 兩種通訊協定實驗。

(2) PC 上的網路介面改爲常見的高速乙太網路(Fast Ethernet)介面，兩部 PC 分別連結兩部 IBM 8265 連接網路進行實驗。

(3) 進行 CU-SeeMe 視訊會議與 FTP 檔案傳輸實驗，實驗條件與實驗（一）相同。

圖二 **Experiment 2 : LANE vs MPOA**



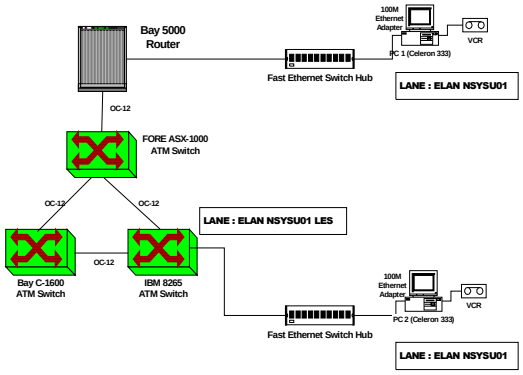
2.3 實驗（三）LANE 通訊協定效能(如圖三)：

(1) 主要觀察 NBEN 與校園 ATM 骨幹網路之間 LANE 通訊協定效能實驗。

(2) 兩部 PC 分別透過高速乙太網路交換機連接 Bay 5000 路由器和 IBM 8265 進行實驗。

(3) 進行 CU-SeeMe 視訊會議與 FTP 檔案傳輸實驗，實驗條件與實驗（一）相同。

圖三 **Experiment 3 : LANE**



2.4 實驗（四）校園 Gigabit 乙太網路架構(如圖四)：

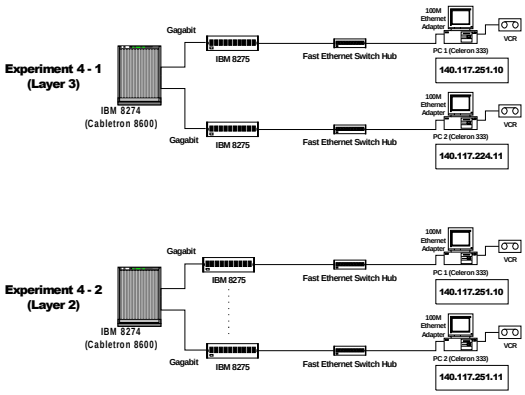
(1) 本實驗在校園中的 Gigabit 骨幹網路進行實驗，以期進行 Gigabit 乙太網路骨幹與 ATM 骨幹網路效能比較。

(2) 實驗共分兩個子實驗，其中 Experiment 4-1 的兩部 PC 分別屬於不同的子網路，因此需要透過 Gigabit 路由器進行第三層（Layer-3）繞徑，而 Experiment 4-2 中的兩部 PC 同屬一個子網路，直接利用第二層（Layer-2）選徑來進行傳輸。

(3) 兩個子實驗的 Gigabit 路由器亦分別採 IBM 8274 與 Cabletron 8600 進行相同測試，比較兩部路由器的繞徑（Routing）效能。

(4) 進行 CU-SeeMe 視訊會議與 FTP 檔案傳輸實驗，實驗條件與實驗（一）相同。

圖四 **Experiment 4 : Campus Gigabit Ethernet**

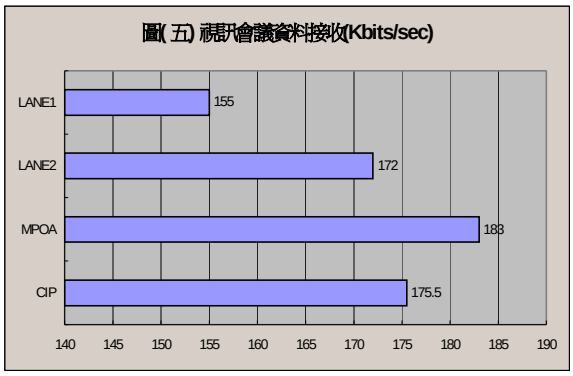


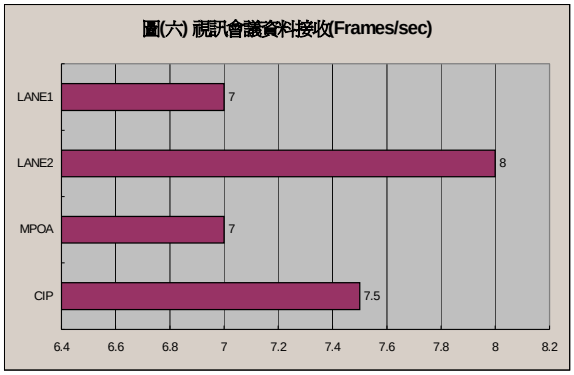
3. 實驗結果

3.1 LANE、MPOA 與 CIP(Classical IP over ATM) 通訊協定效能比較(實驗一)：

本實驗主要以 IP 層視訊會議軟體在中山大學國家寬頻實驗網路上進行不同之通訊協定的效能比較，實驗（一）架構如圖（一）。實驗中我們採用視訊會議軟體 CU-SeeMe ver 3.1 (White Pine Software)，這套視訊軟體本身提供視訊會議進行時的網路傳輸及時動態資料，可供實驗進行效能比較與記錄之依據。爲了提供實驗比較之公平性，我們特別採用相同的視聽影片取代視訊影像來源，進行十五分鐘的雙向即時視訊會議，比較不同通訊協定的各項效能。各項實驗均以多次實驗數據平均結果比較，下列圖（五）、圖（六）分別將視訊會議結果兩端所接收到的資料圖列如

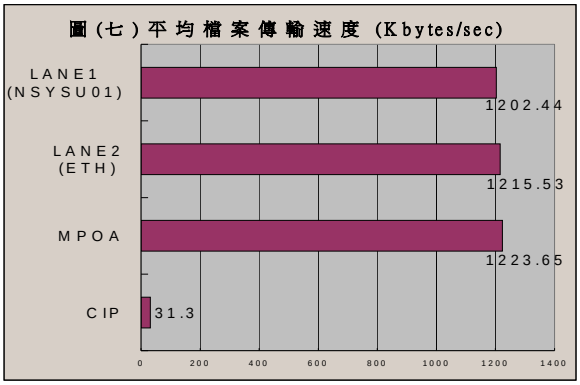
下：





實驗中過程中我們也曾發現因爲影像動態資訊不同，也會影響到接收的資料量，此外 PC 的中央處理機速度由於必須完成軟體壓縮與解壓縮影像資料，因此成爲實驗中最大的瓶頸。

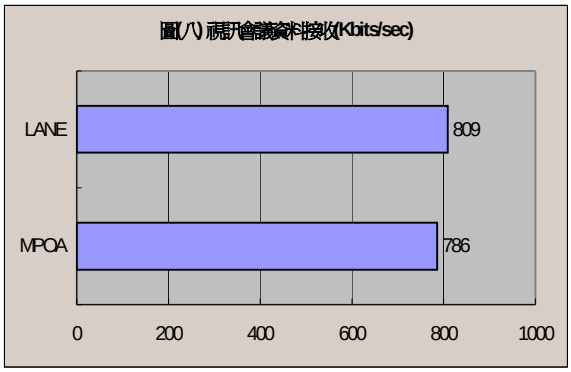
由圖（五）、圖（六）結果看來，MPOA、LANE 與 CIP(Classical IP over ATM)三種通訊協定的效能比較上差異不大，這與 PC 處理速度所造成的瓶頸有關。而其中 MPOA 較 LANE 的效能似乎是可以看出有些微的改善，這應該是 MPOA 在傳輸大量資料時透過 MPS 建立資料傳輸之捷徑(Cut-through)的影響，但由於我們的網路架構經過的 ATM 交換機(Switch)數量不多，因此無法看出有非常大的改善。而 Classical IP over ATM 其效能與 LANE、MPOA 也都在伯仲之間，爲了避免因 CPU 處理速度成爲瓶頸影響實驗的準確性，我們在同樣的網路架構下改以檔案傳輸來比較不同通訊協定的效能，避免因爲影像壓縮與解壓縮所造成的 PC 處理速度瓶頸。接下來的實驗我們以 PC2 擔任 FTP 伺服器，由 PC1 上傳一個檔案大小爲 112,438,456 位元組(Bytes)至 PC2，觀察不同通訊協定的檔案傳輸效能，其實驗結果如下圖（七）：



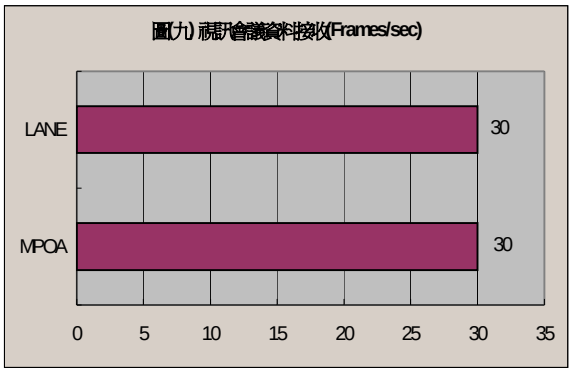
由圖（七）結果顯示，MPOA 以些微差距領先 LANE，但是出乎意料的是 CIP(Classical IP over ATM)卻與 MPOA、LANE 差距了數十倍的傳輸效能，經過多次的實驗確定實驗結果，仔細推敲之後可能與兩部 PC 分屬於不同的 LIS，其中兩個 LIS 的 ARP 伺服器皆由同一部 IBM 8265 ATM 交換機擔任，而且兩 LIS 實際是架構在該交換機上的虛擬介面(Virtual Interface)，這樣的實驗架構可能增加了該交換機的處理負擔而造成這樣出乎意料的結果，此外 PC 所採用的 IBM 25M Turboways ATM 網路卡雖已取得較新的 CIP 驅動程式，可是仍無法保證是否該驅動程式能發揮該網路卡的效能，實驗中 MPOA、LANE 與 CIP 三種通訊協定皆採用相同的網路卡，但是該網路卡的 LANE 與 CIP 驅動程式效能我們卻無從比較起，是否因此造成這樣的實驗結果我們目前尚無法確知。另外，IBM 8265 的各項參數設定是否爲最佳值，詳細原因目前正在查察中。實驗結果中看出 CIP 通訊協定下的檔案傳輸效能有足夠能力處理視訊會議實驗時的傳輸資料量，這也是我們在視訊會議實驗時沒能看出 CIP 與 MPOA、LANE 通訊協定間效能的嚴重差異的原因。

3.2 LANE 與 MPOA 通訊協定效能比較(實驗二)：

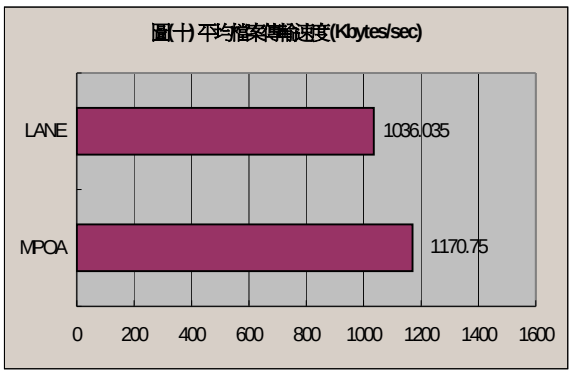
實驗（一）我們在比較 LANE 與 MPOA 通訊協定效能時，PC 皆採用的 ATM 網路卡，而一般使用者多是採用乙太(Ethernet)介面的網路卡，因此我們特別採用高速乙太網路(Fast Ethernet)的網路卡介面如圖(二)Experiment 2 : LANE vs. MPOA 之架構來進行實驗，實驗(二)結果如下圖（八）～圖（十）：



圖(八) 視訊會議資料接收(Kbits/sec)



圖(九) 視訊會議資料接收(Frames/sec)

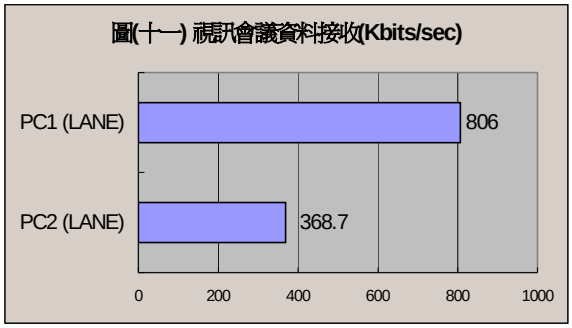


圖(十) 平均檔案傳輸速度(Kbytes/sec)

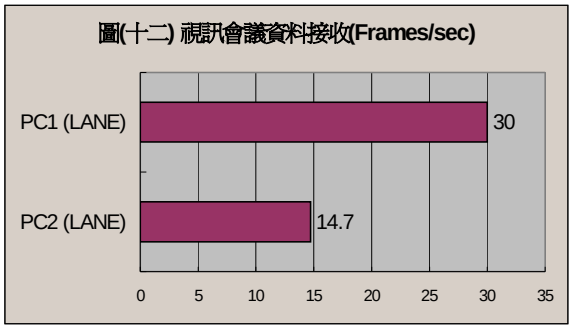
實驗中因為 PC2 所傳輸的影像動態較多，因此我們可以看出 PC1 所接收的影像資料量較 PC2 接收的為多。在實驗（二）的結果中，我們發現 MPOA 與 LANE 在效能似乎差異不大，由於我們在進行視訊會議時的影像壓縮都是由軟體完成，因此在視訊會議的品質要求下產生的資料量應該是小於網路頻寬；為了比較 MPOA 與 LANE 的效能，我們再改以與中央處理機速度較無關的檔案傳輸來觀察實驗結果，由檔案傳輸實驗的結果我們可以看出，MPOA 的效能表現稍稍領先 LANE，實驗中網路架構兩部 PC 所經過的 MPS 數量不多，因此 MPOA 的建立 Cut-through 所帶來的效果不大與 LANE 的效能比較也就相差不多。由於傳輸檔案長度超過 100MB 因此建立捷徑（Cut-through）的成本就值得了，如果資料傳輸資料量較小時，建立捷徑的成本就會顯得過高反而會降低效能。

3.3 LANE 通訊協定效能(實驗三)：

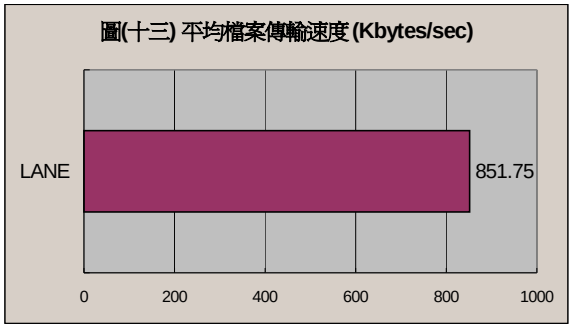
前述實驗（一）與實驗（二）的實驗重點主要是以校園內 ATM 骨幹網路應用為主，為了配合國家寬頻實驗網路(NBEN)的實驗應用，實驗（三）主要觀察 LANE 通訊協定在國家寬頻實驗網路(NBEN)與校園 ATM 骨幹網路上的應用。實驗架構如圖三：Experiment 3 : LANE)，在實驗中我們採用校園中最常見的高速乙太網路(Fast Ethernet)連接 NBEN 與 ATM 校園骨幹網路。下列圖（十一）～圖（十三）為實驗結果，由圖（十一）、（十二）我們可以看出 PC1 所接收到的視訊會議影像資料約為 PC2 之兩倍，主要是因為影像傳輸的資料量與影像來源有關，此實驗中 PC2 播放動態資料較多的影片來取代視訊會議的影像來源，因此 PC1 所接收到的影像資料量就較 PC2 所接收到的資料量來得多；為了驗證實驗結果是否與影像動態有關，在不改變其他條件的情況下，我們也將 PC1 與 PC2 兩端播放的影片交換，得到的實驗結果也與未交換前的數據相反，證明影片的動態不同的確會影響實驗結果中影像資料接收量。



圖(十一) 視訊會議資料接收(Kbits/sec)



圖(十二) 視訊會議資料接收(Frames/sec)

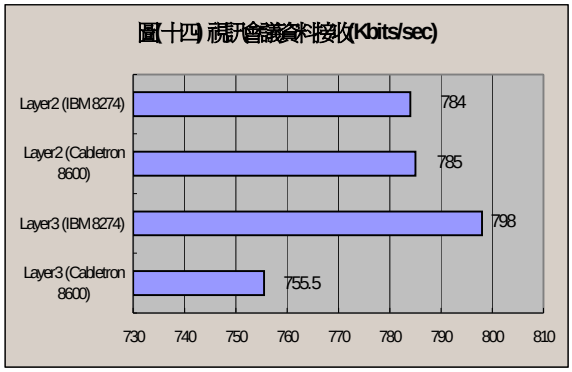


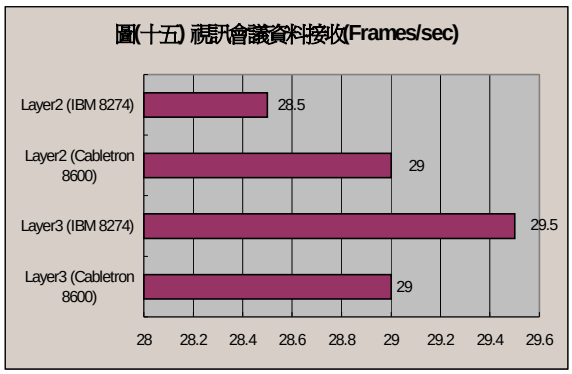
圖(十三) 平均檔案傳輸速度 (Kbytes/sec)

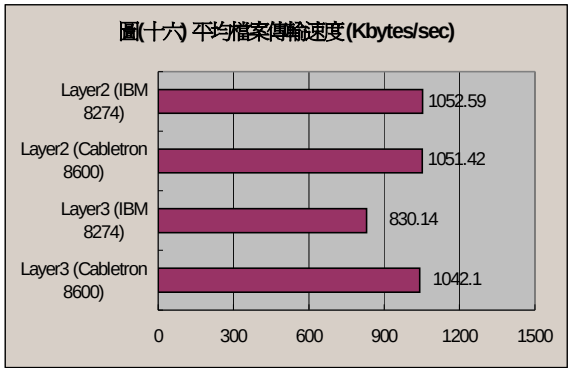
與實驗（一）的 LANE 效能比較，由於實驗三的 PC 皆採用常見的高速乙太網路介面，在傳輸資料時資料訊框（Frames）需要 IBM 8265 ATM 交換機的乙太模組分割爲 ATM 細胞（Cells），而需要額外的時間還處理細胞分割與組合的時間，因此會降低整體效能。而實驗（三）與實驗（二）的網路架構相比較，雖然兩個網路架構的 PC 皆採用高速乙太網路介面，然而實驗（三）所經過的節點數目較實驗（二)爲多因此效能上就受到影響，導致 LANE 在此網路架構下的效能與實驗（一）、（二）之間的差異。

3.4 校園 Gigabit 乙太網路架構 (實驗四)：

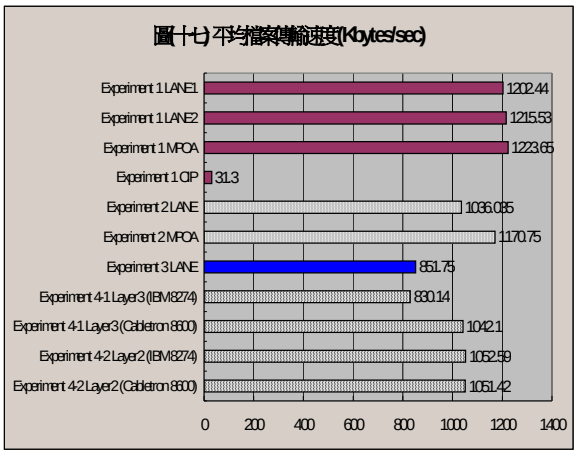
實驗（四）我們改以目前新的校園 Gigabit 乙太網路架構(如圖四：Experiment 4 : Campus Gigabit Ethernet)。由於校園中大多數的實驗室與辦公室目前多採用乙太網路架構連接校園網路，因此特別採用高速乙太網路連接校園 Gigabit 骨幹進行視訊會議與檔案傳輸實驗，期能與前述實驗能有個比較。實驗四共分爲兩個子實驗，實驗（四-1）是屬於第三層繞徑(Layer-3 Routing)的子實驗，兩部 PC 分屬於不同的子網路(140.117.251.0 與 140.117.224.0)，由 IBM 8274 來做繞徑(Routing)的動作，而實驗（四-2）則爲第二層(Layer-2 Switching)的子實驗，兩部 PC 屬於同一個子網路(140.117.251.0)，因此省去路由器選擇繞徑而直接由第二層選徑來進行傳輸直接交換封包，故在此我們將該子實驗歸爲第二層(Layer-2)的實驗以比較第三層繞徑(Layer-3 Routing)的效能。採外在相同網路架構下，我們也以 Cabletron Smart Switch Router 8600 和 IBM 8274 來擔任 Gigabit 路由器，進行 Cabletron 8600 與 IBM 8274 兩部路由器的效能比較。實驗結果如圖（十四）～圖（十六）所示。







實驗結果顯示視訊會議部分與實驗（三）LANE 通訊協定相差不多；在圖（十六）檔案傳輸部分，IBM 8274 的表現似乎是比 Cabletron 8600 路由器稍微差一些，其傳輸檔案效能與實驗（三）LANE 稍微差些，而 Cabletron 8600 的第三層繞徑效能甚至直逼第二層選徑的效能，效能比起實驗（三）LANE 與 IBM 8274 第三層繞徑的效能約提升了 25％左右。由於目前學術網路上的網路流量較 NBEN 爲多，各項應用也已成熟，因此實驗（四）在校園學術網路之實驗結果與前述三個實驗在 NBEN 上能互相參考比較，爲參考方便我們將傳輸的效能比較如圖（十七）所示。



4.結論與展望

本次實驗目的在比較 MPOA、LANE 與 CIP 三種通訊協定在中山大學 Gigapop 網路上的效能，以視訊會議與檔案傳輸來評估這三種通訊協定的效能給予我們一些參考。由於本章實驗的視訊會議採用一般網路上使用者常用的 CU-SeeMe ver. 3.1，影像壓縮與解壓縮都是以軟體來完成，因此 CPU 的處理速度就成爲實驗的瓶頸，爲了設計更嚴謹的實驗來比較各種通訊協定的效能，在未來我們將利用硬體壓縮來進行視訊會議，以進行高品質視訊會議在 NBEN 上應用實驗。

5.參考書目

(1) M. Laubach. *Classical IP and ARP over ATM*. Internet Request for Comments 1577, January 1994.

(2) M. Laubach and J. Halpern. *Classical IP and ARP over ATM.* Internet Request for Comments 2225, April 1998

(3) The ATM Forum Technical Committee (af-lane-0021.000). *LAN Emulation over ATM 1.0*, January 1995.

(4) The ATM Forum Technical Committee.(af-mpoa-0114.000). *Multi-Protocol Over ATM Specification version 1.1*, May 1999.