

# 成功大學 GigaPop 建置與跨校互連 測試

苗育本 魏全佑 何日新 劉相君\* 謝錫堃 王駿發

電機工程系 \*工程科學系

成功大學

台南/台灣

[ybmiau@ybmiau.ee.ncku.edu.tw](mailto:ybmiau@ybmiau.ee.ncku.edu.tw)

[wewe@kungsrv.ee.ncku.edu.tw](mailto:wewe@kungsrv.ee.ncku.edu.tw)

[hjsin@kungsrv.ee.ncku.edu.tw](mailto:hjsin@kungsrv.ee.ncku.edu.tw)

[n9886101@dec4000.cc.ncku.edu.tw](mailto:n9886101@dec4000.cc.ncku.edu.tw)

[shieh@ee.ncku.edu.tw](mailto:shieh@ee.ncku.edu.tw)

## 中文摘要

本文的主要目的是說明成功大學GigaPop之建置現況以及跨校GigaPop間之測試成果，此GigaPop的基本功能規格包含IP over ATM、IP Multicast、BGP 及SNMP，成大GigaPop是國家實驗寬頻網路台南地區的網路交通匯集點，目前已完成初步建置並和中正大學、中山大學和台灣大學測試完成一些新的網際網路協定例如IPv6、RSVP等，以及一些網際網路應用如MBone、IPTV、**Circuit Emulation**，未來將提供測試平台供學校或研究單位研發其他的寬頻網路應用及協定。

## Abstract

The objective of this paper is to describe the progress of GigaPop setup in National Cheng Kung University (NCKU) and the test results of connecting it with other university's GigaPops. The primary functions of this GigaPop include IP over ATM, IP Multicast, BGP and SNMP. NCKU GigaPop is the concourse of NBEN in Tainan. So far we have successfully established primary constructions of NCKU GigaPop and tested some new Internet protocols such as Ipv6, RSVP and some Internet applications such as Mbone, IPTV and Circuit Emulation with National Sun Yat-sen University, National Chung Cheng University and National Taiwan

University. Also we will provide a test plane for schools and research institutes to develop other Broadband Network applications and protocols.

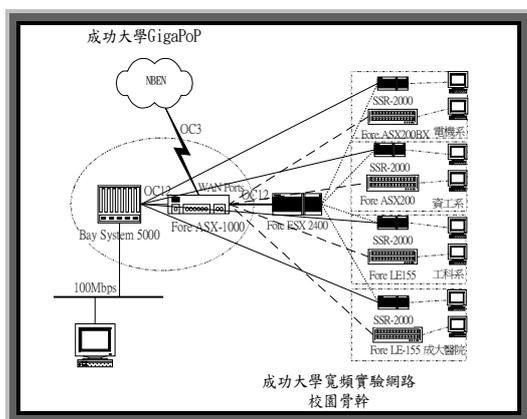
## 1. 簡介

網際網路的多媒體應用急速增加：如網路教學、視訊會議、遠距會診、網路電話等，將耗用大量網際網路頻寬，因此美國總統柯林頓提出 NGI(Next Generation Internet)計畫，結合美國的網路相關專家學者建置全美下一代寬頻網際網路。因應寬頻時代的來臨，我國亦加速進行網際網路骨幹建設，國科會於1998年聯合國內八個大學及電信研究所進行國家寬頻實驗網路(NBEN)之建置，於每個參與的學校與單位建立網交中心(GigaPop)作為該地區的實驗網路交通匯集點及交換中心，各單位間的GigaPop則透過中華電信所提供的VPX網路相連接。原本計畫除了網路平台建置之外還包括下一代網際網路協定與寬頻應用之測試：例如RSVP、IPv6、MBone、OC3Mon和Circuit Emulation等。

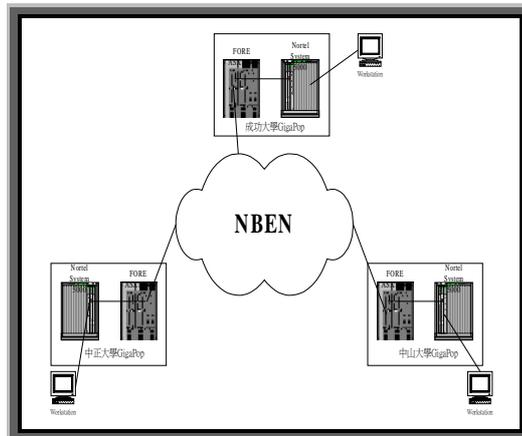
本校目前GigaPop的組成包含一套Fore ASX1000 ATM Switch和一套Notel Bay 5000BH Router；ATM Switch和Router之間利用一條OC12相連，同時ATM Switch透過out of band ethernet port和本校的校園網

路連接，作為實驗網路和 TANET 之間 traffic 交流的管道。ATM Switch 提供一個 OC3 port 作為 Inter-GigaPop 的骨幹連線，一個 OC12 port 連接本校 Fore ESX 2400 Layer 3 Switch，同時另外各以 OC3 port 與電機系 Fore 200BX ATM Switch、資工系 Fore 200 ATM Switch、工科系 Fore LE155 ATM Switch 與成大醫院 Fore LE155 ATM Switch 相連接。Notel Bay 5000BH Router 擁有四個 100Mbps Ethernet port，而本校電機系、資工系、工科系與成大醫院四個單位各配置一台 CableTron SSR-2000 Router，可依照實際研究需要搭接至 Notel Bay 5000 Router 或是 Fore ESX-2400 Layer 3 Switch，彈性調整出各種實驗環境。

本校 GigaPop 核心架構 Fore ASX1000 ATM Switch 與 Notel Bay 5000BH Router 是以兩組 Classical IP Over ATM(LIS 分別為 192.168.1.0 與 192.168.2.0，由位於電信所的 Fore ASX1000 Switch 擔任 ARP Server)與國家寬頻實驗網路的其它 GigaPop 相連，Routing Protocol 採用 BGP-4。Notel Bay 5000BH Router 則切割出五個 LIS 提供校內使用，其中 172.23.1.0、172.23.2.0、172.23.3.0 與 172.23.4.0 為 LAN Emulation，Notel Bay 5000BH 的四個 Ethernet port 分別加入此四個 VLAN，而 172.23.5.0 則為 Classical IP Over ATM，由本校 Fore ASX1000 Switch 擔任 ARP Server，用以支援校內其它 ATM devices。



圖表 1 成功大學寬頻實驗網路校園骨幹



圖表 2 校際寬頻實驗網路測試架構

## 2. 已完成之測試項目

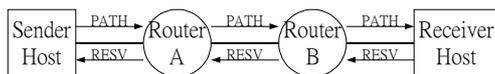
與中正大學及中山大學合作，各校 GigaPop 透過 NBEN 連接，整合測試完成下列各項目標：

### 2.1 RSVP

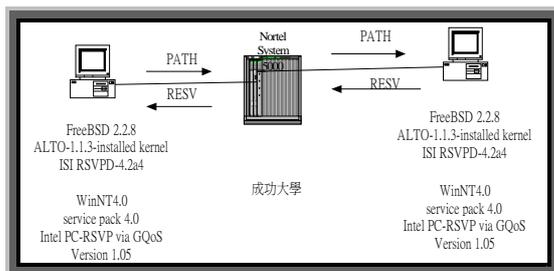
目前的網際網路僅能提供一種最簡單的服務品質(Quality of Service, QoS)，盡力服務(best-effort service)。然而隨著網際網路的快速擴張及應用普及，有著越來越多的網際網路應用需要網路能夠提供即時服務(real-time service)。這些應用包含了網際網路電話、視訊會議及虛擬實境等即時系統。為了滿足這些應用的需求，網際網路的架構必須有所改變才能提供即時的服務品質，這個能夠提供包括即時服務等新服務的網際網路架構就稱為整合性服務(Integrated Services)架構。為了要使網路能夠為某一特定的資料流提供某一特定的服務品質，必須在網路中預先保留一些資源，如頻寬、緩衝區等，才能達成此一目的。目前 resource ReSerVation Protocol (RSVP) 通信協定是此一領域的主流標準 [2][3]。

在 RSVP 協定中，有兩個主要的 message: PATH 與 RESV。PATH message 從 sender 端發出，訊息包括 sender template，記載了其主機網路位址及埠號；sender Tspec 記載了如平均流量及尖峰流量等訊息。當 receiver 端接收到

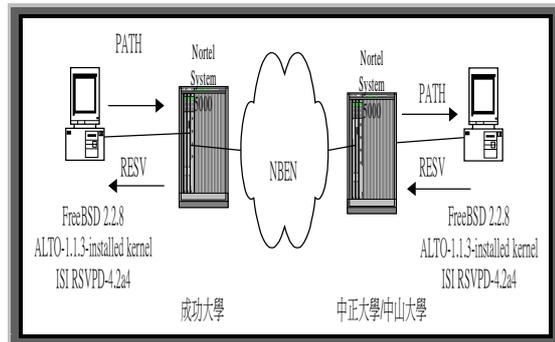
PATH message 時，則依據 PATH message 上所記載的各項資訊來決定所需要的服務品質並設定 RESV message 的內容，將 RESV message 依照 PATH message 傳遞的相反路徑送回到 sender 端來完成保留頻寬的要求。沿途所經過的每個路由器則會依照目前的頻寬是否能足夠提供來做許可控制。



由於成大所採購的 Cabletron SSR2000 Router 目前尚未支援 RSVP，所以直接透過 Notel Bay 5000BH Router 的四個 Ethernet port 做測試，測試平台包含兩套 FreeBSD 2.2.8 Host 與兩套 Windows NT4.0 Server，由中正大學黃仁竑教授所指導發展的測試軟體做實驗，觀察結果不論 unicast 或是 multicast 均可正確傳送 PATH 與 RESV message，隨後即與中正大學透過 NBEN 連線測試結果，在 unicast 時 RSVP 的 PATH message 與 RESV message 可順利經由 NBEN 傳送，成功在兩校的 Notel Bay 5000 Routers 註冊 RSVP，現正進行 multicast 部份的測試。



圖表 3 成功大學 RSVP 測試環境



圖表 4 成功大學、中正大學、中山大學 RSVP 測試環境

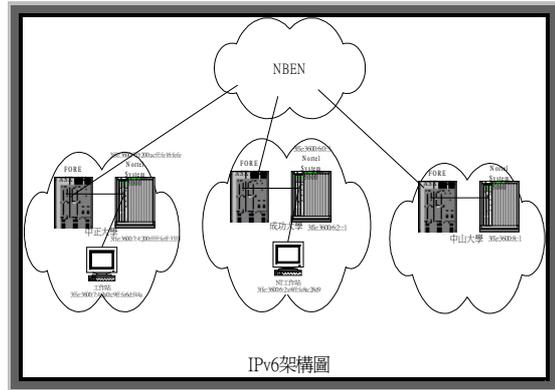
## 2.2 IPv6

正如眾所周知的，為了要應付 IPv4 所面臨的一些問題如網路位址不足以及甚至增加頻寬的範圍，Internet Engineering Task Force(IETF)發展了 IPv6[1]。IPv6 包含了以下特性：

1. 擴展定址範圍和繞路計算，把 IP 位址從 32 位元擴展成 128 位元。
2. 簡化表頭格式，將一些 IPv4 表頭的欄位去掉或改為選擇性欄位以減少 overhead。
3. 延伸表頭和選擇性欄位，選擇性欄位可視需要彈性加入。
4. 加強認證和保密功能。
5. 自動環境設定，採用 Dynamic Host Configuration Protocol(DHCP) 自動動態分配位址。
6. 來源端路徑選擇繞路。
7. 簡易而有彈性的轉換 IPv4 格式。

我們將成大與中正大學及中山大學各規劃出 3ffe:3600:0006/24、3ffe:3600:0007/24 以及 3ffe:3600:0008/24 三個 subnet 進行連線測試，由於 Notel Bay 5000BH router 已經支援 IPv6，我們不需要再另建 tunnel 即可連線。本校配置了一台 Windows 2000 Server 與一台 Linux 的 FTP Host，啟動發現 host 端可經由

Router Advertisement 正確學習到 IPv6 address，router 與 host 之間互 ping 正常，而 FTP 則尚在測試中。而在校際間，我們先與中正大學進行連線測試，初期測試並不順利，檢查發現是 policy filtering 的設定過濾掉了 accept 和 announce RIPv6，取消之後測試結果兩校的 Notel Bay 5000BH router 能成功相互交換 RIPv6 的 routing table，彼此的 hosts 端 Ping v6 也可互通，由於 Neighbor Discovery 的機制我們測試過將彼此的 prefix 設成不同的 subnet 依舊可以互通。隨後中山大學也加入測試，但由於受到 7 月 29 日全台大停電的影響中正大學機房關閉，我們先進行了成大與中山的連線測試，結果雖然都能接收到對方的 RIPv6 的 routing table，但 ping v6 卻始終回應 destination unreachable。查核 routing table 發現其中同一目的地都指向兩條路徑，推測是中山大學 Notel Bay 5000BH router 上的兩組跨校的 LIS 均啟動 IPv6 並設定 default route supply 選項以致造成迴路，關閉其中一組 LIS 的 IPv6 後兩校 IPv6 連線則完全正常。俟後中正大學供電正常再度進行三校連線測試，卻發現成大與中山都只能收到中正的 routing table 而看不到對方，中正大學的 routing table 則是收到成大的 RIPv6 時會將原先中山送來的 RIPv6 entries 清除，反之收到中山的 RIPv6 則會清除成大的 RIPv6 entries，造成中正與成大和中正與中山之間時而正常時而斷線，成大與中山則完全不通的情形，根據此一現象推論應該是 Notel Bay 5000BH 開啟了各個 LIS 的 default route supply 與 default route listen 選項所導致，在關閉此一選項後目前已運作正常。



圖表 5 跨校 IPv6 連線測試架構

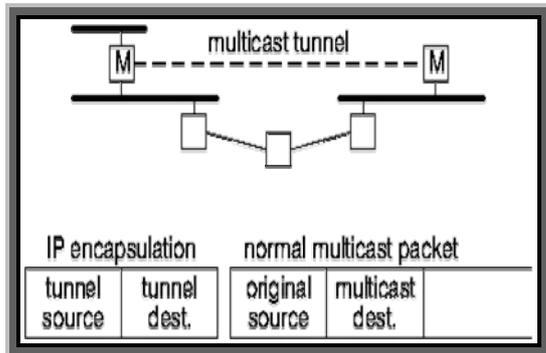
### 2.3 MBone/IPTV

關於如何建立 MBone 的網路環境，可以分成兩類：

1. 全部的 routers 都支援 multicasting
2. 網路中參雜著不支援 multicasting 的 routers

第一類的情形，我們只要在每個 router 上啟動註冊 (IGMP) 及交換 Routing Information 的 Protocol (目前一般都是 DVMRP) 等兩個功能，MBone 即建構完成。

至於第二類的情形，則是藉由將所有支援 multicasting 的 routers 中的 IGMP 及 DVMRP 啟動，接著在之間有跨不支援 multicasting 的 routers 間，建立 Tunnel，使 multicast packet 能順利送達有支援 multicast 的另一 router。下圖為此一情形的示意圖：



校內測試部份：

我們是在 FreeBSD 3.1-Stable 版本上架設，步驟如下：

1. 在 kernel configuration file 中加入 options MROUTING，然後重新 make kernel，讓 kernel 支援 mrouting，在 rc.conf 中加入 mouted\_enable="YES" 讓每次開機 mouted 自動啟動
2. 要產生/etc/mouted.conf 此一設定檔，底下是 mouted.conf 中的指令格式：

```

-----
----
name <boundname>
<scoped-addr>/<mask-len>
cache_lifetime 3600 # seconds
pruning on
phyint <local-addr> [disable] [metric <m>]
[threshold <t>] [rate_limit <b>]
[boundary (
<boundname>/<scoped-addr>/<mask-len
>)] [altnet
(<subnet>/<mask-len>/<subnet>)]
tunnel <local-addr> <remote-addr> [srcrt]
[metric <m>] [threshold <t>] [rate_limit
<b>]
[boundary(<boundname>/<scoped-addr>/
<mask-len>)]
rate_limit 0
sysName "mymrouter"
sysContact "Me <me@me.com>
+x.yyy.zzz-zzzz"
sysVersion "MyOS 4.1.3 and mouted"
sysLocation "The MBONE"
-----

```

其中重要的參數說明如下：

name：可以讓我們設定某一段位址為

某個名稱，便於之後使用。

cache\_lifetime: 設定被 Cache 住的 Multicast Route 資料存活的時間。範圍是在 300 秒到 86400 秒之間。

phyint：指明是哪個 physical interface 或 IP-Address。

tunnel：和 remote 端的 mrouter 建立通道。

metric: 設定通道代價，通常我們會把 metric 的值設得很小，因為 mouted 在選擇路徑時，無法走 metric 總和超過 31 的路徑。

threshold：可以讓我們設定 IP TTL (Time-To-Live) 的下限。當一個多址傳輸資料要通過這個通道或網路介面時，它會去檢查這個封包的 TTL 值是否小於 threshold，倘若小於 threshold 的話，則就不再轉送這個封包。若 TTL 大於 threshold，則轉送封包並將 TTL 減一。

rate\_limit：對通道的頻寬設限。rate\_limit 的單位為 Kbits/second，對於通道的預設值為 500Kbps。倘若設定為 0，則表示不設限。

我們使用了最簡單的設定方式，只定義了如下的內容：

```

cache_lifetime 3600
pruning on
tunnel 140.116.72.116 140.116.49.117
metric 1 threshold 8 rate_limit 500

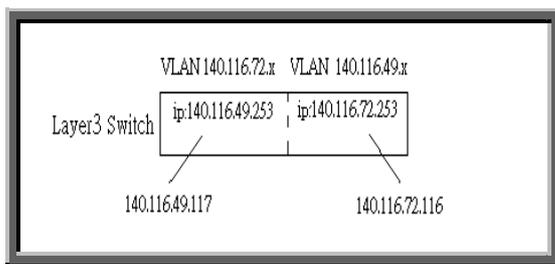
```

我們測試的方式是要在原本沒支援 multicast 的 140.116.72.x 及 140.116.49.x 中建立 Mbone，因此如我們之前所述，要啟動 mouted 及建立 tunnel。

我們分別在 140.116.72.116 及 140.116.49.117 兩台機器(FreeBSD 3.1)上跑 mouted。而 140.116.72.116 的 /etc/mouted.conf 內容就如上的三行，至於 140.116.49.117 的 /etc/mouted.conf 則只是把 tunnel 那行中的 local address 和 remote address 對調即可。然後我們在 140.116.72.x 及 140.116.49.x 上測試 sdr(一個採 multicast 的著名視訊會議軟體)成功。(其實也可用 Unix 指令 mtracrouter 來測試)

實際上的 routing 之次序為：  
 72.x <-> 72.116 <-> 72.253 <-> 49.253  
 <-> 49.117 <-> 49.x  
 sdr <-> mrouterd ←tunnel between  
 tradition router→ mrouterd <-> sdr  
 因為 72 和 49 subnet 中的 gateway 是  
 72.253 及 49.253 並不支援 multicast，因  
 此我們另外架出兩個 mrouter 並建立  
 tunnel 以便能順利的傳送 multicast  
 packets。  
 Sdr 這個軟體利用 IGMP 跟 mrouterd 註  
 冊後，即可讓 72.x 或 49.x 成為 sdr  
 group 的 members。（在此 72.x 的  
 gateway 仍是設定成 72.253，49.x 亦同）

Router 的 mutlicast 的設定部份事實上  
 會和 router 的不同而有不同的設定，我  
 們使用的是 SSR2000 這台 Layer3  
 Switch。我們做了如下的設計：



我們把 SSR 用 VLAN 分成 72 及 49 兩  
 個 subnet(router ip 皆為.253) 然後用兩  
 台 client host 連上去測試 sdr。  
 當然在測試之前，必需啟動 SSR 上的  
 multicasting 功能(其中包括了 IGMP 及  
 DVMRP)我們參考了 SSR 的使用者手  
 冊，做了如下的設定：

首先 telnet 140.116.72.253 後執行以下  
 命令：

```

ena
config
igmp enable interface 140.116.72.253
igmp enable interface 140.116.49.253
dvmrp enable interface 140.116.72.253
dvmrp enable interface 140.116.49.253
dvmrp start
  
```

接著按 Ctrl-Z 退出，並存下設定。此時這  
 一個 Mbone 環境即架設完成，我們在

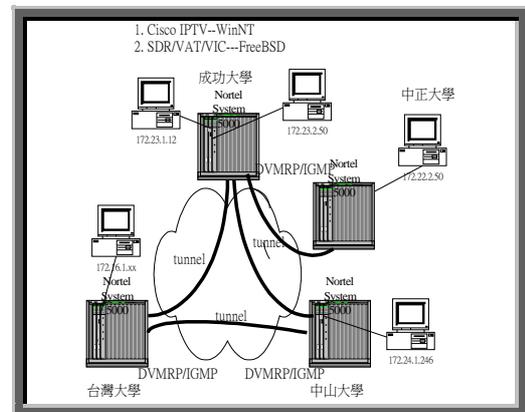
49.117 及 72.116 上測試 sdr 成功。  
 在此例中。因為 router 都有 multicast 的  
 功能。因此不必另外建 tunnel。

我們這次的做法比較特殊，如果對外需  
 要跨過不支援 multicast 的 routers 時，  
 可以用設定 dvmrp create tunnel 代名  
 local 本地 route\_ip remote 遠端  
 router\_ip 此一指令來對外建立 tunnel。  
 當然這些設定會因 router 的不同而有  
 異，但最主要的就是要把 router 的  
 IGMP 及 DVMRP 啟動，必要時設定對  
 外的 Tunnel 即可。

在這之後，我們利用 3 個 router 建立一  
 個簡單的實驗網路，利用上述的方法設  
 定，亦成功無誤。

校外測試部份：

在本校與中正大學、中山大學及台灣  
 大學各校的 Notel Bay 5000 Routers 上啟  
 動 IGMP 與 DVMRP，測試 multicasting  
 的功能。應用軟體採用 CISCO 公司所推  
 出的網路多媒體視訊廣播系統，使用  
 Windows NT 平台。各校提供 IP/TV  
 server，互連測試結果成功。

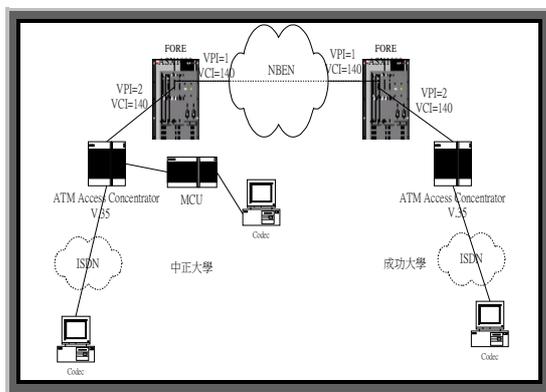


圖表 6 Mbone/IPTV

## 2.4 Circuit Emulation

本校與中正大學原本即有透過 ISDN 做  
 遠距教學的設置，將兩校的 H.320  
 CODEC 以 V.35 介面連接服務中心，藉  
 由線路整合中樞設備 AAC3 ATM  
 concentrator 以 OC3 光纖與 Fore

ASX1000 ATM Switch 相連，經由 NBEN 連線測試 Circuit Emulation 的功能。透過 NBEN VP Tunnel 建立 NCKU-AAC3 與 CCU-AAC3 PVC 的雙向通道，進行 ATM AAL1 線路模擬測試。其中 AAC3 通道頻寬設定最大傳輸量 512Kbps，Fore ASX1000 ATM Switch VP Channel 頻寬保留 2Mbps，可容納多點連線頻寬需求。測試結果其音訊品質效果相當良好，但仍有不正常斷線的訊息產生，雖並不影響聲音影像的傳輸品質，但仍值得深究。



圖表 7 Circuit Emulation

## 2.5 OC3MON

OC3 monitor 是一種網路流量監測軟體，可用來測量以 packets、bytes 或 flows 為單位的網路流量，並可選定特定用途之網路用途作為檢測對象（如：Web data、DNS、NDP、IPv4、audio 等）。第一版的 OC3mon 是架構於 DOS 上的版本，其用意主要在於要替封包加上時間標記(timestamp)時，需要將系統時間分得更細，而在傳統 PC 上的每秒 18.6 次是絕對不夠的。其次，在 DOS 系統上取得大量的連續記憶體較為不易，而這在監控大量網路資料時是必需的。新版的 OC3mon 克服許多問題之後，可架設於 FreeBSD 上。在我們這次的架設報告中，我們使用的軟體是：  
OC3mon : Coral 3.1.1，取自 <ftp://nlanr.net/Software/Oc3mon>

這套軟體是由 MCI 的工程師發展出來，用以量測 vBNS(Very-high-speed Backbone Network Service)的 traffic。它可以監測高速骨幹(155Mbps OC-3)的流量並提供 flow analysis 與統計的工作。OS 則為 FreeBSD 2.8.8 版。

監測主機上的主要硬體有：

Ethernet Network Card 1 張 (與外部溝通用)

ATM Network Card 2 張 (監測用)

分光器(optical splitter)

需要兩片 ATM Network Card 是因為需要監測雙向流量。

OC3mon : Coral 3.1.1 安裝步驟：

首先，依照 FreeBSD 的解說文件 (放在

</usr/share/doc/handbook/handbook.html>

或 <http://www.freebsd.org/handbook/>)

建議使用 FreeBSD 2.2.6、2.2.7 或 3.0-Release

將 OC3 驅動程式安裝到 Kernel Tree 下：

```
cd coral-3.1.1/drivers/ m
```

```
ake install_fatm_source
```

在 `/usr/src/sys/i386/conf/files.i386` 中增加兩行：

```
pci/fatm_pci_freebsd.c optional fatm device-driver
```

```
pci/fatm_dev.c optional fatm device-driver
```

增加以下兩行到 Kernel Config File:

```
device fatm0
```

```
device fatm1
```

重建並安裝 Kernel 後，重新啟動 (Reboot)

在 Root 下，執行：

```
mknod /dev/fatm0 c 208 0
```

```
mknod /dev/fatm1 c 208 1
```

到此 OC3 驅動程式應能安裝完成

執行下面的命令以安裝 Coral 3.1.1 的剩餘部份：

```
./configure
```

```
make depend
```

```
make
```

```
make install
```

在 `/usr/local/Coral` 下會產生 etc, bin, lib, include 四個目錄，其中在 bin 的就是執行檔的目錄。

到此為止就算是安裝完成。如果要更改所安裝的位置，就必須在 ./configure 該行後面加上 --prefix = <路徑名>

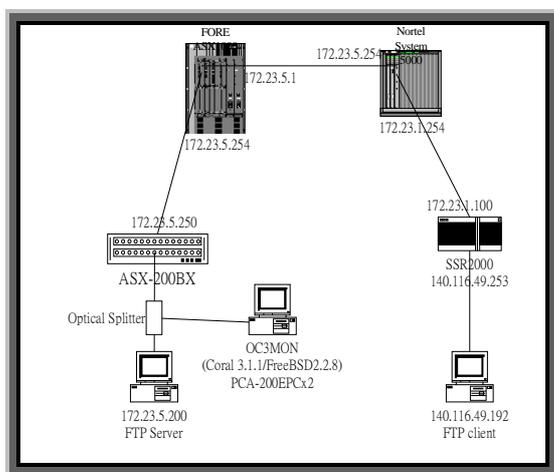
在我們的輸出實例中所用的命令是：

```
crl_trace -C "duration 60" -C "iomode first=4" -o outfile /dev/fatm0 /dev/fatm1
```

此例是監測一分鐘內所有 AAL5 PDU 的傳輸資料前四個 byte。

輸出結果經過 crl\_print 可以看出其內容：

```
crl_print outfile
```



圖表 8 OC3Mon

### 3. 結論與未來展望

NBEN 計畫之提出是國內為了因應國際通訊產業技術發展之趨勢與研發寬頻網路之關鍵技術，初期建置成果顯示達成各項目標的可行性極高，未來除對於新進的技術如 Differentiated Service 外，更應本著團隊合作的精神相互支援，共同研究，以使台灣能掌握未來寬頻網際網路的關鍵技術。

參考文獻：

- [1] "Implementing IPv6", Mark A. Miller, P.E. M&T Books, 1998.
- [2] "Inside the Internet's Resource reSerVation Protocol" David Durham and Raj Yavatkar, Wiley Computer Publishing., 1999.
- [3] "Quality of Service: Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks", Paul Ferguson Geoff Huston, Wiley Computer Publishing, 1998.
- [4] S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service," Internet RFC 2212, September 1997.