

國家實驗網路中以 Web 為介面的電路供裝系統⁼

A Web-based Circuit Provisioning System for National Broadband Experimental Networks

¹ 范國清 ¹ 陳奕明 ² 周立德^H ² 沈錕章 ² 彭銘樹 ² 汪政豪 ² 曹志誠

¹ 國立中央大學電子計算機中心 ² 國立中央大學資訊工程學系

桃園縣中壢市 32054 五權里 38 號

Email: cld@csie.ncu.edu.tw

摘要

國家寬頻實驗網路之骨幹及 GigaPOP 網接中心皆已建置完成，其間以 ATM 網路骨幹連接各大學之 GigaPOP，以進行具高頻寬、即時性及服務品質需求之實驗，進而掌握技術發展趨勢及需求成長方向。本論文在國家寬頻實驗網路上研發並實作一以 Web 為介面之電路供裝系統，讓管理者以人性化且方便的操作介面管理網路，藉以改善目前國家寬頻實驗網路上以人工作業方式逐一設定 ATM 交換機所帶來的不便。本系統提供一個 Web 介面讓使用者可以隨時隨地獲得最新網路狀況的資訊，並可自動設定 ATM 交換機之虛擬路徑或虛擬連線。

關鍵詞：國家寬頻實驗網路、Web 介面、電路供裝系統

1. 緒論

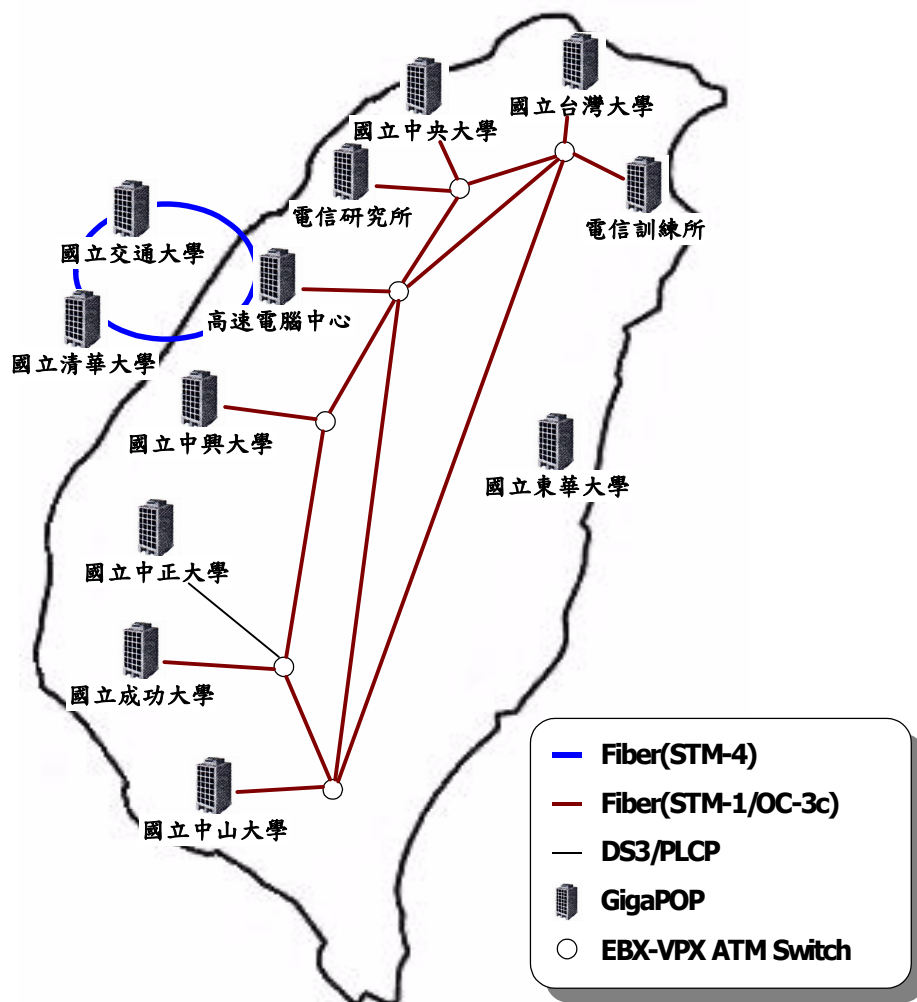
由於網際網路的快速成長，現有的網路頻寬已逐漸不敷使用，為邁向寬頻網路的世界，及因應新服務型態與新網路架構的需求，各先進國家均全力建設更高速寬頻的新世代

Internet 骨幹網路，並著手進行協定技術之研發與提昇。美國柯林頓總統提出新世代網際網路計畫 (Next Generation Internet, 簡稱 NGI) [1]；加拿大政府與民間也共同建置 CANADIAN Network for the Advancement of Research, Industry and Education (CAN-ARIE) [2]；七大工業國則有 Global Interoperability of Broadband Networks (GIBN) [3]；在亞洲國家中，新加坡及馬來西亞亦展開相關計畫，日本每年更投入高達數十億日幣進行相關建設與研究，並與韓國合作推動 Asia-Pacific Advanced Network (APAN) 連網計畫 [4]。美國學界亦發起 Internet 2 計畫 [5]以促進尖端網路應用與服務之研發、建置與運用，目前已有百餘所大學參與，許多重要廠商亦已加入。

國家寬頻實驗網路 (National Broadband Experimental Networks, 簡稱 NBEN) 是我國電信國家型科技計畫 [6] 的一環，主要仿倣美國 Internet2 的架構，作為先進網際網路寬頻應用及研究之平台。國家寬頻實驗網路採用非同步傳輸模式 (Asynchronous Transfer Mode, 簡稱 ATM) 作為網路底層，第一期工程已於一九九六年六月建置完成 [6]，共計十一個網接中心 (Point of Presence with Gigabit capacity, 簡稱 GigaPOP)，包括台灣大學、中央大學、交通大學、清華大學、國家高速電腦中心、中興大學、中正大學、成功大學、中山

⁼ This research was supported by National Science Council of the Republic of China under grant NSC 89-2219-E-008-001.

^H Corresponding author.



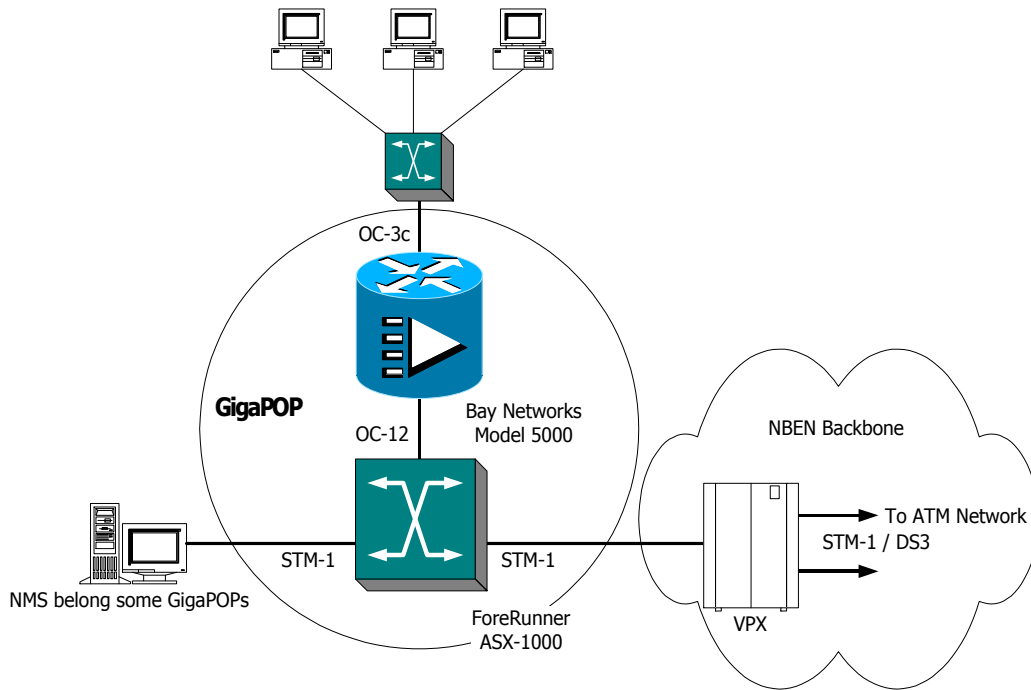
圖一 國家實驗網路之架構 (資料來源：國家高速電腦中心)

大學、中華電信研究所及中華電信訓練所，而東華大學亦即將於今年連結國家寬頻實驗網路，正式成為第十二個網接中心，如圖一所示。各網接中心之間以中華電信公司的 BEX-VPX (Broadband ATM Virtual Path Switch) [7] ATM 骨幹網路上所提供之 SDH STM-1 (155Mbps) 連接，初期提供一頻寬為 15 Mbps 之 IP 網路服務，同時也保留頻寬以提供各種 pure ATM 服務。

如圖二所示，每一 GigaPOP 網接中心均由一部 ForeRunner ASX1000 ATM 交換機及一部 Nortel Bay Networks Model 5000 路由器所組成。GigaPOP 之管理系統有二，分別為 Fore Systems 公司出品，可管理 ATM 網路之 ForeView 網路管理軟體；以及 Nortel 公司出

品，用以管理 IP 網路之 Optivity 網路管理軟體。此兩種網路管理系統均以 HP 公司發展的 OpenView Network Node Manager 作為發展與操作之平台。然而此兩套網路管理系統均只能管理及控制本身公司的網路元件或設備，且缺乏網路管理層的功能，加之其分別位於國家高速電腦中心及中華電信研究所之工作站上，網路管理者僅能定點維護，殊為不便。

為解決上述問題，本論文開發以 Web 為介面之電路供裝系統 (Web-based Circuit Provisioning System，簡稱 WCPS) [8]，利用簡易網路管理協定 (Simple Network Management Protocol，簡稱 SNMP) 及遠程背景 telnet 連線的方式，提供即時而完整的網



圖二 GigaPOP 之內部架構

路資訊，並可供網路管理者藉此介面直接進行網路設定，以動態調配 ATM 網路之頻寬資源。此外，由於採用 Web 介面的方式，網路管理者可無地域限制，隨時隨地監控網路狀況，簡化國家實驗網路的管理。

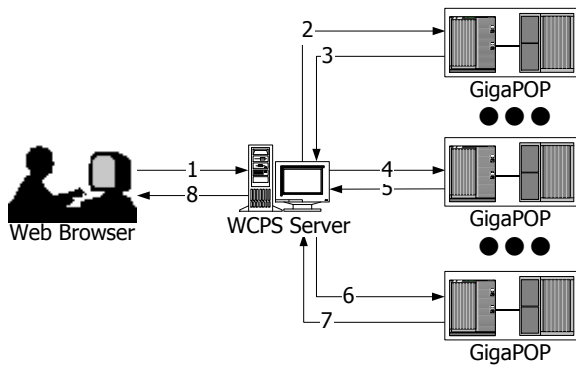
2. NBEN WCPS 系統之功能與設計

由於此 WCPS 電路供裝系統以 Web 作為介面，提供一般使用者觀看網路之狀態，並供網路管理者進行網路相關設定，因此將此系統區分為使用者端及伺服器端兩部分。使用者端僅需具備瀏覽器即可，伺服器端則建置本論文所實作之 WCPS 系統，提供網路管理功能。如圖三所示，使用者透過 WCPS 伺服器取得 NBEN 網路資訊或進行設定。

由於 NBEN 是以 ATM 作為傳輸之底層，因此本論文發展的 WCPS 電路供裝系統亦將以 ATM 電路之增刪為主。ATM 網路上之連結分為傳輸鏈路 (transmission trunk)、虛擬路徑 (virtual path, 簡稱 VP) 及虛擬通道 (virtual channel, 簡稱 VC) 三種，每一傳輸鏈路含有多條 VPs，每一 VP 又包含多條 VCs。

在傳送 ATM 細胞 (cell) 時可利用虛擬路徑識別碼 (Virtual Path Identifier, 簡稱 VPI) 與虛擬通道識別碼 (Virtual Channel Identifier, 簡稱 VCI) 來決定細胞在網路上傳送時行進的 VP 與 VC。這種虛擬的連接方式允許同一 VP 中的所有 VCs 以相同的方式進行管理與傳輸，降低網路管理與控制上的負擔，且可藉由動態調整頻寬來避免浪費頻寬。因此 ATM 網路上永久虛擬路徑 (Permanent VP, 簡稱 PVP) 與永久虛擬通道 (Permanent VC, 簡稱 PVC) 之建立與刪除是 WCPS 電路供裝系統所必須支援的功能。

本論文之 WCPS 電路供裝系統採用 SNMP 通訊協定來蒐集各 GigaPOP 之管理資訊。在 SNMP 管理模型中之節點有管理節點 (management node) 與受管節點 (managed node) 之分。管理節點是網路上的一台工作站或伺服器，上面有一個或多個執行中的管理程序，可從受管節點處蒐集管理資訊，再將之加以組織並顯示給網路管理者，通常稱它們為管理站 (management stations)。受管節點為任何能被管理的網路裝置，管理節點本身也屬於受

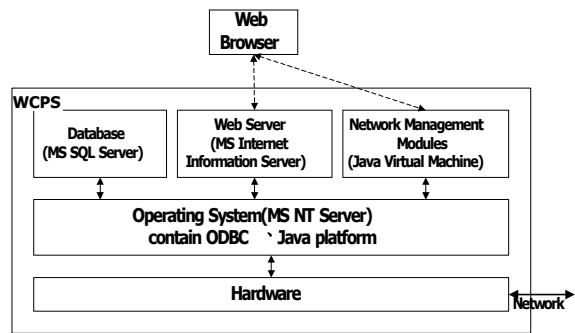


圖三 WCPS 網路運作之架構

管節點。代理者 (agent) 是在節點上執行之軟體或韌體執行程序，可提供管理服務，蒐集並傳回管理資訊以滿足管理節點所提出之要求，也可以主動對特定事件之發生 (即 trap) 送出告知訊息。如圖三所示，WCPS 伺服器扮演管理站的角色，而各 GigaPOP 則為受管節點。

SNMP 之網路管理機制由 SNMP 通訊協定 (SNMP protocol)、管理資訊結構 (Structure of Management Information, 簡稱 SMI) 與管理資訊庫 (Management Information Base, 簡稱 MIB) 三個部分所組成 [9]。所有管理指令都是作用於受管資訊物件 (或稱為 MIB objects)，這些物件皆擁有同一組屬性的資料，且一致使用 SNMP 所定義的 Get、GetNext 和 Set 指令來處理。每一物件有唯一的物件識別代號 (Object Identifier, 簡稱 OID)，

WCPS 伺服器之內部架構如圖四所示，由資料庫、Web 伺服器，以及架在 Java 虛擬機器上的網路管理模組所組成。架構於 Java 虛擬機器上之網路管理模組是整體系統中之關鍵，負責提供所有的網路功能，包括設定各 GigaPOP 中之參數以及定期蒐集 NBEN 網路狀態資訊，並將這些資訊儲存於資料庫中，以便隨時提供使用者查詢。Web 伺服器提供使用者瀏覽介面及資料庫存取介面。使用者透過瀏覽器下載 applet 後可直接與網路管理模



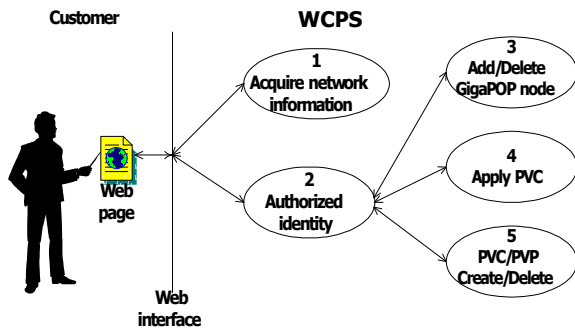
圖四 WCPS 伺服器之內部架構

組進行溝通及資料交換。

接下來先討論 WCPS 系統所應具備之功能，再據以設計 WCPS 中網路管理模組之組成。WCPS 系統所應具備下列功能：

1. 將整個網路架構以圖形化之介面顯示於使用者的網頁中。
2. 透過圖形介面點選任一 GigaPOP 節點即可獲知其資訊。
3. 透過圖形介面點選相鄰兩節點間之線段即可獲知鏈路的使用狀況。
4. 提供網路狀態資訊之查詢。
5. 經由 ForeThought 網頁查詢及設定 ATM 網路之參數。
6. PVP/PVC 之設定。
7. 定時對網路進行監視、收集各種可測量之資料。
8. 查詢網路節點上某一 OID 之值。
9. 進行身份認證工作，防止非法的入侵。

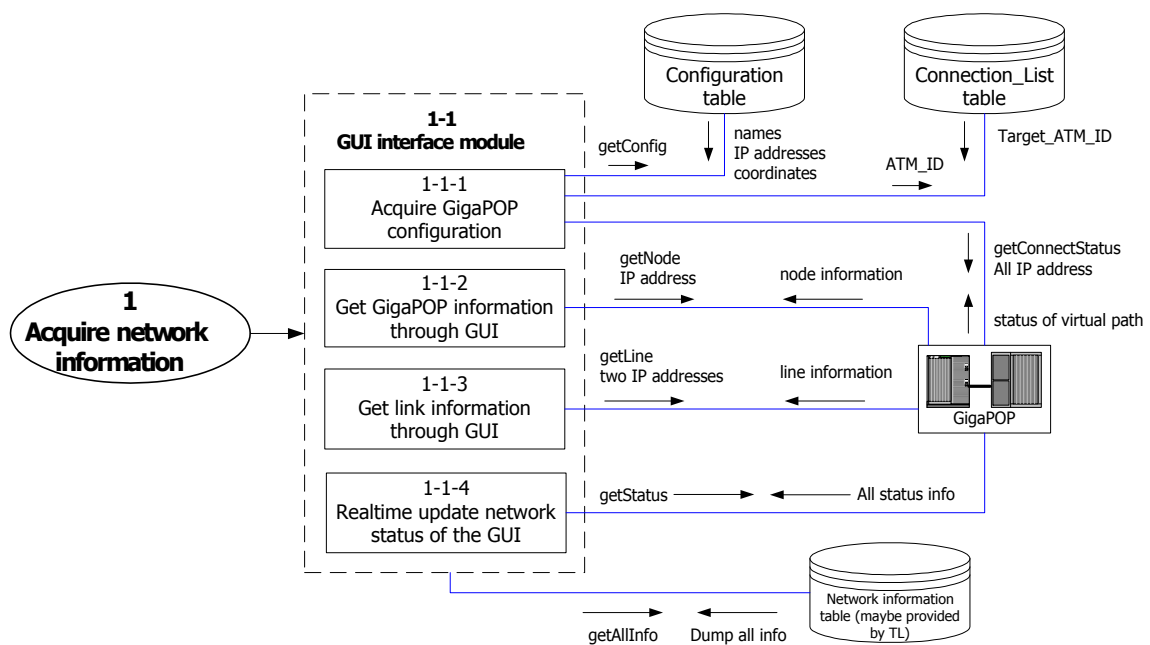
依上述之功能需求可將 WCPS 系統中的網路管理模組分為五個子系統：網路資訊蒐集 (Acquire network information) 子系統、身份認證 (Authorized identity) 子系統、增刪 GigaPOP 節點 (Add/delete GigaPOP node) 子系統、申請 PVC (Apply PVC) 子系統，以及建立/刪除 PVC/PVP (PVC/PVP Create/Delete) 子系統，如圖五所示。



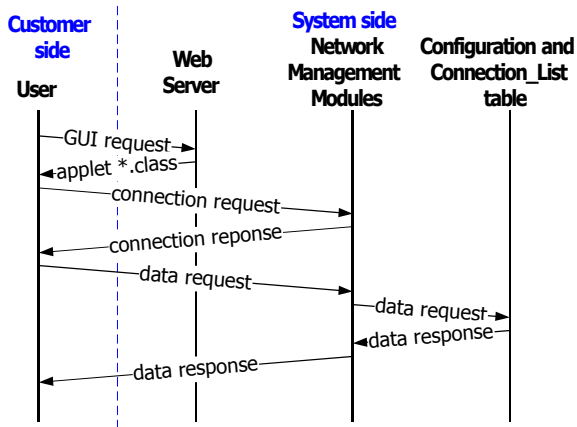
圖五 WCPS 中網路管理模組之子系統

圖六為網路資訊蒐集子系統之分析設計圖。在 Acquire network information 子系統下為圖形化的使用者介面 GUI interface module 模組，提供以點選之方式獲得網路資訊，其中包括四種功能：Acquire GigaPOP configuration 為 GUI 介面之產生程序；Get GigaPOP information through GUI 為透過 GUI 介面獲得單點 GigaPOP 資訊之程序；Get link information through GUI 為透過 GUI 介面獲得兩個 GigaPOP 間連線資訊之程序；以及 Real-time update network status of the GUI 為即時更新 GUI 介面之網路狀態的程序。資料庫 Configuration table 可存放網路資訊，用以繪出圖形介面；資料庫 Connection_List table

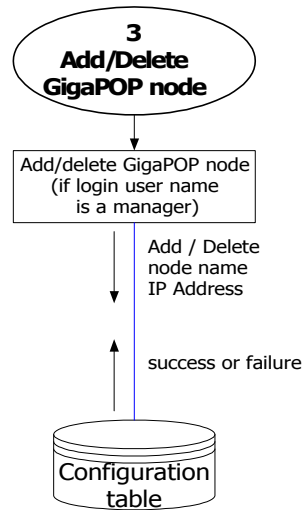
用以紀錄兩 ATM 交換機之間是否有連線存在；而資料庫 Network information table 則存放其他網路資料。圖七為取得網路架構資料及繪出 GUI 介面之系統處理流程，在使用者選擇透過 GUI 介面取得網路資訊時，瀏覽器自 Web 伺服器下載 GUI 介面圖案及 applet 程式，applet 程式嘗試與伺服器端的網管模組建立連線，成功後透過網管模組下載 GigaPOP 各點座標位置等資訊以完成 GUI 介面。圖八則為不使用資料庫直接蒐集網路資料之系統處理流程，在使用者下達要求資訊的需求時，透過 Web 伺服器直接至 GigaPOP 網路設備蒐集資訊，或者可透過中華電信研究所提供之介面 TL-Interface 間接取得 VPX 之相關資料。圖九則為透過資料庫蒐集網路資料之系統處理流程，由網路管理模組定時更新資料庫存放的內容，以供使用者查詢時使用。不使用資料庫而直接向各 GigaPOP 蒐集網路資料之優點是可取得最新的網路狀態資訊，但若有許多使用者同時查詢時則會增加網路管理之訊務量，惡化網路擁塞的程度，延遲回應時間，反而不如透過資料庫蒐集網路資料的方式來得有效率。



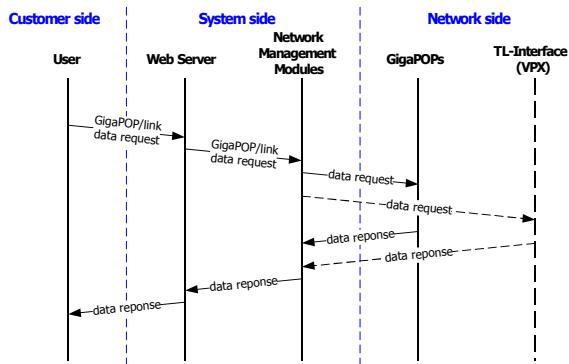
圖六 網路資訊蒐集子系統之分析設計圖



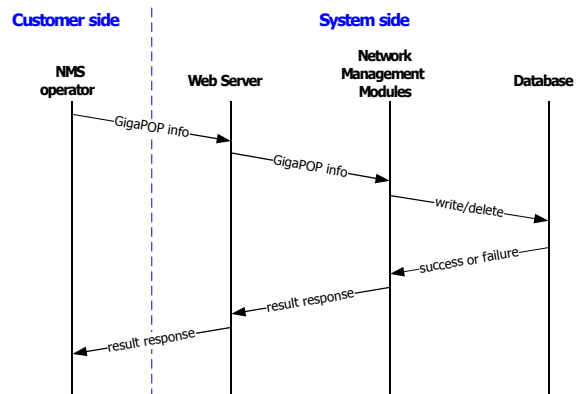
圖七 取得網路架構資料及繪出 GUI 介面之系統處理流程



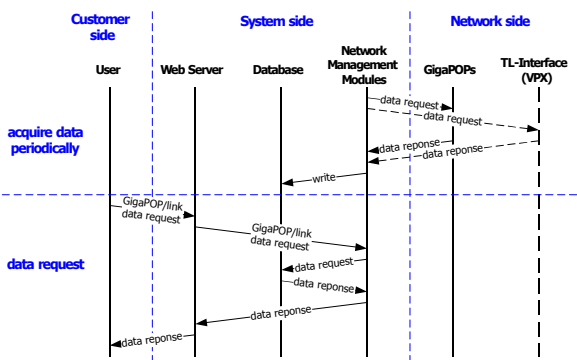
圖十 增加及刪除 GigaPOP 節點子系統之分析設計圖



圖八 不使用資料庫直接蒐集網路資料之系統處理流程



圖十一 增加及刪除 GigaPOP 節點之系統處理流程



圖九 透過資料庫蒐集網路資料之系統處理流程

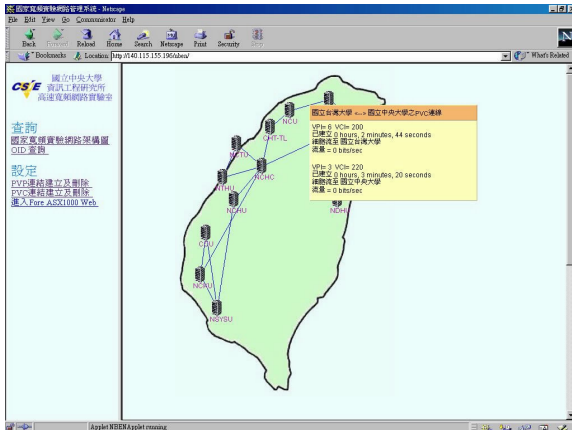
統處理流程如圖十一所示，管理者使用瀏覽器經身份認證成功後，透過 Web 伺服器下達需求至資料庫代理人進行資料的異動，而系統端則回應處理的狀況是成功或是失敗，失敗則需傳回原因讓管理者了解系統狀況。

其餘三個子系統之設計圖與訊令處理流程因受限於篇幅而暫不在此敘述。

3. 系統實作

增刪 GigaPOP 節點子系統之分析設計如圖十所示，此子系統功能僅提供網路管理者使用，在輸入必要資料後即可進行增加或刪除節點的工作，系統則需傳回成功與否。其使用到的資料庫為 Configuration table。此部分之系

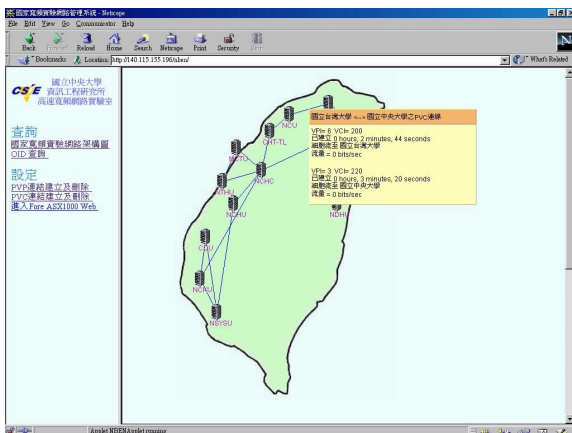
本系統實作於國立中央大學資訊工程學系的寬頻高速網路實驗室，由於仍在持續地實驗與開發新功能的階段，因此尚未正式開放提供對外服務。目前用以架設系統及伺服器所之個人電腦的配備為 Pentium MMX 200Mhz，記



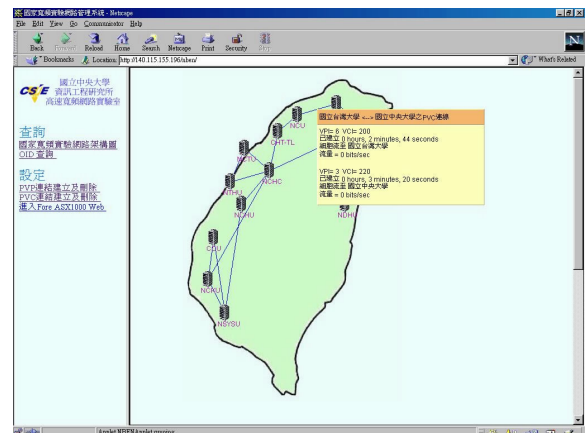
圖十二 國家寬頻實驗網路 WCPS 系統之首頁



圖十四 點選 NBEN 上一鏈路時顯現之鏈路資訊



圖十三 點選 NBEN 上一 GigaPOP 節點時顯現之節點資訊

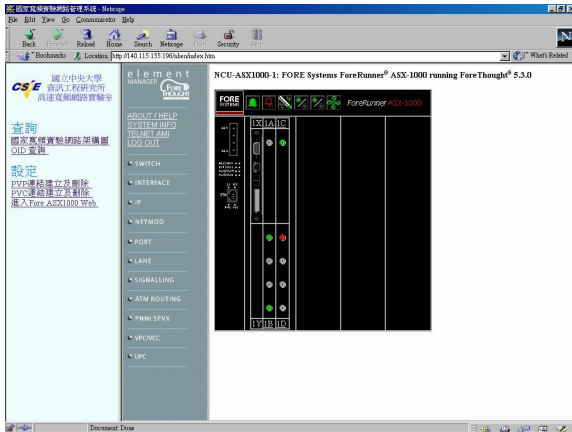


圖十五 OID 查詢之介面

憶體之容量為 64 MB，硬碟之大小為 4 GB，其作業系統為 Microsoft Windows NT Server 4.0 Service Pack 5。採用之 Web 伺服器為 Microsoft Internet Information Server 3.0，而資料庫使用 Microsoft SQL Server 7.0。所開發系統之網路管理模組皆以 Java 程式語言撰寫，主要是基於以下理由：

- ◆ Java 為一個適合網路開發的程式語言。
- ◆ Java 為一個跨平台的程式語言，適合用於各種作業系統平台。
- ◆ Java 之 Java 虛擬機器 (Java Virtual Machine，簡稱 JVM) 的安全機制嚴格，可提高系統安全性。
- ◆ 使用 Java 提供之 Java Applet 能夠建立遠端互動之圖形介面。

圖十二為本論文開發之 WCPS 電路供裝系統之首頁，分為查詢及設定兩大部分。在查詢部分又分為國家寬頻實驗網路架構圖及 OID 查詢。國家寬頻實驗網路之架構圖為一 GUI 介面，提供使用者直接以點選的方式獲得網路資訊。圖十三為使用者直接點選 GigaPOP 節點時系統會將該 GigaPOP 節點之各項相關資訊直接顯示在畫面上，這些資訊包括節點名稱、虛擬路徑、虛擬通道以及瞬間流量等。當使用者點選某一鏈路時，系統即會將鏈路兩端 GigaPOP 節點名稱及瞬間流量等資訊顯示在畫面上，如圖十四所示。OID 查詢功能則提供使用者針對網路上提供 SNMP 服務之設備進行查詢，只要輸入該設備之位址及欲查詢之 OID 即可，如圖十五所示。WCPS 系統亦提供一介面供網路管理者進入 Fore



圖十六 進入 Fore ASX1000 ForeThought 之介面

ASX-1000 ATM 交換機所提供之 ForeThought 管理軟體，以進行更詳細的設定或資料的查詢，如圖十六所示。

4. 結論與展望

國家寬頻實驗網路之建立可提供遠距教學及視訊會議與隨選視訊等多元化的多媒體網路服務外，並能進行具高頻寬、即時性及服務品質需求之實驗。本論文發展並實作一以 Web 為介面之電路供裝系統，利用 WWW 的便利讓使用者在國家寬頻實驗網路上之任何地方，甚至是在國家寬頻實驗網路之外均能得知整體網路之即時使用狀況。本系統亦可讓國家實驗網路各 GigaPOP 之網路管理者透過統一的管理介面增刪 PVP 或 PVC 以方便管理整個網路，但在增刪 PVP 方面仍需再通知中華電信研究所進行 VPX ATM 交換機之設定後，虛擬路徑才能成功連接。

本年度所研發之 WCPS 電路供裝系統是以 ATM 網路上之管理為主，未來尚可在本系統繼續開發 IP 層以上之管理與服務功能。此外，由於移動式代理人 (mobile agent) 技術可有效降低請求/回應 (request/reply) 之

訊務量，因此具有節省網路頻寬之特性；加之移動式代理人能察覺自身所處的環境而採取適當的動作，在間歇性或不可靠的網路環境中仍可正常運作，且移動式代理人彼此間可相互溝通相互合作來完成特定任務，因此極適合應用於網路管理中。本論文作者亦另行開發一應用移動式代理人技術的網路管理雛型系統，未來可考慮在國家實驗網路上以移動式代理人技術繼續開發為其量身定做的網路管理系統。

參考文獻

- [1] NGI Initiative, "Next Generation Internet (NGI) initiative," <http://www.ngi.gov/>, Jan. 2000.
- [2] CANARIE Inc., "CANARIE," <http://www.canarie.ca/>, 1999.
- [3] G7 Countries, "High-performance applications requesting high-speed broad-band networks," <http://www.ncsa.uiuc.edu/General/GIBN/>, Jan. 1996.
- [4] "Asia-Pacific advanced network," <http://www.apan.net/>, May. 2000.
- [5] Internet2 working groups and initiatives, "Internet2," <http://www.internet2.edu/>, May. 2000.
- [6] 電信國家型科技計畫, "國家實驗網路," http://www.ntpo.nsc.gov.tw/project_int/NationNet.html.
- [7] 中華電信研究所, "Broadband ATM Virtual Path Switch (BEX-VPX)," <http://www.chttl.com.tw/pub/major/te87-703.htm>, July 1999.
- [8] A. C. Weaver, "The Internet and the world wide web," *IECON 97—23rd International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation*, Vol. 4, pp. 1529-40, 1997.
- [9] J. D. Murray, *Simple Network Management Protocol*, O'REILLY, pp. 10-13, pp. 56-60, pp. 105, Apr. 1999.
- [10] M. Cheikhrouhou and J. Labetoulle, "When management agents become autonomous, How to ensure their reliability?" *IEEE/IFIP NOMS 2000—Network Operations and Management Symposium*, Hawaii, pp. 949-50, Apr. 2000.