

# 南華大學

資訊管理學系

碩士論文

應用自由軟體建構網路電話交換機系統-

以國民小學為例

Applying Free Software to Build the Network Telephone Switching  
System :An Example of Elementary Schools

研究生：羅沐嫻

指導教授：邱英華

中華民國 102 年 6 月

## 誌謝

我的論文終要完成付梓了，兩年的研究所求學生活將步入尾聲，能在時間內順利圓滿完成，衷心感謝好多人。

感謝我的父母養育我成人，在我的求學路上一路盡心栽培，雖已自組家庭，仍不斷鼓勵我再度回到學校進修，今日若有任何微小成就，都得歸因於我敬愛的父母自小對我的教養。感謝指導教授邱英華老師在研究上不辭辛勞的教導，給我方向與指導，讓我在論文的撰寫過程中少走冤枉路；遇瓶頸時，協助我從不同角度思考，找出問題的關鍵，得以一路順利。感謝洪銘健所長以及系上的老師們，在專業知識與實務經驗的分享，使我在研究上獲益良多。亦感謝尤國任與謝定助兩位教授在口試期間對論文的修正與指導，讓本文更趨成熟。

感謝同學淑芬、啟智，學校同事佩均、金滿、慧詠、鏗瑛在求學過程中的關心鼓勵與支援，讓自己在求學與教職的雙重工作下，依然得以順利完成學業。

最後，要將心中的感謝獻給我摯愛的老公、孩子與公婆，謝謝你們的鼓勵與分擔，讓我得以全心全力、無後顧之憂在學業上努力，在勞累之時亦能幸福享受到甜蜜的家庭生活。

# 應用自由軟體建構網路電話交換機系統-

## 以國民小學為例

南華大學資訊管理研究所

研究生：羅沐嫻

指導教授：邱英華

### 摘要

網路電話（Voice over Internet Protocol, **VoIP**）不但具有低廉的通訊費用優勢，並擁有與多媒體相結合之特性，它已成為漸受歡迎的傳播媒介。然而，目前多數國民小學所使用的傳統電話總機屬於封閉系統，皆有著擴充不易及維修昂貴的缺點。

為了解決上述的問題，我們在現有的網路服務基礎下，以自由軟體所開發的 IP PBX 軟體“**Elastix**”導入校園語音通訊系統(Campus Voice Communication System, **CVCS**)。我們以精簡管理人力及成本為目標，並就系統維護性、擴充性及管理便利性加以分析實作，設計出可實際運行於校園的 IP PBX 系統，降低學校的對外通訊費用。本系統可作為學校建置 IP PBX 之範例，更可將網路電話相關的增值應用服務推展至各教育行政機關及各學校間，促進網路應用服務的效益。

**關鍵字：**自由軟體、VoIP、IP PBX、Elastix、校園語音通訊系統。

# **Applying Free Software to Build the Network Telephone Switching System: An Example of Elementary Schools**

**Student:** Mu-Hsien Lo

**Advisor:** Dr. Yin-Wah Chiou

Department of Information Management

The M.I.M. Program

Nan-Hua University

## **ABSTRACT**

The **VoIP** (Voice over Internet Protocol) not only reduces the communication costs but also combines the multimedia. It is becoming more and more popular. Currently, most of elementary schools are using closed system of traditional telephone. However, the traditional system is not easy to extend. It has also incurred an expensive maintaince cost.

To solve the above problems, we integrate the existing network structure with the “**Elastix**” (based on the *open source software IP PBX*) to develop a *campus voice communications system (CVCS)* to streamline the management of manpower and costs. The CVCS can work scalability and manage actually to run on the campus of the IP PBX system. It can reduce the external communication costs of the school. In addition, the CVCS is able to be used as an example to build IP PBX of elementary school. The Internet phone assoociated value-added application services can be extended to various education institutions to promote the benefits of network application services.

**Keywords:** VoIP, Elastix, IP PBX, Campus Voice Communication System



# 目 錄

論文口試合格證明.....	iii
誌謝.....	iv
中文摘要.....	v
英文摘要.....	vi
目錄.....	vii
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究方法與流程.....	4
第二章 文獻探討.....	6
第一節 自由軟體.....	6
第二節 VoIP.....	11
第三節 SIP.....	15
第四節 網路電話交換機.....	18
第三章 系統分析與設計.....	22
第一節 校園語音通訊系統開發過程與系統規劃.....	22
第二節 校園語音通訊系統分析與評估.....	27
第三節 校園語音通訊系統設計與架構.....	33
第四章 系統實作.....	42
第一節 建置 CVCS 多功能伺服器.....	42
第二節 相關服務套件與系統設定.....	51
第三節 CVCS 系統的安裝與測試.....	62
第四節 伺服器資料備援設定.....	76
第五章 結論與未來展望.....	81
第一節 結論.....	81
第二節 未來展望.....	82
參考文獻.....	84

## 表目錄

表 3.1 台灣銀行共同供應契約商用 IP PBX 價格表.....	30
表 3.2 經濟面可行性比較表.....	32
表 4.37 通話費率比較表.....	76

## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	5
圖 2.2 VoIP 通話類型架構圖.....	13
圖 2.3 User Agent 運作狀況圖.....	17
圖 2.4 PBX 搭配 Gateway 架構圖.....	19
圖 2.5 IP PBX 運作架構圖.....	21
圖 3.1 系統發展生命週期流程.....	23
圖 3.2 校園語音通訊系統規劃圖.....	25
圖 3.3 校園語音通訊系統資料備份圖.....	26
圖 3.4 CVCS 系統處理程序設計圖.....	37
圖 4.1 伺服器安裝時 BIOS 設定.....	43
圖 4.2 伺服器安裝選項.....	44
圖 4.3 語系安裝選項.....	44
圖 4.4 鍵盤模式安裝選項.....	45
圖 4.5 磁碟安裝設定選項.....	45
圖 4.6 磁區安裝設定選項.....	46
圖 4.7 觀看磁區分配狀況.....	46
圖 4.8 磁碟分割狀況.....	47
圖 4.9 網路卡相關設定.....	47
圖 4.10 網路卡位址設定.....	48
圖 4.11 套件自動安裝狀況圖.....	48
圖 4.12 設定資料庫密碼.....	49
圖 4.13 設定 Elastix Web UI 管理者密碼.....	49
圖 4.14 使用命令模式登入系統.....	50
圖 4.15 使用 Web UI 登入系統.....	50
圖 4.16 防火牆架構.....	53
圖 4.17 OSI 網路七層模型.....	54

圖 4.18 iptables 檢查封包流程.....	55
圖4.19 建立使用者分機號碼.....	63
圖4.20 建立分機號碼設定值.....	64
圖4.21 網路電話設定表.....	64
圖4.22 批次建立分機表格式.....	65
圖4.23 批次匯入分機號碼.....	65
圖4.24 Hardware Detector.....	66
圖4.25 語音卡設定檔.....	66
圖4.26 語音導引的錄製.....	67
圖4.27 語音導引分機設定.....	68
圖 4.28 Inbound Routes 語音設定.....	69
圖 4.29 使用二類電信撥話流程圖.....	70
圖 4.30 建立 Sip Trunk.....	72
圖 4.31 二類電信業者網站.....	74
圖 4.32 二類電信業者的儲值網站.....	74
圖 4.33 信用卡儲值網站.....	74
圖 4.34 電話卡儲值網站.....	75
圖 4.35 二類電信通話費率表.....	75
圖 4.36 市話撥打行動電話費率表.....	75
圖 4.38 rsync 資料備份架構圖.....	77

# 第一章 緒論

在本章節，我們將就本文的研究背景與動機、研究目的以及研究方法與流程逐一描述。

## 第一節 研究背景與動機

網路電話 (Voice over Internet Protocol, VoIP) 是在網際網路基礎上，運用語音訊息壓縮技術將類比音訊轉換數位封包於網路上傳輸。有別於使用電路傳輸的公眾電話網路系統 (Public Switched Telephone Network, PSTN)，VoIP 無論在安裝線路或增加線路上，皆比 PSTN 簡易。近年來由於網際網路週邊設備普及，並加上 VoIP 通話費用的低廉優勢，在企業組織或私人間，VoIP 早漸有取代 PSTN 通話功能之趨勢。

目前，國中小各級學校等教育單位，所配有的學術網路與完善的網路設備，對 VoIP 系統的建置可說相對方便。只要在現有網路設備基礎下，再行增添使用端設備 (軟體電話或網路電話機) 與網路電話交換系統 (IP Private Branch eXchange, IP PBX) 即可建置，十分便捷。然而，市面上電信設備廠商所提供的 IP PBX 系統，不僅費用昂貴、作業系統操作缺乏彈性，這對向來經費拮据的學校單位來說，自行採購 IP PBX 系統並不是其主要思考之面向。有鑑於此，位於高雄縣網路中心的 Loxa 教育網，早在數年前即免費提供全國教育單位建

置 IP PBX 的服務，有效地解決各校建置 VoIP 系統之困擾。

在 2000 年 5 月設立的 Loxa 教育網，至今已經十年了。當初由高雄縣網路中心提出需求、著手規畫，並委由民間政揚公司出資建置完成系統，免費提供全國各教育單位相關的網路服務與應用，這其中包含著免費提供全國各級學校教職員與學生的電子郵件服務，也包含著免費提供網路置放空間供老師放置班級網站資料。在兼具教學與知識交換平台的角色外，Loxa 更免費提供網路電話平台，可說是全國中小學師生一致認同的優良資訊網路平台。

正因 Loxa 教育網，數年來不間斷的提供優質的資訊網路服務，吸引為數不少的學校，紛紛借助其 IP PBX 服務功能，建置校園內的網路電話系統，提升學校通訊服務。然而，原先設置於高雄縣五甲國小的高雄縣教育網路中心，卻因 2011 年高雄縣市的合併升格，在 2012 年 10 月 30 日停止所有縣網中心的網路資訊服務，此政策迫使原先借助 Loxa 教育網 IP PBX 服務的相關學校，即將面臨網路語音通話中斷之困境。不過，礙於自行添購商用 IP PBX 除瑣皆不斐外，在操作管理上亦缺乏彈性，無法切合組織實際需求；倘若針對學校組織結構，再行客製化，採購費用又將追高。因此，基於組織節費、適性化原則下，利用開放原始碼建置一套免費的 IP PBX 系統，應是各學校資訊系統管理人員可琢磨探討的議題，也是本文啟發研究探討之動機。

## 第二節 研究目的

以往建置一網路電話交換機系統，可向電信設備製造商直接採購 IP PBX 系統，但因費用昂貴、操作繁雜、非客製化的 IP PBX 系統，並不是一項親民的商品。在自由軟體趨勢帶動下，一開放原始碼”Elastix” (<http://www.elastix.org>) 的誕生，讓使用者不需額外添購配備，只需在一般 PC 上，即可建置具備一般電話交換機功能的 IP PBX。

電話語音傳輸與網路資料傳輸最大不同之處，在於電話語音為維持通話順暢，不得有延遲中斷的現象，因此語音封包在網路傳輸時，服務品質(Quality Of Service, QoS)與負載平衡成為重要的條件。因為它能去除語音中斷、延遲等現象，為通話者提供良好的通話品質。因此，開發一套兼顧 QoS 而且穩定的 IP PBX，提高通訊服務品質、降低通訊成本正是本研究的目的所在。

使用開放源碼的軟體或作業平台建立 IP PBX，並在校園內導入 IP PBX 的通訊協定與架構，是本研究的分析與探討重點。我們希望將自由軟體帶入電話通信中，除了達成校務行政電子化外，並為學校帶來行政經費的節流。本研究中將以自由軟體建置 IP PBX，進一步配合伺服器軟體建置，將建構適合導入校園的 IP PBX 系統。

我們將以校務行政 e 化的推展為基礎，將分散在各個網路節點的

VoIP 設備利用自由軟體所開發的 IP PBX 系統，將其整合成一套校園語音通訊系統(Campus Voice Communication System, CVCS)。期望達到集中管理、資源共用的目的，減少資訊設備與人力維護的費用。

CVCS 系統採用主從式架構(Client/Server Architecture)，也就是分成前端處理(Client)、應用程式邏輯處理(Application Server)的方式進行系統運作。主從式架構可結合成一個有合作性、階層性的系統，且具備彈性、易於維護及可成長擴充的架構。

本文利用自由軟體建構一個易於管理與使用的 IP PBX 系統，將安裝與管理工作集中於伺服器端(Server)，以有效的降低軟體以及管理成本。本文主要研究目的摘要如下：

- 探討以自由軟體”Elastix”建構 IP PBX 系統的可行性。
- 建構一套兼顧 QoS 而且穩定的 IP PBX 系統。
- 探討 IP PBX 系統建置過程與導入校園所遭遇問題與解決方法。

### 第三節 研究方法與流程

我們將蒐集 IP PBX 系統平台相關的開發趨勢，並針對 IP PBX 系統平台在推展過程中所曾遇到的問題加以分析，並將相關理論與研究逐一匯集，作為本文實際建置系統的參考。對自由軟體的規劃，我們將分析軟體對 IP PBX 系統建置之適切性，再逕行導入系統運作。依照分析結果，進行 IP PBX 系統架構與所需軟硬體設備之規劃，以此



作為建置系統的基礎。

本文將實際建置 IP PBX 系統，並搭配相關硬體系統與配套軟體程式，以求高穩定的通話品質。除了將 CVCS 系統實際運作於教育單位外，並將與其他教育單位分享系統測試成果。CVCS 之研究方法與流程，如圖 1.1 所示。

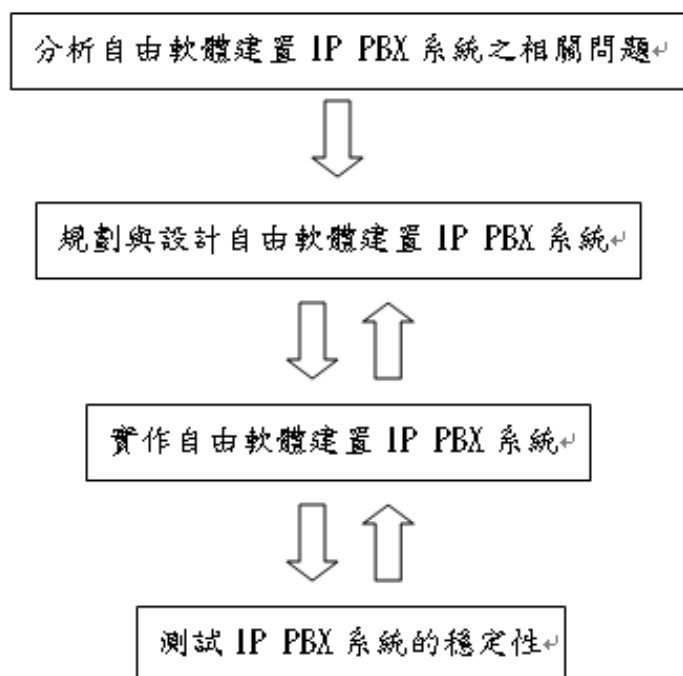


圖 1.1 研究方法與流程圖

## 第二章 文獻探討

本文的研究目的，以自由軟體”Elastix”為系統規劃之主軸，建置符合 SIP (Session Initiation Protocol) 通訊協定的 CVCS 系統。除 IP PBX 系統建立外，並搭配自由軟體套件強化系統功能，使其具有高穩度、高防護與方便管理之特性。在本章節裡，共分四節，依序對自由軟體 (Free Software) Elastix、VoIP (Voice over Internet Phone)、SIP (Session Initiation Protocol)、網路電話交換機 (IP PBX) 進行探討。

### 第一節 自由軟體 (Elastix)

自由軟體 (Free Software) 是一種公開原始碼的軟體，使用者能不受限制下自由使用、複製、散佈，或是依使用者需求修改執行程式與原始碼。相較一般商業軟體，自由軟體多了更多自主操控權，以商業軟體而言，使用者雖付費購買，但仍僅是「使用權」的取得，只能進行個人安裝使用，無權複製，更無法窺探軟體程式原始碼。

自由軟體基金會 (Free Software Foundation) 創辦人理察 斯托曼 (Richard M. Stallman) 曾為自由軟體提出更進一步之註解：「Free Software，『Free』不在費用的免費，自由才是其靈魂，如言論自由般的概念，並非是價格上的免費」(陳煥鏘，2011)。軟體的付費與否，並非「自由軟體」所關注之處，擁有軟體的自由權，才是 Free Software

真正的精神所在，因此即便是付費軟體，而不受廠商牽制，享有原始碼公開權力，依然符合 Free Software 之精神。在 Richard M. Stallman

「自由精神」中可由四面向(莊淑媛，2011)來解釋：

[自由 0]使用的自由:不受限制，自由運用程式軟體。

[自由 1]研究的自由:可自由研究程式軟體運作方式，並可依個人需求修改程式，滿足個人需求。

[自由 2]散佈的自由:可自行重新複製，分享給需要的人。

[自由 3]改良的自由:有改善軟體之自由，將之公佈，嘉惠公眾社群。

使用自由軟體，將可獲得 Richard M. Stallman 所強調之四項自由。由於程式碼的公開，使用者可以研究、改良，讓不同需求軟體版本在社群間的散佈與複製，知識得以分享，公眾受惠，降低開發成本。洪朝貴(1999)即指出，自由軟體是「贈與文化」的展現，使用者對貢獻者的肯定，是貢獻者不斷驅策的動力來源；貢獻者不計私利與社群分享，放大資訊成果。在教育立場上，培養孩子的創造思考能力是教育永不變的宗旨，教師們若能善用自由軟體，集思研究、改善教學現場困境，除了是校園文化人力提升、知識再創的展現，也活絡校園組織的學習氣氛。

因原始碼的公開，讓 Free Software 能在共創分享中，創造無限價值，陳聖文(2008)即對自由軟體的價值，作如下解釋：

1. 費用:在有限購置經費的考量下，自由軟體絕對相較於商用軟體具有低價、免費之優勢。
2. 安全:原始碼公開，去除詭計隱藏的危機。
3. 無毒:原始碼的公開，軟體程式更新速度快，降低病毒侵害機率，即使程式帶有病毒，也因程式碼公開，亦能快速制止。
4. 網管:透過自由軟體伺服器系統，方便網管人員遠端監控、及時處理，帶來工作便利性。
5. 穩定:自由軟體大都經過眾多使用者的測試與使用，軟體的相容性與包容性自然相對提高，軟體更具穩定性。
6. 創意:透過社群彼此創意分享，增進軟體效能，徹底發揮硬體最大功效。
7. 負責:自由軟體數量多，選擇搭配不受限，使用者可依需求找尋合適軟體。
8. 客制:使用者可依個人需求，修改程式，展現個人特色。
9. 分享:公開不私占，分享不隱藏，透過分享讓資訊成果發揮最大價值。
10. 自由:為人服務，不求回報。

除上述十大價值外，在教育場域使用自由軟體，亦具有多項優勢

1. 低成本優勢，減少城鄉數位落差、提升學校組織競爭優勢。
2. 原始碼開放優勢，促進學校組織創新發展客製、在地化商品，為組織運作帶來最大效能，此外，師生參與程式設計與修改，活絡學校組織的學習。
3. 合法拷貝優勢，減少師生觸法(莊淑媛，2011):。

教育部自 92 年推動「自由軟體應用計畫」，透由「系統建置」、「校園應用」與「教學應用」三階段逐步推廣(陳瑋寧，2011)。不少與校園學務、教學事務、文書處理應用、作業系統、伺服器相關的自由軟體，都廣受學校單位推廣。

Elastix 是基於” Asterisk” 所衍生開發出的簡易系統，在 IP PBX 的建置系統中，Asterisk 可說是第一套採開放原始碼、並實際運作測試的 IP PBX 系統建置軟體。藉由 Asterisk 的協助，管理者可建立一套全新的網路語音通訊系統，有效整合傳統電話與網路電話混用的服務環境，除讓企業組織可將既有的傳統電話系統逐步轉移達成語音數位化，或是直接以 Asterisk 所建置的 IP PBX 完全取代傳統交換機之功效。在 Asterisk 所建立的 IP PBX 系統裡，除提供 IP Phone 與 PSTN 電話機的通訊交換外，並可將原採長途電話計費之通訊，透由 IP PBX 改為以網路傳輸的語音通訊，達成節省經費之功用，此外，系統更可提供相關的語音進階服務功能，如語音信箱。但由於

Asterisk 的操作建置較專業且複雜，部分的專業細部設定增加了使用者在使用上的困難度，而過於繁複的設定環境削弱了自由軟體在應用上的彈性，因此衍生出不少以 Asterisk 為基礎的建置軟體，這些經由簡化的語音通訊系統，增加管理者在使用上與操作上的便利性，也降低了使用者運用 IP PBX 的操作門檻，如在歐美普遍流行的 Elastix、Trixbox 等即是經過簡化後的 Asterisk 系統。本 CVCS 系統即以 Elastix 系統為基礎，依循著容易建置、方便管理與高防護安全性等特質著眼規劃。

Elastix 模組系統是經過整合的 VoIP 套件，採用 Open Source 的概念運作，以 Linux 為基礎，建置在”CentOS”版本的 Linux 作業系統上，並加上 Asterisk 的套件相互整合而成。Elastix 提供網頁介面方便管理者管理，讓管理人員在資料的設定修改上更加簡便。此外，Elastix 套件提供多種安裝方法，其一是利用官方網站下載的映像檔，將其燒錄成光碟後，於伺服器上安裝，完成安裝後即有一台獨立的 IP PBX 系統；另一安裝方法則是利用安裝 Linux 作業系統時，再增加安裝 Asterisk 套件進行建置。本系統將採取第一種方式建立一台獨立的 IP PBX 系統，不僅簡化了安裝流程，並且能兼顧作業系統與 Asterisk 套件的相容性與穩定性。

## 第二節 VoIP(Voice over Internet Protocol)

VoIP 技術是 1995 年以色列 Vocal Tel 公司，以個人電腦為基礎所開發出的一套軟體，為語音通訊開創數位新紀元(王宣忠，2009；Sparks，2002)。在 VoIP 裡，使用者只需在個人電腦上安裝 Internet Phone 軟體，並搭配音效卡、麥克風與喇叭設備，即可將原為類比音訊壓縮轉換成數位封包，透過網路傳送至世界各地。

VoIP 將類比語音訊號經重新編碼壓縮轉換數位封包，在網路各通訊協定下，經由網際網路傳送至目的端，目的接收端收到數位封包後，再依編碼順序依序將封包轉回類比音訊，因此，接收端依然可使用傳統電話機進行接聽。在 VoIP 語音的傳送過程中，編碼技術、信令技術、即時傳輸技術與網路傳輸技術皆是語音傳送成敗的關鍵技術(吳宗翰，2010)。

VOIP 的發明，啟動「電信數位化」的歷史新頁，人們的語音通信不再單靠利用鋼纜或光纖所配置的電信網傳遞方可達成，如今透過電腦網路，立即可以和世界各地使用者連線通話，並享有通費用便宜、甚至免費的好福利。網路傳輸、語音封包數位化，是 VoIP 的核心技術，透過網路傳輸，達到節費的功能，不過費用節省決不是語音數位化所唯一擁有的利多，語音、影像與數據的整合即是 Cisco 曾於 1999 年所提出強調之概念，為 VoIP 添上更多可能性(黃朝琴等，

2006)。2004，因網路頻寬品質改善，VoIP 使用比例大幅成長，不僅於此，因為通訊技術的進步，讓 VoIP 的角色界定不再只停留於「撥打電話」的最初印象，像是以網路電話交換機(IP PBX)所建立的 VoIP 通話系統，即可具備附加隨身分機、號碼一致性、網路電話機瀏覽網頁、訊息整合等多項功能，對組織的溝通聯絡效率具有一定的效力(陳佩雯，2005)。

ITU-T的H. 323與 IETF (Internet Engineering Task Force)所制定的SIP，是VOIP主要的信令控制協定。H. 323非單一協定，是由眾多附屬協議組成，於 1996 年由 ITU-T(International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization)提出第一版(王宣忠，2009)。藉由參考PSTN通信架構，建立起其四個主體架構:Gateway、Gatekeeper、MCU與Terminal(黃朝琴等，2006；Roach，2002)。Gateway即是負責封包與類比音訊的交換。H. 323雖為VOIP較早期的通訊協定，但因其協定內容複雜度高、擴充能力低，反不及後起之秀SIP (Session Initiation Protocol) 深受歡迎。

SIP 最早由美國 Columbia University 的副教授 Henning Schulzrinne 所草擬，後經由 IETF (Internet Engineering Task Force)多次商討修改，逐一完成目前之版本。SIP 可說是立基於現有網路架構而生成，如:仿效 HTTP 的文字編碼、Client-Sever 架構，



因與現有網路架構具相通性，讓 SIP 在推行上更具接受力。SIP 透過 6 項指令管理通訊的建立、終止與修改，但對於多媒體傳輸的內容並未做規範，須搭配其他相關通訊協定，如 RTP、SDP，是一高擴充性的協商系統(蔡宗榮，2009)。

VoIP 透過語音封包技術，將類比音訊轉成 IP 封包，經由網路傳輸傳送至目的端。在傳送過程中，除可使用網路電話軟體協助語音的轉譯編碼外，亦可使用 IP 網路電話機、VoIP 閘道器(VoIP Gateway)與 IP PBX 協助語音編譯轉換與傳輸，如圖 2.2 所示，我們就其通話類型(王宣忠，2009)逐一說明如下：

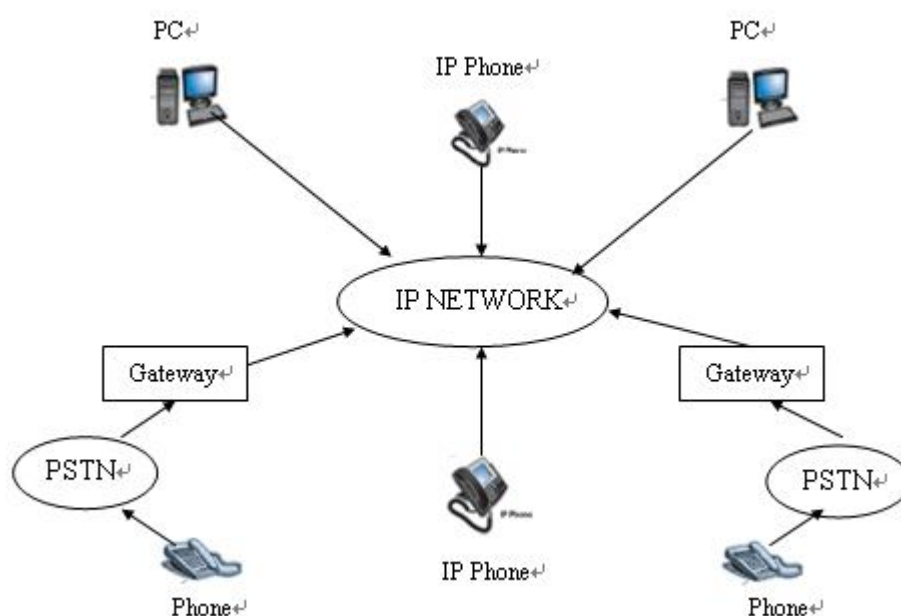


圖 2.2 VoIP 通話類型架構圖

- 電腦對電腦撥打(PC to PC)：當進行網路電話通訊時，若發話端與接收端皆以 PC 為終端設備時，需於電腦上安裝網路電話軟體，並搭配音效卡、麥克風，所傳送之語音即可藉由軟體電話的轉譯編碼技術，經由網路完成傳送。如熱門的 Skype 即是網路軟體電話的一種，提供免費的 PC to Pc 對打。
- 傳統電話與電腦撥打(PC to Phone)：當發話端與收話端，一方為 PC 終端設備，一方為傳統電話機，若欲使用網路電話功能時，則雙方皆須向網路電話服務提供者（Internet Telephone System Provider，ITSP）提出註冊申請，才可藉由 ITSP 所提供網路電話轉接站（Gateway）進行轉接完成通訊。
- 傳統電話與傳統電話撥打(Phone to Phone)：當發話端與收話端皆為傳統電話機，而欲使用網路電話功能時，雙方皆須向 ITSP 提出註冊申請。當欲通話時，發話端語音先透過區域電話網路連至 ITSP 所設置的閘道器進行轉譯封包，再交由 Internet 傳送至收話端附近的網路電話轉接站進行轉譯類比音訊後，交由區域電話網路傳送至收話端，完成通話。
- IP Phone 與 IP Phone 撥打：當發話端與收話端皆為網路電話機時，雙方皆須向 ITSP 提出註冊申請，ITSP 配發號碼後，雙方即可利用 IP Phone 撥打號碼，完成通話。

### 第三節 SIP (Session Initiation Protocol)

由 ITU-T 制訂的 H. 323 與 IETF 所制訂的 MGCP、SIP 是 VoIP 中較為成熟的信令傳輸協定，因 IETF 所制訂的 SIP 內容簡潔、開發容易、擴充性高，是目前最被廣泛採用的信令控制協定，本文中所欲開發之 CVCS 系統即是建置於 SIP 系統基礎上。

SIP是由IETF(Internet Engineering Task Force)在1999年所制訂的通訊協定，用來建立、更改或終止兩點或多點間的多媒體通訊應用，達成即時通訊的功能(蔡宗榮，2009)。SIP採用Client-Server架構，運用於TCP/IP應用層，並參考HTTP(Hypertext Transfer Protocol)與SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)等相關定義建立封包資訊，像是使用URI(Uniform Resource Identifier)進行位址命名、採用HTTP的文字編碼方式記錄封包訊息(吳承崧，2005)。如此一來，封包在訊息接收上更方便，使用端不需再進行編碼解譯，即可獲知用戶間所需交換的網路位址(IP Address)、通訊埠( Port)、多媒體能力與編碼格式等相關訊。正因SIP採用文字模式敘述傳輸協議，保有簡易特性與擴充性，具備網路通訊便利之優勢，成為目前最廣泛使用的網路電話通訊協定。

SIP是採取主從式架構，系統間藉由用戶代理(User Agent)與伺服器建立起點對點間的會談。用戶代理(User Agent)負責執行會議請

求、回應與終止；伺服器則由註冊伺服器(Registration)，代理伺服器(Proxy Server)和重新定向伺服器(Redirect Server)等三元件分別負責特定功能。根據黃興文的研究，我們分別就SIP各基礎元件，摘要說明如下。

- 用戶代理(User Agent, UA):為用戶終端設備，負責會議的建立、終止與回應。在SIP系統中，UA除了實體SIP網路電話機外，架設於個人電腦中的軟體電話(Soft phone)，如MSN、Skype即是其中一種。在會議通訊建立時，User Agent Client(簡稱UAC)與User Agent Server(簡稱UAS)是用戶代理所包含的兩種功能角色，亦即當會議被要求建立時，UAC將發出請求(Request)，並等待接收UAS所回傳的回應(Response)，而UAS則在接受UAC的請求後回送會議拒絕或接受的回應(Response)，如圖2.3所示。
- 代理伺服器(Proxy Server):當一通訊請求或回應從UA發出後，代理伺服器便負起傳送訊息的要責，將來自UA或其他Proxy Server所接收之請求與回應，透過位址定位查詢，層層轉送至傳送至目的端，因此，Proxy Server其實所擔任的是路由(Route)的角色，在Proxy Server的層層轉送中，完成訊息的送達。
- 註冊伺服器(Registration):提供用戶端註冊功能，註冊目前在網路位址，在Registration驗證無誤後，即將UA資料存於位

置伺服器，如此一來，網內其他用戶端即可查詢與呼叫，建立連線。

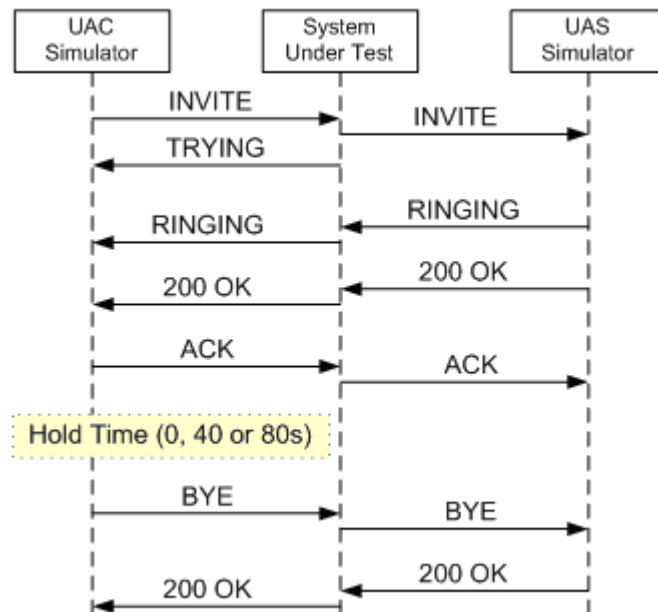


圖 2.3 User Agent 運作狀況圖

(資料來源：<http://www.oracle.com/technetwork/articles/entarch>)

- 重新定向伺服器(Redirect Server)：Redirect Server 並未負責 SIP 訊息傳送，其主要功能在於協助 UAC 找尋 UAS 目前所在正確位址，並將正確位址回傳給 UAC。

在 SIP 裡，僅提供連線的建立與終止等服務，而會議建立時的多媒體訊息與資料傳送則須借助 IETF 的其他相關協定的協助，讓 SIP 多媒體的傳輸架構更具完整性。一般來說，這架構中常包含著 SDP 與 RTP，我們分別就兩者略作說明如下：

- 會談描述協定(Session Description Protocol, SDP)：SIP只負責多媒體會議的建立、更改與終止，對於會議進行中所需協商的媒體資訊，如多媒體格式、內容、位址與通訊埠，並未包含於SIP中，因此IETF制定了會談描述協定，讓多媒體會談建立時，參與通話者可以得知彼此交換的細部訊息。因此當發話端送出INVITE請求時，即攜帶著內含多媒體格式、傳送埠號與位址等資訊的SDP，SDP的訊息位在SIP訊息裡的Message Body區塊，接收端在接到INVITE請求時，便可根據訊息內容發出拒絕或接受的回應，讓通話參與者進行協商作用(莊志榮，2010)。
- 即時傳輸協定(Real-time Transport Protocol, RTP)：即時傳輸協定(RTP)由IETF工作小組在1996年所公佈，為網路上的影像或語音傳輸定義封包格式，在格式欄位中明定了時間與定序等即時語音串流的通訊協定，也因為RTP的機制，讓資料封包在點對點的網路傳輸中，所產生的封包遺失與封包抖動問題，能有效的被控制(王宣忠，2009；Ha，2001)。

#### **第四節 網路電話交換機(IP PBX)**

電話交換機 (Private Branch eXchange, PBX)，設置於用戶端私人電話交換系統中，可將自外線撥入的通話轉接於用戶端的其它分機，

具備轉接分機功能。PBX 對內連接公司內部各電話分機，對外連接電信局端。設置 PBX 除昂貴的購置費用外，因屬封閉式系統，在維護、管理上皆須仰賴廠商支援，當面臨組織擴充、分機組數增加時，通常無法原機擴充，需再行添置新設備。

網路電話交換機（IP PBX）具備著和 PBX 相同的基本功能，對外與電信端相接，對內則透過網路線路與公司內部的網路電話機或電腦連線，藉由網路協定進行傳輸。當企業組織欲引入 VoIP，只要在現有的 PBX 系統上加裝 VoIP Gateway 即能解決問題，如圖 2.4 所示。雖 PBX 與 VoIP Gateway 兩者的合作可完成語音訊息的轉換，有效達到節費功能，但因 IP PBX 可經由程式進行設計規劃，因此在應用上附加更多通訊服務。

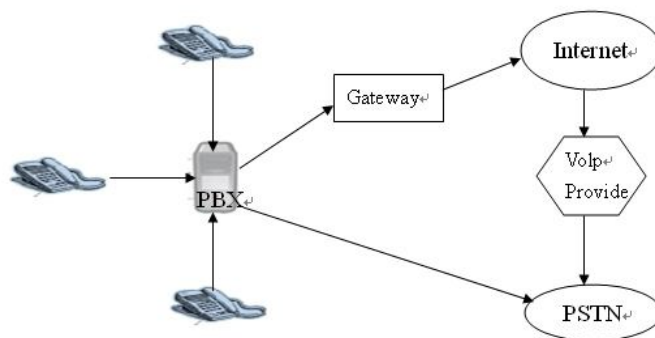


圖 2.4 PBX 搭配 Gateway 架構圖

語音傳輸數位化，決不在只有通話費降低此單一利多，前思科台灣區經銷經理陳義豐曾指出，數位通訊的概念，即是企業若能在 IP PBX、伺服器與終端 IP 話機的相互配合下，則未來網路上之相關內容，皆可移至 IP Phone 上實現，因此，IP PBX 的建置效益，除立即可看到降低成本效益外，因數位化而淺藏於後的高度自主管理、應用升級與容量擴充的便利性以及通訊行動化(Mobility)等優勢，更是其脫穎而出之主因(陳佩雯，2005)。我們分別就 IP PBX 之優勢摘要說明如下：

- 分散式設備、集中式管理：在傳統 PBX 的安裝中，假設公司擁有不同的分支據點時，公司必須在各分支據點，各安裝一台 PBX，委由各據點管理人員管理，屬分散式設備、分散式管理。雖說 IPB 系統管理權在公司內部，但遇到新增分機、新增功能或故障等問題時，仍則需交付廠商處理。但在相同情況下，若採安裝 IP PBX 模式，則只需在企業組織總部配置 1 台 IP PBX，打破因據點成長而必須不斷投資語音硬體設備的情況，各分支據點只需透過網路，就能與總部 IP PBX 連接。與 PBX 相較，IP PBX 的分散式設備、集中管理模式，更具經濟效益。
- 低成本費用：使用網路線路，省去安機或增設分機時的電話線路佈線費用。IP PBX 可內建多種功能，不需額外付費，如：來電顯



示、語音信箱、通話計時……多項功能。此外因單一 IP PBX 的集中管理模式，屬集中計費，可與電信業者爭取更多議價空間。

- 佈線簡單：集中管理式的 IP PBX 省去傳統多台 PBX 外加 Gateway 的繁複佈線，一台 IP PBX 與多台分機設備間，只需 IP 網路相連。
- 隨身分機概念：使用網路電話，將不再受傳統電話線制約，展現跨距離效益，當職位調動、或外地洽公，只要將個人話機連上網路線，仍可使用個人專有號碼，隨時保持聯絡，避免重要電話的漏接。
- 自主管理、方便擴充升級：不同於 PBX 的封閉系統，採用開放 IP 協定建立的 IP PBX，可讓組織企業的 IT 人員擁有管理自主權，自行管理分機的增減與功能增設，IP PBX 的分機擴增將如同網路帳號的增設一樣，不再需假手他人。而具高擴充性的 IP PBX，只需添置網路卡，即可增加分機數，如圖 2.5 所示。

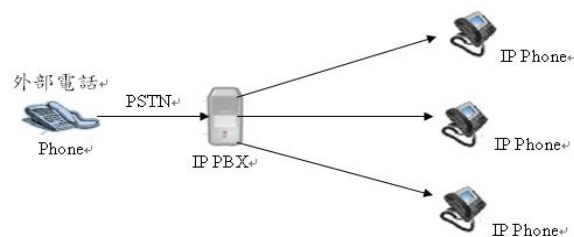


圖 2.5 IP PBX 運作架構圖

(資料來源：<http://tw.myblog.yahoo.com/voip-phone>)

## 第三章 系統分析與設計

本研究主旨在於建置以自由軟體為平台的語音通訊系統，良好而不延遲的通訊品質是語音通訊系統的先決必要條件，而一個完善的資訊系統除使用便利的操作介面外，更應具有高度的安全防護性，以維護系統安全。在本章，我們將對校園語音通訊系統（CVCS）所應具有的需求面向（系統穩定性、系統高可用性、系統安全防護性）進行規劃分析與設計，以求建立一個既符合使用者需求，又兼顧性能穩定、操作方便與安全節費等效能的 CVCS 系統。

### 第一節 CVCS系統開發過程與系統規劃

#### （一）CVCS系統開發過程

CVCS 系統所採用的建置核心系統是”Elastix”，它是一種語音通訊的軟體，亦是開放原始碼之自由軟體。本研究使用 Elastix 建置 CVCS 系統，在完成校園語音通訊目標之時，除滿足自由軟體節省經費之效益外，又能符合自由軟體的推廣精神，讓新開發之軟體可自由散播，使創新成為一有機體，在互動交流中不斷成長、革新。

經 Elastix 系統所建立的 CVCS 系統，是一個高效能的環境，它除了整合校園的整體語音通訊，提供基本的內部溝通功能外，並提供多項且可集中管理的通訊附加功能，如：語音信箱、傳真電子郵件、支援網路電話軟體、使用 Web 介面配置、虛擬會議室、紀錄呼叫流程、

建置 IP PBX 等優點。而本系統建置主要是採用 Elastix 系統中的 IP PBX 功能來進行規劃建置。

本文從軟體工程角度進行系統的設計與規劃，並採用系統發展生命週期進行系統開發，如圖 3.1 所示。在企業或組織中常用以建置新資訊系統的開發模式，系統發展流程如下：系統規劃 (System planning)、系統需求分析 (System requirement analysis)、系統設計 (System design)、系統建置與測試 (System implementation and testing)、系統上線與維護 (System roll out and maintenance) 等五大實施階段，五大流程階段讓新系統的建置開發有所依循。

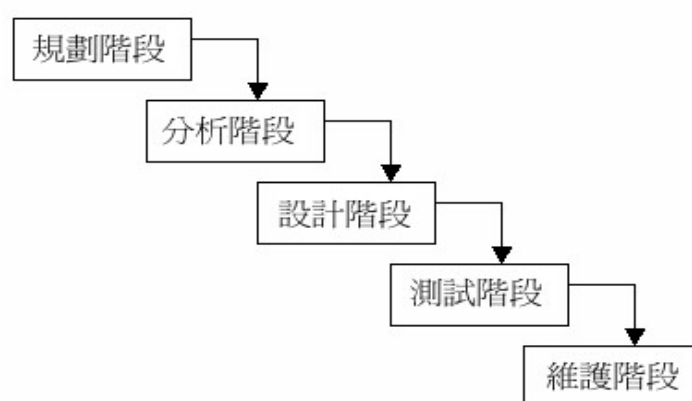


圖 3.1 系統發展生命週期

## (二)系統規劃

CVCS系統是以Linux為基礎，建置在CentOS版本系統上，並搭配 Asterisk的套件整合而成。本文將CVCS系統建置在自由軟體系統與自

由軟體所開發的套件上，除具有自由安裝其他套件的彈性，同時也增加系統或套件更新的時效性，強化系統的擴張性與安全性。除外，不採商業式作業系統作為本研究的基礎，是期待校園能在經費有限與減少資訊硬體設備支出的環境下，依然能有享有完善的IP PBX網路語音通訊服務。在下列各段，我們將說明CVCS系統的主從式架構、系統穩定性與安全性、系統高可用性(High Availability)。

## 1. 主從式架構

CVCS 系統以主從式架構進行規劃，分為客戶端(Client)與應用伺服器(Application Server)。主從式架構可提供較佳的彈性以及更好的系統分工，簡化導入校務 E 化的困難度。相對於中大型主機系統，主從式架構在執行效能上不僅毫不遜色，在經濟效益、擴充性和彈性上更遠勝前者一籌。前端的應用程式和後端的伺服器扮演著積極主動的角色，Client 與 Server 兩者之間的資料往返，僅只牽動於查詢的指令以及查詢的結果，對於整個繁雜的資料庫資料並未全體牽動，這使得網路的使用率可以兼顧到資訊傳輸的時效性與經濟性。

## 2. 系統穩定性與安全性

系統的安全防禦措施是一系統能否長遠運作的關鍵要素，提供安全的防禦性是每個系統在建造之初所必需考量的重要因素。為防止 CVCS 系統受到網路駭客的威脅與攻擊，本研究在系統安全防禦性上

將減少風險因素與增加風險控制措施兩大面向進行著眼規劃。

不論軟體、硬體、程序或人員如何的完善搭配，蓄意攻擊者皆有可能找出通過單一保護層的破解方法，因此防禦安全措施必須透過環境中的多層安全保護機制，阻絕網路駭客對系統安全性的威脅及入侵，降低系統遭受外在攻擊的風險，達到保護系統的重要目標。為符合在重疊層級中建立安全的保護機制，本系統將於應用伺服器上使用防火牆套件(iptables)與 QoS 套件(Traffic Control)，藉由上述兩項套件的搭配應用，增加系統的安全性與穩定性。

CVCS 系統將因為防火牆套件的隔絕，防堵了駭客的攻擊，再因為 QoS 套件的頻寬控制，增加系統的穩定性。如此規劃，可說為 CVCS 系統提供雙重機制的保護，創造更佳的使用環境。CVCS 系統的雙重機制保護，如圖 3.2 所示。

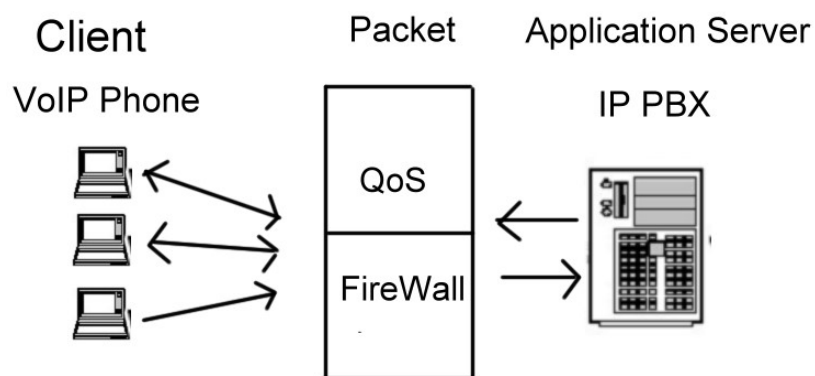


圖3.2 校園語音通訊系統架構圖

### 3. 系統高可用性(High Availability)

為達成 CVCS 系統的穩定性，建立出高可用性(High Availability, HA)的環境是本系統不能忽視之要節。為避免因單個主機之硬體受損進而影響整個系統之運作，CVCS 系統採取自動備份(Distributed Replicated Block Device, DRBD)機制，亦即異端即時性同步資料，讓主機與備用主機的資料能自動備援，屏除 CVCS 系統資料不一致的問題發生。

DRBD 是 Linux 平台上的分散式儲存系統，包含核心模組、數個使用者空間管理程式及 shell scripts，通常用於 HA 的系統架構。DRBD 的運作原理類似磁碟陣列的 RAID 1 (鏡像)，只不過 RAID 1 是在同一台電腦內，而 DRBD 是透過網路傳輸。因為 DRBD 的技術，讓 CVCS 系統在運作上縮短了備用系統的轉移與上線服務的時間。CVCS 系統資料備份圖，如圖 3.3 所示

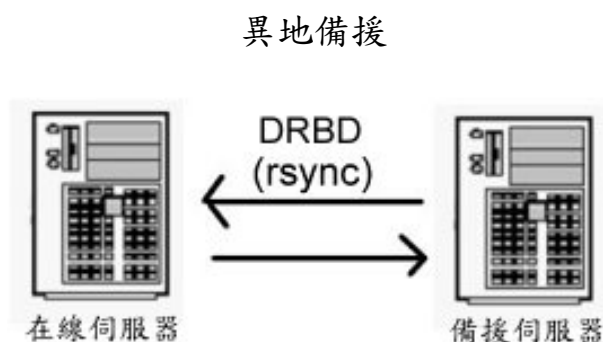


圖3.3 校園語音通訊系統資料備份

## 第二節 CVCS系統分析與評估

在建立 CVCS 系統分析之前，我們必須先瞭解校 CVCS 系統在語音通話上的需求與問題。亦即，CVCS 系統需提供哪些功能始能滿足學校組織之需求，以及目前學校組織所面臨問題的可解決之方案，因應相關的需求與問題建立出系統需求分析報告。透過系統分析可為系統找出最佳的建置流程與可行方式，避免因錯估需求而造成決策的錯誤，導致計畫的失敗。

所建置的系統若無法滿足使用者的需求，不管所採用之資訊軟體、硬體設備如何至善至美，都將無法為組織帶來正面效益，因此一份完善的系統分析通常都必須重新考量使用者的需求並試圖在改造後滿足使用者(劉宗明，2006)。此外，一份系統需求分析報告基本上不會牽涉到實際建置系統枝微末節的部分。系統分析的工作大致分為下列幾個步驟：1、定義範疇(包括系統的功能、介面、使用限制等)；2、分析各種可行性(包括技術上、經濟上、法律上等)3、根據使用者需求找出最佳的方案；4、提出系統需求規格作為系統設計使用。這些步驟，我們分別說明於下列各段。

### 1. 系統需求分析與功能範疇

CVCS 系統將依循「性能穩定、操作簡便、安全節費」等主要概念建置，藉以解決校園中電話語音通訊等相關衍生問題，除滿足校園

中教室與教室、教室與各處室間語音通訊的主要需求，並解決教室端撥話至外部電話或外部電話撥話進入教室等兩大次要需求。

CVCS 系統採用自由軟體所組成的作業系統與套件作為建置核心，我們期望讓學校端能在負擔最少的軟、硬體經費下，達成 CVCS 系統的建置。此外，系統將能提供多種附加功能，如來電顯示、通話計時等功能，改善目前校園在通訊上的使用環境。

然而，為達成上述需求，除 CVCS 系統的建置外，在使用環境上必須提供支援虛擬 IP 轉址功能(Network Address Transfer, NAT)，讓 CVCS 系統能在校園內原先使用的虛擬 IP 環境相同架構下執行運作。此外，當 CVCS 系統使用者欲撥話至系統之外的一般電話時，如行動電話、國際電話與市內電話等，CVCS 系統用戶將可搭配第二類電信公司進行撥打系統外電話。採第二類電信公司搭配進行外撥服務，乃因第二類電信公司的通話費率相較於一般電話之通話費率來說較為便宜，約可省下 37%~80%的費用。依《電信法》法規所規範，電信業分為第一類電信事業及第二類電信事業，第一類電信事業採特許制，第二類電信事業採登記許可制。第一類電信事業包括了固定通信網路（固網）、行動通信網路及衛星固定通信等。第二類電信事業經營者，即是本身並無架設實體線路固網或無架設實體無線基地台，而向第一類電信業者承租固網或無線基地台之門號與頻寬之業者，藉



由承租來經營電話或網際網路業務。

當一般電話(PSTN 或手機)欲撥入 CVCS 系統內所註冊的分機時，系統將透過系統所建構的語音卡設備提供一般電話撥入服務，且由系統設定轉接至其他註冊分機，完成通訊服務。

## 2. 技術面的可行性(Technical Feasibility)

CVCS 在系統建置上使用自由軟體 Linux 作為基礎作業系統，並使用 Open Source 的 IP PBX(Elastix)，而系統建置的硬體設備只需使用一般個人電腦即可運作上述各項自由軟體發揮功能。

在資訊技術面上的可行性，除考慮系統的穩定性外，尚需推估維護成本與風險。良好的通話品質與穩定性是語音通話系統的重要指標，確保語音傳輸不延遲是語音通訊過程中必備之要件。為確保網路通訊品質與通訊封包流量的管制，負載平衡 (QoS) 可說是目前最為可行之技術，除可達到管制網路封包的流量，又可保證連線的頻寬，讓語音通話不至發生延遲。再加上搭配系統異地備份 (DRBD) 的技術，將可使備用系統在短時間立即上線服務，提供不間斷的通話品質。

此外，教室各分機電話與教師個人使用的網路電話於統一建置時，需個別建立各分機相關連線的使用帳號與密碼。在建立帳號密碼時，我們將使用 SHELL Script 批次建立各個分機帳號與密碼；而各分機使用二類電信撥打網外電話的連線資料也一併使用批次更新設

定檔的方式統一建立，達成快速建立集中管理的特點。

### 3. 經濟面的可行性與實質利益 (Economic Feasibility)

以南部某縣國民小學為例，當全校全面使用傳統的「校園網路語音通訊系統」時，在硬體購置經費方面，依政府共同採購契約進行採購，一部可連線 50 臺 IP Phone 的簡易商用 IP PBX 約 10 萬元，而一部可連線 100 臺 IP Phone 的進階 IP PBX 約 40 萬元。依學校規模而定，全面使用「校園網路語音通訊系統」，在軟硬體經費的估算約有 10~40 萬元的花費，然此費用尚不包括商用設備的定期維護費用與管理人員所耗費的人事費用。在表 3.1，我們表列出相關商用 IP PBX 價格([http://www.bot.com.tw/Procurement/Procure\\_supply/](http://www.bot.com.tw/Procurement/Procure_supply/))。

表 3.1 台灣銀行共同供應契約商用 IP PBX 價格表

台灣銀行共同供應契約 電腦周邊設備標：LP5-970061 契約編號：09-LP5-2699					
組別	項次	品名	決標單價	廠牌	型號
7	7.04	語音交換器設備 10 人網路電話交換機	NT\$ 181,237	ZyXEL	(4915)ZyXEL X2002
7	8.03	語音交換器設備 20 人網路電話交換機	NT\$ 207,979	ZyXEL	(4922)ZyXEL X2002
7	9.04	語音交換器設備 50 人網路電話交換機	NT\$ 405,117	ZyXEL	(4936)ZyXEL X6004
7	10.4	語音交換器設備 100 人網路電話交換機	NT\$ 533,049	Cisco	CISCO 3825

然而，若該校的「校園網路語音通訊系統」採用本文所開發的 CVCS 系統自行建置，以相同規模推估，在硬體經費方面，僅需購置個人電腦等級設備即可進行安裝使用，亦即依使用政府共同採購契約方式採購相關資訊設備，其硬體設備花費約只需 1 萬多元。而在相關軟體經費方面，因 CVCS 系統使用 Open Source IP PBX 軟體套件 (Elastix)，不需花費任何採購費用。相關資訊管理人員只需約 1 至 2 人，並不需龐大的人事負擔。而系統可使用的連線電話數高達 200 ~300 台，其功能效益可說凌駕商用進階的 IP PBX 之上。兩案相比之下，使用 CVCS 系統，每一單位約可省下約 10 多萬元的資訊軟體經費。

完成一個資訊系統有四個方向：自製 (development of in-house software)、外購 (purchase of a software package)、外包 (contracting other company)、使用者自行開發 (end user computing)(藍大勝，2001;Tranter，1996)。我們自行開發的 CVCS 系統，效能強大，亦可多校同時使用同一台 CVCS 系統，達到資源共享、互助合作的最大效益，大幅降低資訊管理的人力，讓系統的維護與管理更顯得容易。從兩案經濟面向比較中，可以察覺到在每年的系統軟體、硬體的維護費用上遠低於於商用 IP PBX 系統。因此，在經濟面的可行性上，CVCS 系統在經費的實質利益上與人力管理的角度

上，是一個比較可行之策略。在表 3.2，我們將呈現出 IP PBX 與 CVCS 兩系統在經濟面可行性之比較。

表 3.2 經濟面可行性比較表

系統別 項目	傳統的 商用 IP PBX	CVCS 系統 (本研究開發建置)
硬體費用	使用商用 IP PBX 數量為 1 台，硬體經費約 10~40 萬。	使用 2 部伺服器，1 張語音卡。硬體經費約 3 萬多元。可多校聯合使用同一部伺服器。
軟體費用	使用商業軟體，軟體定期維護經費每年約 5 千~1 萬元。	使用自由軟體 Linux 做為基底，運用 Open Source 的套件 Elastix，軟體經費為免費。
資訊管理人力資源	由廠商負責資訊管理維護。	資訊管理人員為 1~2 人
資料保存性	如儲存的硬體設備故障，則資料保存困難。	為二層式架構，在應用層伺服器故障時採用備援上線取代。雙重主機雙重保險。
資料安全性	系統軟體更新不易。如系統出現漏洞也無法及時修補漏洞，安全性與防駭客能力有待加強。	針對 2 台伺服器部分使用防火牆套件進行系統安全性維護。安全性與維護性可大大提升。

### 第三節 CVCS 系統設計與架構

好的系統設計必須顧及使用者的需求，讓組織的問題與需求能因資訊系統的導入獲得解決，帶來效益。本研究所設計的校園語音通訊系統，採用 SIP 協定做為語音網路系統的溝通媒介，方便與其他語音網路系統間之整合。除以 SIP 協定做為基礎建立語音網路服務外，並將搭配多項附加功能，使本系統架構成為一個兼具多元面向的語音網路服務系統，提供更多增值服務。依照 Handley et al. (1999)，系統設計階段之工作包含著資料庫設計、表單報表設計與所有 I/O 介面的設計等。因此，在瞭解系統需求後，將依照四個步驟(系統輸出之設計、系統輸入之設計、系統檔案與資料庫之設計、系統的處理程序之設計)進行，並將結果呈現做為系統建置參考資料。這四個步驟，我們說明於下列各段。

#### (1) 系統輸出之設計

依據系統設計之步驟，輸出設計階段的主要思考面向，是在要求不同的輸出方式與不同的輸出格式設計。因此「輸出設計」在各個項目工作中最為優先，且在完成輸出設計規範後，將進行輸入設計。在輸出設計的階段裡，開發人員必須深入瞭解，多與校園使用者溝通，讓設計面向符合使用人員的需求，且兼顧到語音通訊的正確、清晰、方便與安全等基本要求。

為解決校園內各處室、教室間的聯絡溝通以及學校對外的通訊問題，CVCS 在輸出設計上，依據 SIP 協定為主要通訊主軸，並搭配現有的網路電話，架構出優質穩定的校園語音通訊。系統中，藉由網路頻寬的管制技術強化通訊品質，並提供多項的附加功能服務，如來電顯示、通話計時等功能的輸出設計，強化整體系統的完備性。

CVCS 系統在輸出設計中，將讓無論身處校園內任何地點的每位成員，皆能以網際網路的 SIP 協定方式進行語音通訊，即便使用者是經由 VoIP、PC 的語音軟體或是智慧型手機等不同載具，皆可在獲得 CVCS 的授權與認證後，使用 CVCS 系統所提供的相關服務。

## (2)系統輸入之設計

在系統設計中，系統的輸入輸出(I/O)設計是一項極被容易忽視的環節。好的輸入系統設計可以為用戶和系統雙方帶來滿意的工作環境，一個良好的輸出設計可以為使用者提供正確有效的資訊。CVCS 系統在設計上，將把校園所使用的電話號碼及密碼資料放置於應用層伺服器上，讓使用者能在網際網路下，利用各種載具使用系統的服務，達成「分層負責、負載平衡」的效能。

在系統設計的輸入設計階段裡，使用者透過網際網路方式進入 CVCS 系統，且由各校資訊管理人員建置各校使用者的註冊電話號碼及密碼。在系統使用上，各校使用者除可透由網際網路方式完成註冊

進入 CVCS 系統，進行語音通訊服務外，亦可利用網際網路瀏覽 CVCS 上所記錄的通聯記錄與聽取系統保留的語音留言。

### (3)系統檔案與資料庫之設計

PHP 主要用於伺服器端應用程序及動態網頁上，而 CVCS 的系統檔案以 PHP 程式撰寫而成，並搭配 MySQL 資料庫管理套件來架構建置。

(劉宗明，2006；Perini，2001)

### (4)系統的處理程序之設計

在 CVCS 系統的系統設計處理程序上，使用者在建立通話之前，必先向 CVCS 系統發出 Register 訊息，請求使用者通過應用層伺服器的身份認證。在申請驗證的 Register 訊息中，附帶使用者的認證資訊，如使用的 SIP 格式、自身的網路位址、認證的訊息等(楊竣吉，2007)。這些附帶的訊息皆為會話描述協議(Session Description Protocol，SDP)中所制定的格式，隨後 CVCS 伺服器將對此資訊進行認證程序，若是為系統內合法的使用者，CVCS 系統將會先回傳 Trying 訊息，此訊息即是向使用者表示其所傳送的訊息正在處理當中，避免使用者重複傳送，當 CVCS 系統處理完成後，若是使用者身份通過認證將會回以 OK 訊息，倘若身份認證失敗則將回應 Unauthorized 訊息，待通過認證程序後才能進行語音通訊。

當使用者註冊 CVCS 系統成功後，可使用系統提供的撥話服務功

能。當使用者進行號碼撥出時，系統將判斷使用者撥出的電話號碼是否為 CVCS 系統上所屬的號碼，如果同為系統上之註冊號碼，則進一步將使用者的請求通話訊號經由網路傳輸至系統上另一註冊號碼，建立通話請求，以進行語音通訊。倘若撥出的電話號碼非 CVCS 系統上所註冊存在之號碼，系統則將訊號以 SIP Trunk 的方式轉至二類電信業者所屬的通話系統，由二類電信業者負責通話服務。透由二類電信完成通話服務，除了可節省對話的通話費用，其費用大約為市內電話業者的 60%，再來落實使用者付費的原則，讓使用者自行付費控管通訊費用，所以 CVCS 的使用者皆可自行利用業者所提供的網站進行電話費用儲值，減少校園租用對外通話線路的費用與維護人力。然而，當外部電話欲撥話至 CVCS 系統下所註冊的各分機時，則可經由系統內已架接在 PSTN 線路上的語音卡進行導引轉接至系統下各個註冊分機，完成通訊連結。CVCS 通訊處理程序，如圖 3.4 所示。



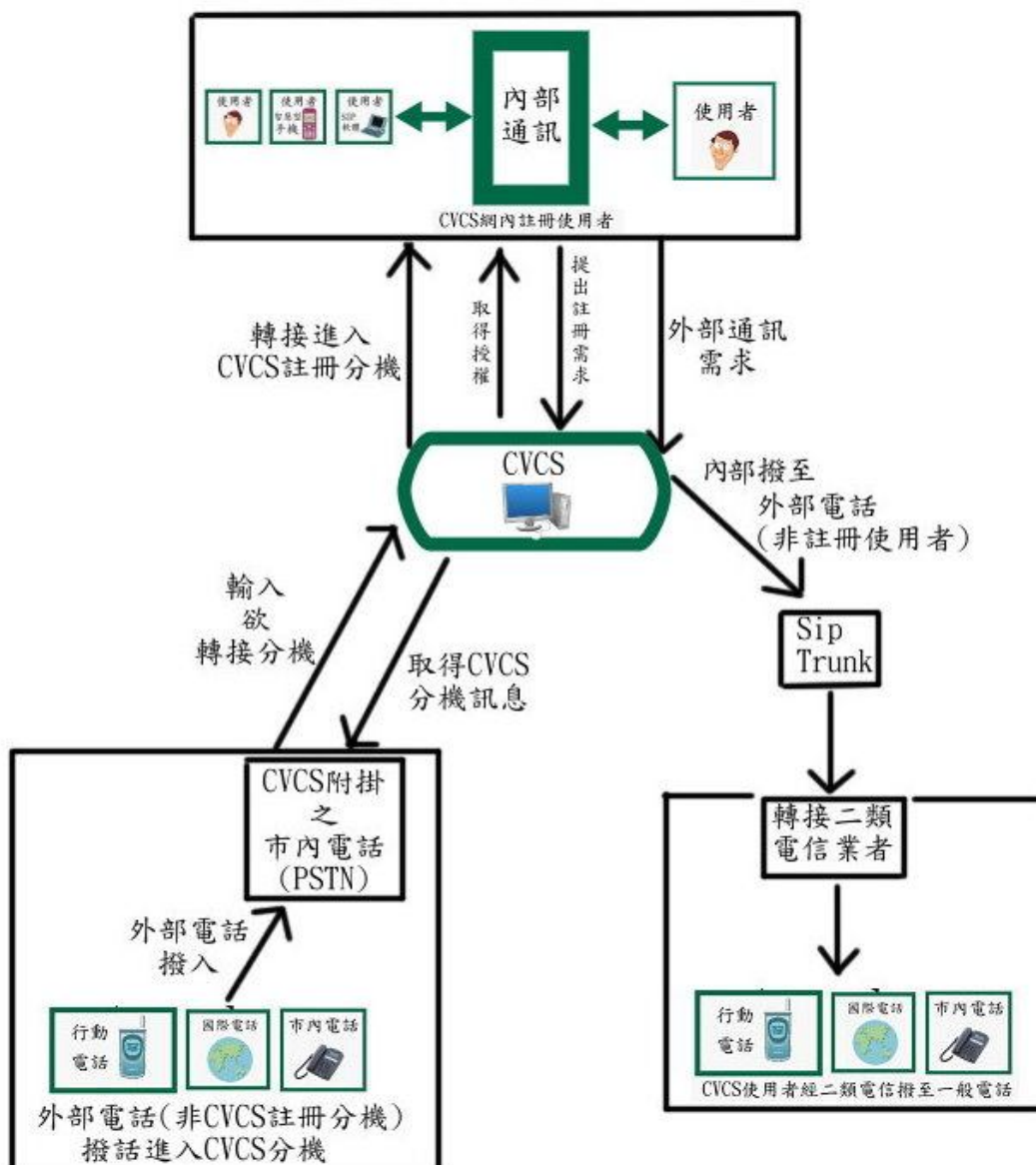


圖 3.4 CVCS 系統處理程序

在 CVCS 的系統架構中，其構成要素，大致可分為三類：第一類是系統硬體設備的配置與組態，包含主要的中央處理器、記憶體、儲存設備、電力設備及網路架構等；第二類是軟體設備的架構，包含系統運行的作業系統、軟體種類、軟體的使用者介面、軟體運行的環境等；第三類是使用者操作介面的設計，內含各種相關格式，包括顏色、

大小、位置與輸出檔案格式等。主要的系統架構皆在此系統設計階段的產出。這三大類，我們分別說明如下。

### (一) CVCS 之硬體設備的配置與組態

#### 1、主要伺服器與備用伺服器硬體設備的配置設計狀況：

A、中央處理器(CPU):Intel(R) Celeron CoreDuo 1600 MHz以上。

B、硬碟(Hard Disk): SATA 介面 容量為500G以上。

C、主機板(MainBoard)：相容於CPU之主機板皆可。

D、電源供應器(Power)：400Watt 以上。

E、語音卡 (FX0)：4 Port 以上FX0，本系統使用TDM400P。

F、不斷電系統(UPS)：500VA 以上，提供斷電時電力來源。

#### 2、硬體設備組態設計狀況：

因 CVCS 相關設定資料的保存設計採 DRBD 異地備援方式，在系統執行中，系統自動執行程序(Crontab)進行自動備份，讓 CVCS 中的設定檔與通訊相關資料，將藉由網路傳輸方式在主要 IP PBX 與備用 IP PBX 之間採鏡射方式(mirror)儲存，使主要伺服器內儲存之資料可固定時間寫入兩個硬碟，完成資料的備份作業。至於，其餘硬體系統組態採原廠初始設定值設計。

#### 3、硬體網路配置狀況

主要伺服器與備用伺服器採虛擬位址(Virtual IP)網路組態設

定，以區域網路 (Local Area Network, LAN) 規劃方式將兩者連接在同一層集線器上，增加網路資料傳輸速度，降低伺服器間的封包碰撞。CVCS 系統為提供使用者 SIP 服務，在 IP 位址技術上，使用 IP 對應(IP Mapping)方式，讓虛擬 IP 位址與真實 IP 位址相對應，使 CVCS 能提供真實 IP 供使用者進行 SIP 註冊。

兩部 CVCS 在網路拓樸的規劃中，將放置在防火牆內部，以 NAT(Network Address Translation)方式對外提供連線服務，如此的規劃設計，將能藉由防火牆過濾進出的封包，減少網路駭客攻擊，而再搭配 CVCS 主機與備用主機間資料的異地備援功能後，將可縮短因為硬體設備故障所導致的服務空窗期。

## (二) 軟體設備的架構

### 1、作業系統:

CVCS 系統的設計規劃採用自由軟體作業系統 GNU(General Public License)/Linux 相關作業系統，而系統核心(Kernel)版本必須為 2.6 以上，以避免作業系統產生安全性漏洞。並規劃設計使用 Linux 社群所開發的系統套件自動更新系統 YUM(Yellow dog Updater Modified)，使系統自動更新社群最新的相關套件系統軟體，降低因系統套件老舊問題造成系統上之漏洞(Tranter, 1996)。

### 2、應用層伺服器主要軟體架構：

### (1) Apache

在應用層伺服器的 Web Service 上，將規劃設計使用 Apache 作為 WWW Server，這是全球大型 Web Site 幾乎都會採用之軟體。無論是 Unix、Sun Solaris、Free BSD、Linux 等系統都是以 Apache 架設 Web Server，美國微軟公司的 NT 系統也有不少以 Apache 架設而成的 Web Server。Apache 是 Linux 系統上最被為廣泛應用架設 WWW 伺服器的架站套件軟體。Apache 在新版本的作業系統中已經將套件名稱更名為 httpd，校園語音通訊系統的 WWW Server 設計採用 httpd 2.0 以上的套件版本。

### (2) PHP

PHP 軟體程式語言在設計上採用 PHP(Hypertext Preprocessor) 遞歸縮寫語言，縮短傳統「編譯 - 連結 - 運行」(Edit-Compile-Link-Run) 的編寫過程而所創建的電腦程式語言。PHP 主要用於伺服器端應用程序及動態網頁上，增加使用者與網頁的互動性(Schulzrinne, 2002)。CVCS 系統規劃設計使用 PHP 套件版本必須為 php 4.2.2 以上版本。

### (3) MySQL

在軟體的資料庫伺服器設計上採用 MySQL，MySQL 是一個開放源碼的小型關聯式資料庫管理系統，開發者為瑞典 MySQL AB 公司。目

前 MySQL 被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。CVCS 系統設計使用 MySQL 套件版本必須為 MySQL 3.2.53 以上版本。

#### (4)Elastix

在 CVCS 系統的設計規劃上使用自由軟體社群所開發的 Elastix 軟體，做為校園語音通訊系統的設計核心模組。

CVCS 系統在程式語言的設計上以 PHP 搭配 MySQL 做為系統設計的主要語言，以利搭配 Apache 所建置的 WWW 伺服器使用。

#### (三)使用者操作界面的設計

CVCS 的使用操作介面規劃為，使用者以 Internet 方式登入校園語音通訊系統，而各項資料皆可在網路連通的狀況下做即時管理。本系統著重在語音通話的品質與安全性，而附加的進階功能，則可視使用者的需求而定。

## 第四章 系統實作

本章節將說明CVCS系統的實作與測試，包括:CVCS多功能伺服器之建置、相關服務套件與系統之設定、CVCS系統安裝與測試、伺服器資料備援設定，依序完成CVCS系統之建置。

### 第一節 建置CVCS多功能伺服器

CVCS系統的基礎作業系統是採用符合自由軟體規範的GNU/Linux，本系統是採用核心kernel 2.6.18的Linux作業系統，它架構在Linux CenOS 5.7版本上，並搭配Elastix、DRBD、QoS等套件組合成為本系統的核心。現就系統安裝上較為重要的步驟作說明。

#### 1.1 硬體配置：

- A、中央處理器(CPU):Intel(R) Celeron CoreDuo 1600 MHz以上。
- B、硬碟(Hard Disk): SATA 介面 容量為500G以上。
- C、語音卡 (FXO)： 4 Port 以上FXO，本系統使用TDM400P。在系統安裝前必須完成語音卡的設定。
- D、電源供應器(Power)：400Watt 以上。
- E、主機板(MainBoard)：相容於CPU之主機板皆可。
- F、不斷電系統(UPS)：500VA。

## 1.2 Elastix2.3.0安裝

我們使用Elastix軟體進行系統安裝，軟體先針對伺服器硬體的配置狀況進行偵測與設定，在安裝過程中對於系統安全的管控也一併作設定。

### 步驟1：調整BIOS置入安裝光碟

啟動伺服器將安裝光碟放入，更改伺服器的BIOS設定成「CD-ROM」開機，如圖4.1所示。並將Elastix2.3.0安裝光碟放入光碟機起動。

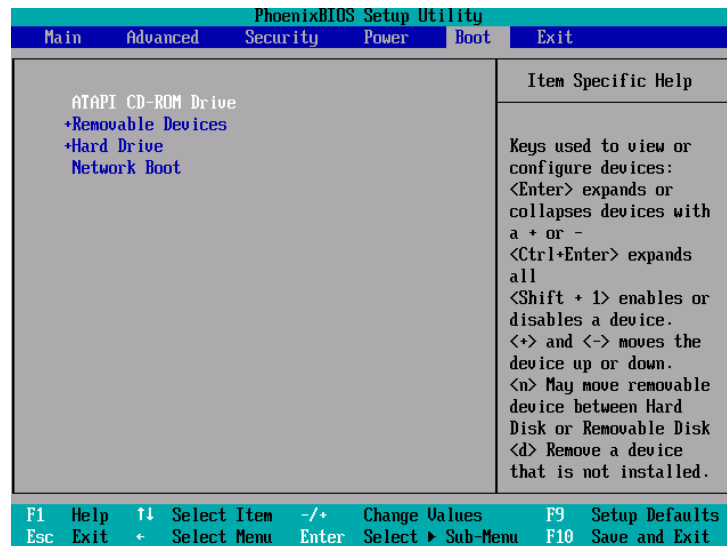


圖4.1 伺服器安裝時BIOS設定

### 步驟2：系統安裝設定

選擇「To install or upgrade in graphical mode」如圖4.2所示。



```
- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.  
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.  
- Use the function keys listed below for more information.  
[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]  
boot: _
```

圖4.2 伺服器安裝選項

步驟3：語系安裝設定

選擇「English」如圖4.3所示。

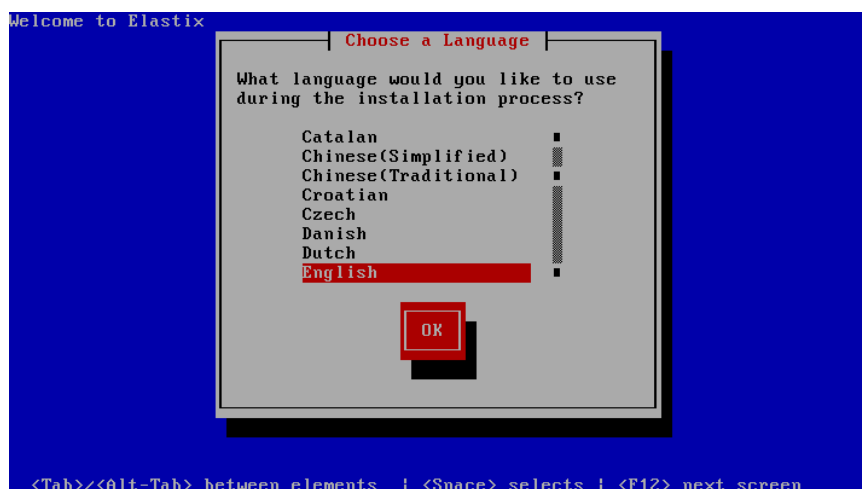


圖4.3 語系安裝選項

步驟4：鍵盤模式安裝設定

選擇「us」，如圖4.4所示。



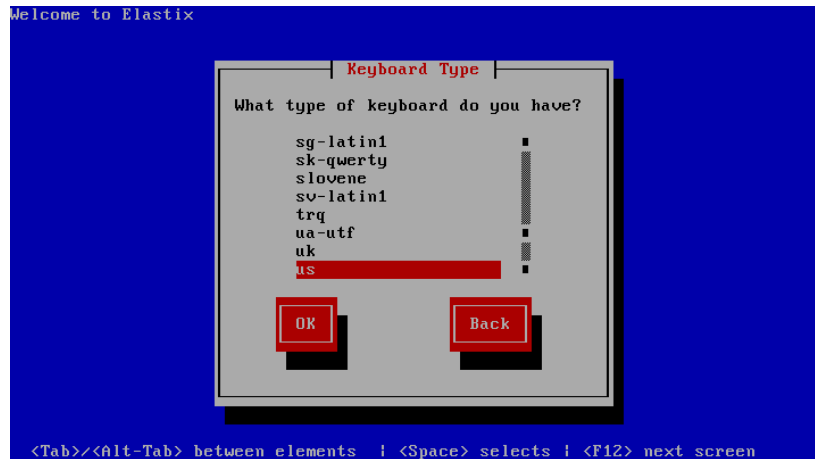


圖4.4 鍵盤模式安裝選項

步驟5：磁碟安裝設定

選擇「Remove all partitions on selected drives and create default layout」，如圖4.5所示。

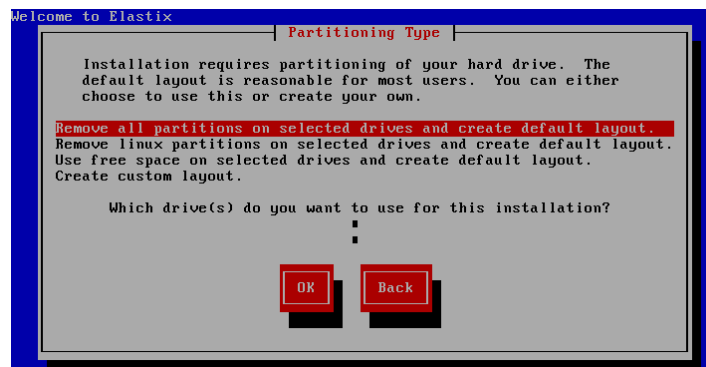


圖4.5 磁碟安裝設定選項

步驟6：磁區安裝設定

選擇「Use free space on selected drives and create default layout」，如圖4.6所示。

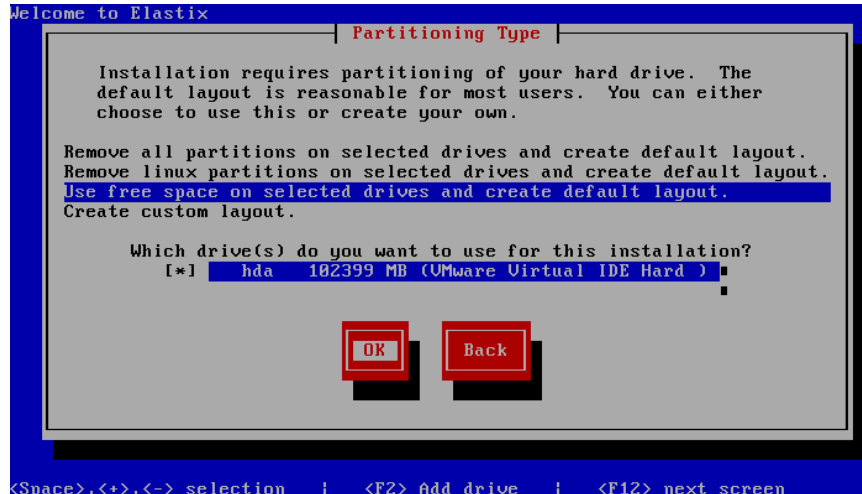


圖4.6 磁區安裝設定選項

步驟7：觀看磁區分配

選擇「Yes」，如圖4.7所示。

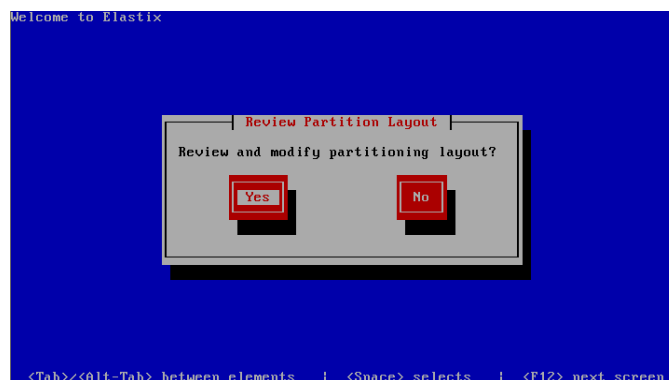


圖4.7 觀看磁區分配狀況

步驟8：磁區分割

分割區的設定可採用系統安裝的預設值，系統會給予最佳的磁區分配方式，如伺服器有特殊需求時，才需要使用個別設定。圖4.8中LV LogVo100主要分割區，它的分割區容量大小約100GB，另外系統也設定了LV LogVo101 Swap暫存區容量大小約5GB。

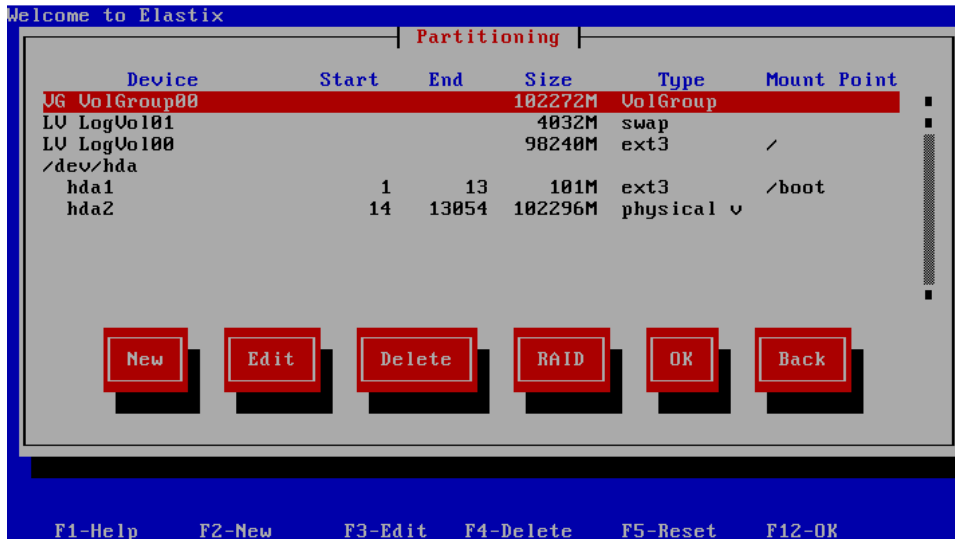


圖4.8 磁碟分割狀況

步驟9：網路卡啟動與模式

選擇「Activate on boot」網路卡在開機時啟動。如圖4.9所示

選擇「Enable IPv4 support」使用IPv4的TCP/IP網路協定。

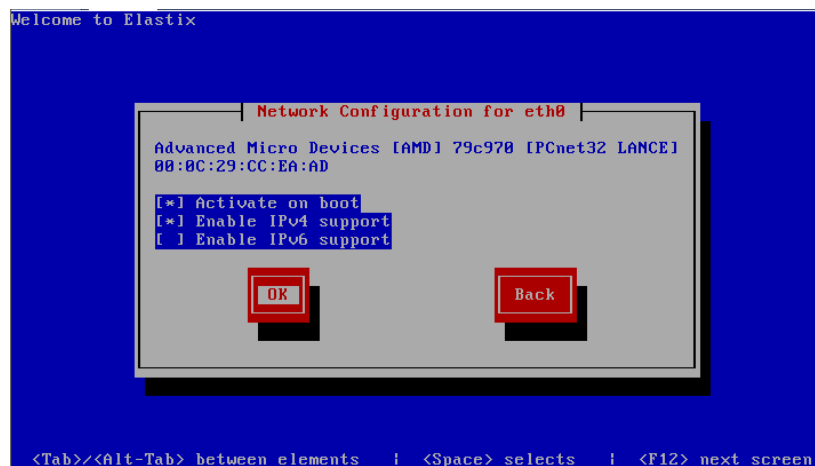


圖4.9 網路卡相關設定

步驟10：網路卡位址設定

選擇「Manual address configuration」選擇固定IP。如圖4.10

所示。主要伺服器將IP設定為虛擬IP。屆時再利用IP對應(IP Mapping)

方式對應真實IP，對外提供Internet提供服務。備用伺服器亦將IP設定為虛擬IP，在LAN端與主要的應用層伺服器做資料的內部傳輸。

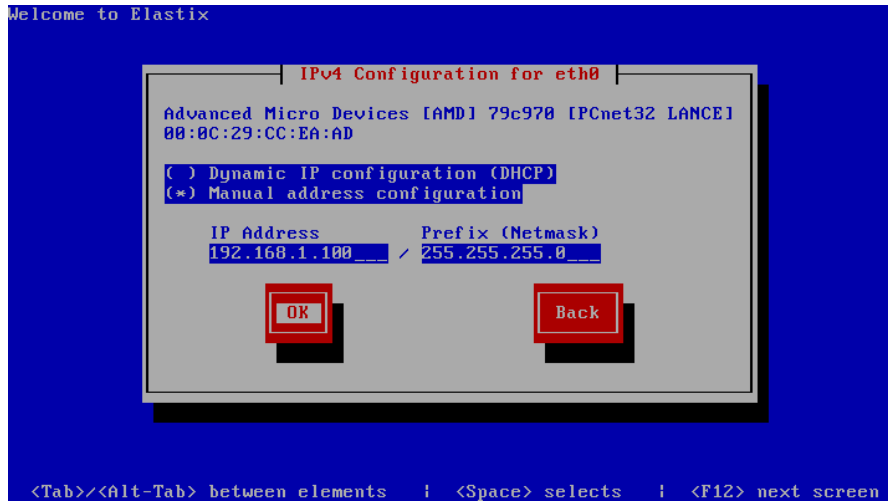


圖4.10 網路卡位址設定

步驟11：套件自動安裝狀況

當網路相關設定完成後，系統會自動安裝所需要的套件，使用者毋須選擇套件的相關性與相依性，降低IP PBX管理者與使用者在安裝系統上的困難度。如圖4.11所示。

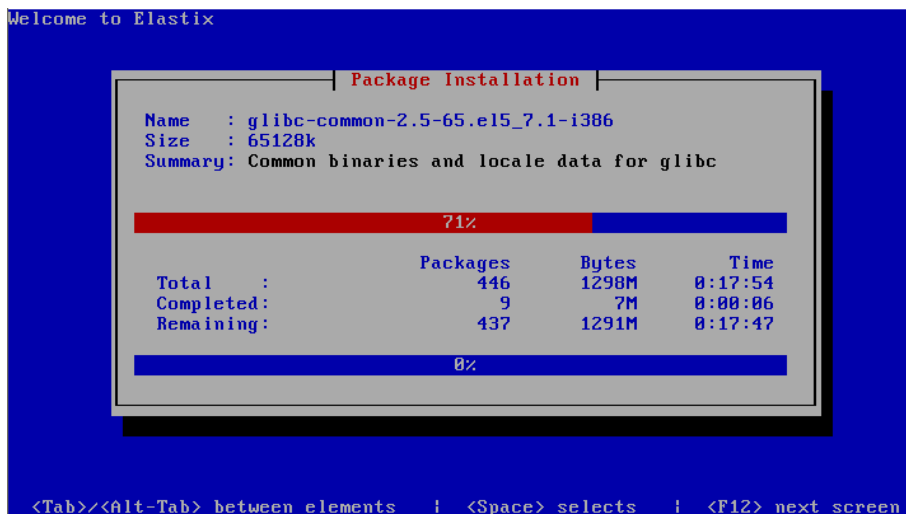


圖4.11 套件自動安裝狀況圖

## 步驟12：設定資料庫密碼

系統採用自由軟體資料庫MySQL作為系統的資料庫，在系統安裝時需要設定資料庫管理者的密碼，當系統安裝完成時，就已經完成資料庫權限的設定。可立即使用MySQL資料庫相關功能。如圖4.12所示。

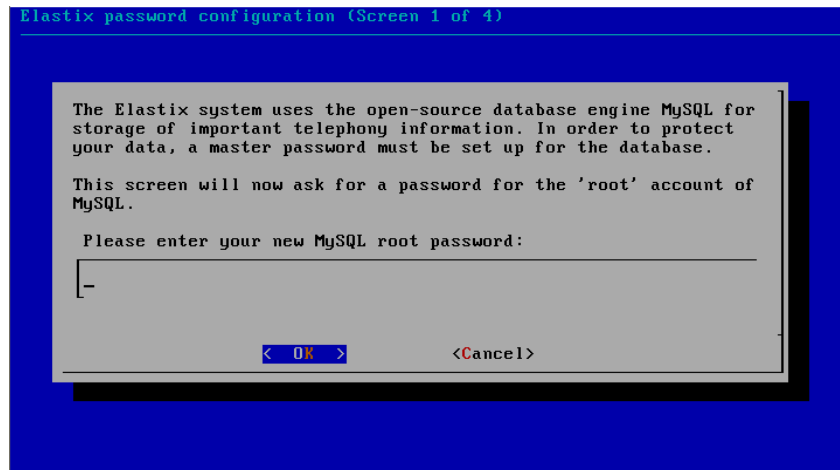


圖4.12 設定資料庫密碼

## 步驟13：設定Elastix管理者密碼

在Elastix系統中提供Web UI，讓使用者方便管理系統。在安裝的過程中，需要設定Web UI的密碼，如圖4.13所示。當系統安裝完成時，就已經提供Web的管理模式，大幅降低IP PBX管理者入門的障礙。

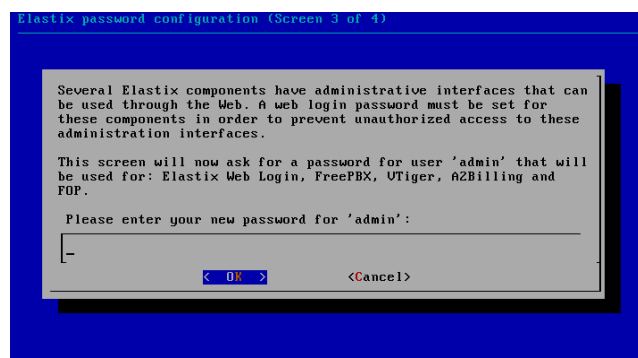


圖4.13 設定Elastix Web UI管理者密碼

#### 步驟14：系統完成安裝

當系統完成安裝時，可使用命令模式(Command line mode)登入系統進行管理，如圖4.14所示。但因在命令模式中，管理者需要熟識相關指令的操作，具有較高的門檻，增加管理者入門的困難度。

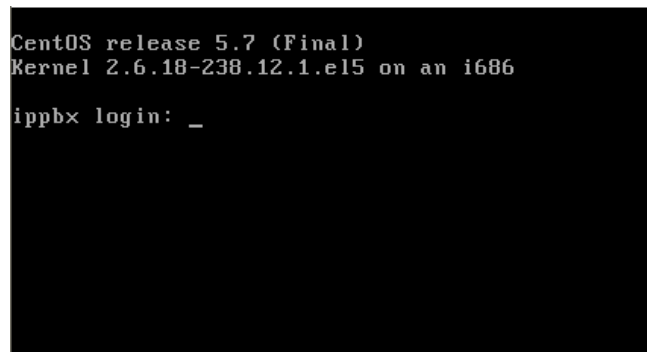


圖4.14 使用命令模式登入系統

#### 步驟15：系統完成安裝

當系統完成安裝時，可使用Web UI介面登入系統進行管理，如圖4.15所示。先前在系統安裝過程中已經設定Web UI管理者的權限，當系統安裝完成後，可立即使用Web UI登入管理Elastix系統，展現IP PBX在系統管理上的親和力。

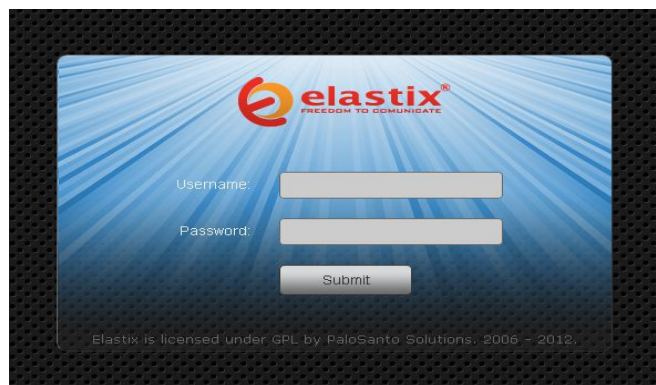


圖4.15 使用Web UI登入系統

## 第二節 相關服務套件與系統設定

本節將說明Web Service (Apache)、防火牆以及網路頻寬管制等服務套件之設定。

### 2.1 Web Service (Apache)

在應用層伺服器的Web Service上，使用世界大型的Web Site幾乎都會採用Apache作為WWW Server。為了配合Elastix系統的管理使用介面，系統在安裝時，Web Service套件已經自動挑選，故系統裝置完成時，Apache伺服器已經安裝完成，可立即提供WWW的服務功能，目前Apache伺服器使用的版本為 httpd-2.2.3-43，主要的設定檔 httpd.conf 放置在 /etc/httpd/conf 的系統目錄下。當我們進行系統管理或使用者進行系統WebUI的登入時，我們必須針對連線用戶進行登入管制，以減少網路上不必要的駭客攻擊。因此針對Apache設定檔作修改以便管制連線用戶，以下就管制功能作說明。

網站套件安裝完成後，首先必須修改httpd.conf的設定檔，在「Controls who can get stuff from this server」選項中，設定值預設為「Order allow,deny」「Allow from all」，它預設值是開啟所有網路上的使用者皆可連線至Elastix的使用管理介面，無法管制連線用戶的網路位址。當我們開啟連線管制功能後，就可以限制連線者的網路位址或網域名稱，減少網路攻擊。例如我們的使用

者網域來自「ABC.com」或位址為「192.168.1.100」，我們可將設定值修改如下：

將「Allow from all」修改為

「deny:all」「Allow:from ABC.com」「Allow:from 192.168.1.100」

就可允許網域為ABC.com及位址「192.168.1.100」的使用者連線，而非允許的使用者則無法連線進入Elastix管理使用介面。

## 2.2 防火牆設定

防火牆能夠在兩個或兩個以上的網路間，區隔出伺服器內部網路與網際網路間的不同，並針對其中的連線用戶進行限制，管制相互往來的連線。因防火牆區隔開的網路，在封包轉送的過程中，經防火牆的安全管理機制，決定資料的流通條件，藉此達到網路安全保護的目的。在 CVCS 中我們使用 iptables 套件作為「網路過濾器」，讓系統管理員藉由相關「規則」的設定調整，達到網路封包流動轉送的管理，協助系統建立安全性的屏障。在 Linux 系統裡，iptables 套件使用 /sbin/iptables 指令進行操作，並需藉助核心層級(kernel)的模組來配合運作，以目前 iptables 而言，均在 2.4 及 2.6 的核心層級運作，Elastix 的核心模組屬 2.6.18 版本，符合 iptables 套件的使用核心條件。在語音通訊中，主要使用的連線埠號(port)為 5060 埠，我們將針對 CVCS 使用者的位址(IP)與連線埠(Port)進行連線管制，



減少網路駭客的攻擊次數。

在 CVCS 中我們配置兩組實體網路卡，區分出信任網域 (LAN) 與不信任網域 (Internet)，亦即利用硬體配置區隔出伺服器內部網路與外部網路。透過 iptables 套件在網路介面的運作，協助過濾內外網域間轉送的封包(packet)，達成保護 CVCS 系統之目的，如圖 4.16 所示。

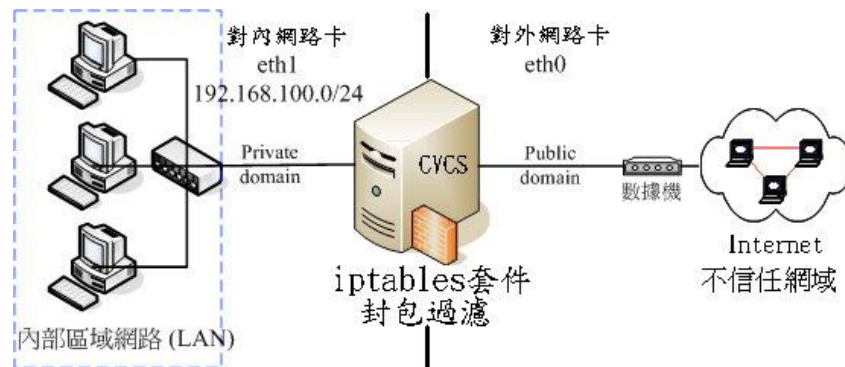


圖 4.16 防火牆架構(莊志榮，2010)

我們採用的防火牆政策是『僅開放特定的服務與位址，非必要服務不予開啟』，拒絕非法 Internet 位址與封包進入 CVCS 系統的相關埠口。iptables 套件之所以能夠拒絕非法 IP 使用者的進入，是因為對 IP 表頭資料與連線埠號進行分析。在 OSI 七層網路模型中，網路層(Network Layer)定義「IP 表頭資料，包括位址的來源與目的」；傳輸層(Transport Layer)定義「連線位址的來源與目的的埠號」，如圖 4.17 所示。

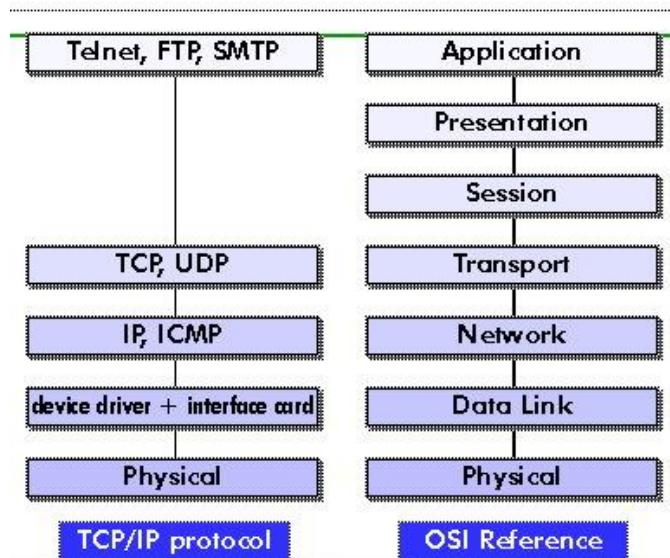


圖 4.17 OSI 網路七層模型(Rosenberg et al, 2002)

網路上的連線資料經過分析後，將與 iptables 所定義之『規則』比對，決定該封包的去留，也就是「根據封包的資料『比對』 iptables 中所定義的『規則』，若封包資料與規則內容相同則進行指令動作，否則將繼續下一條規則比對」。因此 iptables 所定義的「表單規則順序」決定了封包的去向。當一個網路封包要進到 CVCS 系統前，將先經由 iptables 進行封包檢查，通過檢查的合法封包則接受 (ACCEPT) 進入本機並取得權限，若是未通過核准，則將予以丟棄 (DROP) 或拒絕 (REJECT)。如圖 4.18 所示，圖中顯示「規則的排序特性」，當網路封包進入「Rule1」比對時，若比對結果符合「Rule 1」，此時網路封包將進行「Action 1」動作，並不再理會後續「Rule 2」，「Rule 3」... 等規則分析。但若此封包未符合「Rule 1」的比對，將會進入「Rule 2」的比對，系統即依此規則進行檢視。倘若所有的

規則皆未符合時，即透過預設動作(封包政策，Policy)決定該封包的最後去向。

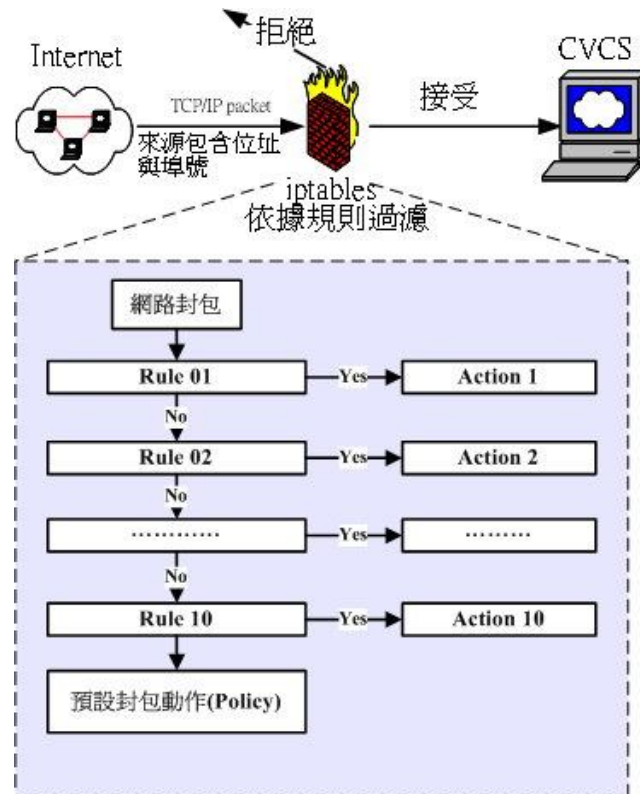


圖 4.18 iptables 檢查封包流程(蔡德明，2003)

CVCS 系統開放的連線對象必須是經過申請的用戶，經由用戶填寫申請表單與資料後，確認用戶連線的位址資料，將相關資料列入防火牆的設定規則中。此外 CVCS 系統開放使用的網路服務為 http 與 sip 兩種服務，開放的埠號分別為 80 埠與 5060 埠。我們將在 iptables 套件中以「正向表列」的方式開放申請的使用者進行連線，非合法使用一律拒絕連線，藉此提高系統的安全性。

我們使用 iptables 套件針對連線規則加以設定，iptables 主要的規則表有三個，分別是：nat、mangle 和 filter，當未指定規則

表時，一律視為 filter。其規則語法如下：

```
iptables [-t table] command [match] [-j target/jump]
```

-t 參數用來指定規則表，command 表示命令語法，-j 表示所採取的動作(Action)。我們將 iptables 的語法以 shell 的方式寫入檔案，shell 中定義 CVCS 系統第一片網路卡 eth0 為真實 ip，此 ip 為 CVCS 提供服務的位址。第二片網路卡 eth1 為虛擬 ip，我們設定它的位址為「192.168.1.100」。另外模擬有一合法的連線用戶其 ip 為「168.95.1.1」，我們將使用 iptables 語法使該合法用戶可以連線至 CVCS 系統中所提供的 Web 服務(http)、加密網站服務(https)與網路電話服務(sip)，並將合法封包導入內部網路中，取得 CVCS 內部服務，其餘若是非法用戶則一律拒絕連線至 CVCS 系統。

shell 內容範例如下：

```
#設定網卡參數
```

```
WAN_IF="eth0"
```

```
LAN_IF="eth1"
```

```
#增加一條規則，接受封包自來源 ip 為「168.95.1.1」使用 CVCS 系統的「sip 服務『5060 埠』」
```

```
/sbin/iptables -A INPUT -i eth0 -s 168.95.1.1 -p tcp -dport 5060 -j\ACCEPT
```

```
#增加一條規則，接受封包自來源 ip 為「168.95.1.1」使用 CVCS 系統的「http 服務『80 埠』」
```

```
/sbin/iptables -A INPUT -i eth0 -s 168.95.1.1 -p tcp -dport http -j\ACCEPT
```

#增加一條規則，接受封包自來源 ip 為「168.95.1.1」使用 CVCS 系統的「https 服務『443 埠』」

```
/sbin/iptables -A INPUT -i eth0 -s 168.95.1.1 -p tcp -dport https -j \
ACCEPT
```

#增加一條規則，將 internet 進入 CVCS 系統的封包導入防火牆內部 ip 「192.168.1.100」的「sip 服務『5060 埠』」

```
/sbin/iptables -t nat -A PREROUTING -p tcp -i eth0 --dport 5060 -j \
DNAT --to-destination 192.168.1.100:5060
```

#增加一條規則，將 internet 進入 CVCS 系統的封包導入防火牆內部 ip 「192.168.1.100」的「http 服務『80 埠』」

```
/sbin/iptables -t nat -A PREROUTING -p tcp -i eth0 --dport 80 -j \
DNAT --to-destination 192.168.1.100:80
```

#增加一條規則，將 internet 進入 CVCS 系統的封包導入防火牆內部 ip 「192.168.1.100」的「https 服務『443 埠』」

```
/sbin/iptables -t nat -A PREROUTING -p tcp -i eth0 --dport 443 -j \
DNAT --to-destination 192.168.1.100:443
```

#增加一條規則，將 internet 進入 CVCS 系統的 tcp 封包全數丟棄，藉此過濾非法位址進入 CVCS 系統。

```
/sbin/iptables -A INPUT -i eth0 -p tcp -j DROP
```

#增加一條規則，將 internet 進入 CVCS 系統的 udp 封包全數丟棄，藉此過濾非法位址進入 CVCS 系統。

```
/sbin/iptables -A INPUT -i eth0 -p ucp -j DROP
```

## 2.3 網路頻寬管制(Traffic Control)

在封包交換網路和電腦網路領域中，流量工程術語服務質量 (Quality of Service, QoS) 用來指封包在網路中兩點間的通透機率。QoS 是一種控制機制，能針對不同使用者或者不同資料流採取相應不同的優先順序，且能根據應用程式的不同要求，讓資料流的流通效能

達到一定的水準。因此，在頻寬有限的網路環境下，為讓網路傳輸通暢，QoS 的功能可說是十分重要，特別是在網路串流多媒體的高需求下，如 VoIP 或影音串流服務(YouTube)等，因為這些相關應用常需固定的傳輸頻寬，對網路的延遲相對敏感，只要稍有頻寬阻塞或停頓，即刻讓使用者感受到不舒適。校園是屬於多種網路設備混用的環境，包括個人電腦、智慧型載具、VoIP 等，這些設備對頻寬的瞬間使用機率不同，成為網路阻塞的重要主要，若是我們能夠善加利用「網路流量管制」機制，就能大幅降低網路瞬間延遲之擾(林佳輝，2004)，提高 CVCS 系統使用者的通訊品質。

為提供優質的 QoS，在策略上大抵有兩種方式。第一種，即簡單提供大量資源，用豐富、安全的餘量裝置應付預期中的「高峰」需求，此策略方法簡單，但代價昂貴，且當高峰需求超越預期的推估時，將無法有效應對，此外部署的額外資源相當耗費時間。第二種策略即是控制使用者的網路頻寬，且依據服務的重要性，排出優先順序，如此自然可減少「高峰」的需求。在網路資料流的傳輸中，資料、語音和視頻等三筆傳輸對頻寬的需求是不一的，因為高畫質視頻、即時語音服務對網路頻寬的要求甚高，它們與 Web 瀏覽、檔案傳輸的服務要求存在極大不同點，後者可以允許等待或短時間的停頓，而影音服務卻會對瞬間的停頓感到明顯的不適。QoS 的功能主要應用於當網路發生

擁塞時，網路轉發設備將流量進行分類並依據優先順序送到某些輸出埠。因此即時監測網路流量大小，採用預警方法，在問題出現前依網路擁塞高流量的優先順序將之避免排除掉，讓網路擁有充分的網路吞吐量，達到最少的丟包率和最小的延遲。

流量管制策略主要根據「限制頻寬」與「保證頻寬」來管理流量，一旦流量服務超過其設定值，超過的流量將予以消滅或丟棄。QoS的流量控制機制是藉著區隔出不同服務等級的封包流量來加以控制，流量的服務等級將決定QoS處理的優先順序。若沒有頻寬管理的協助，將可能發生因區域網路內部份使用者下載大量檔案或使用影音媒體瀏覽，進而影響CVCS系統使用者的通訊品質，為預防此一問題的產生，我們將在現有閘道器下(gateway)施行QoS管制政策。

校園內目前使用的閘道器為Linux CentOS 5.6，我們將在系統中使用tc管理套件來管制校園內網路設備使用的頻寬，並對使用設備的「限制頻寬」與「保證頻寬」加以限制，確保CVCS系統使用者在網路頻寬的優先性。Linux QoS的佇列規則有兩種：CBQ、HTB。HTB(Hierarchy Token Bucket)設定較精簡，效能較好。所以以HTB為主，我們使用tc套件進行頻寬管制，依據tc的規則控制所屬ip頻寬的優先順序。目前學校光纖網路頻寬為10Mb，而系統設定的基本單位為”KB/s”，經過換算後總頻寬為1280KB，我們將所有使用中VoIP

設定為第一個群組，其他伺服器設定為第二個群組，一般網路設備或個人電腦設定為第三個群組。將內部的資訊設備分類後，使用iptables語法將群組的設備加上標示，再進行流量管制。以下為指令與設定範例。

```
#設定網卡參數
```

```
WAN_IF="eth0"
```

```
LAN_IF="eth1"
```

```
#下載限流規則(針對內部網卡)
```

```
##設定預設群組
```

```
/sbin/tc qdisc add dev $LAN_IF root handle 10: htb default 30
```

```
##設定群組總流量，rate 保障頻寬、ceil 限制頻寬
```

```
/sbin/tc class add dev $LAN_IF parent 10: classid 10:1 htb rate 1280kbps  
ceil 1280kbps
```

```
##以下設定各群組限流，prio 為分配頻寬的優先順序
```

```
##1. 設定 VoIP 相關設備流量限制，prio 為分配頻寬的優先順序
```

```
/sbin/tc class add dev $LAN_IF parent 10:1 classid 10:10 htb rate 320kbps  
ceil 640kbps prio 1
```

```
##2. 設定伺服器相關設備流量限制，prio 為分配頻寬的優先順序
```

```
/sbin/tc class add dev $LAN_IF parent 10:1 classid 10:20 htb rate 160kbps  
ceil 320kbps prio 2
```

```
##3. 設定其他資訊相關設備流量限制，prio 為分配頻寬的優先順序
```

```
/sbin/tc class add dev $LAN_IF parent 10:1 classid 10:30 htb rate 160kbps  
ceil 320kbps prio 3
```

```
#4. 採用 fw 過濾器 pfifo 的佇列規則
```

```
/sbin/tc qdisc add dev $LAN_IF parent 10:10 handle 101: pfifo
```

```
/sbin/tc qdisc add dev $LAN_IF parent 10:20 handle 102: pfifo
```

```
/sbin/tc qdisc add dev $LAN_IF parent 10:30 handle 103: pfifo
```



#5. 設定過濾器指定貼有 10 標籤 (handle) 的封包，歸類到 10:10 類別等等

```
/sbin/tc filter add dev $LAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
10 fw classid 10:10
/sbin/tc filter add dev $LAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
20 fw classid 10:20
/sbin/tc filter add dev $LAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
30 fw classid 10:30
```

#6. 上傳限流規則(針對外部網卡)相關設定與下載相同

```
/sbin/tc qdisc del dev $WAN_IF root 2>/dev/null
/sbin/tc qdisc add dev $WAN_IF root handle 10: htb default 30
/sbin/tc class add dev $WAN_IF parent 10: classid 10:1 htb rate 1280kbps
ceil 1280kbps
/sbin/tc class add dev $WAN_IF parent 10:1 classid 10:10 htb rate 320kbps
ceil 640kbps prio 1
/sbin/tc class add dev $WAN_IF parent 10:1 classid 10:20 htb rate 160kbps
ceil 320kbps prio 2
/sbin/tc class add dev $WAN_IF parent 10:1 classid 10:30 htb rate 160kbps
ceil 320kbps prio 3
/sbin/tc qdisc add dev $WAN_IF parent 10:10 handle 101: pfifo
/sbin/tc qdisc add dev $WAN_IF parent 10:20 handle 102: pfifo
/sbin/tc qdisc add dev $WAN_IF parent 10:30 handle 103: pfifo
/sbin/tc filter add dev $WAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
10 fw classid 10:10
/sbin/tc filter add dev $WAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
20 fw classid 10:20
/sbin/tc filter add dev $WAN_IF parent 10: protocol ip prio 100 handle
30 fw classid 10:30
```

#7. 建立 risk 陣列，將分組用戶 IP 加入

```
risk=(192.168.1.1 192.168.1.2 192.168.1.3)
```

#8. 針對 risk 陣列，標記為群組 10

```
for IPa in ${risk[@]}; do
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -d $IPa -j MARK --set-mark 10
/sbin/iptables -t mangle -A PREROUTING -s $IPa -j MARK --set-mark 10
done
```

```
#9. 建立 risk2 陣列，將分組 20 用戶 IP 加入
risk2=(192.168.1.10 192.168.1.11 192.168.1.12)

#10. 針對 risk2 陣列，標記為群組 20
for IPb in ${QOSb[@]}; do
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -d $IPb -j MARK --set-mark 20
/sbin/iptables -t mangle -A PREROUTING -s $IPb -j MARK --set-mark 20
done
```

### 第三節 CVCS系統的安裝與測試

本節將針對CVCS系統內合法使用者的權限進行設定。包括分機號碼的設定，包括：分機號碼互相撥話、外部電話撥話進入系統分機、語音導引的設定、分機電話如何利用二類電信業者所提供的服務進行撥話等。

#### 3.1 建立CVCS使用者分機號碼

現在需要建立 SIP 分機號碼，在 Elastix Web 版面 PBX > PBX Configuration，選擇左邊選單 Extensions，在下拉式選單選擇 Generic SIP Device，再按 Submit 鍵，進入至「Add SIP Extension」如圖 4.19 所示。

## Add SIP Extension

### Add Extension

User Extension	<input type="text"/>
Display Name	<input type="text"/>
CID Num Alias	<input type="text"/>
SIP Alias	<input type="text"/>
<b>Extension Options</b>	
Outbound CID	<input type="text"/>
Ring Time	Default <input type="button" value="v"/>
Call Waiting	Disable <input type="button" value="v"/>
Call Screening	Disable <input type="button" value="v"/>
Pinless Dialing	Disable <input type="button" value="v"/>
Emergency CID	<input type="text"/>
<b>Assigned DID/CID</b>	
DID Description	<input type="text"/>
Add Inbound DID	<input type="text"/>
Add Inbound CID	<input type="text"/>
<b>Device Options</b>	

圖4.19 建立使用者分機號碼

在這版面有很多設定，但我們只需一些有用的設定就可以了，請依照以下設定即可讓 SIP 使用者登記到 CVCS 系統，設定值說明如下：

User Extension：535306（SIP 使用者的分機帳號）

Display Name：535306（設定完後可以在右邊確認此分機號碼身份）

secret：U4H7K6（這是 SIP 使用者密碼，用作登記之用）

然後在最下方按 Submit 就可以完成一個基本 SIP 分機號碼帳號，依照此流程即可建立多組分機號碼。如圖 4.20 所示。

**Edit Extension**

---

Display Name: 535306  
 CID Num Alias:   
 SIP Alias:   
 Extension Options

---

Outbound CID:   
 Ring Time: Default ▾  
 Call Waiting: Disable ▾  
 Call Screening: Disable ▾  
 Pinless Dialing: Disable ▾  
 Emergency CID:   
 Assigned DID/CID

---

DID Description:   
 Add Inbound DID:   
 Add Inbound CID:   
 Device Options

---

This device uses sip technology.

secret: U4H7K6  
 dtmfmode: rfc2833  
 canreinvite: no  
 context: from-internal  
 host: dynamic  
 type: friend  
 nat: yes  
 port: 5060

圖4.20 建立分機號碼設定值

在「網路電話設定」方面，當完成CVCS分機電話的設定後，我們實際設定在網路電話上測試系統撥接狀況。網路電話設定表如圖4.21所示。

Line 1	Line 2	Line 3	音頻設定	偏好設定	SIP進階設定
啟用:	<input checked="" type="checkbox"/>				
傳輸類型:	UDP				
電話號碼:	535306				
用戶帳號:	535306				
用戶密碼:	.....				
顯示名稱:	535306				
網域名稱:					
Proxy 網路類型:	<input checked="" type="radio"/> IPv4 <input type="radio"/> IPv6				
Proxy伺服器:	163.27.77.142				
Proxy伺服器埠號:	5060				
外撥Proxy伺服器:					
外撥Proxy伺服器埠號:	5060				
NAT Keep Alive:	<input checked="" type="radio"/> 啟用 <input type="radio"/> 非啟用				
NAT Keep Alive Time (sec):	300				
費用備選Proxy伺服器:	<input type="radio"/> 採用 <input checked="" type="radio"/> 不採用				

圖4.21 網路電話設定表

關於「批次建立網路電話分機」(Batch of Extensions)，目前約有100組分機使用者，如果使用3.1的方法則必須大費周章建立100次，系統提供批次建立分機的方式，將分機表格依照格式建立在CSV的檔案格式下，將檔案匯入系統即可統一建立分機，內容包括顯示名稱、使用者名稱、密碼等等。格式如圖4.22所示。

A	B	C	D	E	F
Display Name	User Extension	Call Waiting	Secret	Voicemail Status	
535306	535306	DISABLED	U4H7K6	disable	

圖4.22 批次建立分機表格式

在Web版面PBX > Batch of Extensions 選擇我們已經建立好的分機表格，並將表格匯入系統，匯入後只要使用者設定網路電話即可登入使用，如圖4.23所示。

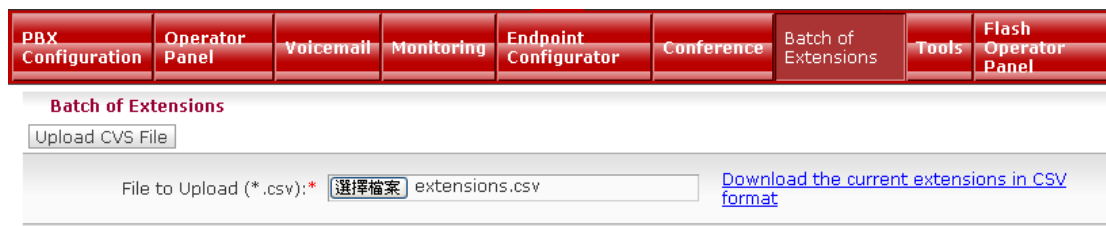


圖4.23 批次匯入分機號碼

### 3.2 安裝語音卡 (FX0) 與設定語音導引 (IVR)

當外部電話(包括傳統電話、手機、國際電話等)欲撥話進入CVCS系統分機時，我們必須建立一可撥入的代表號碼(PSTN)供外部電話撥入系統。目前本系統使用TDM400P的語音卡，將語音卡安裝進入CVCS

系統，進入系統的「Hardware Detector」進行硬體偵測，即可找到該語音卡硬體裝置，並將PSTN電話線插入FXO硬體，顯示綠色狀態，如圖4.24所示。

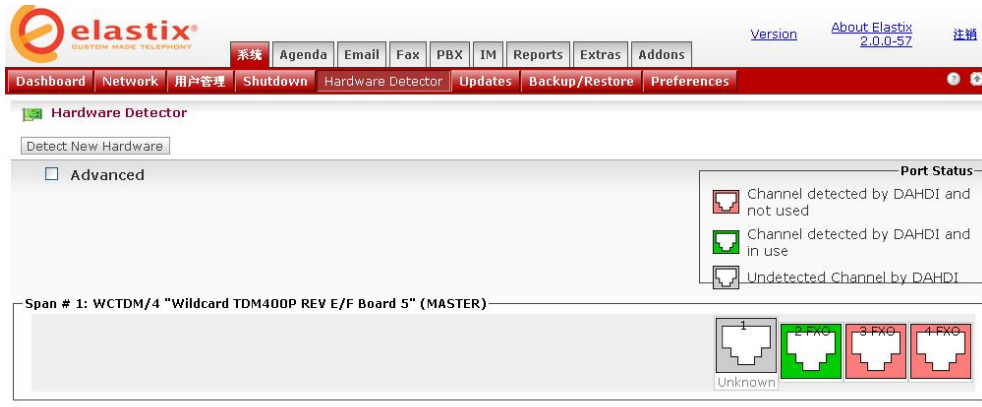


圖4.24 Hardware Detector

有關「語音卡設定檔」，當語音卡安裝完成後，由於有多路PSTN線路，必須經由設定讓系統分別列出FXO優先順序，以利後續運作。語音卡設定檔存放在/etc的目錄下，檔名為dahdi-channels.conf，將其中的group選項分別設定為0，1，2，3代表四個線路，如圖4.25所示。當設定檔完成設定後，只需視單位實際狀況置入申請的PSTN線路即可上線使用。



圖4.25 語音卡設定檔

在「語音導引的錄製」(System Recordings)，當語音卡配置完成後需要經過系統語音導引的設定才能撥話進入 CVCS 分機，當外線撥入系統時，系統會先以語音導引說明各個單位的分機號碼為何，以便使用者輸入分機號碼。

我們需要錄製 IVR 語音，在 PBX > System Recordings > 連結，在「Record or upload」要求我們輸入一個 extensions 帳戶來錄製 IVR 語音，請輸入適當的帳戶，確認後，在該分機按 \*77 開始錄製 IVR 語音，當錄製完成，在「Name this Recording」欄位輸入這個 IVR 語音名稱，並儲存，如此即完成語音導引的錄製，如圖 4.26 所示。

The screenshot shows the 'System Recordings' web interface. At the top, there are four buttons: 'Add Recording', 'Built-in Recordings', 'english3', 'happyvoice2', and 'happyvoice3'. The main content area is titled 'Add Recording' and includes the following steps:

- Step 1: Record or upload**  
Using your phone, dial \*77 and speak the message you wish to record.  
Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg, recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz.  
There is a file selection area with a '選擇檔案' button, a text input field containing '未選擇檔案', and an 'Upload' button.
- Step 2: Verify**  
After recording or uploading, dial \*99 to listen to your recording.  
If you wish to re-record your message, dial \*77
- Step 3: Name**  
Name this Recording: [text input field]

At the bottom, there is a 'Save' button and a note: 'Click "SAVE" when you are satisfied with your recording'.

圖4.26 語音導引的錄製

在「語音導引的設定」(IVR)，開始設定 IVR 步驟，在 PBX > IVR 的連結，新增「Add IVR」選項，當進入「IVR」頁面後，首先在「Change Name」輸入這個 IVR 名稱，接著在「Announcement」選擇剛才在

「System Recordings」錄製好的 IVR 語音名稱，並儲存。如此即可開始設定IVR的數字來決定進入那個單位分機「Extensstions」，如圖4.27所示。最後設定外線撥入時會來到這個 IVR，使用「PBX」>「Inbound Routes」連結，選擇「any DID / any CID」連結，如圖4.28所示。並在選單中就可以使用IVR選項來選擇剛才已經製作好的IVR。完成後實際測試撥打電話進入CVCS的分機，測試是否可以聽到IVR和並按數字進入該單位。

Digital Receptionist

Edit Menu happyivr

Save Delete Digital Receptionist happyivr

Used as Destination by 1 Object:

---

Change Name

Announcement

Timeout

Enable Directory

VM Return to IVR

Directory Context

Enable Direct Dial

Loop Before t-dest

Timeout Message

Loop Before i-dest

Invalid Message

Repeat Loops:

---

Increase Options Save Decrease Options

---

Return to IVR   IVR:

Phonebook Directory:

Terminate Call:

Leave blank to remove  Extensions:

---

Return to IVR   IVR:

Phonebook Directory:

Terminate Call:

Leave blank to remove  Extensions:

圖4.27 語音導引分機設定



Detect Faxes:  No  Yes

Set Destination

---

IVR: happyivr ▼

Phonebook Directory: Phonebook Directory ▼

Terminate Call: Hangup ▼

Extensions: <101> 101 ▼

圖4.28 Inbound Routes 語音設定

### 3.3 使用二類電信進行撥話服務

當CVCS使用者欲撥話至非CVCS使用者的外部電話(如行動電話、市內電話、國際電話等)時，必須透過PSTN線路協助完成通訊，然而本系統將不採用原先架接於系統上的語音卡進行撥號服務，一方面，除了因PSTN電話線路組數有限，倘若同時肩負撥入與撥出工作，容易造成電話佔線問題困擾。另一方面基於使用者付費原則，將由使用者自行儲值付費進行撥話，因此本文將規劃二類電信業者與CVCS分機號碼的連結，運用二類電信業者所提供的撥話服務提供CVCS內部使用者的外撥服務。為連結二類電信之服務，我們將建立個別分機於外撥線路時的中繼通道(sip trunk)，並為有外撥需求的分機建立Sip Trunk，並讓使用者可至二類電信業者網站自行儲值，依此方式完成分機外撥外部電話之需求，其流程如圖4.29所示。

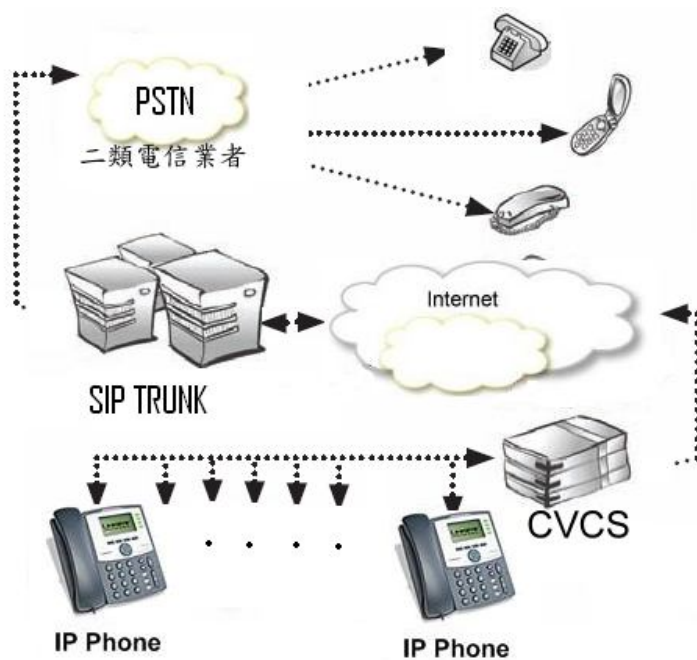


圖4.29 使用二類電信撥話流程圖(Perini, 2001)

開始設定Sip Trunk規則，在PBX>Trunks>Add SIP Trunk的連結中，設定檔的細部設定，如圖4.30所示，設定說明如下。

(1)一般設定 (General Settings)

(A)Trunk Description:在此定義Trunk的名稱

(B)Outbound Caller ID:在此定義分機撥外線時使用哪一組Sip Trunks

(C)Outgoing Dial Rules：在此定義撥外線時必須先撥一個前置碼才能撥到外部電話，設定值(Dial Rules):9|，也就是先撥9再撥外線號碼。

(2)撥外設定 (Outgoing Settings)

(A)Trunk Name:在此定義Trunk的名稱，

(B)PEER Details:在此定義欲連接二類電信的主機位址與對應的

帳號密碼，host=210.60.77.67 username=535306

secret=XXXXXX type=peer。

### (3)撥入設定 (Incoming Settings)

(A)USER Context:在此定義 Trunk 的名稱

(B)USER Detail: 在此定義欲連接二類電信的主機位址與對應的

帳號密碼 secret=XXXXXX type=user context=from-trunk

(C)Register String: 在此定義連接二類電信 Trunk 的語法，

語法為帳號:密碼@二類電信主機位址/帳號

例如：0709502780:L3M6HE@210.60.77.67/0709502780

**General Settings**

Trunk Description: 535353\_sip\_trunk  
 Outbound Caller ID: 535353  
 CID Options: Allow Any CID  
 Maximum Channels:   
 Disable Trunk:  Disable  
 Monitor Trunk Failures:  Enable

**Outgoing Dial Rules**

Dial Rules: 91  
  
 Dial Rules Wizards: (pick one)  
 Outbound Dial Prefix: 9

**Outgoing Settings**

Trunk Name: 535353\_outbol  
 PEER Details:  
 host=210.60.77.67  
 username=0709502780  
 secret=L3M6HE  
 type=peer

**Incoming Settings**

USER Context:   
 USER Details:

**Registration**

Register String:  
 0709502780:L3M6HE@210.60.77.67/07

圖 4.30 建立 Sip Trunk

### 3.3.2 通話費用線上儲值

本系統與二類電信業者互相結合，當系統內使用者必須撥話至外

部電話時，可以運用二類電信業者所提供的撥話服務提供內部分機使用者對外撥話，讓內部使用者撥話至行動電話、市內電話、長途電話與國際電話等。CVCS 必須搭配電信業者的系統主機，該電信業者的系統主機必須提供 Sip Trunk 的中繼服務，我們在系統內建立個別分機的中繼連接設定，讓使用者對外撥話。一方面可以節省通話費用，另一方面可以減少因通話費用所衍生出來的相關問題，例如通話費用計算、通話費用帳務管理等。

我們搭配的電信業者為瑪凱電信，該電信業者為目前國內最大的二類電信業者，該公司也提供國際性的二類電信服務，讓系統內的使用者可以更加便利。該網站登入畫面，如圖 4.31 所示。CVCS 主要在建立與瑪凱電信之間的中繼服務，讓系統內使用者自行儲值話費，藉由業者管理通話費用所衍生出來的相關問題，降低校內管理的人力支出。使用者可用該公司所提供的帳號與密碼進行通話費用儲值，儲值畫面如圖 4.32 所示，該公司提供信用卡線上儲值服務與電話卡儲值服務，如圖 4.33、圖 4.34 所示。在撥通電話之前都會提醒使用者目前仍有多少餘額，讓使用者隨時瞭解儲值狀況。二類電信除了免月租費外，目前提供的通話費率也優於市話的通話費率，二類電信業者所提供的費率表如圖 4.35 所示。市話撥打行動電話的費率表，如圖 4.36 所示。在相同的通話時間下，二類電信的通話費率在行動電話方面明

顯優於市話，通話費率比較表，如表 4.37 所示。使用二類電話對外撥話可讓使用者節省話費支出，並達成「使用者付費」的原則。



圖 4.31 二類電信業者網站 (http://www.mkyc.com)

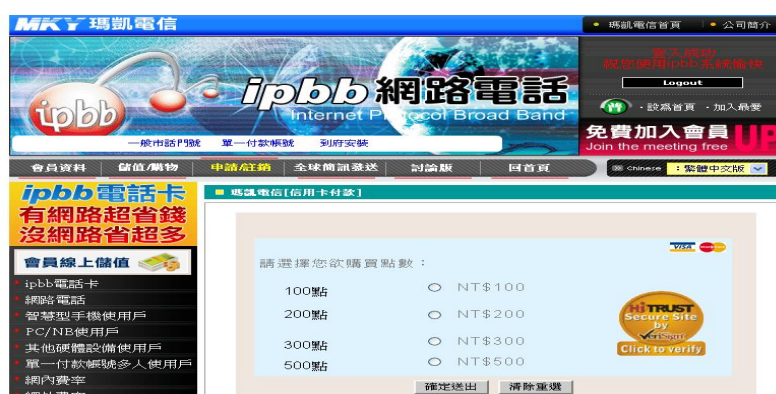


圖 4.32 二類電信業者的儲值網站 (http://www.mkyc.com)

瑪凱電信-[信用卡交易]	
訂單編號: K11070403 (請紀錄您的訂單編號, 作為查詢的依據)	
金額: 100	
說明: 儲值 ipbb 會員點數(100點)	
聯絡人資料	
eMail: mkyipbb3@mkyc.com	
身分證字號:	<input type="text"/>
統一編號:	<input type="text"/>
發票類型:	兩聯式
發票抬頭:	<input type="text"/>
收件地址: (郵遞區號)	<input type="text"/>
台北市	
收件人:	<input type="text"/>
聯絡電話:	<input type="text"/>
行動電話:	<input type="text"/>
<input type="button" value="確定送出"/>	

圖 4.33 信用卡儲值網站 (http://www.mkyc.com)



圖 4.34 電話卡儲值網站 (<http://www.mky.com>)

受話端	Country	國家名稱	計費單位/秒	費率
886	TAIWAN	台灣	60	0.9
8869	TAIWAN-MOBILE	台灣-行動電話	60	3.2

圖 4.35 二類電信通話費率表 (<http://www.mky.com>)

公司	中華電信	遠傳	台灣大哥大	和信	泛亞	大眾PHS	亞太行動寬頻	威寶電信
一般時段	2G 0.08605元/秒	2G 0.09464元/秒	2G 0.09454元/秒	0.09464元/秒	0.11033元/秒	0.11元/秒	0.11元/秒	0.11元/秒
	3G 0.1元/秒	3G 0.11元/秒	3G 0.11元/秒					

圖 4.36 市話撥打行動電話費率表(<http://www.cht.com.tw>)

表 4.37 通話費率比較表

	二類電信 (元/分鐘)	市話 (元/分鐘)
市話	0.9	0.3~0.5
行動電話	3.2	5.16~6.6
月租費	免月租費	需月租費

#### 第四節 伺服器資料備援設定

在系統架構中，為了確保資料庫的安全性，必須對伺服器的資料預作備份、預作保護，確保系統資料的安全。一旦主要 CVCS 伺服器發生故障，因備用 CVCS 伺服器可立即上線取代，將不致使 CVCS 所提供的各項服務產生停擺。

##### 4.1 遠端異地備份硬體架構與設定

為避免因天然或人為災害如地震、火災、失竊等因素造成單一伺服器資料遺失，將使得系統保存的資料受到損害，本文將規劃主要伺服器與備份資料伺服器採異地放置。兩台伺服器間將透由 TCP/IP 網路協定相互溝通，並使用系統所提供且符合 DRBD 精神的軟體套件「rsync」完成系統間的資料備份，以避免資料同時遺失的困擾。

rsync 提供一個十分快速的檔案傳輸方法，可以讓本地端與遠端的二部伺服器達到檔案間的同步存取，因兩部伺服器間的資料傳輸是



依據兩端有異動部分進行傳輸，並非每次整份傳送，因此縮短傳輸時間，rsync 可說是一個良好的遠端備份工具。

#### 4.2 遠端異地備份硬體架構

rsync 備份網路主機檔案的基本方法，是將主要伺服器使用「rsync daemon」模式。主要伺服器，又稱「rsync Server」，會開啟一個 873 的服務通道(port)，等待對方伺服器 rsync 連接。連接時，rsync Server 會進行身份認證，若通過身份認證作業，即會開始進行檔案傳輸。首次認證通過時，會把整份檔案做完整的傳輸，而接續的傳輸，將只傳送二個檔案之間異動的部份。備份架構如圖 4.31

所示：

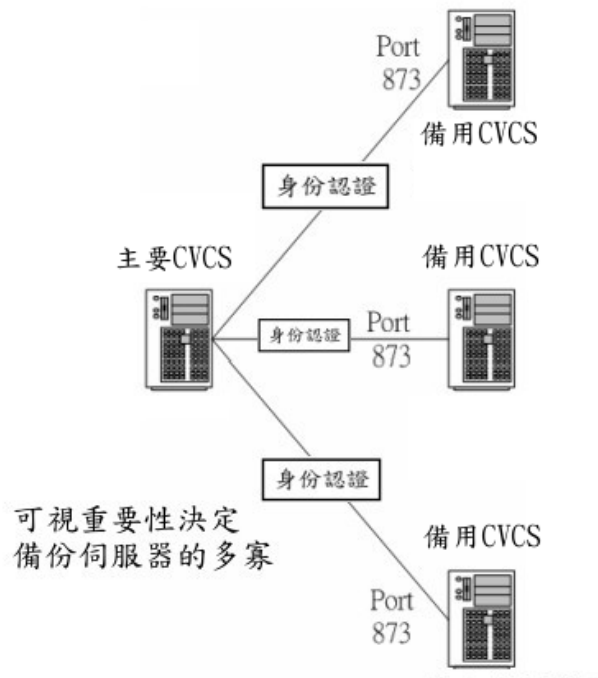


圖 4.38 rsync 資料備份架構圖(OHaHa，2005)

### 4.3 遠端異地軟體安裝與設定

本研究使用的「rsync」套件軟體的版本為「rsync-3.02」，設定檔案所在位置為/etc/rsyncd.conf。rsync server 端要設定以下四項：

- (1) 規劃建立資料備份目錄區。
- (2) 設定執行：/etc/xinetd.d/rsync
- (3) 設定檔細部設定 /etc/rsyncd.conf
- (4) 身份認證設定：認證密碼檔。

完成 rsync server 設定後，再行設定 rsync client。先規劃一目錄備份區，再利用主從架構之間的認證功能進行資料備份。本文主要 CVCS 中 rsync server 設定要項步驟如下：

步驟一：規劃建立資料備份目錄區

在備份伺服器中將備份資料目錄設定在/backup，將相關的 CVCS 設定檔定期備份至/backup 目錄中，再進行資料傳輸備份。

步驟二：設定執行/etc/xinetd.d/rsync

```
# default: off
service rsync
{
    disable = no
    socket_type = stream
    wait = no
    user = root
    server = /usr/bin/rsync
```

```
server_args      = --daemon
log_on_failure   += USERID
}
```

然後下 `service xinetd restart`，使上述設定生效。指令主要目的在打開 `rsync` 這個 daemon，如有 `rsync client` 要連接時，`xinetd` 會把它轉介給 `rsyncd`。

步驟三：設定檔細部設定 `/etc/rsyncd.conf`

CVCS 備援系統在設定檔上如何開放給主要伺服器的設定，如下

```
[CVCS_backup_server]
path = /backup
auth users = database
uid = root
gid = root
secrets file = /etc/rsyncd.secrets
read only = no
```

主要 CVCS 伺服器，可與其他備援 CVCS 連接，只要在 `rsyncd.conf` 中設妥對應的設定即可。

步驟四：身份認證設定-認證密碼檔

`rsyncd.secrets` 格式為 帳號:密碼

如以下例子：

```
database:backup
```

本研究資料庫伺服器 `rsync client` 設定要項步驟如下：

步驟一：設定密碼檔

資料庫伺服器預備份的資料區為 `/backup`，故在將 `rsync client` 欲

連線的密碼檔放置在/root/rsyncd.secrets

步驟二：測試 rsync 執行指令

測試 client 端連線狀況，指令如下

```
/usr/bin/rsync -rvlHpogDtS --password-file=/root/rsyncd.secrets  
/backup database@192.168.1.100::database
```

指令說明：

/usr/bin/rsync -rvlHpogDtS :執行 rsync 並設定參數

--password-file=/root/rsyncd.secrets :密碼檔所在位置

/backup :備份資料夾位置

database@192.168.1.101::database :第一個 database 為認證帳號，上例中” 192.168.1.101” 為備援 CVCS 系統位址，” database” 為備份伺服器內設定檔所設定之參數。

步驟三：將 rsync 指令放入工作排程 (crontab)

在資料庫伺服器中將 rsync 置入工作排程，假設每天凌晨 1 點開始備份。指令如下：

開啟 crontab

```
crontab -u root -e
```

加入指令排程

```
0 1 * * * /usr/bin/rsync -rvlHpogDtS  
--password-file=/root/rsyncd.secrets /backup  
database@192.168.1.101::database
```

## 第五章 結論與未來展望

### 第一節 結論

在自由軟體與傳統商業軟體的「成本績效」上，低成本可說是自由軟體的最有利條件。許多自由軟體的開發社群中，研發設計人員無私地將成果與全世界人們共同分享，並稟持原碼開放的精神，將程式碼置於網際網路上，讓使用者免費下載，並依循開放源碼的精神，歡迎使用者廣為複製、流傳，創造知識的恆久價值。因應市場機制，資訊硬體的格不斷的降降中，在校務電子化的整體經費中，硬體成本所佔的比例並不高，反觀傳統商業軟體費用，在校務電子化的整體經費中仍居高不下，這對資訊經費相當拮据的教育單位而言是一個沉重的負擔。

在系統發展的過程中所遭遇的問題，主要分為兩個部分一個是系統數值的調校，另一個則是系統安全性的管控。為了達到系統效能與安全性兼顧的前提，在研究中嘗試不同的系統設定值，希冀達到最佳的效能，最後將系統實際運行於教育單位。

自由軟體在成本考量上，明顯優於傳統商業軟體。依「績效評估」的定義，「績效值=產生的效能/成本」，就軟體所構成的系統績效而言，自由軟體的成本幾乎為零，因此所提供的服務績效值是顯而易見。

在「效能與穩定性績效評估」上，自由軟 GNU/Linux 作業系統因以 Web 圖形介面呈現，因此並不需要安裝或執行耗費大量系統資源的圖形使用者介面程式(Graphic User Interface, GUI)，所以將可協助系統將回應時間降到最低並產生最佳效能，亦即當教育單位在選購安裝自由軟體伺服器的硬體設備時，只需採購較低等級的硬體設備(亦即較低的硬體成本)，即可達到使用原傳統商業軟體所應達到的相

同效能。展現自由軟體在「效能與穩定性績效評估」的優越性。

本文的重要貢獻，我們總結如下：

- 本文可作為教育單位應用IP PBX之參考：我們以自由軟體建置CVCS系統，並提供附屬校園通訊的相關功能，且遵守自由軟體授權規範，提供相關系統架構與程式原始碼供其他學校未來建置IP PBX系統之後續研究參考。此外，利用我們所開發的系統，建置所屬縣市之間的通訊網絡，使各縣市間的通訊更加便捷。
- CVCS系統具有實用與推廣容易之特性：我們以自由軟體所建構的CVCS系統，在硬體需求上不高，將能使多部VoIP進行同校或跨校使用，達到「集中管理、效益廣設」之便利。CVCS系統是一可實際運作之作業平台，具備實用價值與容易推廣之特性，可以協助其他教育單位推廣自由軟體相關計畫。
- CVCS系統具有功能完善的備援系統架構：在CVCS系統中搭配DRBD機制，讓系統資料具延伸性、擴充性，在後端增加備援伺服器為資料保存提供最佳屏障，強化通訊穩定性。

## 第二節 未來展望

本系統的未來擴充，可就下列兩個主要方向來探討：

- 客戶端便利性：近年來智慧型手機使用廣泛，3G通訊使用頻繁，使用者使用各式App軟體，包括符合Sip通訊協定的Sip Phone軟體（如Sjphone、TelTel、minisip、X-Lite等），未來我們可以針對這類的App VoIP軟體加以測試，由於3G通訊並不如寬頻通訊穩定，相較之下通訊品質將有待提升，如何符合3G使用者通訊的需求與3G通訊者使用管制的便利，都是未來必須研究的課題。

- CVCS系統附加功能與系統負載平衡之監控：因CVCS系統所提供的相關附加功能，如通聯記錄查詢、錄音留言回放、網路傳真等，皆是藉由Web Server提供服務，因此當伺服器面對多名使用者於短時間內使用系統提供的相關附加功能，勢必將因網路間的頻繁流量，增加系統運作負載多變性，進而影響語音通訊的品質。因此如何更強化系統的穩定性與效能，也是未來研究的課題。

## 參考文獻

### 【中文部分】

- [1]吳承崧、姜銀和，「Integrated Phone Service for Internet, PSTN and ADSL Access on Intel IXP425 Network Processor Platform」，p.13~18，國立中正大學電機工程研究所碩士論文，2005。
- [2]楊竣吉，” 會談起始協議應用於網路電話”， 碩士論文，亞洲大學電腦與通訊學系研究所，2007。
- [3]莊志榮，” 多重SIP網路電話攻擊防禦機制之研究”， 碩士論文，南台科技大學資訊傳播研究所，2010。
- [4]藍大勝，” 以開放源碼軟體建構一個易於管理與使用的無磁碟數位學習平台”， 國立中興大學應用數學系碩士論文，2001。
- [5]劉宗明，” ARM LINUX 嵌入式系統之研究與實作—以網路電話為例”， 碩士論文，雲林科技大學資訊管理學系研究所，2006。
- [6]黃興文，” 利用網路電話系統整合電視頻道之研究”， 碩士論文，國立高雄大學電機工程學系研究所，2010。
- [7]蔡德明，” 簡易 NAT 伺服器 “，鳥哥的 Linux 與 ADSL 私房菜，2003。
- [8]OHaHa，” rsync 資料同步”， OHaHa's 學習心得，2005。
- [9]郭明松，” Linux 防火牆入門”， 台南縣教育網路中心期刊，2002。
- [10]林佳輝，” 基於安全監聽環境下針對 SIP/ENUM 通訊架構進行網路電話與即時訊息監聽”， 碩士論文，國立雲林 技大學資訊管理研究所，2004。
- [11]郭嘉明，” 行動會議上網路電話安全之研究”， 碩士論文，國立成功大學電腦與通信工程研究所，p15~25，2006。
- [12]王秀郎，” 利用 SIP 通信協定架構 Internet Call Center 之研究與實作”， 碩士論文，逢大學資訊工程研究所，2002。
- [13]王竹南，” 泛論 VoIP 技術”， 中華電信技術季刊第四卷第四期，2000。
- [14]王宣忠，” 建構校園網路電話之分析研究-以醒吾技術學院為例”， 碩士論文，醒吾科技學院資訊科技應用研究所，2009。
- [15]陳佩雯，” 買 IP PBX 時機成熟沒？”  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=34145>，2005，  
線上檢索日期：2012年8月9日。
- [16]黃朝琴等，” 網路電話SIP原理與應用”， 逢甲大學資訊工程學系專題研究報告，p21~24，2006。
- [17]莊淑媛，” 台灣校園自由軟體推廣研究—從推廣者的角度而言”， 碩士論文，佛光大學學習與數位科系研究所，2010。
- [18] 陳聖文，「自由軟體在中小學校園之應用」。生活科技教育(41 卷6期)，p. 111，2008。



- [19]陳瑋寧，”從宜蘭縣 LifeType 部落格平台探討自由軟體導入教育場域之研究”，碩士論文，佛光大學學習與數位科技學系，2011。
- [20]蔡宗榮，”以 SIP 為基礎之多定點網路電話系統”，碩士論文，國立高雄大學電機工程學系研究所，2009。
- [21]吳宗翰，”網路電話交換機之研製”，碩士論文，國立台灣師範大學資訊工程研究所，2010。
- [22]陳煥鏘，”中學導入自由軟體研究—已可攜式作業平台(UPP)為例”，碩士論文，國立東華大學管理學院高階經營管理碩士在職專班，2011。
- [23]“IP PBX 十大優勢”  
<http://tw.myblog.yahoo.com/voip-phone/>  
線上檢索日期：2012 年 11 月 21 日。
- [24]“ORACLE”  
<http://www.oracle.com/technetwork/articles/entarch/>  
線上檢索日期：2013 年 5 月 1 日。

【英文部分】

- [1] Jeff Tranter , Linux multimedia guide , O'Reilly , 1996.
- [2] R. Sparks , “The SIP Refer Method ,” Internet Draft , Network Working Group , June 2002.
- [3] B. Roach , ” Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification ,” RFC3265 , Network Working Group , June 2002.
- [4] Princy Mehta , ” Voice over IP” , IEEE POTENTIALS , October/November 2001.
- [5] Patrick L. Perini , ” Wireless Applications using Internet Protocol and Voice Over IP” , Aerospace Conference , IEEE , 2001.
- [6] E. J. Ha , ” Voice traffic multiplexing scheme with guaranteed QoS between VoIP access routers using st DiffServ” , electronics letters 91 , June 2001.
- [7] Yishay Mansour , ” Jitter Control in QoS Networks” , IEEE , 2001.
- [8] H. Schulzrinne ” SIP: Locating SIP Servers” , February 21 2002.
- [9] J. Rosenberg et al. , “SIP extensions for instant messaging ,” Internet Draft , Internet Engineering Task Force , June 2000.
- [10] M. Handley et al. , ” SIP: Session Initiation Protocol IETF RFC 2543 , March 1999.