

電腦電話整合技術之智慧型電話語音總機系統

蘇暉凱,潘孟鉉,陳明仁,陳威志,賴廣霖,陳景章

中正大學電機所

(621)嘉義縣民雄鄉三興村 160 號

Email: m8833@cn.ee.ccu.edu.tw

TEL: 05-2720411 轉 23253

摘要:「智慧型電話語音總機系統」是以實驗室之交換機 (PBX) 網路、泛歐式數位高頻無線電話 (DECT) 系統與電腦區域網路 (LAN) 為發開測試環境,使用電腦電話整合 (Computer Telephony Integration ; CTI) 之技術,將電腦與電話通訊網路兩大資源整合在一起,以 TAPI (Telephony Application Programming Interface) 應用程式標準開發介面來發展系統,並整合網際網路 WWW 伺服器 (WWW Server) 與資料庫系統 (SQL Server),除了提供一般語音轉接功能外,還提供用戶豐富且多樣化的服務,例如:透過電話或是電腦 (WWW 介面) 聽取留言語音、透過語音電子郵件 (Voice E-mail) 夾帶留言語音給電話用戶者、利用行動電話短訊 (SMS) 或是呼叫器傳呼功能通報電話用戶者有新留言.....等等加值服務,有別於一般自動電話語音總機。「智慧型電話總機語音系統」適用於各種區域型交換機網路,提供了電腦電話整合 (CTI) 技術一種新的整合應用。

關鍵詞: 電腦電話整合 (Computer Telephony Integration ; CTI)、電腦通訊網路、電話通信網路、電話總機、TAPI (Telephony Application Programming Interface)、交換機 (PBX)。

一、背景

隨著科技快速的進步,個人電腦的資料處理能力越來越強,網際網路(Internet)的盛行,與傳統電話通信網路比較起來,傳統電話通信網路的技術已趨向於穩定,不如電腦網路的進步來得快,因此,有人推測:「未來的網路,將是電腦網路的世界。」也有人認為:「電話網路的服務品質與穩定性是電腦網路所無法取代的,未來還是以電話通信網路為主流。」無論未來的趨勢是如何,目前我們所面臨最大的問題在於電腦與電話網路的資源應用各自獨立,往往沒有做有效的運用,造成資源的浪費。[1][2]

電腦電話整合 (Computer Telephony Integration ; CTI) 就是整合這兩大資源,整合了電腦高速運算、資料處理能力、電腦通訊網路與電話廣大通信網路資源的技術,將電腦與電話的功能整合在一起,以提昇工作品質與效率。電腦電話整合 (CTI) 的應用程式往往是分散在提供不同服務的伺服器上,提供傳輸、管理與儲存多媒體資料.....等功能,包括有圖片、語音、文字與動畫影像 等等。[1][2][3][4][5]

事實上,從六十年代開始便有電腦廠商與交換機廠商開始著手電腦電話整合 (CTI) 的發展,最典

型的代表就是一九七一年,IBM 首先利用 System.360 主機與 3750 PBX 推出自動訂購系統。但由於當時電腦電話整合 (CTI) 所需的發展環境尚未成熟,主要問題有交換機 (PBX) 價格昂貴、電腦軟硬體的技術限制、個人電腦的效能與普及率等因素,直接影響到電腦電話整合 (CTI) 技術的發展。直到九一年開始,這些供給面的問題慢慢消失,一般個人電腦 (PC) 的處理能力越來越強,價格也越來越低,電腦通訊網路 (Internet) 的盛行,再加上提高工作效率與客戶滿意度以提昇企業競爭力等需求,電腦電話整合 (CTI) 開始慢慢成長。[3]

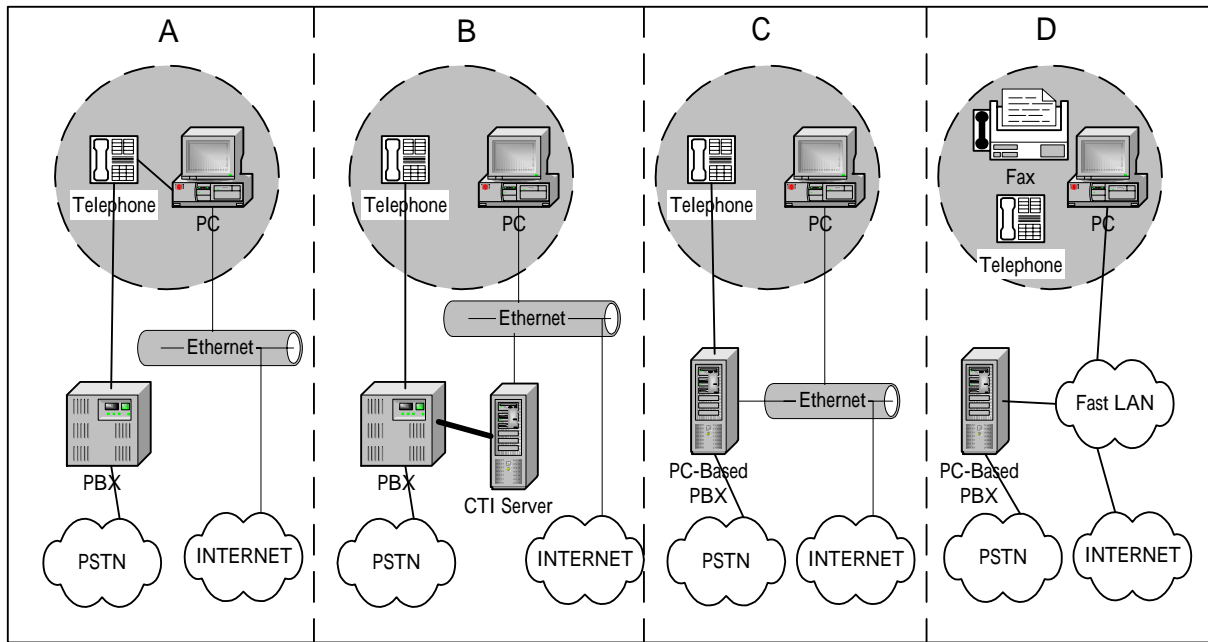
自從台灣的電信事業慢慢開放民營之後,電腦電話整合 (CTI) 技術在台灣已廣泛地被應用,以行動電話電信業者來說,電信服務的種類越來越多,透過手機寄發電子郵件 (E-Mail),服務創新且多樣化,滿足不同客戶的需求。至於如何整合、如何應用,便是最大難題。

二、電腦電話整合 (CTI) 系統架構與標準

電腦電話整合 (CTI) 的系統架構可以分成 Direct-Connect Configuration、LAN-Based Server Configuration、Integrated Server/Switch Configuration 與 Single Link to Client Configuration 四種。如圖一。

1) **Direct-Connect Configuration**: 此為 First-party call control 架構,電腦透過數據機或語音卡與電話相連,如圖一之 A,藉著模擬與辨識電話線信號的能力,直接與交換機 (PBX) 溝通。此種架構只能控制該連線的話機,所能執行的應用也有限,但相對地,系統需求與軟體也比較簡單,適合應用於小型系統。

2) **LAN-Based Server Configuration**: 此為 Third-party call control 架構,是一種主從式架構,如圖一之 B,所有電話控制功能都是由電話伺服器 (CTI Server) 控制交換機執行的,電話伺服器 (CTI Server) 與交換機 (PBX) 透過標準 CTI Link 連接,以特殊標準之通訊協定規範彼此的訊息交換,而用戶端電腦藉由區域網路 (如 Ethernet) 與電話伺服器 (CTI Server) 連接,透過電話伺服器 (CTI Server) 監控交換機的運作。用戶端的電腦與電話並無實際的連接,透過電話伺服器 (CTI Server) 與交換機 (PBX) 而形成邏輯的連接。在此種架構下,語音信號仍經由交換機透過電話通信網路傳送,而來話者的相關資訊可透過區域網路隨著電話的轉接傳



圖一、電腦電話整合 (CTI) 的系統架構種類圖

送到相對應的電腦上。在 LAN-Based Server Configuration 的架構下，可以開發相當豐富的電腦電話整合 (CTI) 應用，但成本卻很昂貴，而且交換機功能往往無法隨著系統的規模作調整，造成資源浪費。

3) **Integrated Server/Switch Configuration:** 此架構主要是把交換機功能整合在電腦中，電腦型 (PC-based) 交換機，如圖一之 C，其優點可以隨著系統大小加以調整，此外還可以與網際網路 (Internet) 連接，使用網際網路電話 (IP Telephony)。

4) **Single Link to Client Configuration:** 此架構是當未來高速與高寬頻的網路技術成熟後，利用高速網路 (如 ATM) 取代傳統的區域網路，如圖一之 D，所有語音、傳真、數據皆在高速區域網路上傳送，話機不需另外與交換機連接而可以直接插在電腦上。因此語音與數據網路就合而為一了。[1][4]

電腦電話整合 (CTI) 技術的標準通常可以分成兩類，交換機型 (PBX-based) 電腦電話整合 (CTI) 與電腦型 (PC-based) 電腦電話整合 (CTI)。

1) **交換機型 (PBX-based) 電腦電話整合 (CTI)** 主要是在交換機 (PBX) 上透過一標準介面 (CTI-Link) 與電腦連接，如圖一之 B，電腦可以透過該標準介面 (CTI-Link) 控制交換機 (PBX) 的話務交換動作，交換機 (PBX) 也可以將話務控制訊息傳遞給電腦，該介面標準有 ECMA 所制定的 "CSTA" (Computer Supported Telecommunications Application)，ANSI 所提出的 SCAI (Switch Computer Applications Interface) 標準，ITU-T 所制定的 TASC (Telecommunications Applications for Switches and Computers)。

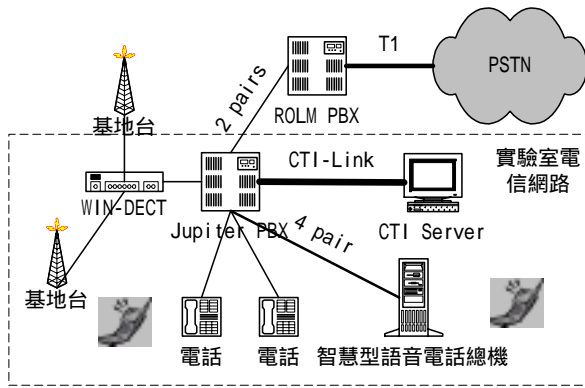
2) **電腦型 (PC-based) 電腦電話整合 (CTI)** 主要是以電腦為平台，再根據應用需求使用不同的硬體資源，如：網路介面卡 (Loop Start, T1, E1, ISDN 等)、語音卡、Fax 卡、Text-to-Speech 等，如圖一

之 C。在整合應用中將語音與信號在各種資源卡之間傳遞，必須使不同廠商所生產製造的資源卡可以互相相容，並且必須處理語音與信號大量的資料，原來電腦之 ISA bus 是不符合需求的 (只能用來傳遞信號)，因此必須有一標準介面。有 Dialogic 與其他近六十家語音卡廠商所提出的 SCSA (Signal Computing Services Architecture) 標準。Natural Microsystems 公司與其他七家語音處理公司所提出的 MVIP (Multi-Vendor Integration Protocol) 標準。

在應用程式標準開發介面部分，有 Novell 與 AT&T 合作開發的 TSAPI (Telephony Services Applications Programming Interface)，適用於 Third-party call control 架構，有 Microsoft 與 Intel 合作開發的 TAPI (Telephony Application Programming Interface)，早期 TAPI 1.0 版屬於 First-party call control 架構；TAPI 2.0 之後已支援 Third-party call control 架構，具有開發話務中心 (Call Center) 與保證服務品質 (QoS) 特性；目前的 TAPI 3.0 版本，有支援網際網路話 (IP Telephony) H.323 與 IP 廣播的會議功能。[4][6][7]

三、系統環境與研究動機

「智慧型電話語音總機系統」是架設在實驗室的內部電話通信網路環境，以一台個人電腦 (PC) 為開發平台，如圖二所示，實驗室內部的電話通信網路由一台智慧型交換機 (Jupiter PBX) 所構成，包含有傳統類比有線電話網路與泛歐式數位高頻無線電話 (DECT) 系統，是一個具有有線與無線電話整合型的通信網路系統。智慧型交換機 (Jupiter PBX) 是一套交換機型 (PBX-based) 電腦電話整合 (CTI) 的應用，透過標準介面 (CTI-Link) 與電腦電話整合伺服器 (CTI Server) 連接，所有智慧型交換機 (Jupiter PBX) 的話務工作都由電腦電話整



圖二、智慧型電話語音總機系統環境

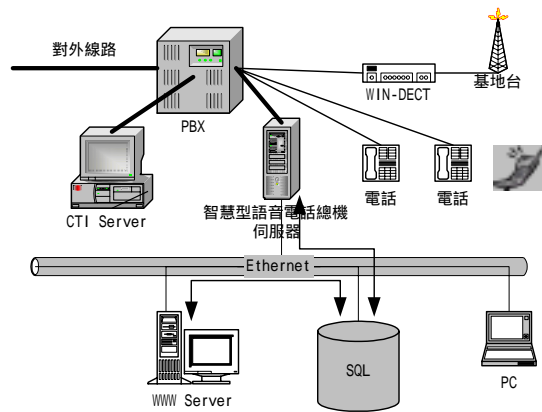
合同服务器 (CTI Server) 控制, 智慧型交換機 (Jupiter PBX) 也會透過標準介面 (CTI-Link) 將各分機的狀況訊息傳遞給智慧型交換機 (Jupiter PBX), 以提供智慧型交換機 (Jupiter PBX) 做話務控制。智慧型交換機 (Jupiter PBX) 共分配四個門號給「智慧型電話語音總機系統」使用。智慧型交換機 (Jupiter PBX) 對外接有學校分機電話兩門, 而學校交換機 (ROLM) 對外連接有公眾電話網路 (PSTN), 形成一個多層次的電話通信網路。

本系統研究動機, 在於智慧型交換機 (Jupiter PBX) 只提供話務控制, 並沒有語音資料處理能力, 因此所能做的服務功能有限, 如: 轉接、多方通話……等智慧型服務, 缺乏具有語音處理能力與整合電腦通訊網路服務的系統, 因此我們以電腦型 (PC-based) 電腦電話整合 (CTI) 技術, 自行開發「智慧型電話語音總機系統」。「智慧型電話語音總機系統」的功能, 在於當有外線打電話進實驗室時 (由公眾電話網路或學校分機打到實驗室), 實驗室內的智慧型交換機 (Jupiter PBX) 會直接把該電話轉到「智慧型電話語音總機系統」, 由「智慧型電話語音總機系統」處理所有的話務與語音處理工作, 如轉接到各分機 (包含有傳統類比有線電話與泛歐式數位高頻無線電話) 或是提供錄製聽取語音留言與新留言到達通報……等等多功能服務。

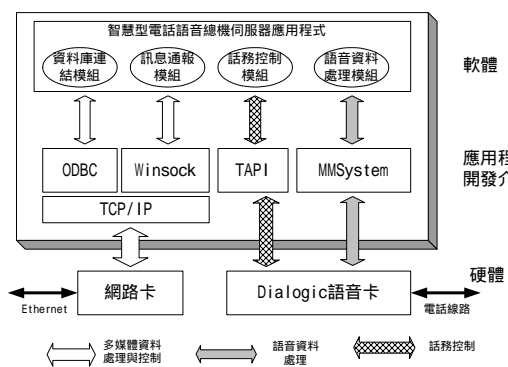
四、系統架構

「智慧型電話語音總機系統」包含三個部分: 智慧型電話語音總機伺服器、網際網路 WWW 伺服器與資料庫 (SQL Server)。如圖三所示。

智慧型電話語音總機伺服器在硬體設備方面, 具有一張 Dialogic 語音卡 (VFX/40ESC) 和一張 Ethernet 網路卡, 如圖四所示, Dialogic 語音卡連接智慧型交換機 (Jupiter PBX) 四門電話線路; Ethernet 網路卡連接學術網路上網際網路 (Internet)。在軟體部分包括有四個模組: 「話務控制模組」、「語音資料處理模組」、「資料庫連結模組」、「訊息通報模組」。「話務控制模組」是負責電話的話務控制, 如接通電話、轉接電話; 「語音資料處理模組」是負責語音資料的處理, 如錄製留言、撥放語音歡迎詞; 「資料庫連結模組」是負責與資料庫 (SQL Server) 連結, 交換訊息; 「訊息通報模組」的任務在於當有人留言時, 透過 Winsock 程式觸發遠端電



圖三、智慧型電話語音總機系統架構



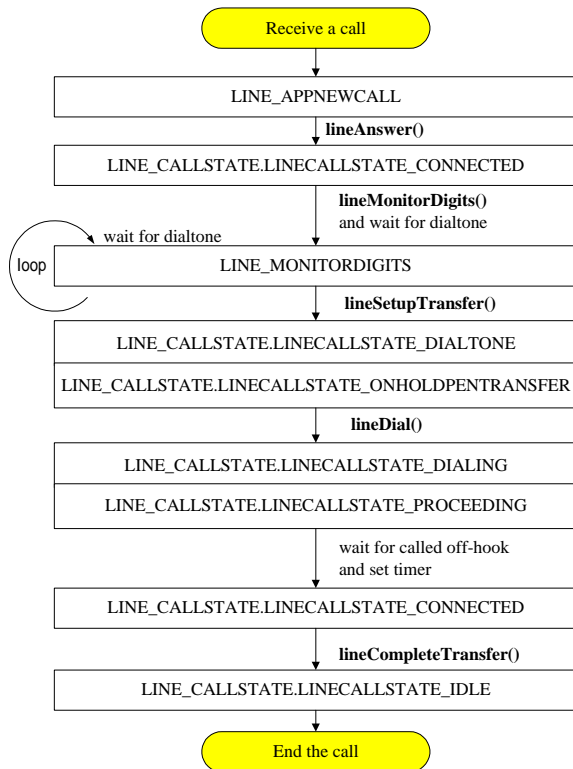
圖四、智慧型電話語音總機伺服器軟體與硬體結構

信業者所提供的網路傳呼服務, 通報電話用戶者有新的留言到達, 如利用呼叫器 (Paging) 或 GSM 行動電話短訊功能 (SMS) 通知該電話分機用戶者。

網際網路 WWW 伺服器是架設於 Microsoft Windows 2000 Server 平台, 以 IIS 5.0 架設 WWW 伺服器, 並且以 Active Server Pages (ASP) 撰寫動態網頁, 透過 ADO (ActiveX Data Component) 連接資料庫 (SQL Server), 提供用戶一個簡單親切的操作介面, 電話分機用戶者除了可以利用公眾電話網路 (PSTN) 打電話回實驗室聽取留言外, 也可以透過網際網路 WWW 的介面連回實驗室的 WWW 伺服器聽取語音留言。

資料庫 (SQL Server) 是用來儲存用戶資料與多媒體資料的平台, 智慧型電話語音總機伺服器與網際網路 WWW 伺服器透過資料庫 (SQL Server) 來共享資源, 也可以說是智慧型電話語音總機伺服器與網際網路 WWW 伺服器之間的一個橋樑。當有人留言時, 智慧型電話語音總機伺服器會將相關留言資料儲存於資料庫; 當該電話分機用戶者要聽取留言時, 可以透過透過網際網路 WWW 或公眾電話網路 (PSTN) 不同介面到資料庫 (SQL Server) 索取留言資料。

由上述系統架構可知, 「智慧型電話語音總機系統」整合了電話通訊網路服務與網際網路服務功能。



圖五、話務控制處理程序流程

四 . 一、話務控制模組

有關話務控制模組部分，「智慧型電話語音總機系統」是以標準 TAPI 應用程式標準開發介面控制 Dialogic 語音卡，如圖四所示，因此只要是符合 TAPI 標準的語音卡皆可以相容。

話務控制最重要在於接聽與轉接動作，如圖五所示。當一有電話進來時，Dialogic 語音卡會偵測到震鈴 (Ringing)，系統會產生 LINE_APPNEWCALL 的訊息，我們利用 lineAnswer() 系統函式將電話接起來。當電話接起來連線成功後，系統同時產生 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_CONNECTED 的訊息，此時我們可以透過 MMSystem 多媒體語音應用程式標準開發介面，撥放歡迎語音給該門號的語音介面，同時利用 lineMonitorDigits() 函式等待抓取使用者所撥的號碼。當使用者每撥一號，系統會產生 LINE_MONITORDIGITS 訊息，並且把使用者所按的數字夾帶在訊息的參數中，因此我們可以用個迴圈來控制我們要抓取幾個按鍵號碼，或是抓取一些特殊號碼做一些其他話務控制 (如聽取留言時)。當完成收集使用者所按的號碼後，我們利用 lineSetupTransfer() 函式開始作轉接動作，此一函式的動作，像是我們手動轉接時，會先按電話機的轉接按鈕。之後系統換產生 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_DIALTONE 與 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_ONHOLDPENTRANSFER 兩個訊息，它的意思表示當手動轉接時按下電話機轉接鈕後會聽到撥號音 (Dial Tone) 等待撥號。因此我們在測到 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_DIALTONE 訊息後，可利用 lineDial() 函式撥出

系統剛剛所捉到的分機號碼。此時會產生 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_DIALING 與 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_PROCEEDING 兩個訊息，等待對方接聽，我們可以在此時設定計時器 (Timer)，如果對方太久沒有接聽電話就取消轉接進入留言的程序。當對方接聽時，會產生 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_CONNECTED 訊號，這表示轉接成功，因此利用 lineCompleteTransfer() 函式完成轉接動作。當完成轉接後會收到 LINE_CALLSTATE.LINECALLSTATE_IDLE 的訊息。

這些是主要的話務控制處理程序，如聽取語音或其他話務處理程序，可以依系統需求可以依主要的話務處理程序為主體，再做新增或刪除其他處理程序，因此，可塑性相當高。

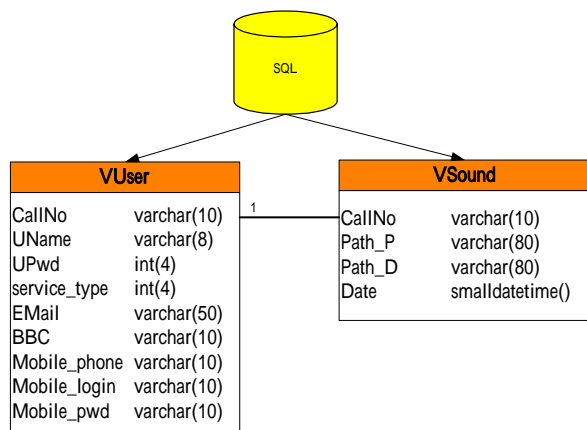
四 . 二、語音資料處理模組

語音資料處理模組負責語音資料的處理，本系統所使用的 Dialogic 語音卡 (VFX/40ESC) 在語音處理方面支援有 24 Kb/s Dialogic ADPCM @ 6 kHz sampling、32 Kb/s Dialogic ADPCM @ 8 kHz sampling、48 Kb/s A/MU law PCM @ 6 kHz sampling 64 Kb/s A/MU law PCM @ 8 kHz sampling 四種語音格式。本系統是採用 32 Kb/s Dialogic ADPCM @ 8 kHz sampling 的語音格式，因為聲音品質較佳且語音資料大小也較小，經測試調查，大部分的電腦音效卡都不支援，因此，我們必須分別儲存兩種不同格式的語音資料，當有電話留言錄製時，系統會先以 32 Kb/s Dialogic ADPCM @ 8 kHz sampling 格式錄製，然後再轉換複製另一份 64 Kb/s Linear PCM @ 8 kHz sampling 格式的語音。當電話用戶者是透過公眾電話網路 (PSTN) 撥電話聽取留言時，系統會撥放 32 Kb/s Dialogic ADPCM @ 8 kHz sampling 格式的留言語音；而當電話用戶者是透過網際網路 WWW 介面聽取語音時，WWW 指定 64 Kb/s Linear PCM @ 8 kHz sampling 格式的留言語音給戶用者。

四 . 三、資料庫連結與訊息通報模組

資料庫連結模組，主要是透過標準介面 ODBC 與資料庫 (SQL Server) 連結，網路層是以 TCP/IP 協定連結遠端的資料庫 (SQL Server)，如圖四所示，因此只要有支援標準 ODBC 的資料庫，皆可適用於「智慧型電話語音總機系統」。

訊息通報模組包括語音電子郵件通報 (Voice E-Mail) 與網路傳呼通報兩部分。語音電子郵件通報 (Voice E-Mail) 是將語音夾檔寄給戶用端；網路傳呼通報是透過 Winsock 程式標準開發介面設計 HTTP 網路協定程式，觸發遠端電信業者所提供的網路傳呼 CGI。這種方式像是使用瀏覽器做網路傳呼時，當填好傳呼內容，按下確定鈕把資料送給遠端 CGI 處理，而訊息通報模組的網路傳呼通報功能就是把上層傳過來的資料填好，模擬瀏覽器的動作把資料送出去給遠端 CGI 處理，並擷取傳回的訊息偵測是否傳呼成功。



圖六、資料表關聯圖

四、四、資料庫規劃與動態網頁設計

本系統是採用 Microsoft SQL Server 7.0，建立兩個關聯式資料表 (Table)，分別儲存電話用戶者資料 (VUser) 與留言資料 (VSound)，以一對多關係存在，如圖六所示。

在電話用戶者資料 (VUser) 表部分，儲存有用戶分機號碼 (CallNo)、用戶者名稱 (UName)、用戶密碼 (UPwd)、服務類別 (service_type)、用戶者的電子信箱 (EMail)、傳呼機號碼 (BBC)、行動電話號碼 (Mobile_phone)、行動電話傳呼登入帳號 (Mobile_login)、行動電話傳呼登入密碼 (Mobile_pwd)、服務類別是用來儲存用戶者啟動

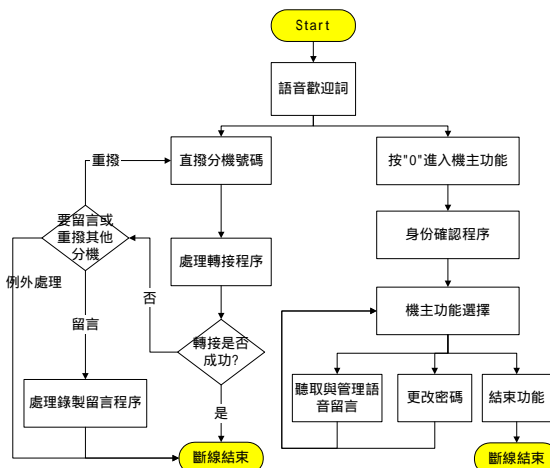
哪些智慧型服務，用戶者可以自行設定要是否要啟動電子信件通知 (Voice E-Mail)、呼叫器通知或是行動電話短訊通知。因為行動電話網路傳送短訊通常需要登入帳號與密碼，因此必須儲存行動電話傳呼登入帳號與密碼資料。

留言資料 (VSound) 表儲存有用戶分機號碼 (CallNo)、64 Kb/s Linear PCM @ 8 kHz sampling 語音格式檔案資料路徑 (Path_P)、64 Kb/s A law PCM @ 8 kHz sampling 語音格式檔案資料路徑 (Path_D)、留言時間 (Date)。

兩個資料表以用戶分機號碼 (CallNo) 作為關係。電話用戶者資料 (VUser) 表以用戶分機號碼 (CallNo) 為主要的 Key (Primary Key)；留言資料 (VSound) 表以用戶分機號碼 (CallNo) 與留言時間 (Date) 為主要的 Key (Primary Key)。

有關動態網頁設計部分，以 Microsoft Windows 2000 Server 平台，架設 IIS 5.0 WWW 伺服器。以 Active Server Pages (ASP) 語言撰寫動態網頁，主要是透過 ADO 元件 (ActiveX Data Component) 連接資料庫 (SQL Server)，提供用戶端透過網際網路 WWW 介面做身份確認登入、聽取語音留言、管理語音留言與設定個人的智慧型服務。

提供用戶一個簡單親切的介面，電話分機用戶者除了可以利用公眾電話網路 (PSTN) 打電話回實驗室聽取留言外，也可以透過網際網路 WWW 的介面連回實驗室的 WWW 伺服器聽取語音留言。



圖七、智慧型電話語音總機系統主要功能流程圖

五、系統功能

「智慧型電話語音總機系統」所提供的功能有語音轉接、來話留言、透過電話遠端聽取語音、透過電腦遠端聽取語音留言、透過語音電子郵件聽取語音留言與新留言到達通報……等等多功能服務。當有外線打電話進實驗室時，實驗室內的智慧型交換機 (Jupiter PBX) 會直接把該電話轉到「智慧型電話語音總機系統」，由「智慧型電話語音總機系統」接聽後，處理所有的話務與語音處理工作。在功能上可以分成電話用戶者 (機主) 功能與電話使用者功能。

電話用戶者功能包括有提供電話用戶者透過公眾網路 (PSTN) 撥號遠端聽取與管理留言、提供遠端使用安全機制身份確認、提供電話用戶者透過網際網路 WWW 圖形介面 (GUI) 遠端聽取與管理留言、提供傳送語音電子郵件 (Voice E-Mail) 傳送語音留言服務、提供呼叫器與行動電話通報電話用戶者有新留言的功能、提供電話用戶者設定智慧型服務項目，如是否要啟動電子信件通知 (Voice E-Mail) 呼叫器通知或是行動電話短訊通知……等功能。電話使用者功能包括有提供電話使用者智慧型電話轉接與留言。

「智慧型電話語音總機系統」主要功能流程，如圖七所示。當打電話進「智慧型電話語音總機系統」系統時，會先聽到語音歡迎詞與系統使用說明，如果直撥分機號碼，系統會進入轉接服務，如果轉接不成功 (包含分機忙線或沒人接聽)，系統會詢問使用者需要留言或是重撥其他分機，如果是選擇留言則進入留言處理程序，當留言成功後，同時會處理新訊息通報的服務。如果是重撥分機，則返回直撥分機的處理程序。如果是分機用戶者聽取語音留言，進入系統聽到語音歡迎詞後，先撥「0」，當系統擷取到「0」特殊功能號碼時會直接進入機主功能，然後經過身份確認程序後，機主可以選擇聽取與管理語音留言或是更改登入密碼。

六、結論

在台灣開放電信與網路自由化的今日，許多電信

網路與網際網路服務越來越多，在眾多網路服務資源中，如果能有效地整合運用，那就可以在有限的經濟成本下，開發出高效能且更多服務功能的系統。「智慧型電話語音總機系統」以電腦型(PC-based)電腦電話整合 (CTI) 技術為基礎，除了基本語音總機功能外，並且整合行動電話短訊服務、呼叫器傳呼服務與網際網路語音電子郵件服務，提供用戶者自行設定所需的服務功能，開發出一套智慧型電話語音總機系統。

「智慧型電話語音總機系統」是透過類比電話線路做接聽、轉接.....等話務控制，並不是直接控制交換機，因此不需要配合特定廠牌的交換機，適用於各種區域型交換機網路。但由於目前還是以交換機 (PBX) 為電話通訊網路控制中心，因此如果可以直接由交換機 (PBX) 核心下去開發一些智慧型服務，所能開發的功能也較為多樣化，而且在話務控制方面能發揮較高效能，但相對地難度與成本也比較高一些。以我們實驗室的智慧型交換機 (Jupiter PBX) 為例，我們可以直接在電腦電話整合伺服器 (CTI Server) 上做話務控制，因為電腦電話整合伺服器 (CTI Server) 對智慧型交換機 (Jupiter PBX) 有直接的控制權；然後再透過語音資源卡做一些語音處理工作，同時運用了交換機型 (PBX-based) 電腦電話整合 (CTI) 技術與電腦型 (PC-based) 電腦電話整合 (CTI) 技術。相信在這種架構下可以開發更多樣化智慧型服務。

在未來多變的網路服務中，「智慧型電話語音總機系統」提供了電腦電話整合 (CTI) 技術一種新的整合應用，相信能提供網路服務業者一些小小的構思。

參考文獻

- [1] Scharff, X.; Lorenz, P.; Mammeri, Z. , " CTI and multimedia applications applied to intelligent networks " , Intelligent Network Workshop, 1998. IN '98. Proceedings., 7th IEEE , 1998 Page(s): 53 - 62
- [2] Olsen, L.M ., " Death of a phone system: an Internet viewpoint on computer telephony integration " , Emerging Technologies and Applications in Communications, 1996. Proceedings., First Annual Conference on , 1996 , Page(s): 131 -133
- [3] 林哲宏, " 電腦與電話整合應用與發展 " , 通訊雜誌 1998 年 11 月
- [4] 許妙如, " 電腦電話整合的應用與標準 " , 電腦與通訊 第 53 期, 10.5.1996
- [5] Lorenz, P.; Scharff, X., " Telecommunication architecture for multimedia communications " , Communication Technology Proceedings, 1998. ICCT '98. ,Page(s): 524 -528 vol.1
- [6] "The Microsoft MSDN library in Telephony Application Programming Interface (TAPI) Programmer's Reference", <http://msdn.microsoft.com/>
- [7] Duan Yun-Feng; Song Jun-De , " Personalized service in CTI " , Communications, 1999. APCC/OECC '99. Fifth Asia-Pacific Conference on ... and Fourth Optoelectronics and Communications Conference Volume: 2 , 1999 , Page(s): 1109 -1113 vol.2
- [8] 潘志宏, 梁明正, 李彥杰, "網際網路電話閘道器應用於網路會議之協定設計", 義守大學電子工程學系碩士論文, 中華民國 88 年六月.
- [9] Frank, D.; Lucic, H.; Opsenica, M.; Puksec, L.; Zic, M.; Brajkovic, S.; Maricic, V., " The EMA system: a CTI based e-mail alerting service " , IEEE Communications Magazine , Volume: 38 Issue: 2 , Feb. 2000, Page(s): 122 -128
- [10] Messerschmitt, D.G. , " The future of computer telecommunications integration " , IEEE Communications Magazine Volume: 34 4 , April 1996 , Page(s): 66 -69
- [11] Low, C. , " Integrating communication services " , IEEE Communications Magazine Volume: 35 6 , June 1997 , Page(s): 164 -169
- [12] 彭文生, 林妙如, 周勝鄰, " 整合型辦公室電話系統 " , 電腦與通訊 第 63 期, 10.5.1997
- [13] ITU-T Standard, "G.711 - Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies".
- [14] ITU-T Standard, "G.802 - Interworking between networks based on different digital hierarchies and speech encoding laws".