

# 校園網路電話整合服務平台之研究

陳文敬 黃一泓 朱恆德 邱繼儒 潘韋勳

修平技術學院 資訊網路技術系

jameschen@mail.hit.edu.tw, ehhwang@mail.hit.edu.tw, henrychu@mail.hit.edu.tw

## 摘要

當前網路電話的應用已經日益普及，但是，現有系統不是所費不貲讓人望而卻步；不然就是系統封閉而毫無延展性與擴充性。本文提出了一個**整合式的網路電話服務架構**，包含 (1)Web-Based SIP soft-phone：具備撥打與接聽網路電話、紀錄通聯記錄、讀取語音信箱留言與維護個人「行動電話簿」等基本功能；(2)支援 DTMF 的網路語音信箱服務：提供如一般傳統電話的語音留言功能，可以搭配簡訊通知，讓重要資訊不漏接；操作過程可以利用 DTMF 以選擇聽取的語音內容；(3)整合 Asterisk 與 OpenSer 提供一個無縫式的辦公室網路電話環境，節省辦公室的電話環境建置成本，可成為**行動辦公室的關鍵基礎架構**。整個系統均利用開放式源碼之成果，並搭配自行開發的模組所完成，具有高度的可擴充性與移植性；可以彈性地擴充各種增值服務。

**關鍵詞：**網路電話，SIP，RTP，JMF，DTMF，行動辦公室。

## 1. 前言

現今的公眾電話網路(PSTN)，雖然提供了良好的通話品質，但其頻寬獨占性與有限性，使得傳統電話的頻寬利用率過低且通話成本明顯偏高。目前，隨著寬頻的普及化和網路電話的環境逐漸成形，讓傳統電信產業開始重視並評估網路電話所帶來的衝擊；一向重視成本效益的企業界也開始重視並開始整合原本的企業通訊網路與電話網路，以提高企業競爭力。

網路語音的主要技術有 H.323、MGCP、SIP 等。因為 H.323 是以電信業者的觀點去制定與規畫，類似現今電信訊令標準 SS7，所以整體而言，協定本身較為複雜且龐大，實作面以及擴充性方面都具有相當的難度；而 SIP 是採取類似 HTTP、SMTP 協定的純文字方式來傳送指令以及交換訊息內容[5][6][7][8][10]，因此，較為容易實作也便於擴充新功能。因此，植基於 SIP 的網路電話以及各式各樣的增值服務發展越來越快速。

若要利用網路電話撥接到傳統電話(市話、手機)必須要藉由類似 PSTN Gateway 的設備進行轉接方可完成；若由市話撥接到網路電話，則需要擁有合法的個人化網路電話號碼；例如今年初

NCC 核發的 070 網路電話就是一例，使用者在使用前必須向網路電話服務業者申請一個網路號碼。然而，一般企業內部或小型辦公室若需要一個整合式的網路電話環境來取代傳統交換機的電話網路，就必須額外購置專屬設備，如『IP/SIP PBX』，或委外開發客製化專案產品。IP/SIP PBX 主要功能就是將傳統電話流量轉成資料網路上的 IP 傳輸，或將網路電話的封包轉為傳統電話的語音資料經由語音卡板來撥接到 PSTN。基於 SIP 的開放式優點，用戶端可以在全世界進行漫遊，所以當一個大企業底下有許多分公司，這時只須架設 SIP Proxy Server 或是使用 IP PBX，就可以讓各子公司間互相連成一個專屬的私有通訊網路。然而，現有產品均為制式的規格，並無法提供用戶端自行增加或擴充新服務的能力，當然，更不用說整合現有資訊系統的功能了。因此，電腦與電話整合(CTI)的相關應用服務，如整合 CRM，就無法達成。

基於上述的原因、限制和需求，我們希望開發出一個適合中小型辦公室使用的整合式網路電話服務平台，希望該平台具有以下幾個主要功能：(1)具備語音留言與行動電話簿功能的行動化 SIP soft-phone；使行動辦公室的整合更加完備；(2)擁有完整的 SIP 語音信箱服務系統，無需另外購置相關 VMS 產品；(3)具備 SIP/PSTN Gateway 的基本功能，讓傳統電話和網路電話可以無縫式的整合在一起；(4)具備高度可擴充性，方便開發新的增值應用服務。

後續章節安排如下：第二節說明本文所運用的相關技術的背景知識；在第三節內，我們介紹整個系統的設計目標與子系統模組；第四節展示實際的系統實作成果；最後，提出本系統可以強化、改進的部分與未來發展的方向。

## 2. 相關技術介紹

### 2.1 SIP

SIP 是採取類似 HTTP、SMTP 協定的純文字方式來傳送指令以及交換訊息的內容。SIP 主要是規範一個或多個參與者的終端設備如何建立、修改和中斷連線(Session)的一種標準協定，而不管後續雙方交換的資料是語音、視頻或網頁的內容。例如：可以利用 SIP 建立 Session 之後，再利用即時傳輸協定(Real-time Transport Protocol, RTP)來進行語音或是視訊通訊。但是，SIP 並不是一個完整的網路

電話協定，它既不提供會議控制機制也沒有定義網路語音的服務品質控制機制（Quality of Service, QoS）。取而代之的，SIP 選擇了和其他現有的網路協定進行協同運作以提供各種可擴充性的網路服務。為了交換連線內容的負載情況和相關參數，SIP 使用了會話描述協定（Session Description Protocol, SDP [10][7]）來描述相關終端設備的特性資訊並協議後續的視訊連線資訊。

SIP 可以應用於端對端的服務架構，也可以經由伺服器主機來提供中介的服務。主要有以下伺服器：(a)Registrar/Location Server：負責提供註冊服務，即時更新並記錄 SIP 帳號與登錄當時所在的 IP Address，(b)Proxy Server：負責居中協調兩個通訊終端間的封包交換，並向 Registrar/Location Server 查詢 SIP 帳號所對應的 IP Address。有關於 SIP 的詳細介紹請參考相關書籍[5]。

## 2.2 RTP

當 SIP 建立 session 之後，後續的語音媒體的交換動作就會利用 RTP 來進行。RTP 是一種提供點對點傳輸服務的即時傳輸協定[3]，可以用來傳遞即時的語音與影像資料，而部分常用的聲音與影像傳輸格式也被定義在相關 RFC 之中[2]；此外，RTP 也可以利用 payload type 來定義並傳輸自訂的特殊資料，RTP 的 payload type 可支援的定義多達 128 種；例如：可以利用 RTP 的封包來傳遞 DTMF 的按鍵資料[4]。不過，RTP 是位於傳輸層的協定，但不具備完整功能(如資源保留、QoS)，必須搭配其他協定來完成必要之功能。

## 2.3 按鍵資料與 DTMF

傳統電話裡面利用了 DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) 來傳送使用者的按鍵選項，目前廣泛應用於互動式交談方面，像自動總機、電話掛號、傳真回傳、語音信箱等服務系統。利用不同的按鍵控制，可以提供使用者和服務系統一個互動溝通的語音控制介面。當 DTMF 信號在傳輸時，它的結構是以兩個頻率的音頻訊號累加而成，每一個按鍵對應了兩個頻率(行、列)，也是唯一值。用戶端設備會將使用者的按鍵轉換為 DTMF 音頻訊號，然後將該音頻訊號利用原有語音通道傳送到服務系統；服務系統收到後，根據編碼原則拆解出 DTMF 的對應按鍵資料以便進行相對應的服務。

然而，網路電話中的語音資料傳遞均採用了 UDP，若傳遞過程中資料遺失或被干擾，假如，按鍵資料仍以傳統方式編碼並利用網路語音媒體通道來傳輸(此種方法稱之為 in-band DTMF)，可能會有誤判的問題發生。因此，在 SIP 網路應用中，有另外兩種解決方案被提出(稱之為 out-of-band DTMF)以傳送按鍵資料；(1)利用 SIP 的 Info 封包來傳送，(2)利用 RTP 的方式來傳送。接收端與接收端可以利用 SDP 協定來協議出可以接受和處理的按鍵資料格式與 payload type。本研究之 DTMF

實作部分是以 RTP payload 方式來傳遞與接收使用者的按鍵資料。

## 2.4 PBX Gateway：Asterisk

Asterisk 是一套具備 PBX 功能的開放式原始碼軟體[9][11]。Asterisk 提供完善的 PBX 功能，可以連接多種不同的電話終端機，包括傳統電話機，IP 電話機，軟體電話等，同時它也支援多種的 IP 電話協定和語音硬體介面。此外，Asterisk 也提供許多專業 PBX 系統才支援的功能，例如：電話會議，互動式語音服務和自動電話轉接等。當然，如果需要利用 Asterisk 連接到傳統電話網路，還需要安裝相對應的語音介面板卡。

Asterisk 中的 Dialplan 主要是定義在設定檔 extensions.conf 之中，設定檔中是以 context 為主體，可以定義一個以上的 context；每個 context 內部有多條的 rules 來完成語音路由或相對應的語音處理方式；rule 主要由四個部份組成，分別是：exten、extensions、priorities 及 applications。以下列出基本的 rule 語法與範例：

```
exten => extensions, priorities, applications
    電話分機,步驟,指令的動作
[範例]: exten => 3301,1,Answer()
    表示使用者輸入 3301 時，會由 Asterisk 接話應答。
```

詳細的設定語法，請參考 Asterisk 相關書籍[9]與官方網站的介紹[11]。

## 2.5 OpenSER

OpenSER 是一個成熟且具有彈性的開放式原始碼的 SIP Proxy Server (RFC3261)，它利用設定檔(openser.cfg)來定義如何處理接收到的 SIP 封包。該設定檔主要分成四個部份：(1) Global 的參數設定；(2)選擇模組載入；(3)相關模組參數設定；(4)routing 規則。

其中的 routing 部份是最重要的關鍵部分，所有的 SIP message 都會由 default route context 開始比對與處理，內部也可以利用編號( route[1], route[2], ...)來訂定類似副程式模組的 routing context。以下列出主要的內定路由架構：

```
route {
    .....其他處理或判斷.....
    route(1);
    .....其他處理或判斷.....
    route(2);
    .....
}
route[1] { ... }
route[2] { ... }
```

整個路由內部語法很像 C 語言，再搭配基本的正規表示式的比對與內建函數呼叫來構成高度彈性的 SIP 路由規劃。詳細的 OpenSER 的設定請參考相關官方網站[14]。

### 3. 系統設計目標、開發架構與模組功能

本節將描述系統的主要設計目標與各子系統的模組功能與開發架構。

#### 3.1 設計目標

我們希望達成以下幾個設計目標：

##### (A) 多功能的 Web-based SIP soft-phone

現有產品之內，並無法滿足我們的基本需求(整合語音信箱服務與行動化電話簿)，因此，我們希望自行開發了一個 Web-based 的 SIP phone，主要特色有：(1)行動性：不管在哪个地方，只要使用者身旁有電腦與網路連線就可以從系統首頁上取得最新版本的 SIP Phone(以下稱 SPS)，以專屬 SIP 帳號登入系統，就可以維護個人語音留言，而無須擔心軟體安裝的問題。(2)可攜性：當使用者換了一台電腦，或利用其他人的電話使用 SIP Phone，最擔心的莫過於自己的設定檔(通話紀錄、語音留言、通訊錄)無法轉移至其他電腦或被人盜用。本系統將 User Profile 紀錄到系統的資料庫伺服器中，個人的 Profile 隨時帶著走。(3)便利性：藉由視覺化方式維護個人相關資料。

##### (B) 完整的 SIP-based VMS 服務

對於任何使用手機的商務人士而言，語音信箱是一個重要的加值服務應用。因此，著眼於網路電話的未來需求性，在先前的成果中[1]，已經開發出獨立的 SIP-based 的語音信箱服務(VMS)系統，但尚未完成互動式的語音服務(IVR)，因此，我們希望強化了先前之語音信箱子系統，加入了能處理 DTMF 按鍵資訊的功能，提供互動的語音服務以便播放所特定的留言，也讓使用者更方便的利用 SIP phone 來使用語音信箱的服務。

##### (C) 無縫式的整合傳統電話與網路電話服務

本系統的另一個目的就是希望將傳統辦公室內部的電話網路整合為 SIP-based 的通訊架構，讓使用者使用 SIP-based 的網路電話如同一般的傳統電話服務的使用習慣和便利性。所以，我們評估之後，選擇了開放式原碼的另一個專案成果 Asterisk，讓使用者可擁有如同傳統的 PBX 分機般的操作環境：可以由外部 PSTN 撥入 SIP 分機，亦可由 SIP 分機撥到外部 PSTN 的一般電話或手機；藉由此一環境的建置，辦公室人員的分機號碼可與 SIP 帳號產生對應，讓每個人都有專屬的代表分機號，而此分機號碼是可以帶著走的，真正落實行動辦公室的目標；既可以節省建置與維運成本，又可以擴充虛擬分機的使用；甚至可以方便的開發與 CTI 相關的電腦電話整合應用系統，省卻傳統 PBX 安裝 CTI Gateway 的昂貴成本。

#### 3.2 開發環境

我們採用 Linux 作業系統，以 SIP/RTP 為基礎，並

搭配傳統語音模組以介接 PSTN 來提供完整的 SIP-based 網路電話服務平台。整個系統的開發架構如圖 1 所示。我們採用了 Java 語言來開發主系統的核心部份，運用 JMF (Java Media Framework) [13] 完成語音的傳送與接收，並擴增 JMF 對於 RTP 封包的編碼與解碼功能來完成 DTMF 解碼工作；在 SIP 開發方面，運用了 JAIN/SIP [12] 的開放式原碼的 Java 套件以開發 SIP 相關模組；在介接傳統語音環境的方面，我們採用 Asterisk 搭配 Digium TDM04B FXO 語音卡板來完成介接 PSTN 的功能；此外，我們採用 OpenSER[14] 作為 SIP Proxy Server。

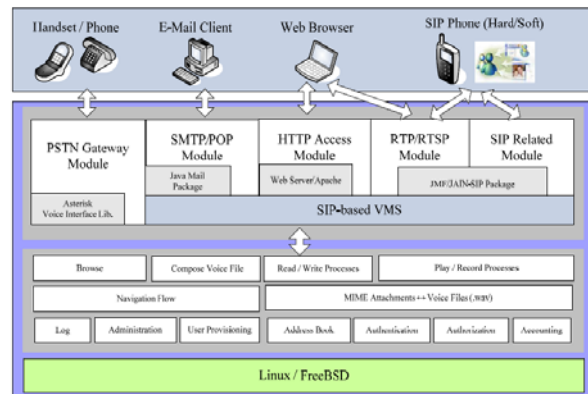


圖 1、開發平台

#### 3.3 主要模組介紹

我們規劃的整合式網路電話服務平台的系統架構(以下簡稱為 SOHOSIP)如圖 2 所示，系統分析後所設計之子系統模組架構如圖 3 所示：

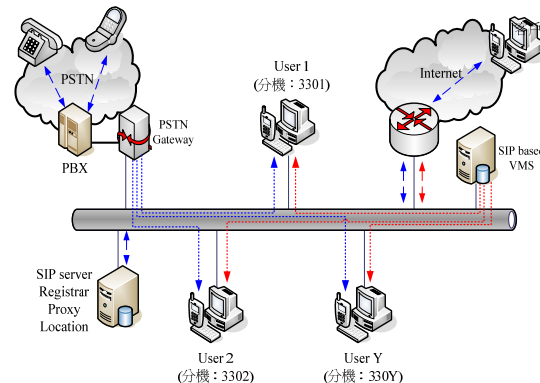


圖 2、SOHOSIP 系統架構

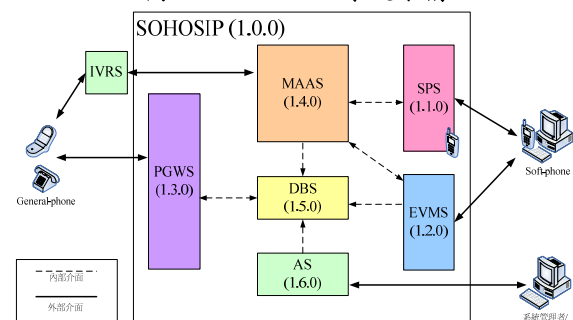


圖 3、SOHOSIP 子系統模組架構圖

以下簡要說明各子系統的功能：

**(A)網路電話子系統(SPS 1.1.0)：**提供使用者透過 Web 介面來進行 SIP/RTP 網路語音通訊；此外也提供線上個人通訊錄維護、通話記錄查詢以及語音信箱留言管理等功能。使用者只需擁有 SIP 帳號與密碼，在任何時間地點即可透過瀏覽 Web 介面之工具來取得本子系統的服務窗口來使用本子系統所提供的所有服務。

**(B)強化語音信箱子系統(EVMS 1.2.0)：**提供使用者經由網路以 SIP 協定撥入本系統所提供之代理者帳號以錄製／聽取語音信箱留言內容。本子系統啟動之後，凡是已申請語音信箱服務之使用者，均由本子系統以使用者帳號與密碼主動代理登入 SIP Proxy Server，以便在被叫端無法應答時，由本子系統代為接聽來錄製語音留言。留言之錄製是藉由標準之 RTP 方式來完成，並且在錄製完成後，將相關資料轉由 MAAS 子系統儲存，此外也藉由發送簡訊以通知使用者有語音留言。另外，本子系統也提供一公用 SIP Account，讓使用者藉由 SIP Phone 連線來聽取個人語音信箱留言，此外，也可以利用 DTMF 資訊來提供使用者互動的語音服務以便播放所特定的留言。

**(C)傳統電信開道子系統(PGWS 1.3.0)：**提供使用者透過傳統電話網路設備或者經由網際網路利用 SIP-Phone 透過本系統互相進行語音通訊。當網路電話的使用者需撥打到傳統電話使用者，會透過 SIP Proxy Server 轉接至 PGWS，再經由 PGWS 的語音版卡轉接至傳統電話網路；此外，一般電話使用者亦可透過專屬號碼撥入 PGWS，再經由 PGWS 以 SIP Protocol 界接 SIP Proxy Server 以轉接至網路電話(SIP-Phone)。其中，我們利用 OpenSER 的 Alias 查詢機制以進行 SIP 帳號與個人分機的轉換，如此可以讓使用者擁有一般容易記憶的 SIP 帳號，如：test1@sip.hit.edu.tw 對應至分機 3301。當然，PGWS 也會在通話結束後立即儲存該段通話記錄至資料庫系統(Mysql)，以方便未來計費作業。

**(D)媒體存取及驗證子系統(MAAS 1.4.0)：**提供 SPS 使用者登入的身份驗證，以及將 EVMS 端的媒體資訊做記錄，並根據 SPS 及 EVMS，讀取所需之媒體檔案及資訊。另外也提供 SPS 存取使用者通訊錄、通話記錄以及登入、登出記錄。

**(E)資料庫子系統(DBS 1.5.0)：**主要提供對於各子系統相關的資料表的管理與維護作業，以提供其他子系統對於帳號及網域路由資料的維護與查詢工作。

**(F)管理子系統(AS 1.6.0)：**本子系統的服務對象為系統管理者，因此管理者必須透過 Web 介面登入，通過身分認證後，依管理者所選擇的功能，系統將從 DBS 中擷取資料，以達到管理者對使用者帳號進行管理及其他子系統的資料進行維護之功能。

### 3.4 關鍵設定

#### (A) Asterisk 之相關設定

Asterisk 擔任著重要的開道器的角色，因此必須根據環境所需設定好相關設定檔，相關設定檔列表如下，詳細設定請參官方說明[11]與書籍[9]：

| 檔案名稱            | 內 容                  |
|-----------------|----------------------|
| zaptel.conf     | 語音版卡訊號之相關設定          |
| sip.conf        | SIP 之相關設定            |
| extensions.conf | 路由方式(Dialplan) 之相關設定 |
| zapata.conf     | 語音版卡相關參數之相關設定        |
| res_mysql.conf  | 連結資料庫之相關設定           |
| cdr_mysql.conf  | CDR 之相關設定            |

#### (B) OpenSER 之關鍵路由設定

(1) PGWS 經由 Proxy Server 轉接 SIP 分機：

```
if (method=="INVITE"){
    alias_db_lookup("dbaliases");
    //... other actions
}
```

若 Proxy Server 收到 invite 訊息則會透過 alias\_db\_lookup 機制去資料庫找尋 dbaliases 資料表並進行分機號(3301)與 SIP 帳號(test1)的比對，若比對成功則轉接至 test1；如圖 4 所示。

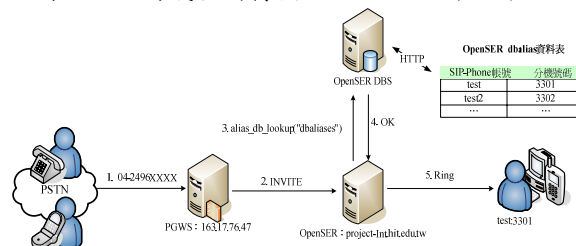


圖 4、轉接 SIP 分機示意圖

(2) 經由 Proxy Server 轉接 PGWS(市話)：

```
if (uri=~"^sip:0[0-9]*@.*"){ // external call-> PSTN
    route(3);
    exit;
};
...
route[3]{
    rewritehostport("163.17.76.47:5060");
    forward("163.17.76.47:5060"); // PGWS
    #exit;
}
```

若 SIP Proxy Server 收到前置碼 0，則將帳號 forward 至 PGWS(163.17.76.47)。如圖 5 所示。PGWS 就會進行外撥的動作了。

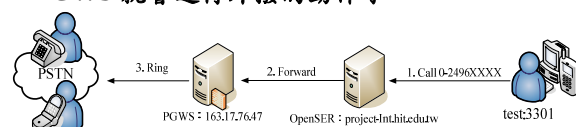


圖 5、轉接市話示意圖

### 3.5 EVMS 之 DTMF 處理機制

本文所完成之系統是利用 out-of-band 方式，以



RTP 來傳送 DTMF 並進行按鍵資訊的解碼。RFC2833 裡有規範出 RTP 的 out-of-band 方法，主要是利用 RTP 的 Payload type (101) 封包來傳送 DTMF 按鍵資訊。當使用者利用 SIP soft-phone 按下按鍵之後，都會發送 5-6 個開始的 DTMF 訊號封包以及 3 個結束的 DTMF 的訊號封包。原有 JMF 套件並無處理此方面封包的功能[13]；因此，本系統擴充原有 JMF 套件的功能，開發出幾個主要的元件(類別)來處理相關封包的解碼：DTMFutil 物件會先利用 DtmfBuffer 物件儲存 DTMF 訊息編碼，當收到 DTMF 結束(end)訊號封包(RTP 封包內的 End of Event 旗標為 True)時，就會完成單一按鍵的解碼，而 DTMFutil 物件就會回傳解析出來的 DTMF 按鍵值給相關模組，以進行語音流程之判斷處理，並播放所選擇之留言。

#### 4. 實作成果、未來應用與比較

因為篇幅限制，本文省略了細部設計內容。以下，我們以修平技術學院資訊網路技術系的實際環境進行實作成果測試；並利用部分老師的桌上型電腦來進行傳統電話與網路電話的連線實測工作，測試效果均達到規劃中的三大主要目標。

##### 4.1 實作成果

以下展示部份的系統管理者維護網頁、使用者讀取相關資訊(通訊錄、通話紀錄及語音留言等)及 SPS 的操作畫面。



圖 6、AS 管理者介面

在圖 6 中，即是管理者登入的管理者畫面，可以進行帳號管理，留言資料查詢與維護等功能。在圖 7 中，我們展示 SPS 的部分操作畫面。圖 7(a)是進行個人行動通訊錄的管理畫面，相關個人設定資訊均儲存於後端資料庫之中。圖 7(b)是語音留言的管理操作介面，可以直接顯示聽取狀態，也可以直接點選留言以聽取語音內容。圖 7(c)是撥打外線的畫面，畫面中是撥打電話至氣象局(代號 00166)的結果。圖 7(d)畫面顯示有電話撥入所出現的提示畫面。



圖 7、SPS (a) 維護通訊錄畫面; (b)讀取語音留言操作畫面 (c)撥打外線(以氣象局為例); (d)外線撥入之操作畫面;

##### 4.2 未來應用

目前，我們正規劃將系上所有老師的傳統電話分機，全部以 SIP Soft Phone 取代以進行完整實驗，最終目標是：部署一個以 SIP-based 為基礎的網路電話環境，每個老師都有屬於自己的語音信箱，可以從任何地方(校外、國外)登入本系統，完全不漏接任何重要電話；未來如果有新進老師，直接建立帳號及分配分機號碼即可使用，可省下實體電話佈線和設備的相關費用；圖 8 即是未來資網系的 SOHOSIP 網路電話環境架構圖。

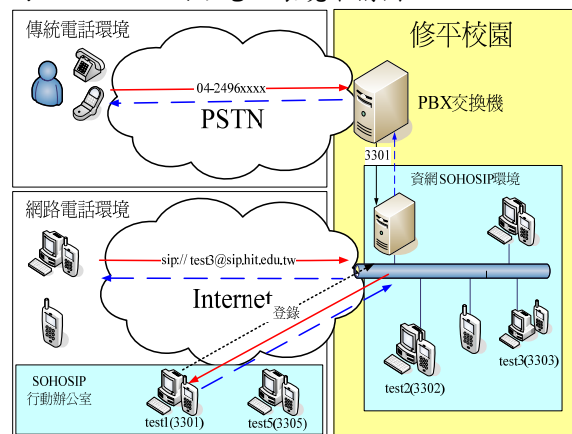


圖 8、SOHOSIP 網路電話環境

未來各校際之間的電話通訊均可以藉由部署此一服務平台，搭配 DNS 的相關設定(每個學者的 SIP 帳號就類似現有的個人 email 帳號)，就可以完成如 MIT 等國外學校所建置的校際間 SIP 實驗電話網路[15]。如此，研究學者只要有上網的環境，不管身處何處，隨時隨地都可以和其他跨校際的研

究學者直接進行溝通或者語音留言。對於日益吃緊的學校財務而言，應有不少的助益。

### 4.3 成果比較

以下我們利用表格對於本文所完成之 SOHOSIP 與傳統電話和網路電話環境進行比較；整體而言，SOHOSIP 擁有較多的優勢。

| 環境<br>功能   | 傳統電話環境                    | 一般網路電話環境                | SOHOSIP 整合環境         |
|------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|
| 語音信箱功能     | 需額外購置設備以提供                | 部分內建;<br>*Skype 需額外購買服務 | 內建                   |
| 行動化電話簿     | 無此功能                      | 一般內建                    | 內建                   |
| 行動化通聯紀錄    | 無此功能                      | 無此功能                    | 內建                   |
| 異質網路互通功能   | 需額外購置 IP Gateway          | 需額外購置 PBX Gateway       | 已整合                  |
| 支援行動辦公室    | 需購置 CTI gateway 與專案開發[外包] | 無法達成!! 或需專案開發[外包]       | 內建                   |
| 整合與擴增值服務能力 | 需購置 CTI gateway 與專案開發[外包] | 難度較高，需專案開發[外包]          | 為開放式源碼，容易自行開發增值服務應用。 |

### 5. 結論與未來發展

我們提出了一個植基於 SIP 的整合式網路電話服務平台的基礎架構，並完成了以下重要成果：

- (1) **開發多功能的 Web-based SIP soft-phone**：我們希望解藉此一研究計畫之進行，可以開發出一個 Web-based 的 SIP soft phone，一般的使用者只要利用電腦連上網路，不需要再安裝任何軟體，即可進行個人語音通訊服務，隨時隨地將個人資料帶著走，讓行動化辦公室的架構能以真正落實與實現。
- (2) **開發完整的 SIP-based EVMS 系統**：我們完成了具備互動能力的 SIP-based 的 EVMS，可以接收並解析使用者的 DTMF 按鍵資料，使 EVMS 系統的功能更趨完備。
- (3) **提供無縫式的傳統電話與網路電話的整合服務架構**：藉由此計畫所完成的前兩項重要成果，整合開放式原碼的兩個平台 Asterisk 及 OpenSER，藉以完成一個完全以 SIP 為主的辦公室網路電話服務平台。藉由此一平台的建置，辦公室人員的分機號碼可與 SIP 帳號產生對應，讓每個人都有專屬的代表分機號碼，真正落實行動辦公室的目標；既可以節省建置與維運成本，又可以擴充虛擬分機的使用。

此外，本研究所建置完成的平台也可以作為一般辦公室的小型虛擬交換機；甚至可以利用網路互聯的協助完成跨區域的網路電話服務系統。當然，也可

以整合現在熱門的網路客服為單一服務系統，而成為一個全方位的客戶服務平台。不過，網路電話並非萬靈丹，仍有部分相關問題尚需進一步研究與嘗試以找出解決方案，例如：必要的網路通話監控機制、通話安全的確保機制、電力喪失的備援方案、通話品質保證等相關議題。因此，本文所提之平台要能真正成為實際商用產品之前，是必須針對上述問題進行通盤考量並提出相關配套措施；而這些也都是可以進一步探討和研究的課題。

### 致謝

本文感謝國科會專題研究計畫經費的補助(計畫編號：NSC 95-2218-E-164-016)。

### 參考文獻

- [1] 陳文敬, 朱恆德, 黃一泓, 陳亮廷, 陳善鈺, 王嘉裕, "整合式的網路語音信箱服務平台," TANET2006, <http://yang.nhlue.edu.tw/tanet2006/P000/P0009.pdf>
- [2] H. Schulzrinne and S. Casner, "RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control," Internet RFC3551, IETF, Jul. 2003.
- [3] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," Internet RFC 3550, Jul 2003.
- [4] H. Schulzrinne and S. Petrack, "RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals," Internet RFC 2833, May. 2000.
- [5] H. Sinnreich and A. B. Johnston, **Internet Communications Using SIP**, 2nd Edition, Wiley, New York, ISBN 0-471-77657-2.
- [6] J. Rosenberg and H. Schulzrinne, "Session Initiation Protocol (SIP): Locating SIP Servers," Internet RFC 3263, Jun. 2002.
- [7] J. Rosenberg and H. Schulzrinne, "An Offer/Answer Model with Session Description Protocol (SDP)," Internet RFC 3264, Jun. 2002.
- [8] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol," Internet RFC 3261, Jun. 2002.
- [9] Jared Smith, Jim Van Meggelen, Leif Madsen, **The Future of Telephony**, O'Reilly, 2005. ISBN: 9780596009625.
- [10] M. Handley and V. Jacobson, "SDP: Session Description Protocol," Internet RFC 2327, Apr. 1998.
- [11] Asterisk, <http://www.asterisk.org/>
- [12] JAIN/SIP, <http://java.sun.com/products/jain/>
- [13] JMF, <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/index.jsp>
- [14] OpenSER <http://www.openser.org/>
- [15] SIP.EDU, <http://www.internet2.edu/sip.edu/>