

網際網路電話整合服務之實作與測試

朱元三 蘇暉凱 姚志臻* 李育廷
中正大學電機工程學系
u8842033@ccu.edu.tw*

摘要

隨著網際網路 (Internet) 快速發展, 在網際網路上的應用越來越多, 從早期文字資料的傳遞, 到圖形、聲音與影像...等等。現今電話系統技術不斷地進步, 發展出一種將一般語音即時通訊資料透過網際網路來傳遞的技術-VoIP, 使網路資源能更有效率的應用, 降低許多通訊成本, 隨著 VoIP 應用越來越廣泛, 如何將 VoIP 與現行之電信網路整合, 以及在 VoIP 上發展更多元化的增值服務, 勢必成為將來 VoIP 服務發展的重點。本論文實作 VoIP 終端應用程式與 VoIP Gateway 整合環境, 透過 VoIP Gateway 將 VoIP 服務與實驗室之交換機(PBX)網路整合互連在一起, 在此整合系統環境下, 發展許多電信服務, 如: 語音留言、話中插話、簡訊傳送、來電轉接...等等。透過本系統之實作測試, 相信對 VoIP 服務未來之發展能提供一個新的構思。

關鍵詞: 網路電話, VoIP, PSTN, H.323, Internet, H.323 Gateway .

1. 前言

隨著電信開放民營, 電信業者之間的競爭激烈, VoIP 帶來了電信領域的嶄新突破, 也拓展了網路通訊的發展領域。VoIP 利用 Internet 傳送語音資料, 經濟的通訊成本有別於傳統固網, 打破傳統電信長途電話的收費標準, 因此未來市場有著相當大的榮景。透過傳統電話與行動電話之發展經驗, 提供多元化的增值服務, 勢必成為將來 VoIP 發展的重點之一, 未來可以利用寬頻科技及頻寬優勢, 增加方便的影音增值功能。並且透過 Gateway 與一般的傳統電話網路整合互連在一起, 拓展其通話範圍, 充分發揮 VoIP 的優點。以 e-化軟體整合服務平台, 提供最簡易有效的界面, 銜接 CTI 遠距監視、遠距教學、遠距醫療、遠距看護、家庭 e-化/安全化、網路廣播、網路影音電話、網路互動電視台、以及各式各樣新電信增值服務[1], VoIP 的發展潛力將不可小覷!

在網路電話信號協定(Signaling)方面, 早期由於各家廠商各自研發網際網路電話技術, 因此在互連上就產生問題, 有鑑於此, 有幾個相關組織聯盟開始制定一些標準規範, 目前被採用最多的, 是由國際電信聯盟(ITU-T)於 1996 年制定的 H.323[2]規範。國內外寬頻與多媒體應用上, 已將 H.323 技術

整合至視訊會議系統, 已為企業在人員差旅費用與時間成本支出上大幅降低。雖然目前 VoIP 長距離的通話品質, 仍受到網路品質影響, 但在未來寬頻網路與具服務品質保證網路發展下, VoIP 的發展潛力將不可小覷。

本論文實作 VoIP 終端應用程式與 VoIP Gateway 整合環境, 透過 VoIP Gateway 將 VoIP 服務與實驗室之交換機(PBX)網路整合在一起, 在此整合系統環境下, 發展許多增值服務, 如: 語音留言、話中插話、簡訊傳送、來電轉接...等等。透過本論文之研究、探討網路電話的相關技術, 與網路整合互連測試, 相信此服務整合與系統整合成果, 對未來 IP 網路整合所有數據、語音、影像.....等多媒體資料能所有貢獻。

2. H.323 標準簡介

2.1 H.323 標準架構

H.323 為通訊信令、影音壓縮規範及控制協定的組合, 主要是在規範即時性(Real-Time)影音 (Video/Audio)與資料(Data)的傳輸規格及控制與傳遞方式。如圖 1, H.323 的架構下包括下列元件:

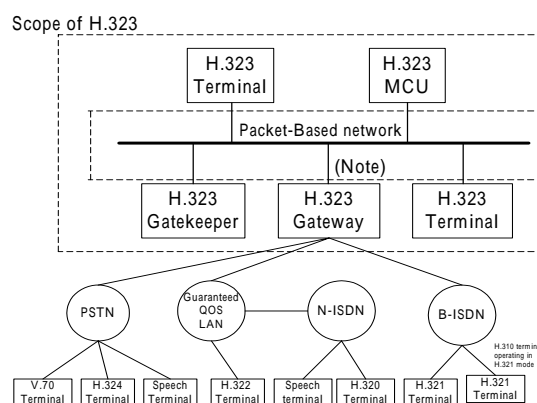


圖 1. H.323 標準規範組成元件

H.323 終端設備(Terminal), 閘道器(Gateway), 閘道管控器(Gatekeeper), 多點控制單元(Multipoint control unit)。H.323 終端設備是一個以 IP 為架構的終端機; 閘道器是用來連接線路交換網路 (Circuit-switched networks)與分封交換網路 (Packet-switched networks)的橋樑, 同時提供 H.323 終端機與 SCN 終端機不同型態的傳輸媒介碼之間的轉換; 閘道管控器提供一些控制服務, 包括位址

的翻譯，進入的控制，區域的管理，驗證、授權、計費的服務；多點控制單元（MCU）提供一個多人會議的通話服務。

下列幾小節分別就 H.323 架構下的元件詳細說明。

2.2 H.323 Terminal

H.323 的終端設備，是一台支援 H.323 的網路電話。一般為個人電腦，接上麥克風與喇叭、網路攝影機，執行 H.323 網路電話軟體，此軟體負責所有影音視訊編解碼與資料傳輸、信令...等等，H.323 Terminal 所支援的相關協定簡介如下：

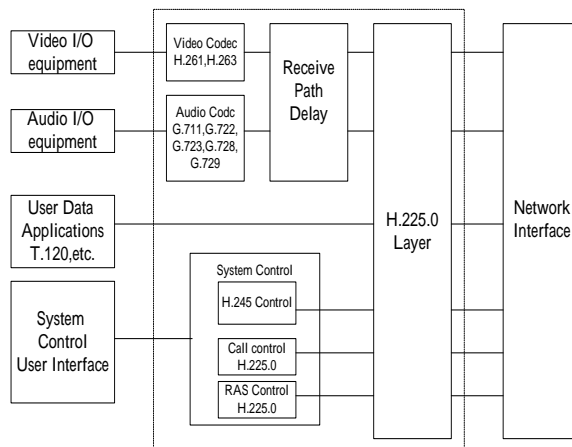


圖 2. H.323 協定

2.2.1 H.323 協定

H.323 定義了在分封交換網路(Packet switched network)上終端機之間編解碼(Codec)的標準與通訊協定、通話程序及媒體傳輸等協定。如圖 2.所示，H.323 為 umbrella protocol，旗下有 H.261、H.263 支援 video codec，G.711、G.722、G.723.1、G.728、G.729 支援 audio codec，T.120 支援資料及會議的控制。在系統控制上，H.323 主要以 H.225 以及 H.245 來敘述。以下我們依通話建立過程所使用到的協定，其包含 H.225、H.245 與 RTP/RTCP，依序介紹如下。

2.2.1.1 H.225.0

H.225.0 [3]主要在規範通話建立(Call Setup)、斷線(Termination)(Q.931)以及 RAS 控制(RAS ; Registration Admission Status.)。在進行通訊時，首先必須建立起點對點或點對多點的通訊管道，目的在使傳送端能夠告知接受端現在將與它進行通訊，這時所採用的就是信令協定 Q.931，其標準規格主要被規範在 H.225 中。Q.931 的功能就好比是一般我們使用電話時，受話端會發出鈴聲告知有電話來一樣，Q.931 就是在負責這個連結通知的信令工作。在終端與 Gatekeeper 之間的訊息溝通也透過 H.225 的 RAS(Registration, Admission, Status) 訊息，以進行終端與 Gatekeeper 間的身份認證、位址化名(Alias address)的轉換、初始傳輸使用頻寬許可及傳輸中頻寬改變許可.....等。

2.2.1.2 H.245

在終端彼此知道要進行通訊後，大家必須協調要用什麼樣的方式來溝通，來控制所要傳輸的影音及資料，而這個工作即是 H.245[4]來負責。其主要的功能如下：

- 主從決定：

當兩個終端同時發生類似的事件，但是只有一端能被服務，這個時候 H.245 決定哪個是 Master，哪個是 Slave，一旦主從決定後，這個連線的期間都會維持著。

- 性能交換：

H.323 有著許多種音視訊的 Codec，終端必須把自己所支援的 Codec 讓其他終端知道，所以需要性能交換的程序。Transmit Capabilities 描述終端傳送資訊流的能力，可讓接收方選擇；而 Receive Capabilities 描述終端接受及處理進來資訊流的能力，可以要求傳送方用所選擇的模式傳送。

- LogicalChannel 連線：

H.245 使用 OpenLogicalChanel 與 CloseLogicalChannel 來開啟關閉傳送資料的邏輯通道。OpenLogicalChanel 訊息中包含了媒體類型，使用的演算法，及解釋邏輯頻道內容的所有其他資訊，當要傳送 RTP 與 RTCP 的媒體型態時，OpenLogicalChanel 中必須有 RTP 與 RTCP 的傳輸位址參數要求，而接收端也在 OpenLogicalChanel-ack 中將 RTP 與 RTCP 傳輸位址告訴傳送端。

2.2.1.3 RTP/RTCP

事實上 RTP/RTCP 並不是包含在 H.323 的規範中，而是一般在進行影音傳輸時都會借用 RTP 來偵測傳輸中遺失的封包，並且提供封包傳輸的時間資訊(Timing Information)，以使接收端能夠知道封包傳送的延遲程度並做適當的遞補。而實際上 RTP 可與下層網路或傳輸協定合作，若下層網路有提供 Multicast 的話，RTP 也可以支援傳送資料到多個目的地。RTCP 主要是在告知目前傳輸的服務品質(QoS ; Quality of service)如何，以供 Gateway 告知 Gatekeeper 是否要改變目前的傳輸的速度或改變傳輸頻寬。

2.3 Gateway (網路電話閘道器)

Gateway 可以是電話網路、Internet、ATM network、H.323 network 等任何網路的互連溝通橋樑，它以不更改原先使用電話的習慣為原則，利用

網際網路作為傳輸管道達成節費的效果。其目的在處理異質網路信令互連之轉換與通訊資料格式之轉換。

2.4 Gatekeeper(網路電信閘道管控器)

Gatekeeper 是選用配備，在 H.323 傳輸架構中是最為重要的實體設備，它相當於整個架構的管理者與仲裁角色。

它的主要工作如下：

- **位址轉換(Address Translation)**
使用一個由 RAS 所定義的表來轉換 Alias address 和 Transport address
- **連接許可控制(Admission Control)**
使用 Admission Request、Confirm、Reject 等訊息來決定是否核准網路的存取。
- **傳輸頻寬的管理**
支援頻寬請求(Bandwidth Request)、確認(Confirm) 以及拒絕(Reject)等訊息來決定是否核准網路的存取。
- **區域管理**
對註冊在該區域的 Terminal、Gateway、MCU 提供上述之功能作為區域內的控制。

Gatekeeper 提供網路電信業者以最經濟的成本達成最有效率的管理機制，如管理 H.323 網路資源、即時語音及視訊交通之控管、用戶端認證註冊、通話授權、通聯記錄之管理，付費機制之管理及路徑控管等，依循 H.323 提供網路電話管理中心做營運服務，可當成智慧型網路軟體交換機使用。

2.5 MCU (Multipoint Control Unit)

MCU(Multipoint Control Unit)它是在多點會議時所用到的設備，主要功能是在協調及控制多個終端間的視訊與聲音傳輸。

3. OpenH323 實驗環境與信令傳遞

OpenH323[5]是一套支援 H.323 的免費軟體，該軟體是由澳大利亞的 Equivalence Pty Ltd 公司所發展。在遵循 MPL(Mozilla Public license)的前提下，鼓勵以任何形式使用此專案的原始碼，包括商業或個人使用，甚至用於商業產品或轉賣。OpenH323 專案的目標是完成一個功能完備、可以共用、開放式原始碼的 ITU H.323 電話會議協定套裝軟體，包括 Openphone、Opengateway 與 Opengatekeeper... 等等，不論是個人用戶還是商業用戶，都可以使用它。因此，OpenH323 是 VoIP 領域內一個相當重要的基礎項目。

如圖 3.所示，本論文在 LAN (Local area network)的環境下，實作 VoIP 終端應用程式與 VoIP Gateway 整合環境，透過 VoIP Gateway 將 VoIP 服

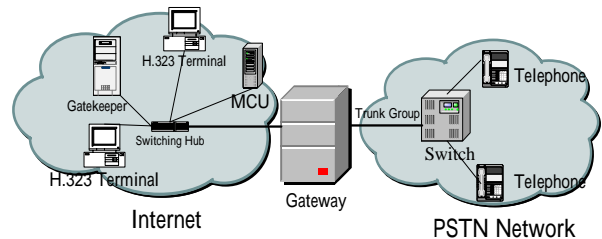


圖 3. 實驗系統架構

務與實驗室之交換機(PBX)網路整合在一起。在信令轉換方面，Gateway 必須將 PSTN 之信令轉換成 H.323 之信令傳送給 VoIP Terminal，反之，亦必須將 H.323 信令轉換成 PSTN 之信令，達到 VoIP Terminal 與 PSTN 電話能互通；通訊資料格式轉換方面，Gateway 必須有能力互相轉換 VoIP 所支援之語音格式以及 PSTN 網路所使用之語音格式，以達到雙方可以互相通話。透過整合環境的架設，我們測試與分析 Openphone、Opengateway 的程式運作流程與其信令傳遞過程，畫成圖 4.(PSTN 電話經由 Gateway 打電話至 Internet)、圖 5.(個人電腦經由 Gateway 打電話至 PSTN 網路) 圖 6.(結束通話流程) 等圖，圖中由左至右分別是電話(SCN Terminal)、交換機、閘道器、個人電腦上執行的 VoIP 軟體、以及閘道管控器(Gatekeeper)，矩形圖形代表終端、交換機或閘道器的狀態，每個設備在接收到信令或者傳送信令時會跳到另外一個狀態。

圖 4 中 SCN(Switched circuit network)為發話端，H.323 為受話端，SCN 透過 Gateway 打電話至 H.323 的流程分區說明如下：

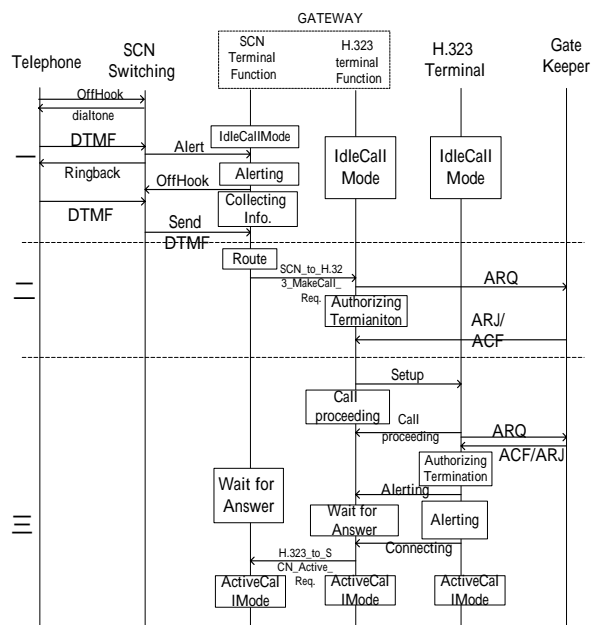


圖 4. Call from SCN to H.323

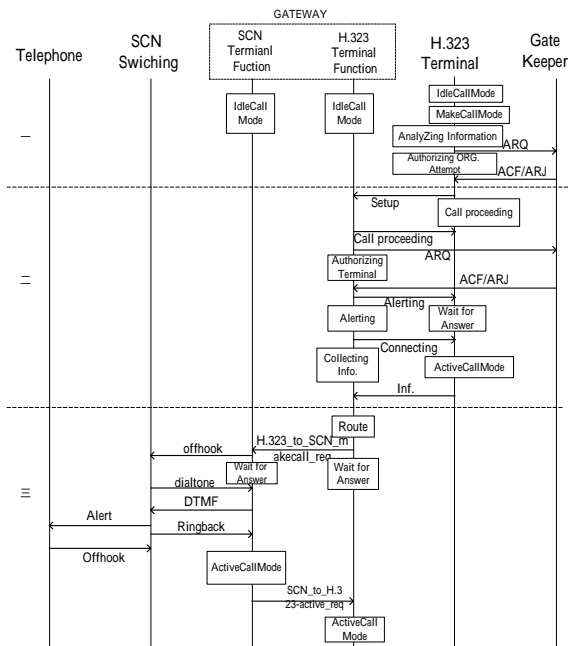


圖 5. Call from H.323 to SCN

- 一：一開始 Gateway 及 H.323 Terminal 全部都處於待機 IdleCallMode 的狀態，當使用者將電話拿起(Off-Hook)，交換機便搭一個 Dial-tone 信號給發話端，告訴使用者可以開始撥號給 Gateway，交換機收到發話端所撥打的 DTMF (Dual tone multi frequency)之後，發出一個 Alerting 信號，去通知 Gateway 此時有來電，發出 Alerting 的同時，發話端也會聽到 Ring back-tone, 知道此時 Gateway 的 SCN Function 處於一個 Alerting state，當 Gateway 發出一個 Off-hook 的信號告訴交換機說此時可以接受其電話時, Gateway 的 SCN Function 便進入到 Collecting Info. state 去收集交換機所給的號碼，而發話端在這個時後開始撥打所要打的 H.323 Terminal 的號碼，經由交換機送給 Gateway。
- 二：當 SCN Function 收集完號碼後，便送一個 Primitive 訊息(MakeCall_Req)去給 H.323 Function，以表示要作搭線的工作，然後 SCN Function 便進入 Wait for Answer state 等待 Primitive 訊息(Active Req)的回應。之後 H.323 Function 跟 GK (GateKeeper) 去做認證, Check 此號碼是否有權限跟 Gateway 建立連線，確認正確後便由 GK 回送 ACF(AdmissionConfirm) 信號給 H.323 Function 去進行連線的工作。
- 三：此流程的動作是 Gateway 跟 H.323 Terminal 建立連線的動作。H.323 Function 送一個 Setup 給 Terminal，然後 H.323 Function 便進入 Call proceeding state 去等待 Terminal 端回送一個 Call proceeding 的信號回來。當 Terminal 送一個 Call proceeding 給 H.323 Function 後，便會去跟 GK 做一次認證，確認是否有權限接起此

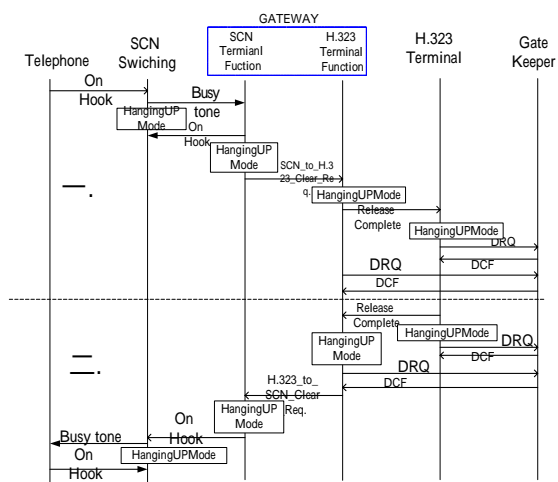


圖 6. 結束通話動作

通電話，確定有權限接電話時便送一個 Alerting 的信號給 H.323 Function，等待受話端接起電話。而 H.323 Function 收到 Alerting 的信號後也開始進入 Wait for Answer state，去等待受話端接電話。當受話端接起來電後，Terminal 送一個 Connect 的信號給 H.323 Function 後進入 ActiveCallMode，而 H.323 Function 也送一個 Primitive 訊息(Active Req)給 SCN Function，而 SCN 收到 Request 後也進入 ActiveCallMode，雙方搭起連線進入通話模式。

圖 5 中 H.323 為發話端，SCN 為受話端，H.323 透過 Gateway 打電話至 SCN 的流程分區說明如下：

- 一：此區主要是 H.323 Terminal 端與 Gateway 建立連線”之前”的動作。一開始 Gateway 及 H.323 Terminal 全部都處於 IdleCallMode 的狀態，當 H.323 Terminal 端(MakeCallMode)開始打電話經過 Analyzing Information 確定此號碼無誤後，會去跟 GK 做認證，確定有權限跟 Gateway 建立連線。
- 二：此流程的動作主要是 Gateway 跟 H.323 Terminal 建立連線的動作。當確定有權限跟 Gateway 建立連線，H.323 Terminal 會送一個 Setup 給 H.323 Function，之後 H.323 Terminal 便進入 Call proceeding State 去等待 H.323 Function 端回送一個 Call proceeding 的信號回來。當 H.323 Function 送一個 Call proceeding 給 H.323 Terminal 後，便會去跟 GK 做一次認證，確認是否有權限接起此通電話，確認正確後便送一個 Alerting 的信號給 H.323 Terminal，收到 Alerting 之後，H.323 Terminal 便進入 Wait for Answer state 等待 H.323 Function 接起，H.323 Function 送一個 Connect 的信號給 H.323 Terminal 後，H.323 Terminal 進入 ActiveMode，也開始將所打 keypad 號碼夾帶在 Inf.信息內送出給 H.323 Function。

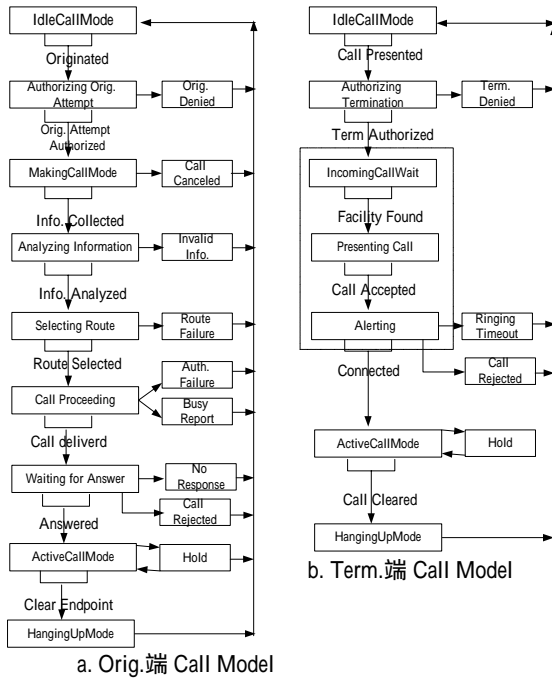


圖 7. Openphone 程式流程

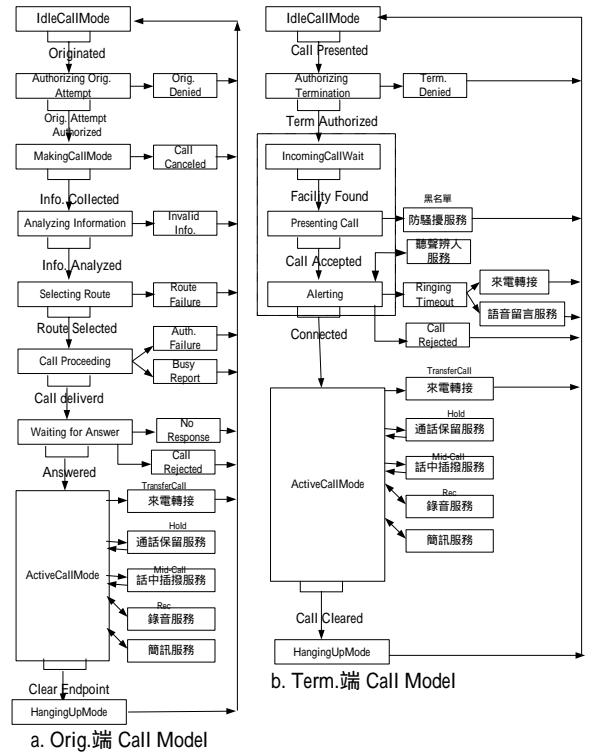


圖 8. Enhanced Openphone 程式流程

三：當 H.323 Function 收到所撥號碼之後，送出一個 Primitive 訊息(MakeCall_Req)去給 SCN Function，以表示要作搭線的工作，之後 H.323 Function 便進入 Wait for Answer state 等待回應的 Primitive 訊息(Active_req)。SCN function 收到 Primitive 訊息(MakeCall_Req)後，送 Off-hook 給交換機說我此時要撥打電話，然後收到交換機發出的 Dial-tone 信號之後，便送出 DTMF 信號，告知交換機所要撥打的號碼，之後 SCN 交換機送出 Alert 信號給受話端，然後 SCN 交換機搭一個 Ring-back-tone 給 SCN Function，當使用者接聽後送出 Off-hook 信號給交換機，SCN Function 便進入 ActiveCall Mode，送出 Primitive 訊息(Active_req)給 H.323 Function，H.323 Function 也進入 ActiveCall Mode，雙方搭起連線進入通話模式。

雙方連線建立後要結束連線，如圖 6 所示，結束通話動作可以分為兩種，詳細說明如下：

一：由 SCN 使用者結束通話

SCN Terminal 送出 On-hook 信號要掛斷電話，交換機收到 On-hook 後便發一個 Busy-tone 信號告訴 Gateway 要結束通話，並且交換機進入 HangUPMode 等待 SCN Function 的 On-hook 信號，SCN Function 搭一個 On-hook 信號回給交換機之後，Gateway 的 SCN Function 進入 HangingUpMode，然後送出 Primitive 訊息(Clear Request)給 H.323 Function 做斷線動作。而 H.323 Function 收到 Request 後，也進入 HangingUpMode，送一個 Release Complete 信號給 H.323 Terminal 使 H.323 Terminal 也進入

HangingUpMode，之後 H.323 Function 跟 H.323 Terminal 會跟 GK 做取消認證的動作，結束通話。

二：由 H.323 使用者結束通話

H.323 Terminal 送一個 Release Complete 信號給 H.323 Function 使雙方都進入 HangingUp Mode，之後 H.323 Function 送出一個 Primitive 訊息(Clear Request)給 H.323 Terminal，接著 H.323 Function 跟 H.323 Terminal 都會跟 GK 做取消認證的動作，當 SCN Function 收到了 Primitive 訊息(Clear Request)也會進入 HangingUpMode，發一個 On-hook 信號給交換機告訴交換機要結束通話，而此時 SCN 交換機也對 SCN Terminal 作同樣的動作，搭一個 Busy-tone 給 SCN Terminal，等 SCN Terminal 掛斷(On-hook)後，雙方就結束通話。

4. 服務整合實作

Openphone 是一套支援 H.323 的免費軟體，且 Openphone 已有雙方通話服務、來電轉接服務、通話保留服務.....等功能。如圖 7 所示，兩個 State 之間存在 check point，在目前的 State 等待事件觸發後，才會跳到下一個 State，圖 7 的 a 為發話端之 Call Model，發話端由 IdleCallMode 經過 Authorizing Orig. Attempt 跟 Gatekeeper 認證確定有打電話的權限之後，進入 MakingCallMode 收集所打的號碼，收集完號碼後經 Analyzing Information 確認號碼無

誤之後,在 Seleting Route state 開始繞送,送出 Setup 訊息後,在 Call Proceeding 等待回應的 Call proceeding 訊息,收到 Call proceeding 訊息之後,進入 Wait for answer state 等待受話端接聽,受話端接聽後進入 ActiveCallMode,當雙方通話欲結束時,清除 Endpoint,進入 HangingUpMode。b 為受話端之 Call Model,首先在 IdleCallMode 經過 Gatekeeper 認證確定有權限可以接起電話之後,進入 IncomingCallWait 等待來電,當收到來話端的 Setup 訊息,進入 Presenting Call 顯示來話端位址,並回應 Call proceeding 訊息,然後在 Alerting state 開始響鈴,當受話端接起電話,進入 ActiveCallMode,當雙方通話欲結束時,清除 Endpoint,進入 HangingUpMode。我們以圖 7 Openphone 之通話模型為 BCSM (Basic call state model),發展本實作的加值服務。

圖 8 為以 Openphone[5]為基礎發展通訊服務的軟體,取名為 EnhancedOpenPhone,作業平台為 MS-Windows,利用 Gateway 與 PSTN 網路通話,再加上其他電信通話服務,比較圖 8、圖 7 可明顯看出所加上的電信服務,在 ActiveCallMode 加入了錄音服務、通話保留服務、話中插撥服務與來電轉接服務,也在受話端的 Presenting call state 中加入了防騷擾服務,以及受話端的 Alerting state 無人接聽(Ring time out)時加入了語音留言與聽聲辨人服務。現將分別說明如下:

- 聽聲辨人服務
在 Alerting state 加入的功能之一,在加入好友名單的時候,可以設定個人化的鈴聲,好友來電時,聽來電鈴聲就可以辨別是哪一個好友來電。
- 錄音服務
在通話中按下錄音功能,將兩人的通話錄音存檔,所要存檔的路徑,也可以設定。
- 話中插撥服務
在處於 ActiveCallMode 時,若有來話,可以選則接聽話中插撥,保留目前通話,或者讓來話方等待,直到通話結束再接聽插撥。
- 簡訊服務
本實作功能只有在 H.323 和 H.323 之間通話時可以進行,在處於 ActiveCallMode 時,本功能類似網路聊天室功能,在 EditBox 內輸入想傳給對方的字串,選擇"送出"即可將字串送達另一端。
- 語音留言服務
如圖 8 Alerting state 中 RingingTimeOut 來電無人接聽時,EnhancedOpenPhone 可以設定無人接聽的秒數,無人接聽時可以選擇要轉接給預設的位址或者要進入語音留言信箱。對方語音留言所要存檔的路徑,也可以設定。若是在通話中按下轉接功能,可以立即指定對方 IP,將來電轉接給別人。當通話中有插撥時,若選擇

不接聽,可以設定將插撥轉接給預設的位址。

- 防騷擾服務
本論文在 Presenting Call State 所加上去的黑名單功能,可以設定不想接聽來電的名單,當有來電時,在黑名單中比對來電的 IP 位址,如果是黑名單中的 IP,則在圖 8 的 Presenting Call State 中忽略對方的來電。
- 通話保留服務
與 Openphone 的通話保留不同的地方在於通話保留的時候,播放音樂給等待的一方聽,在 ActiveCallMode 可執行,如圖 8,可以設定個人化的保留音樂,當等待的一方沒有設定保留音樂時,則不會播放音樂,當恢復通話時,音樂會自動停止。

5. 結論

未來發展有將網路電話取代傳統電話的趨勢,若能將 EnhancedOpenPhone 產品化,對於網路電話用戶可以提供更多加值服務與傳統電信整合之服務!本論文實作 VoIP 測試環境,在 LAN (Local area network)為測試環境下,將 VoIP 終端與實驗室交換機(PBX)網路整合在一起,並且自行開發多項加值服務,如語音留言、話中插話、簡訊傳送、來電轉接.....等,改善目前網路電話(IP Phone)所缺乏的服務功能。透過本論文之研究、探討網路電話的相關技術,與網路整合互連測試,相信此服務整合與系統整合成果,對未來 IP 網路整合所有數據、語音、影像.....等多媒體應用與多媒體通訊能所有貢獻。

6. 參考文獻

- [1].台灣通訊雜誌,*Taiwan Telecom*,2002/3 No.99
- [2]. ITU-T, *ITU-T Recommendation H.323 :Packet Based Multimedia Communication Systems*,1998
- [3]. ITU-T, *ITU-T Recommendation H.255.0:Call signalling protocols and media stream packetization for packet based multimedia communication systems*, 1999
- [4]. ITU-T, *ITU-T Recommendation H.245: Control protocols for mutimedia communication*, 2000
- [5]. VoIP Project ,
<http://www.openh323.org/> ,OPENSOURCE
- [6]. IEEE , *A Voice Over IP Service Architecture for integrated Communication 1089-7801/99/s10.00* 1999 IEEE.