

# 具備可攜性及通話品質量測功能之軟體電話架構設計與實作

易啟福 蕭惟杰 吳坤熹

國立暨南國際大學資訊工程學系

{s95321055,s95321052,solomon}@ncnu.edu.tw

## 摘要

網路電話 (Voice over Internet Protocol, 簡稱 VoIP) 是一個已經行之有年的網路應用, 透過網際網路或其他使用 IP 技術的網路, 來進行電話通訊。本論文提出一套 VoIP 客戶端軟體的設計, 使之能夠不需進行軟體安裝的程序, 就能夠正常執行, 達到真正的可攜帶性。讓一般使用者可將此軟體儲存在隨身碟內, 即可便利地透過有連線能力的電腦撥打網路電話。此外, 本軟體將另外具備收集連線資訊的能力, 以簡單的人工智慧分析連線品質, 協助使用者瞭解連線品質不良的原因。除此之外, 也將這些數據加以統計並輸出成可擴展置標語言 (eXtensible Markup Language, 簡稱 XML) 檔案, 協助網路工程師收集連線資訊, 分析這些資訊來改善 VoIP 的通話品質。

**關鍵字:** 網路電話, RTCP, RTP, SIP, VoIP

## I. 前言

電話一直是人們相當重要的通訊工具, 從最早的有線電話到現在最新的 3G 手機, 皆是人們相當重要的聯絡工具。近幾年來, 網路電話 (Voice over Internet Protocol, 簡稱 VoIP) 已成為網路上殺手級的應用。VoIP 透過網際網路或其他使用 IP 技術的網路, 來實現新型的電話通訊。其低通話成本、低建設成本、易擴充性及日漸優良化的通話質量等主要特點, 被目前國際電信企業看成是足以取代傳統電信服務的新技術, 也是許多企業作為降低通訊成本 (尤其是國際間的通訊成本) 的解決方案。VoIP 之所以能被企業接受作為傳統電話的替代方案, 主要是基於:

1. VoIP 以網路為連接媒介, 因此企業能夠以現有網路線來建置 VoIP, 而不需要額外花費佈置電話線路。
2. VoIP 可以不需要另行購買交換機等昂貴的通訊設備, 僅需在電腦、伺服器上安裝所需軟體即可架設電話系統。
3. VoIP 可以搭配現有的解決方案, 達到與市話、手機之間的連線通話; 而且目前部份的智慧手持裝置已內建 VoIP 的客戶端軟體, 使用上相當便利。
4. 越來越多技術人員投入通話品質的改良以及其他附加功能的發展 (如通話的加密及解密等)。
5. 網際網路服務供應商 (Internet Service Provider, 簡稱 ISP) 提供越來越高的連線頻寬, 對於 VoIP 等網路應用提供了良好的發展環境。

除此之外, 網路電話擁有多方通話、語音信箱、即時影像等多元的附加功能, 使得使用網路電話的人數逐年上升, 對原本的電信業產生了極大的威脅, 但對消費者卻是一大福音。因為不論是撥打國際電話或市內電話, 費用都比以前降低許多; 如果雙方都使用網路電話來通話, 甚至不用再支付額外的費用, 只需支付原本的網路費用。目前台灣寬頻網路的普及率已經相當高, 許多人家中的頻寬已經可以支持網路電話的使用。我們可以預期, 頻寬與技術的提昇將使網路電話更加普及, 網路電話在未來將成為人們最重要的通訊工具。

## II. 相關技術探討與研究動機

### 2.1. 相關技術探討

目前 VoIP 的客戶端軟體大致可分為兩種: 一種使用自行研發的通訊協定, 並通常與即時通訊 (Instant messaging, 簡稱 IM) 整合在一起; 另一種則以國際標準組織 Internet Engineering Tasking Force 所發展的會話發起協定[1] (Session Initiation Protocol, 簡稱 SIP) 與即時傳送協議[2] (Real-time Transport Protocol, 簡稱 RTP) 為基礎, 以跨廠牌的相容性為訴求。VoIP 的伺服器端則以 SIP 和 RTP 為大宗 (後面皆稱為 SIP Server), 其他則有 Skype 提供的設備作為解決方案。

本研究主要使用到的網路通訊協定為 SIP、RTP 與 RTCP (Real-time Transport Control Protocol)。SIP 是一個由網際網路工程任務小組 (Internet Engineering Task Force, 簡稱 IETF) 提出的通訊協定, 基於 TCP/IP 協定, 採用主從式 (Client-Server) 的架構運作。在 SIP 架構中, 可將構成的元件分類成 client 和 server 兩種角色。Client 即為提出服務需求的請求者; 而 server 即為接受服務請求的提供者。由於 SIP 為架構在應用層的通訊協定, 不僅容易開發, 而且容易進行系統間的整合。由於 SIP 中包含了常用的 HTTP 協議, 允許藉由任意數據協議傳輸呼叫控制信號, 使其在非 TCP/IP 環境 (如 Novell 或其他專有協議) 中也能有效應用。SIP 的便利性, 使其成為目前相當重要的通信協定[3]。SIP 主要用於建立, 修改和終止多媒體連線, 廣泛用於視頻、語音、即時通信、線上遊戲和虛擬現實等多種互動式的網路應用。SIP 的設計目標之一是提供類似公共交換電話網 (Public Switched Telephone Network, 簡稱 PSTN) 中呼叫處理功能的擴展集, 實現類似日常電話的操作: 撥號, 振鈴, 回鈴音或忙線音。由於 SIP 僅僅處理信令部分 (signaling); 因此若要實現網路電

話的通信，則必須與其它的協議協同工作，例如仰賴 RTP 傳送語音或視頻。

SIP 是直接採用文字 (Text-Based) 式的通訊協定，建立通話時，使用明文溝通傳送文字來直接進行通話雙方的訊息交換，像是用戶的網路位址、通訊埠等訊息，因此優點是 SIP 封包不需解碼便可以直接解讀封包內的訊息。SIP 位址表示的方式類似於 E-mail 位址的表達方式，此表達方式稱為 SIP URI (Uniform Resource Identifier) [4]。SIP 屬於 client-server 架構，需仰賴 SIP server 作為傳輸介面，包含身分認證、由指定位址尋找目的端點的確實位置、以及通話管理等等，都需要透過 SIP server。如圖 1 所示，SIP server 在整個運作中扮演著相當重要的角色。

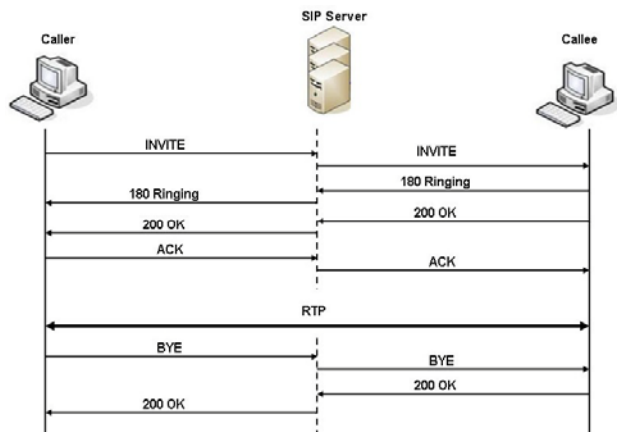


圖 1 SIP 連線建立與終止[5]

RTP (Real-time Transport Protocol) 於 1996 年由 IETF 的多媒體傳輸工作小組在 RFC 1889 文件中公布，是一種提供點對點傳輸服務的即時傳輸協定，用來支援在單目標廣播和多目標廣播網路服務中傳輸即時資料之用。RTP 協議詳細說明了在網際網路上傳遞音頻和視頻的標準封包格式。RTP 協議常用於串流媒體系統、視頻會議和一鍵通 (Push to Talk) 系統，使它成為 IP 電話產業的基礎技術。另外 RTP 的一個姊妹協議 RTCP (RTP Control Protocol) 主要負責管理應用程式的控制封包。其封包中含有已傳送的資料數量、遺失的封包數量等統計資料。因此，伺服器可以利用這些訊息，動態的控制、改變傳輸速率。當應用程式建立一個 RTP 會話時將同時開啟兩個埠分別給 RTP 和 RTCP，其中 RTP 本身只負責即時的資料傳輸，並不能提供可靠的傳輸機制也不提供流量控制或擁塞控制，因此需要依靠 RTCP 來提供這些服務[6]。

+ 位元	0-1	2	3	4-7	8	9-15	16-31
0	Ver.	P	X	CC	M	PT	序號
32	Timestamp						
64	SSRC identifier						
96	... CSRC identifiers ...						
96+(CC×32)	Additional header (optional), indicates length "AHL"						
96+(CC×32) + (X×(AHL+16))	Data						

圖 2 RTP 封包結構

RTP 與 RTCP 相互配合使用，能有效使傳輸效率達到最佳化，因此特別適合傳送網路上的即時資料。

本研究的另一個重點在於達到軟體可攜性(Portable)。所謂軟體可攜性，是指一套軟體不需要經過安裝程序及額外函式庫 (如 .NET Framework、Java Runtime Environment 等) 支援即可直接執行。這類軟體又稱為「綠色軟體」。可以放置於隨身碟內，於需要時直接運行。目前常見的 Portable software 有：

- Mozilla Firefox, Portable Edition
- OpenOffice.org Portable
- 7-Zip Portable
- PuTTY
- Foobar 2000

## 2.2. 目前常見的VoIP客戶端軟體

作為一個世界上最多人使用的網路電話客戶端軟體，Skype [7](圖 3)擁有相當清晰的聲音品質，也整合了 IM 跟視訊，並提供了與市話或手機通話的增值服務。但是由於 Skype 使用的是該公司自行研發的通訊協定，無法與其他網路電話客戶端軟體互通。



圖 3 Skype 通話介面

Google Talk[8] (圖 4)為 Google 所開發的 IM 及 VoIP 客戶端軟體。承襲 Google 的簡約風格，Google Talk 的介面非常地簡單明瞭。Google Talk 使用開放的 XMPP (Extensible Messaging and Presence Test Protocol) 協議，增強 XMPP 以進行語音傳訊和點對點通訊，並計畫未來將支援 SIP。關於通話品質的量測，Google Talk 與 Skype 都僅有

簡易的圖示來表示通話品質的好壞程度，並沒有詳盡的數據資訊可供網路工程師進一步分析。



圖 4 GoogleTalk 通話介面

除了以上介紹的兩種 VoIP 客戶端軟體以外，還有由 Microsoft 發展的一套 IM 軟體 Windows Live Messenger [9]。此外由 Yahoo 公司開發的 IM 軟體 Yahoo! Messenger [10]，其自 7.0 版也開始加入了以 SIP 為基礎的語音通話功能。由 CounterPath Corporation 開發的 X-Lite [11]，可以在 Windows, Mac, Linux 等平台上執行，也是相當受使用者歡迎的一套軟體。但是以上所提到的三種 VoIP 客戶端軟體皆不具有通話品質量測的功能。

表 1 本文列舉五款 VoIP 通訊軟體比較表

	Skype	MSN	即時通	G-Talk	X-Lite[12]
軟體類型	P2P/VoIP/IM	VoIP/IM	VoIP/IM	VoIP/IM	VoIP/IM
通話品質量測	簡易	無	無	簡易	無
可攜帶性	無	無	無	無	無

如表一所示，上述軟體有兩個共通的缺點：(1) 不具通話品質量測功能，或是僅有陽春的量測功能，但都不足以讓網路工程師做為分析通話品質不佳之原因的依據。(2) 程式必須先安裝於電腦後才能執行。

### 2.3. 研究動機

不具有可攜帶性的軟體，使用者無法先將程式存放在隨身碟內，達到需要時「隨插即用」的目的；而必須先經過安裝，才能執行程式來撥打網路電話。這對經常在外旅行的游牧使用者 (nomadic user)，將會造成使用上的不便。而缺少通話品質量測功能的軟體，在聲音品質不理想時，網路工程師無法判斷發生問題的原因，也無法得知該如何改善通話品質。因此，我們認為一套具有可攜帶性且能夠收集必要的連線資訊並加以統整的軟體，將有助於 VoIP 的發展，對使用者與管理者皆是一大福音。

## III. 實作方法及步驟

本論文以張競真的論文「SIP 協作系統的可攜式使用者介面設計與架構」[13] (國科會計畫編號：NSC96-2622-E-260-002-CC3) 當中所發展出的 VoIP 客戶端軟體 portable SIP phone (PSP) [14] 為基礎，發展出另一套通話軟體。在我們所發展出的 VoIP 客戶端軟體之下，於 Windows 平台下不需進行任何安裝步驟，也不需額外安裝函式庫 (例如：.NET Framework 可轉散發套件、Java Runtime Environment)，便能夠直接執行，達到真正的可攜帶性。除此之外，我們所發展出的軟體，具有收集必要連線資訊的功能並透過簡單的人工智慧來加以判斷連線品質不良的原因。將上述收集的連線資訊加以統整，並輸出一 XML 紀錄檔案，提供網路工程師加以研究分析。

如圖 5 所示，利用 MFC (Microsoft Foundation Class Library) 撰寫的程式可透過函式庫直接與作業系統溝通，但是利用 .NET Framework 撰寫的程式必須經由 CLR (Common Language Runtime) 才能與作業系統溝通。由於 CLR 並未內建於 Windows 作業系統，而是 .NET Framework 可轉散發套件的一部分。採用 Microsoft .NET Framework 所發展出的 PSP 必須在使用者電腦上另外安裝 .NET Framework 可轉散發套件才能使程式正常執行。雖然只要安裝 Windows XP SP3 的電腦均已自動安裝 .NET Framework，但是現實環境中並非所有使用者的電腦均安裝最新的 SP3 更新程式，這將會影響軟體的可攜帶性，因此我們改由使用 MFC 來實做此軟體的圖形介面，以提高其可攜性。

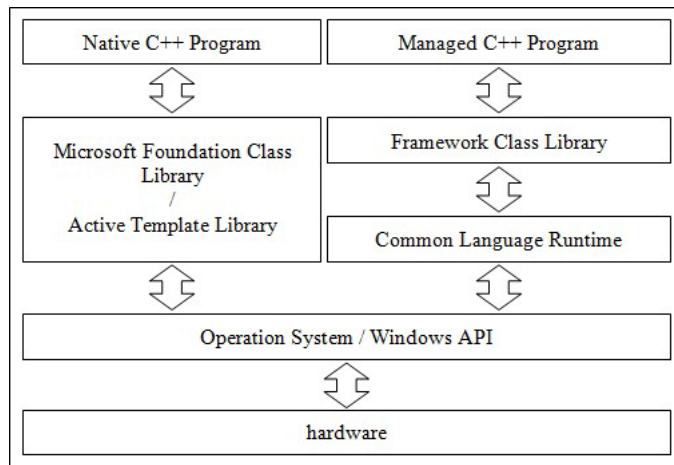


圖 5.NET Framework 與 MFC 資源呼叫的差異[15]

另外如圖 6 所示我們也在 PSP 原本的架構中另外加入一模組來負責連線資訊的收集與判斷。我們蒐集 RTCP 封包裡的資訊，依據 RTCP 的資訊進行統整並分析通話品質。統整後的連線資訊為了方便網路工程師後續的處理及分析，因此使用便於資訊交換的 XML 可擴展置標語言 (eXtensible Markup Language, 簡稱 XML) 作為輸出文件的格式。

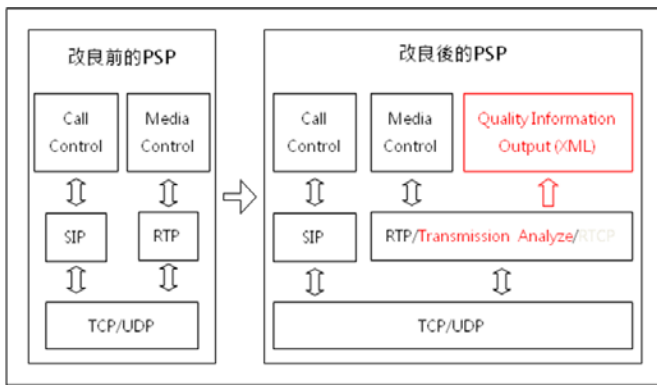


圖 6 PSP 改良前與改良後的差異

在撰寫此程式時，所遭遇到的困難是在於 MFC 支援 Unicode 且於預設的情況下，其控制項以及 MFC 自有字串類別 (CString 類別) 皆以 Unicode[16]處理。而目前網路上流通的 API，為了能夠對應各種程式撰寫平台，使用 ANSI C 就能進行處理的方法，即透過 "char\*" 及 "const char\*" 來處理字串，但此方法原則上只能處理由 ASCII[17] 字元組成的字串。一個 ASCII 字元佔用 1Byte 記憶體空間，而目前 MFC 所支援的 Unicode 一個字元則佔去 2 Bytes 記憶體空間。因此若直接將 Unicode 字串丟給不支援 Unicode 的 API 處理將會產生問題。一個簡單的解決方法為讓放棄支援 Unicode，則 MFC 的控制項及 CString 類別將改以 ASCII 處理；然而 Unicode 化的程式仍然是未來的趨勢，因此我們不打算捨棄支援 Unicode。我們找到的解決方法為微軟替 MFC 以及 ALT 內建的轉換巨集[18]，使用方法如下：

1. 讓專案使用 AtlBase.h 及 AtlConv.h 標頭檔，即：  

```
#include <AtlBase.h>
#include <AtlConv.h>
```
2. 轉換前必須加入 "USES\_CONVERSION;"，此段程式碼於編譯時將自動轉成轉換巨集所必要的程式碼。
3. 使用轉換巨集。轉換巨集的使用方式為 "[C]SourceType2[C]DestinationType 欲轉換字串"，"C" 為轉換型別為常數。常見的字串型別有 "A" (ASCII)、"W" (Unicode)、"T" (專案預設) 等。例如欲將一 Unicode 字串 str1 轉為 ASCII 字串並指定給一 ASCII 字串 str2，則使用 "str2 = W2A str1;" 即可。

本程式包含三個 thread，其中 "BasicThread" 主要是負責 SIP 訊號的處理，另外兩個 thread 則分別負責 RTP 封包的接收與傳送。如圖 7 所示當程式開始執行後，"BasicThread" 便開始啟動處理所有 SIP 訊號，當 eXosip 受到事件觸發時，如果有 session 被建立，則啟動負責 RTP 封包接受與傳送的 thread，以進行語音通話。

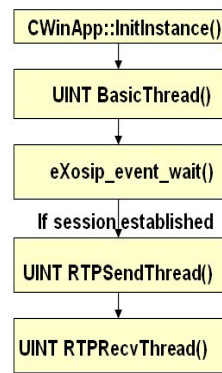


圖 7 程式的 thread 及函數的傳遞

- Using three threads
  - BasicThread
    - Handling all SIP signaling.
  - RTPSendThread
    - Sending buffer.
    - Sending RTP packets
    - Input audio device control.
  - RTPRecvThread
    - Receiving RTP packets.
    - Receiving buffer.
    - Output audio device control.

所實做出的通話軟體，其程式架構為圖 8 所示，由 eXosip2 [19] 負責向 SIP proxy server 進行註冊及處理 SIP 訊號的封包。當語音通話的 Session 被建立之後，oRTP [20] 便會開始負責 RTP 封包的接收與傳送，同時由 Waveform Audio API 進行收音與播音的動作，聲音的編碼則是以 GSM 為主。

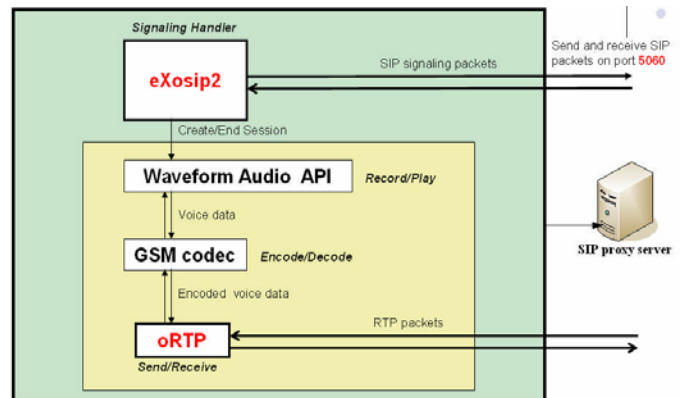


圖 8 程式主要架構

利用以上架構所發展出的軟體具有高攜帶性，無論到哪裡，只需帶著裝有此應用軟體的 USB 隨身碟，連接上任何一部具有網路連線能力的電腦，即可進行通話，不需進行任何安裝的動作。我們將這套軟體命名為：portable SIP phone 2<sup>nd</sup> Edition (PSP2)。

#### IV. 實作成果及程式操作方式

PSP2 這套軟體主要包含有 "eXosip.dll"、"oRTP.dll"、"osip2.dll"、"osipparser2.dll" 及 "psp2.exe" 五個檔案。首先執行 "psp2.exe"，即進到登入畫面。登入畫面設有欄位檢查，按下「確定」時，若有任何一個欄位未填入資訊，則無法登入到主畫面，並在畫面最下面出現錯誤提示。或是選擇由命令提示字元裡依照正確格式下達參數來執行，便會跳過登錄畫面，直接進入主畫面。



圖 9 程式執行流程

通話軟體介面之介紹及功能說明：

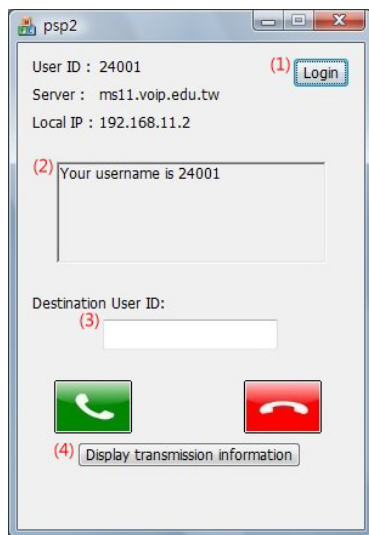


圖 10 通話介面

1. Login 按鈕：進入登入畫面來改變登入帳號密碼及伺服器位置。登入畫面請參照圖 9 之登入畫面。
2. 訊息顯示：顯示目前狀態，如登入結果、收到來電訊息、通話中等。
3. Destination User ID：輸入欲撥打電話對象的帳號。
4. Display transmission information 按鈕：按下此按鈕即會彈出通話連線資訊畫面（圖 11）。此畫面不會影響到主畫面的操作。

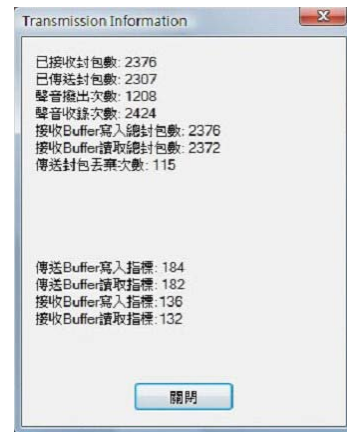


圖 11 連線資訊畫面

## V. 結論與未來展望

網路電話是一個已經行之有年的網路應用，透過國際網路或其他使用 IP 技術的網路，來進行電話通訊。我們設計出一套 VoIP 客戶端軟體，以 SIP 及 RTP 為基礎再利用 MFC 撰寫而成。相較於目前常見 VoIP 客戶端軟體，我們所發展出的 VoIP 客戶端軟體具有高度可攜帶性，軟體達到「隨插即用」的目的，使用者不需在使用前執行任何安裝程序，即可使用。另外還具有語音品質量測的功能，聲音品質量測功能是以數據顯示，使用者可以清楚了解到聲音品質不佳的原因，工程師也可以透過這些數據找出改善通話品質的方法。

目前聲音品質量測所顯示的數據有些過於繁複，期待未來可以將這些數據經過計算後直接輸出成 MOS 值，如此一來，使用者便可以更加直觀的了解目前的通話品質情形。

## 參考文獻

- [1] J. Rosenberg, J. Peterson, H. Schulzrinne, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, June 2002.
- [2] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF RFC 3550, July 2003.
- [3] 陳志成，林鴻璋，江明嘉，葉瑞鴻，黃景洋。民國 93 年。視訊會議在無線區域網路與 Mobile IPv6 中之建置測試及分析，行政院國家科學委員會專題研究計畫。
- [4] 陳昱仁，張毓容。2008。用於 SIP 網路電話通話移動之授權機制。長庚大學資管系。
- [5] Daniel Collins, Carrier Grade Voice over IP, 2nd Ed., McGraw-Hill, September 2002.
- [6] 陳彥文，蔡金華。民國九十六年。使用 SRTP 在語音認證之研究與應用，國立中央大學通訊工程研究所。
- [7] Skype [http://skype.com/]
- [8] Google Talk [http://www.google.com/talk/intl/zh-TW/]

- [9] Windows Live Messenger [<http://get.live.com/messenger/overview>]
- [10] Yahoo! Messenger [<http://messenger.yahoo.com/>]
- [11] X-Lite [<http://www.counterpath.net/>]
- [12] Counterpath [<http://www.counterpath.com/>]
- [13] ChingChen Chang and Quincy Wu, "Design and Architecture of a Portable User Agent in SIP Collaboration Systems", in Proc. 3rd International Conference on Internet and Web Applications and Services ( ICIW 2008 ) , pp.273-278, Athens, Greece, June 8-13, 2008.
- [14] PSP [<http://ms11.voip.edu.tw/~beautidays/PSP.html>]
- [15] Ivor Horton, "Ivor Horton's Beginning Visual C++ 2005", Wrox, February 20, 2006.
- [16] Unicode 介紹 [<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=UNICODE&variant=zh-tw>]
- [17] ASCII 介紹 [<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=ASCII&variant=zh-tw>]
- [18] ATL and MFC String Conversion Macros ( MSDN ) [<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/87zae4a3.aspx>]
- [19] LibeXosip2 [<http://sip.antisip.com/docu/eXosip2/>]
- [20] oRTP [<http://freshmeat.net/projects/ortp/>]