

實作虛擬 SIP 伺服器之 Ad Hoc VoIP 系統

Implementation of Pseudo SIP Server over Ad-hoc VoIP System

蔡懷興	宋俊輝	邱仕益	張林煌
朝陽科技大學	朝陽科技大學	朝陽科技大學	朝陽科技大學
網路與通訊研究所	網路與通訊研究所	網路與通訊研究所	網路與通訊研究所
s9530615@cyut.edu.tw	s9530606@cyut.edu.tw	s9430605@cyut.edu.tw	lchang@cyut.edu.tw

摘要

隨著無線網的普及，再加上網路電話越來越被多人使用，使得有很多人透過無線網路，結合網路電話來達成移動式網路電話。但由於無線網路必須要有固定式的基地台或無線存取點，而現今的網路電話也要透過專門的伺服器，來進行網路電話信令的傳輸。如此，在沒有固定式的基地台或無線存取點情況下，像是隨意網路中，就無法使用移動式網路電話，所以本論文將提出虛擬 SIP 伺服器，而且不需要修改標準的 SIP 機制，套用在隨意網路中，來達成在隨意網路進行語音傳輸服務，並且實做出虛擬 SIP 伺服器並且來分析。因此，透過本系統可以在戰爭、災難區或山區中等，都可以使用網路電話。

關鍵詞：虛擬 SIP 伺服器，隨意網路，網路電話，SIP

1. 前言

隨著網路技術不停的演進、環境不斷的變化，而行動式設備漸漸的普遍成為流行的趨勢，資料的傳遞不再局限於實體的有線連結，其所帶來的延伸的效益如傳統線路佈置成本的節省與網域拓展的延伸性之便利效應等，因此在追求資訊可隨時且隨處取得的需求下，無線網路正好提供了資訊的傳輸舞台，讓資訊能隨身便利的存取。

而在目前的無線網路上，必須在基礎建設(Infrastructure)網路下，也就是有固定式基地台或無線存取點(Access Point, AP)來提供行動設備連線，達到傳輸或交換檔案。但在特殊情況下，如發生戰爭、在災難區域或到山區中等，這時無法事先架設無線網路設備。所以隨意網路(Ad Hoc Network)提供了無線網路機制，讓行動設備之間可以透過隨意網路，進行檔案和語音傳輸。

而在網際網路環境下要達到語音的傳輸，最重要為起始語音服務時的訊息交換問題[9]，因此 IETF 在 2002 年提出會談起始協定(Session Initiation Protocol, SIP)[8]，就是要決定語音傳輸時的信令交換，其中明定了語音串流如何在一個或多個使用者之間做起始(Initial)、修改(Modify)與終止(Terminal)的動作，因此 SIP 能夠邀請(Invite)一個單播(Unicast)或群播(Multicast)的會議，受邀者可以是欲通話的人或某台機器，如媒體儲存設備。不同於早期的 H.323[3]協定，SIP 僅是一種初始化協定在串流(Session)發起時，提供了簡單及可塑性(plasticity)，並且能夠在現今的基礎建設網路架構下。然而影音(media)或文字資料實際上在傳輸時，SIP 還需結合 SDP(Session Description Protocol)與其他 IETF 協定結合，例如 RTP(Real-time transport Protocol)與 RTSP(Real-time Streaming Protocol)等，實現一個完整的多媒體通訊。

本研究主要實做出虛擬 SIP 伺服器，並探討在無基礎建設(Non-Infrastructure)的網路環境底下，利用隨意網路之架構，結合虛擬 SIP 伺服器(Pseudo SIP server)[1]的機制，使用在分封交換(Packet switching)網路上，分析語音傳輸的品質(Quality)。

2. 研究背景

2.1 網路語音電話 (VoIP)

網路技術目前的發展迅速，從以往只能用來傳送不需要即時資料，如文字或是圖片等，現今網際網路可以傳送即時資料，如聲音或影像(Multimedia)等。有鑑於此，在目前網路頻寬足以負荷語音資料時，利用網際網路(Internet)技術達成，來取代傳統電信業者所提供的電話服務，逐漸變成一種新的趨勢。

因此近幾年來網路語音電話為一個新興的應用層(Application Layer)控制訊號協定。由於

IETF 在 2002 年提出 SIP 協定，用於多媒體串流的建立、修改及終止。因 SIP 為一串流發起時的初始化協定，在協定初始化後，傳遞影音或文字等資料還需與其它協定結合。例如 RTP(Real-time transport Protocol)協定是負責傳送即使資料，RTSP(Real-time Streaming Protocol)是負責控制多媒體語音的傳送，SDP(Session Description Protocol)是負責描述多媒體的串流，達到一個完整的多媒體通訊。有別於過去的網路語音電話所使用的 H.323 協定，因為 H.323 設計上是企圖想包含所有通訊、圖像、視訊協定等，成為一種多媒體廣泛協定，來取代其他協定，因此結果造成了封包大量浪費不實用，使得 H.323 無法大量推廣。所以目前網路語音電話所使用的大都是 SIP 協定。

2.2 隨意網路語音系統 (Ad-Hoc VoIP)

在網際網路的環境中，使用者透過網路上已設置的伺服器，利用分封交換的方式，可以將訊息發送到目的端之網路設備，完成訊息傳遞。同樣的 SIP 伺服器要處理與轉送 SIP 之註冊(Register)訊息，以及初始多媒體影音前之訊息交換，來提供網路語音電話的一個串流建立。

但針對特殊情況下的網路，網路環境沒有基礎建設時，稱之為隨意網路。隨意網路即在沒有網路基礎建設時，使用者依然可以相互進行存取之網路架構。當發生戰爭、發生災難後、在山區之中…等，若能在這些臨時性或是緊急事故所建設的隨意網路環境中，提供網路語音之服務，必定能為這些事故發生，使用隨意網路讓使用者提供便利性網路語音之服務。然而現有主要網路語音電話之協定，如 SIP，採用主從式架構作為系統主軸，使用者必須仰賴事先建立之伺服器才可進行語音通話。而進行網路語音通話對於在隨意式的網路環境下，則必需協調出整和性的語音服務架構，針對特殊的環境加以制定。

再加上在隨意網路的環境下，使用者和服務探索機制的實現並不容易，使近幾年的研究中，也慢慢的獲得重視，像是透過修改 SIP 協定[5]或是服務探索機制[6]等，相對影響到，其它用 SIP 所制定之 UA(User Agent) 都有著有不相容(Non-compatible)的情形發生。

近幾年來，許多 SIP 相關的應用陸續被制定出來，著重於如何更有效的達到即時語音的傳輸及其功能的增進，其中如即時語音會談

(Multi-conference)[4]即是 IETF 在近期制定的重點之一。在本篇論文中，實作出虛擬 SIP 伺服器機制，能夠解決在無基礎建設下所以本論文採用我們先前所提出之虛擬 SIP 伺服器方式，先行達到使用者及服務的探索(advertisement)，且不需要任何修改 SIP 協定，就能在隨意網路上能夠快速且正確的找到使用者，並且建立網路語音電話的一個串流，使透過網路語音電話來達成即時語音的傳遞。

3. 文獻探討

隨意網路是無基礎建設，沒有固定式基地台或無線存取點連接，以如同在有線網路一般運作，像是 SIP 中的 SIP 伺服器或是 Redirect 伺服器等。網路語音服務若要實現在隨意式網路中，所使用的機制必須考慮到隨意式網路的特色，並且可以適用在隨意式網路。關於網路語音電話在隨意式網路中的應用，以下有幾個相關的研究：

3.1 修改 SIP 協定

Khelifi 學者的研究中，所提出的架構是主要對目前的 SIP 標準，做小幅度的修改，並且透過協定草案[8] 所提出多方通訊之機制來進行實作。所以，在隨意網路中，在不同會談間會有辨別上的問題，因此，此機制針對缺乏固定式的 SIP 伺服器，不同使用者之間的通話和不同會談間進行分辨的方法，所以在 SIP 協定中增加"Conf-Id"欄位。該欄位是一個特別識別碼儲存各個 SIP UA 中，且該識別碼的產生是由每個使用者的 IP 和電腦相關資訊。當會談被使用者起始時，就會利用"Conf-Id"做為識別碼。如果有其他使用者想加入會談，會傳送 INVITE 信令(Signaling)和正確的"Conf-Id"給會談的主持人，而會談的主持人會利用作者所增加的指令將新加入的使用者資訊給在目前會談中所有的使用者，而這新的指令是"CONF"，透過這個指令來通知目前會談中所有的使用者，告知新的使用者加入會談。如此透過作者提出的機制，就可以利用 SIP 進行語音通話甚至多方通話，也就是使用者互連的方式皆採用隨意網路，並且在缺乏固定伺服器的環境之下，仍然可以提供網路語音服務。

然而在 Khelifi 等學者的這項研究中，在隨意網路中，在缺乏固定式的 SIP 伺服器時，來達成使用者可以透過此機制建立網路語音的

傳輸。但由於需要修改到標準 SIP 協定，所以使得現有的標準 SIP UA 無法支援此機制，仍然需要配合此機制來修改 SIP UA，來達到在隨意網路中來進行網路語音的傳輸。因此使得這機制無法普及的最主要的原因。

3.2 分析 VoIP 的語音傳輸

在 Armenia[2]等學者所提出的研究中，分析在一個隨意網路中，使用兩種 routing 機制：(1) Ad hoc On-Demand Vector (AODV)。(2) Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)，來決定封包路徑的選擇。應用程式使用了網路語音電話其中一種軟體 GnomeMeeting 送語音封包，且 GnomeMeeting 支援許多種語音編碼，如 G.711-Alaw 和 G.711-uLaw 等。主要目的是在不同的語音編碼，使用不同的路由機制，將語音封包傳送到目的地。分析在隨意網路中，經過不同節點的轉送，觀查通過量(throughput)、延遲抖動(delay jitter)和點對點延遲(end-to-end delay)的結果。得知在一個不同路由機制，不同節點數轉送，隨意網路語音傳輸的品質。

在 Armenia 等學者研究中的分析，並不算使用網路語音電話來做語音傳輸，因為只是透過 GnomeMeeting 來傳送不同語音編碼的語音封包，加上所傳送的封包是預先做好固定大小的語音檔，純粹只是將語音封包從來源端送到目的端。如此沒有做到在一個隨意網路下，使用網路語音電話軟體透過 SIP 協定的起始、修改與終止等動作，讓使用者跟其他使用者建立串流，進行語音的傳輸的互相溝通，使得此研究的分析語音品質，沒有真實反應出隨意網路下互相溝通的語音品質的數值。

4. 系統架構

綜合以上各學者相關的研究，無法提供與現有 SIP UA 相容在隨意網路，且在網路語音電話的量測數值沒有透過 SIP UA 來建立串流。因此本論文中，將實作出虛擬 SIP 伺服器，使隨意網路中的使用者，能透過現有 SIP UA 來進行語音的傳輸，並且在之後會分析使用虛擬 SIP 伺服器的語音傳輸品質。

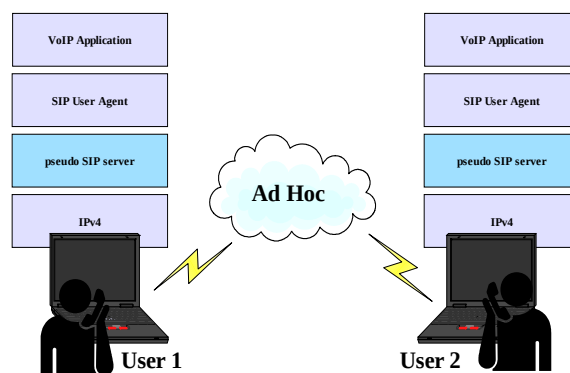
4.1 系統架構

圖一為系統架構，其中包含四個部份：第

一部份、VoIP Application。第二部份、SIP User Agent。第三部份、Pseudo SIP server。第四部份、IPv4。

其中 SIP UA 提供使用者一個介面來使用網路語音服務，並且跟虛擬 SIP 伺服器之整合，將使用者輸入的資訊提供給虛擬 SIP 伺服器。使本系統的應用上，可以直接使用現行符合標準的任何 SIP UA，不須在修改 SIP UA 的程式。虛擬 SIP 伺服器的部份將負責對網路上其餘使用者之狀態(stats)資訊進行探索與維護，而對內將作為提供 SIP UA 進行會談建立之用途。

最後本系統中採用 IPv4 作為網路層協定。使用 IPv4 以符合目前大都數的 SIP UA 都有支援，避免使用 IPv6 時，發生 SIP UA 沒有支援 IPv6。



圖一、系統架構圖

4.2 虛擬 SIP 伺服器

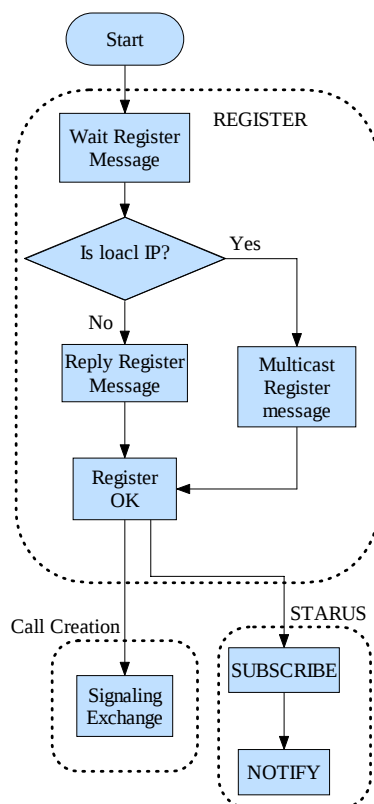
本系統中，虛擬 SIP 伺服器有具備遠端使用者探索(remote user discovery)與狀態事件訂閱 / 通知 (presence event subscription / notification)等機制，因此透過虛擬 SIP 伺服器，將可獲知現有隨意網路環境下，使用者使用此機制換取其相關資料。所以虛擬 SIP 伺服器的概念是，根據在隨意網路的環境下，沒有集中式 SIP 伺服器的存在，加上使用者可以任意移動，因此，透過執行虛擬 SIP 伺服器，並且利用現有之 SIP UA，且不需要經過修改 SIP 標準，就可以在隨意網路下提供語音服務。

圖二為系統流程圖，其中流程分為三個部份，首先為使用者註冊部份，在這一部份將會進行現行網路上支援本機制之使用者註冊(REGISTER)，在狀態(STATUS)部份，是使用者進行事件訂閱(subscription)。最後一個部份則為通話建立(Call Creation)，在此部份中，使用者將利用 SIP UA，透過虛擬 SIP 伺服器之

SIP Proxy 功能，向遠端使用者進行通話建立請求。

在使用者註冊部份，虛擬 SIP 伺服器會等待註冊訊息進來，SIP UA 會向本機的虛擬 SIP 伺服器傳送註冊訊息，之後虛擬 SIP 伺服器會使用群播的方式，利用 Register 指令發送遠端使用者註冊訊息，用來通知使用者在現行隨意網路環境上，發現存在的其他使用者。之後若其他使用者收到這個訊息後，將會採用單播的方式，採用相同之訊息格式，回覆發送使用者註冊訊息的虛擬 SIP 伺服器。因此，即可發現並交換網路上現有之的使用者，並且可建立使用者存在列表。在完成使用者註冊之後，則虛擬 SIP 伺服器進行對於遠端使用者進行狀態事件訂閱步驟。虛擬 SIP 伺服器將會針對其欲訂閱的項目，如存在狀態(presence status)或使用者資訊改變等，利用 SUBSCRIBE 指令和 NOTIFY 指令，來達到目的。

最後 SIP UA 透過使用虛擬 SIP 伺服器的機制，來進行通話建立請求，使得符合標準 SIP 協定之 UA 即可不經修改網路語音服務，就可以解決在缺乏集中式 SIP 伺服器的隨意網路環境上。

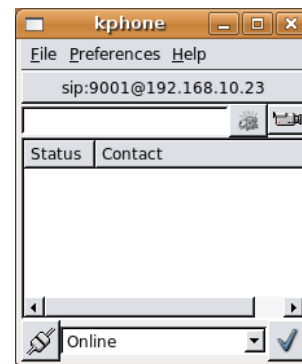


圖二、系統流程圖

4.3 系統實作

本系統中，虛擬 SIP 伺服器採用標準 SIP 協定，搭配採用 SIP 協定所制定之存在狀態顯示延伸協定機制，整合式的使用者探索機制與狀態顯示事件訂閱通知之系統，並且將其整合至隨意網路語音服務應用上。在以下的部分中，我們將描述本系統中執行畫面。

虛擬 SIP 伺服器是在 Linux 環境下執行，利用 C 語言來撰寫本系統。開始要執行虛擬 SIP 伺服器和 SIP UA 程式，在這裡的 SIP UA 我們使用 kphone 4.2[11]，圖三為 kphone 4.2 的執行面畫。在開始執行 SIP UA 時，整個流程就跟系統流程圖一樣，虛擬 SIP 伺服器會透過使用者註冊、狀態和通話建立三個部份，達到在隨意網路下，和其他使用者進行網路語音服務，圖四為虛擬 SIP 伺服器執行時，透過 Ethereal 觀查 SIP 信令的交換。在圖四中 1 到 6 行是使用者在註冊的訊息，7 到 12 行是通話建立請求和通話結束的訊息。



圖三、kphone 執行畫面

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
40	19.524912	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.22
41	19.591943	192.168.10.23	192.168.10.23	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.22
44	19.595192	192.168.10.23	192.168.10.22	SIP	Status: 200 OK (1 bindings)
53	24.027343	192.168.10.23	192.168.10.23	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.23
54	24.028720	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Status: 200 OK (1 bindings)
55	24.028993	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.23
61	26.431194	192.168.10.23	192.168.10.22	SIP/SDP	Request: INVITE sip:9001@192.168.10.23:5060, with session description
62	26.441932	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Status: 200 Trying
63	26.442754	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Status: 180 Ringing
79	32.535052	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
3077	61.993526	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Request: BYE sip:9001@192.168.10.23:5060;transport=udp
3078	62.001680	192.168.10.22	192.168.10.23	SIP	Status: 200 OK

圖四、虛擬 SIP 伺服器執行時信令交換圖

5. 系統分析

5.1 實驗環境

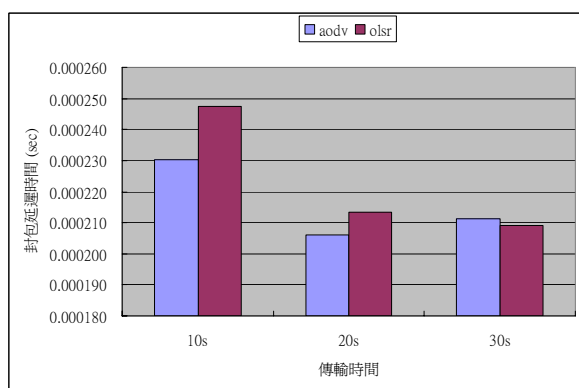
在我們實驗的環境中，我們將虛擬 SIP 伺

伺服器使用在 Linux 系統，使用的是 Ubuntu 6.10 (Edgy Eft)[12]版本。安裝在 IBM ThinkPad X32 筆記型電腦，且使用內建的無線網卡，使用 802.11g 協定，利用 iwconfig 指令來開啓隨意網路模式。而在 SIP UA 軟體使用 kphone 4.2，且使用 Ethereal[10]來觀查封包。

在實驗的情境中分為兩個部份：(1)不同的路由機制，在這我們要比較 AODV 和 OLSR 兩個路由機制下，對虛擬 SIP 伺服器在傳輸語音的影響。(2)不同的傳輸率，我們調整無線隨意網路的傳輸率，使用 iwconfig 指令來設定，在這我們分別設 18Mb/s、36Mb/s 和 54Mb/s，比較三種傳輸率對虛擬 SIP 伺服器在傳輸語音的影響。在這兩個實驗中，觀查虛擬 SIP 伺服器在隨意網路的語音傳輸的表現。

5.2 不同路由機制的分析

於本研究第一個實驗，在於觀察使用 AODV與OLSR之路由機制下，實際量測虛擬 SIP伺服器在不同傳輸時間內封包延遲之平均變化情形與比較。因此在本實驗中分別量測虛擬SIP伺服器在10秒、20秒和30秒傳輸時間內，封包對於不同路由機制之延遲變化，圖五為實驗結果。



圖五、AODV 與 OLSR 延遲時間比較圖

由圖五結果所示，兩個路由機制在10秒的傳輸情境下，封包的延遲較其他兩個時間大，原因在於受測時間較短的情況下，建立連線所發送的advertisement訊息傳輸時間將佔總受測傳輸時間較大比例，因而造成端點之間的封包傳輸效率降低使得封包延遲的狀況如此明顯。而隨著受測時間增長的情況下，advertisement訊息傳輸時間將對於總受測傳輸時間之比率將不再佔據大幅影響。

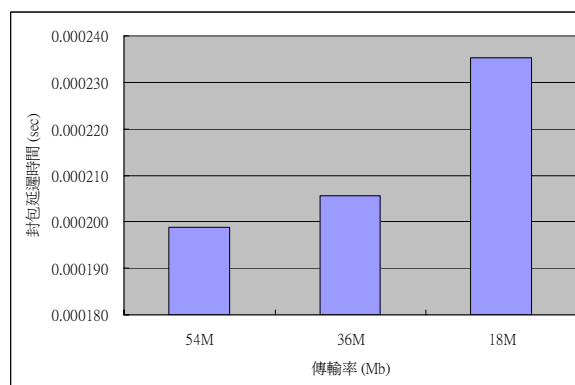
5.3 不同傳輸率的分析

在第二個實驗裡，主要實際量測虛擬 SIP 伺服器於隨意網路中語音封包傳輸時，基於不同傳輸速率的情形下封包延遲所表現的分析。

實驗中依照不同的傳輸速率，劃分實驗組別。所以分別由 18M、36M、54M 三種不同的傳輸速率並使用 AODV 路由機制，在各自受測時間為 30 秒的情況下，進行語音傳輸時傳輸速率的差異與封包延遲之分析。

由圖六所示，對於虛擬 SIP 伺服器而言，54M 傳輸速率在受測實驗的比較中，展現出較佳的封包延遲表現，然而針對在 18M 的傳輸速率中可發現，其語音封包延遲之表現則與 54M 有明顯落差。

因此在本實驗之分析中，虛擬 SIP 伺服器於不同的傳輸速率中，封包延遲表現將隨著隨意網路傳輸速率的上升而下降。



圖六、不同傳輸速率之封包延遲比較圖

6. 結論

在本研究中，基於無線隨意網路的環境下，我們實作出了虛擬 SIP 伺服器，並藉此來達成無基礎建設的網路語音系統。

透過實驗的分析，可發現語音傳輸在不同的路由機制以及不同的傳輸速率所造成封包延遲的表現狀況。

由於本實作之開發採用標準的 SIP 協定，因此無需對 SIP 協定做任何修改，並且支援現行一般使用的 SIP User Agent。強化語音系統於無基礎建設之網路環境的適應性與便捷性。

目前本實作正進行將虛擬 SIP 伺服器移植於 IPv6 的網路環境中，並增加節點跳躍 (Hopping) 之個數，進而達到語音資料傳輸範圍之延伸。

參考文獻

- [1] 莊坪達、邱仕益、張林瑄, “使用整合式 SIP 探索與事件通知機制之 Ad Hoc VoIP 系統”, ***Proceedings of Mobile Computing 2006***, pp. 630-636, Feng Chia Univ., Tai-Chuang, Taiwan, Mar. 2006.
- [2] S. Armenia, L. Galluccio and S. Palazzo, “Transmission of VoIP Traffic in Multihop Ad Hoc IEEE 802.11b Network: Experimental Results,” ***Proceedings of the First International Conference on Wireless Internet(WICON’05)***, July 2005.
- [3] ITU, "Packet-based Multimedia Communications Systems," ***Technical Report ITU-T H.323***, Version 3, International Telecommunication Union, 1999.
- [4] A. Johnston and O. Levin, “Session Initiation Protocol Call Control – Conferencing for User Agents,” ***draft-ietf-sipping-cc-conferencing-07***, June 2005.
- [5] H. Khelifi, A. Agarwal and J.C. Grégoire, "A Framework To Use SIP in Ad-Hoc Networks," ***Proceedings of IEEE 2003 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering***, pp. 985-988. May 2003.
- [6] S. Leggio, J. Manner, A. Hukkainen and K. Raatikainen, "Session Initiation Protocol Deployment in Ad-Hoc Networks: A Decentralized Approach," ***Proceedings of the International Workshop on Wireless Ad-Hoc Networks (IWWAN2005)***, May 23 - 26, 2005, London, UK.
- [7] I. Miladinovic and J. Stadler, "SIP Extension for Multiparty Conferencing", ***IETF draft draft-miladinovic-sip-multi-party-ext-01.txt***, Sep. 2002.
- [8] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley and E. Schooler, " SIP: Session Initiation Protocol ," ***IETF Request for Comments 3261***, June 2002.
- [9] Y. Zhang, "SIP-based VoIP Network and Its Interworking With PSTN," ***IEEE Electronics & Communication Engineering Journal***, Volume: 14, Issue: 6, pp. 273-282, Dec. 2002
- [10] Etherreal, <http://www.etherreal.com/>
- [11] KPhone, <http://www.wirlab.net/kphone/>
- [12] Ubuntu, <http://www.ubuntu.org.tw/>