

Dynamic Home Agent for SIP-NEMO

蕭仲軒

國立東華大學資訊工程學系

e-mail :

m9721065@ems.ndhu.edu.tw

陳旻秀

國立東華大學資訊工程學系

e-mail :

mxchen@mail.ndhu.edu.tw

摘要

由於 3G、WLAN 等無線網路的發達，讓越來越多使用者能透過無線網路行動上網。例如：有些使用者想在公車上收發 email、或者在火車上瀏覽網頁..等等。在 Internet Engineering Task Force(IETF)提出的 Network Mobility Basic Support Protocol(NEMO)架構中，能讓在同一子網路底下移動的使用者以群組的方式上網，但是 IETF NEMO 架構避免不了每次都須要多角轉送封包產生的延遲。之後在 SIP-NEMO 架構中利用 SIP 點對點進行通話的特性，利用 SIP framework 中的註冊與邀請訊息建立移動網路與客戶端間的連線，避免掉 IETF NEMO 多角傳送封包的缺點。但是如果將 SIP-NEMO 運用在現實生活中，仍然會有封包流量過多的情況發生。本篇提出相容於 SIP-NEMO 的 Dynamic Home Agent 與 Network Mobility Gateway 架構，結合 Autonomous System Domain 來化簡移動網路與客戶端之間的流量，以提升網路群體移動時的效能。

關鍵詞：NEMO, SIP, SIP NEMO, Mobile IP

1. 簡介

由於網際網路的持續發展，讓使用者以往只能在固定的電腦前上網，到現今能夠利用隨身攜帶的筆記型電腦、PDA、手機等透過無線網路，在移動到不同的地區的時候上網。Internet Engineering Task Force (IETF) 制定了 Mobile IP，為使用者利用攜帶型裝置無線上網建立的標準。但由於大眾使用無線上網的需求量逐年大增，讓 Mobile IP 中的 Home Agent 與 Foreign Agent 分別處理各個使用者的換手服務負擔將大增。造成封包遇到延遲過久、送達率低等問題。此外，當多位使用者搭乘運輸工具移動時，在移動管理時將產生大量的訊息，將對網路的運作產生很大的影響。

因此，為了能讓移動網路(Mobile Networks)能更隨心所欲的移動上網，IETF 另外提出了 Network Mobility (NEMO) Basic Support

protocol[1][2][3]，保證移動網路中的使用者在移動中的通話連續性(session continuity)。IETF NEMO 協定中的 Home Agent 能夠與 Mobile IPv6 相容，為網路群體移動的標準協定，但是 NEMO 架構中能有著多角路由的缺點，當移動網路中的使用者數量多的時候，每次都要經過多層的轉送封包，封包的延遲也必定因此大增。

為了避免掉多層轉送封包的嚴重問題，一個以 Session Initiation Protocol(SIP)為基礎，結合網路移動性的管理架構提出，本篇中簡稱為 SIP-NEMO[4]。SIP-NEMO 利用 SIP 的基本架構延伸，提供移動網路中的移動主機(Mobile Host)透過 SIP INVITE 的功能與客戶端(Client)進行連線，避免掉每次連結到不同網路時須要的轉送封包延遲。在 SIP-NEMO 的網路換手過程中，SIP network mobility server (SIP-NMS) 每次經過不同的網路訊號涵蓋範圍必須要向 SIP home server (SIP-HS) 發送註冊訊息，每次等待註冊訊息完成的回應仍然會產生可觀的延遲時間，如果應用在現實生活環境，如都市公車、火車等大規模環境當中，每經過一次的換手的延遲太長，將使每台車內的移動網路使用者連線品質大幅降低。

在移動網路中負責轉送封包的路由器(Router)，不僅要能不用太多修改且相容於現今的網路環境。另外在都市有大量使用者的環境中，過多的封包訊息傳遞對路由器來講也是一大負擔。在網路移動的過程中，傳送的封包如果每次必須經過網路長距離的轉送，將會造成封包的遺失率提高以及延遲過長。因此網路移動時，為了掌握網路的去向，目前已提出的研究都利用向 Home Agent(HA)提出註冊的方式，讓 HA 記錄移動網路的位置，客戶端只要知道目的端的 HA 位址與移動網路所在地的位址，在進行連線邀請來傳遞資訊。

在本篇論文提出了使用 Session Initiation Protocol(SIP)[5]架構結合能進行 SIP 註冊與邀請連線能力的 Network Mobility Gateway(NMG)以及負責掌握移動網路位址的 Dynamic Home Agent(DHA)來分別負責處理移動網路移動時

的動向和網際網路中間封包傳遞的工作。透過 NMG 與 DHA 發送註冊訊息、DHA 與 DHA 間使用 DHA Exchange Protocol 來簡化移動中的換手(Handoff)次數，縮短移動網路在換手後封包轉送的路程。

接下來在本篇論文中第二章將介紹相關研究與協定，第三章詳細介紹本篇論文提出的架構，NMG 與 DHA 負責之工作，第四章為結論與未來工作。

2. 相關研究與協定

目前有關在網路移動的協定主要是以 IETF 制訂的 Network Mobility (NEMO) basic support protocol [1],[2] 為標準，NEMO 為了支援整個網路的移動並相容於已經提出的 Mobile IPv6 [3] 之延伸發展，如圖 1。

NEMO-MIPv6 的特色是：1) 整個移動網路中能將使用者(Mobile Host)以階層化的方式管理；2) 在 Home Agent(HA)與 Mobile Router(MR)之間建立一條雙向的連線隧道(Bidirectional Tunnel)來保障 HA 與 MR 之間封包的傳遞；3) 利用封裝與解封裝 IP Header Prefix 的方式來記錄經過的 HAs。NEMO-MIPv6 在網路移動當中，主要的好處有：1) 降低換手的複雜度；2) 占用網路中較少的頻寬；3) 減少位置更新(Location Update)訊息傳遞的延遲。以上的好處為比較相對於過去每個使用者個別利用 MIPv6 時，相對降低了複雜度、延遲...等等。

但是如果再考慮到 NEMO-MIPv6 中的 MR 底下階層超過一層以上的情況時，所有在最底層 MH 所要發送的封包必定逃避不了須要多角傳遞封包 (EX. 第三層的 MH 發送封包給在網際網路的客戶端，須經過最外層 $MR_{L_{V1}}-HA_{L_{V1}}$ 、第二層 $MH_{L_{V2}}-HA_{L_{V2}}$ 、第三層 $MH_{L_{V3}}-HA_{L_{V3}}$ 三條雙向隧道，才能送達客戶端，客戶端到第三層 MH 反之亦然)。多角傳送必定導致延遲提高很多。第二個缺點是如果群組移動中，使用者數量多且又形成大於一階層以上，容易造成 IP header Overhead 的情況，這也會使得封包的延遲時間增加。第三個缺點是 HA 的存活問題，當中只要有一個 HA 死亡，無法接受與轉送封包，那麼整個移動網路就無法傳送封包。

SIP-NEMO 的提出，能夠有效解決以上所提在 NEMO-MIPv6 中會發生的嚴重問題，SIP-NEMO 中的 SIP-HS、SIP-NMS 在移動網路中的功能就如同 NEMO-MIPv6 中的 HA、MR。

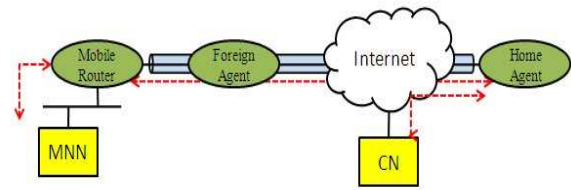


圖 1 NEMO Mobile IPv6 架構

還有散佈在網際網路中的 SIP foreign server(SIP-FS)負責提供 SIP 的 URI-list 服務以及整個移動網路換手後連線的恢復，其中 SIP-NEMO 主要的特色為讓 SIP-HS、SIP-NMS、SIP-Client、SIP-FS 具有 SIP framework 的功能，能夠利用 SIP REGISTER、INVITE 等方式進行連線。

舉例來說，SIP 為支援點對點(Peer-to-Peer)通訊的協定，SIP-NEMO 環境中的 SIP-MH 在連結到 SIP-NMS 所涵蓋的子網路底下時，SIP-MH 對 SIP-NMS 發送 REGISTER 訊息，在收到 SIP-NMS 回應的訊息後即登錄完成，隨後 SIP-MH 便可以向遠端的已知 SIP-client 端送出 INVITE 訊息進行邀請建立連線，此後的封包傳遞路徑就成為 SIP client-NMS-MH，透過 SIP 便可解決掉多角轉送封包的問題。但在 SIP-NEMO 中，Mobile Network 每次經過 Handoff 之後，都需要在發送一次註冊訊息與 Re-INVITE 訊息，且須要透過網路中的 SIP-FS 轉送，因此在 SIP-NEMO 架構中 SIP-FS 與其他須要重新恢復連線的 SIP-client 之間也將產生可觀的封包流量。

其它將 SIP 應用在 VANET 的研究，如 [6] 中提出他們設計與實作一個 SIP-based Mobile Network Gateway(NMG)，並在系統中加入了 Resource Management(RM)與 Call Admission Control(CAC)兩個功能來保證 QoS，除此之外增加了 Push Mechanism，讓 SIP-Server 在沒有服務請求的時候能夠進入休眠模式，轉換讓 Push Server 擔任代理者接受請求。結合 Push Mechanism 的系統架構能夠帶來節省耗電量、無線頻寬等好處。

除了上述的幾篇相關研究，[7]中提出了相容於 IETF NEMO 的 Distributed Home Agent 架構，在 Cellular Data Switch Network 中佈建一個叫作 Home Agent Location Registration (HALR)的單位，HALR 負責接受網域中 HA 預先註冊位址並管理具有 HA 位址的名單(HA list)，可隨時提供另一個單位 Home Agent

Location Registration Agent(HALRA)查詢或者定期發出通告(HA list advertisement) 來提供 HA 位址給 MR 使用。另外一種情況是當 MR 需要 HA 作註冊且沒 HA list 的資訊時,可主動向 HALRA 發出請求訊息(Request),由 HALRA 向 HALR 查詢 HA 所在的位址後回覆給 MR。此篇研究主要是利用 HALR 搭配 HALRA 掌握 HA 位址並動態的提供 MR 註冊達到減少封包轉送路徑的策略。

3. 動機與目的、策略架構

3.1 動機、目的

在相關 NEMO 研究的部分,除了 IETF 制訂的 NEMO Basic Support Protocol 與上面所列的幾篇研究中,主要是在解決路由最佳化問題 (Route Optimal)與縮短封包轉送的路由跳躍數,以增進整體網路的吞吐量(Throughput),並節省網路中路由器的負擔、避免流量超載(Traffic Overhead)情況的發生。但是如果實際應用於現實生活中,一定數量的使用者透過同一 MR 一起移動時容易產生封包數量大增造成 MR 的負擔(Packet Overhead)、過長的封包延遲(long packet delay)等問題。因此本篇我們提出了以 SIP-NEMO 為基礎的 Dynamic Home Agent(DHA)架構,將 Mobile Network 的流量全部轉移至經過的 DHA,當 DHA 自己範圍底下的 Network Mobility Gateway(NMG)在移動中換手時,DHA 能判斷是否已經移動跨越了自己負責的網域,並透過 DHA 交換協定(DHA Exchange Protocol) 將流量轉移至最接近 NMG 的 DHA,來達到化簡移動網路中每個封包路由的策略,避免封包轉送的距離過長所產生的延遲。

3.2 架構

本篇所提的網路環境如圖 2,如同現實的網路環境散佈著有線與無線網路,整個網際網路環境我們假設已由不同的 Autonomous System domain(AS domain)劃分,如圖 3。在每個 AS domain 都存在著一個我們所提出的一個 Dynamic Home Agent(DHA)負責處理出入 Mobile Network 的封包。Mobile Network 中最上層負責處理封包進出的 Router,我們稱之為 Top-NMG。以下我們將對提出的 AS domain、DHA、NMG 作定義與功能說明。

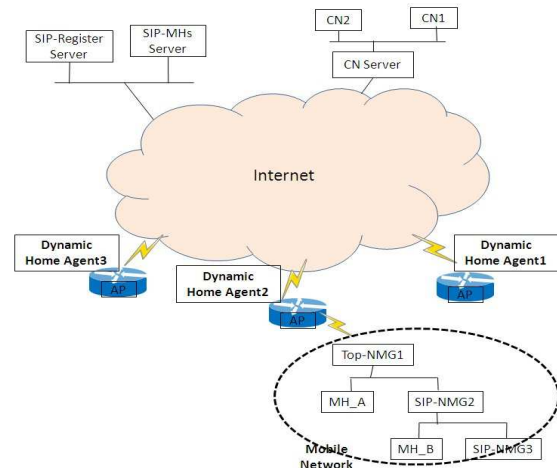


圖 2 網路架構

Autonomous System Domain :

在本篇的架構中已假設網際網路由不同的 AS domain 畫分,一個 AS domain 定義由一個網域中有多個路由器組成,每個 AS domain 中的皆用同一個路由器與其他 AS domain 進行交換資訊。AS domain 中都有 DHA 存在,本篇所提到的 DHA 則佈建在 AS domain 中負責進行資訊交換的路由器上,如圖 4,每個路由器互相連接並由最上層的路由器掌握整個 AS domain 的路由拓樸資訊,並可與其他 AS domain 交換拓樸資訊,整個架構可以是非樹狀的互相連接。

DHA :

DHA 的功能分別有: 1)接受 Top-NMG 的登錄, DHA 收到註冊訊息時,會將: a) Top-NMG 與底下其他 NMGs、MHs 的進入移動網路之前使用之 IP 位址,我們稱為原始的 IP 位址(Original IP)。b) 在移動網路取得的 IP 位址,與 c) DHA 所在的網域名稱(Domain name) 資訊存進表格,這表格我們稱為平移表格(Translation table) 如表格 1, DHA 負責記錄、更新平移表格,表格的用途我們後面將繼續介紹; 2) DHA 在移動網路經過不同的網路基地

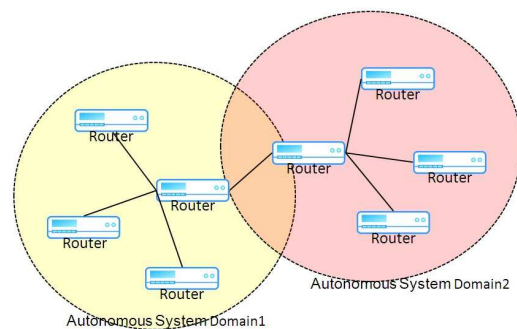


圖 3 網際網路中 AS Domain 架構

表 1 Translation Table

Original IP	NEMO IP	Domain name
134.208.3.13	134.208.8.8	NDHU
140.123.26.75	134.208.11.10	NDHU
125.163.90.8	134.208.3.89	NDHU

台訊號涵蓋範圍換手後，將判斷是否進行 DHA exchange protocol；3)DHA 負責掌握 NMG 的位置，收到 NMG 註冊訊息後，DHA 將於平移表格中記錄下 NMG 在無線網路訊號範圍內取得的 IP 位址，並轉送表格中此 NMG 相關的欄位資訊給網路中的 SIP 註冊伺服器(Register Server)，使客戶端能夠在移動網路換手後向 SIP 註冊伺服器查詢並掌握其位置資訊。進行 DHA exchange protocol 交換完 DHA 後，較新網域的 DHA(New-DHA)須傳送更新好的平移表格資訊給 SIP 註冊伺服器，通知移動網路位置已經變更，移動到新的 DHA。而上一個 DHA(Old-DHA)所儲存的表格資訊，在進行完流量的轉移後，則將該 IP 所在的欄位刪除掉。

NMG：

在圖 2 中 Top-NMG 是負責擔任移動網路的頂層路由器。Top-NMG 處理的工作有：a) 接受其他 MHs 與 NMGs 登錄註冊到底下形成階層化的架構，MH 與 NMG 登錄到 Top-NMG 底下時，須發出 SIP REGISTER 訊息，如同[4]中提出的方式，完成 SIP 訊息交換並建立連線；b) 在移動中進行換手服務之後，重新向 New-DHA 註冊並馬上透過新舊 DHA 的路由資訊，恢復已經建立好的連線；c) 能管理移動網路的流量。

3.3 DHA 策略舉例說明

前面我們提到在網際網路環境中，每個 AS domain 中皆有一個 DHA，當 Top-NMG 移動到外地網路並透過動態主機配置協議(DHCP)等機制產生 IP 位址後須發送一個 SIP 註冊訊息給 DHA。當有另外的 NMG 或者 MH 連結到 Top-NMG 底下，形成一個階層化的架構時，MH 只需要向上一層的 NMG 送註冊訊息，而 NMG 則負責將底下網路的註冊訊息轉送給 DHA。DHA 收到註冊訊息後，須將 NMG 與 MH 等註冊資訊中，新取得的 IP 位址與 Original IP 位址、所在的網域名稱進行綁定(Binding)存入平移表格。DHA 另外也須將註冊在底下的 NMGs、MHs 所在位置的 IP 轉送給他們各自的 SIP 註冊伺服器。當其他 SIP 客戶端，透過 SIP 註冊伺服器查詢到在 NMG 底

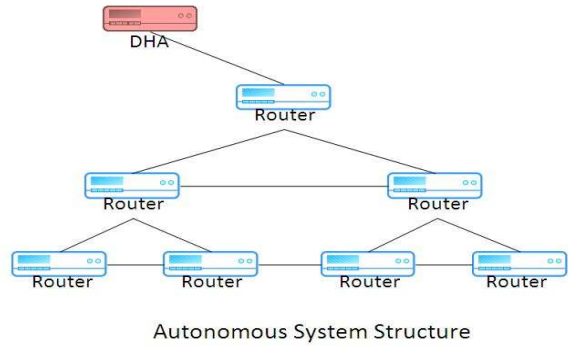


圖 4 DHA 配置圖

下 MH 的 IP 位址後，封包的路徑都改往 DHA 送。在 NMGs、MHs 還未與其他 Client 端進行 SIP 通話連線建立以前，所有封包都由 DHA 代收與轉送至 Top-NMG(路由路徑：Clients↔DHA↔Top-NMG↔MHs)，透過 DHA 掌握移動網路的位置與管理流量的策略來化簡路由路徑。

當移動網路在移動時，如果經過的無線網路中的存取點(Access Point)都是屬於同一個 AS domain 底下，DHA 只須將平移表格中 NEMO IP 作修改更新即可，在其他地方的客戶端只須將封包繼續往 DHA 送，仍可透過同一個 DHA 得知底下 MHs 最新的 IP 位址。如果移動網路移動到了不同的 AS domain，Top-NMG 須向當地 AS domain 內的 DHA 送 REGISTER 訊息註冊，舊的 DHA 進行 DHA Exchange Protocol 判斷是否更換 DHA 並將自己所管理的平移表格資料進行轉交。

3.4 DHA Exchange Protocol 策略舉例說明

NMG 移動中經過不同無線網路存取點範圍進行換手服務後，DHA 轉送封包時如果查覺 NEMO IP 與平移表格中的網域名稱不符合，就必須進行 DHA Exchange Protocol。DHA Exchange Protocol 程序分別為：1) Top-NMG 在換手完成後，會在移動網錄取得 IP 位址並向該 AS domain 內的 DHA 註冊。在尚未完成 DHA Exchange Protocol 之前，移動網路的路徑為 (MHs↔Top-NMG↔New-DHA↔Old_DHA↔Clients)。2) DHA 在轉送 Top-NMG 的封包時會比對封包的 NEMO IP 與所在的網域名稱是否與自己管理的平移表格相同，如果發現 NEMO IP 來源的網域名稱已經改變，即可判斷此 Top-NMG 已經移動到不同的網域。3) Old-DHA 開始將自己的平移表格與產生過通話連線的 SIP URI 列表資訊傳送給 New-DHA，當

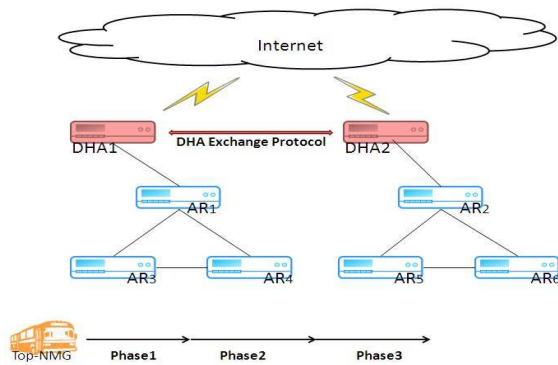


圖 5 移動換手情境假設

New-DHA 收到並將本身的平移表格完成更新(Update)後，Top-NMG 的封包開始只由 New-DHA 負責轉送，此後路由的路徑為 (Top-NMG↔new DHA↔CN)。

透過 DHA 與 AS domain 間掌握路由拓樸的路由器能自由的將平移表格轉送至下一個網域，並將整個移動網路的封包路徑都精簡到離 NMG 最近的 DHA，原本在 SIP-NEMO 中許多使用者同時上網時分別對 SIP-HS 送註冊訊息，改為本篇中每個 MH、NMG 都向靠近自己的 DHA 註冊而減少註冊訊息的路程，並改善需要透過其他 SIP-FS 轉送封包建立連線的缺點，更希望能達到流量集中管理來提升整體效能。

3.5 網路移動情境假設之舉例說明

前幾段分別對 AS domain、DHA 與 NMG 的功能作了詳細的介紹，在這一段將舉例假設一個有 NMG 存在的移動網路中，移動中經過了兩個不同網路存取點的涵蓋範圍，中間經過了不同的 AS domain 時進行的換手程序作說明。移動中情境假設如圖 5，我們將過程分成三個部份來說明。

第一階段：

一開始假設一台配備有 NMG 的公車進入一個 AS domain 底下 AR3 涵蓋範圍時，Top-NMG 會在該網域透過動態主機配置協議自動取得當地提供的 IP 位址，隨後向 DHA 發出 SIP 註冊訊息，DHA 收到訊息後將 Top-NMG 與底下 NMGs、MHs 取得的 IP 位址和之前已經使用過的原始 IP 位址，與該網域名稱進行榜定存進平移表格。假設 Top-NMG 底下有 10 個使用者，取得的 IP address 為 134.208.2.56~65，則 DHA 中會將這 10 筆 IP 位址存進 NEMO IP 欄位。

第二階段：

在這一階段假設公車移動離開了存取點 AR3 進入下一個 AR4 的範圍時，此時在 Top-NMG 底下的 10 個使用者重新取得了各自的 IP 為 134.208.7.188~197，當換手完成後封包經過同一個頂層的閘道(Gateway)進出時，DHA 收到註冊訊息判斷仍在同一個 AS domain 底下，便只要負責之前的工作與轉送封包還有更新 NEMO IP 欄位即可，不須要進行 DHA exchange protocol。

第三階段：

當公車又在移動到了下一個 AR5 範圍內，假設取得的 IP 位址已經換成 134.209.3.13~22，New-DHA 收到註冊訊息後，封包的路由仍須由 New-DHA 先轉送至 Old-DHA 後再維持同第二階段一樣的拓樸路由，如此可以避免 NMG 在註冊過程中的封包遺失。當 Old-DHA 收到封包察覺封包 IP 所屬網域已與之前不同時，則開始進行 DHA Exchange Protocol，將先前的連線進行連線換手轉交給 New-DHA 重新恢復連線，完成後 New-DHA 將更新好的 SIP URI 列表資訊給 SIP 註冊伺服器後才算完成整個換手的工作。

4. 結論

本篇中我們提出了一個以 SIP framework 為基礎的 Dynamic Home Agent 架構，SIP-DHA 除了能夠解決原本的 NEMO 中的路由最佳化問題以及 HA 存活問題之外，DHA 之間的 Exchange Protocol 能提供在移動換手後的連線轉移(Traffic tunnel handoff)，我們預期 SIP-DHA 將能降低整體的封包遺失率，以及縮短整個路由路徑縮短，提升移動網路的效能。未來我們將針對在 3.5 小節中提到的移動換手假設情境進行網路環境模擬分析，預計會將 IETF NEMO、SIP-NEMO，以及本篇提出的 SIP-DHA 環境模擬，分別測量三者的封包延遲、遺失率、吞吐量，來驗證是否能確實改善移動網路的效能。

參考文獻

- [1] Devarapalli V., Petrescu A., Thubert P., Wakikawa R., "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", *RFC 3963, IETF*, January 2005.
- [2] Ernst T. "Network Mobility Support Goals and Requirements", *RFC 4886*, July 2007

- [3] C. Perkins, D. Johnson and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", *RFC 3775*, June 2004.
- [4] Chung-Ming Huang, Chao-Hsien Lee, Ji-Ren Zheng "A Novel SIP-based Route Optimization for Network Mobility" in *IEEE Journal On, Selected Areas in Communications*, September 2006.
- [5] A. Johnston, E. Schooler, G. Camarillo, H. Schulzrinne, J. Rosenberg, J. Peterson, M. Handley and R. Sparks, "SIP: Session Initiation Protocol," *IETF RFC 3261*, June, 2002
- [6] J.-J. Chen, Y.-C. Tseng, and Y.-L. Cheng, "Design and Implementation of a SIP-based Mobile and Vehicular Wireless Network with Push Mechanism", *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, Vol.56, No.6, Part 1, November 2007.
- [7] CS Li, Fred Lin and HC Chao, "Routing optimization over network mobility with distributed home agents as the cross layer consideration", *Springer Netherlands on Telecommunication Systems*, June 2009.