

Campus-wide Emergency Call Service: A SIP-based Approach

黃楷珉

靜宜大學資管系
g9471013@pu.edu.tw

翁永昌

靜宜大學資工系
ycwong@pu.edu.tw

黃翰隆

靜宜大學資管系
s9134131@gmail.com

摘要

本文提出 DECAP 校園網路緊急電話系統，使用者只要單擊網路電話上面的 119 按鈕，就可以撥打緊急電話。DECAP 使用 DNS-SD 服務探索機制，協助使用者就近找到提供緊急電話服務的 SIP proxy server。緊急通話將透過 SIP proxy server 與 PSTN gateway 被導引至市話的 119 系統。我們實作出 DECAP 的原型以驗證系統的功能。

關鍵詞：網路電話、SIP 協定、緊急電話、PSTN 閘道器。

Abstract

Recently, SIP-based voice applications draw more attention from service providers. In this paper, we propose DECAP, a SIP-based system which provides emergency call service through PSTN gateways. A prototype has been implemented in Providence University for validation.

Keywords: voice over IP, Session Initiation Protocol, emergency call, PSTN gateway.

1. 簡介

隨著網路電話的普及，越來越多的學校都著手規劃網路語音服務。Session Initiation Protocol (SIP) [7] 是網路電話的訊令(signaling)協定之一，可用於建立多媒體的通話連線。SIP 有兩個主要的元件：user agent (UA) 與 proxy server。UA 是網路電話機，通常以軟體的型態出現。Proxy server 負責將 UA 送來的訊息轉送到目的地，以及將使用者註冊的訊息存放到資料庫 Registrar。

我們以 Alice 撥打電話給 Bob 為例，來說明 SIP 通話建立(call setup)的流程(圖 1)。首先 Bob 以 bob@pusip.edu.tw 的身份向 SIP proxy server 註冊(step 1)。SIP proxy Server 收到註冊訊息後回應 200 OK，同時把 Bob 的 IP 位址記錄在 registrar (step 2)。稍後 Alice 送出 INVITE bob@pusip.edu.tw 訊息，希望與 Bob 建立通話(step 3)。SIP proxy server 收到 INVITE 訊息後，首先從 registrar 查出 Bob 的 IP 位址，接著把 INVITE 訊息轉送給 Bob (step 4)。Bob 與 Alice 交換 200 OK 與 ACK 訊息後完成語音通道的建立 (steps 5-8)。

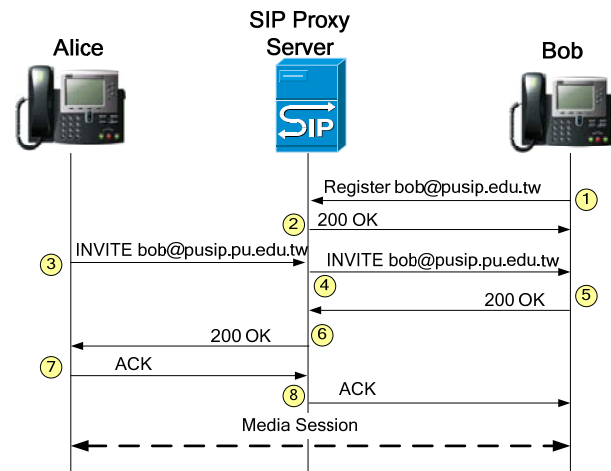


圖 1. SIP 通話建立流程

電信相關法令規定網路電話供應者需提供撥打緊急電話的功能。圖 2 為 IETF ECRIT (Emergency Context Resolution with Internet Technologies) 工作小組所提出的網路緊急電話架構 [10-11]。如圖所示，緊急電話的架構包含六個主要的元件：UA(圖 2 ①)、SIP proxy server(圖 2②)、Emergency Service Routing Proxy (ESRP) (圖 2 ③)、Public Safety Answering Point (PSAP) (圖 2 ④)、Location Information Server (LIS) (圖 2⑤)、和 Location to Service Translation (LoST) server (圖 2⑥)。

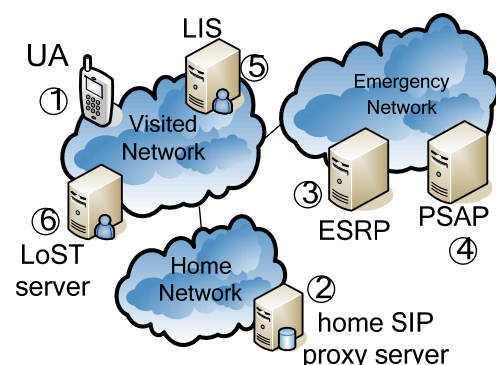


圖 2. IETF 網路緊急電話系統

當 UA 撥打緊急電話時，首先透過 home SIP proxy server 將 INVITE 訊息傳送給 ESRP。ESRP 會根據 UA 目前的位置，將 INVITE 訊息引導至最近的 PSAP。PSAP 是緊急電話的應變中心，會有專人立即接聽電話。UA 可以從 LIS 得知目前所在的位置，同時透過 LoST server 查詢到適當的 ESRP。

採用上述架構來提供校園網路緊急電話的服務，將會遭遇到底下三個問題：第一、目前 PSAP 尚未正式部署。第二、UA 的持有者必須隸屬於某個 SIP proxy server。第三、當 UA 在 visited network 撥打緊急電話時，INVITE 訊息需要先繞回 home proxy server，然後再轉送出去。為了解決上述問題，我們提出 DECAP (DNS-SD based Emergency Call Access Point) 網路緊急電話系統。

DECAP 使用 DNS-SD 服務探索機制[3-4]，協助 UA 就近在校園裡(visited network)找到提供緊急電話服務的 SIP proxy server。使用者只要單擊 DECAP UA 上面的 119 按鍵就可以完成這件工作。緊急電話將由 SIP proxy server 接手處理，透過學校的 PSTN gateway 導引至市話的 119 系統。

本文章節安排如下：第二節介紹 IETF 網路緊急電話的通話流程；第三節敘述我們提出的 DECAP 網路緊急電話系統；第四節說明系統的實作方式；最後是結論和未來展望。

2. 背景知識

圖 3 是 IETF 網路緊急電話的通話流程，茲說明如下：

Steps 1-2. UA 漫遊至 visited network，透過 DHCP 伺服器取得新的 IP 位址後，傳送 REGISTER 訊息向 SIP proxy server 進行註冊。SIP proxy server 回應 200 OK 訊息。

Step 3. UA 撥打緊急電話。

Steps 4-5. UA 利用 DHCP 協定，向 LIS 詢問位置資訊。LIS 回覆 UA 的位置以及所屬的 LoST 伺服器。

Step 6. UA 利用 LoST 協定向 LoST 伺服器查詢 ESRP 的位置，LoST 訊息中包含了 UA 目前的位置。

Step 7. LoST 回覆相關的資訊。

Step 8. 利用 Step 7 得到的資訊，UA 透過 SIP proxy server 送出 INVITE 訊息給 ESRP。

Step 9. ESRP 收到 INVITE 訊息後檢視當中所包含的位置資訊，然後將 INVITE 訊息轉送給最合適的 PSAP。

Step 10. PSAP 回傳 200 OK 訊息。

Step 11. UA 回應 ACK 訊息。至此緊急通話建立完成。

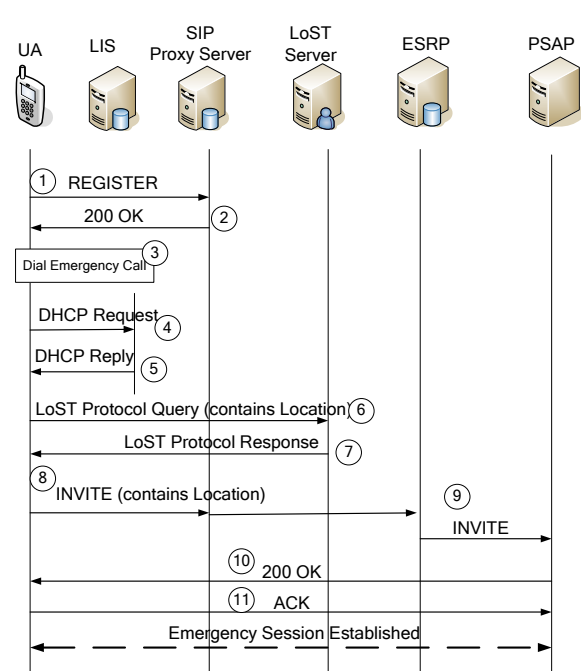


圖 3. IETF 網路緊急通話流程

3. DECAP 校園網路緊急電話系統

本章將介紹我們提出的 DECAP 網路緊急電話系統。透過單擊 DECAP UA 上面的 119 按鍵，訪客可以找到提供緊急電話服務的 SIP proxy server 並且取得一個 guest 帳號，然後利用該帳號來撥打緊急電話。

3.1 系統架構

圖 4 為 DECAP 的系統架構，由五個主要的元件所組成：DECAP UA(圖 4①) 是經過客製化的 UA，內建了 DNS-SD 服務探索機制；DHCP Server(圖 4②)負責分配網段 B 的 IP 位址，同時提供 DNS 所在的 IP 位址；DNS(圖 4③)記載了緊急電話服務的相關資訊，如 SIP proxy server 的 IP 位址以及可以撥打緊急電話的 guest account；SIP proxy server(圖 4④)為網路電話主機，支援緊急電話的服務；PSTN Gateway(圖 4⑤)為 IP 網路和 PSTN 電話網路的界接設備。

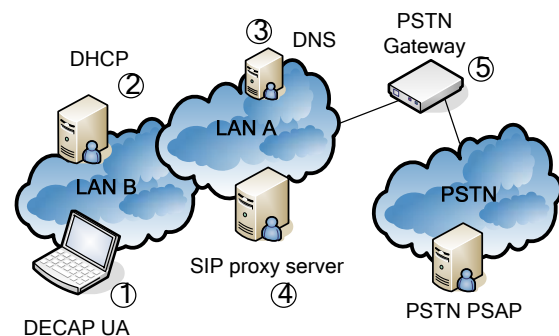


圖 4. DECAP 緊急電話系統架構

DECAP UA 是經過客製化的 UA，由三個部份

所組成：使用者界面(GUI)、DNS-SD 服務探索模組、和 PJSIP 通話模組。當 DECAP UA 漫遊進入區網 B(圖 4)後，將從 DHCP Server 取得一組合法的 IP 位址以及被配置的 serving DNS IP 位址。如果遇到緊急事件，只要按下 DECAP UA 使用者界面上所提供的緊急電話按鍵，就可以透過 DNS-SD 服務探索模組從 serving DNS 取得 SIP proxy server 的 IP 位址和一組 guest account (e.g., 999)。接著 PJSIP 通話模組會使用帳號 999 進行註冊和撥出緊急電話。

接下來，我們將在 3.2 小節介紹緊急電話服務的探索，在 3.3 小節介紹緊急通話的建立。

3.2 探索緊急電話服務

圖 5 是 DECAP UA 探索緊急電話服務的流程，茲說明如下：

- Step 1. 使用者按下 DECAP UA 的緊急電話按鍵，驅動 DNS-SD 服務探索模組。
- Step 2. DNS-SD 服務探索模組發出 Query 訊息，查詢 DNS 提供的緊急電話資訊。
- Step 3. DNS 回傳 Response 訊息，訊息中包含了 SIP proxy server 的 IP 位址以及可以撥打緊急電話的 guest account 999。
- Step 4. DNS-SD 模組收到資訊後，暫存在指定的檔案裡。
- Step 5. PJSIP 通話模組從 step 4 所存的檔案取出資訊，然後送出 REGISTER 訊息以帳號 999 進行註冊。
- Step 6. SIP proxy server 傳回 200 OK 訊息。DECAP UA 註冊成功後進入可以撥話的 active 狀態。

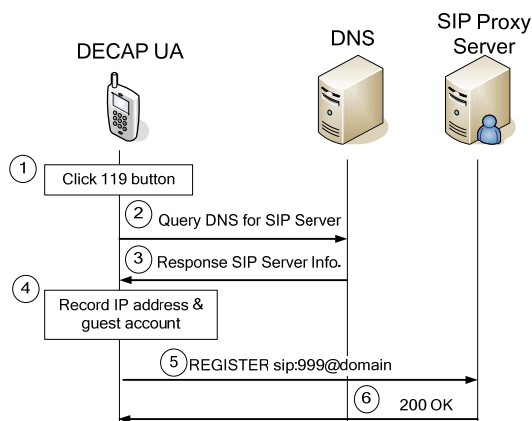


圖 5. 緊急電話服務之探索流程

3.3 撥打緊急電話

圖 6 是 DECAP UA 撥打緊急電話的流程，茲說明如下：

- Step 1. DECAP UA 送出 INVITE sip:119@domain 訊息給 SIP proxy server。

Step 2. SIP proxy server 收到 INVITE 訊息後，根據對外路由(Outbound Routes)的規則，將收到的 INVITE 訊息修改為 INVITE sip: 26625032@gateway-ip，然後傳送給 PSTN Gateway。

Step 3. PSTN Gateway 送出 IAM (Initial Address Message)訊號，IAM 訊號中包含了 PSTN gateway 的電話號碼。

Step 4. PSTN 交換機將通話轉接至 PSTN 上面的 PSAP，使值班人員的電話開始響鈴。

Steps 5-6. PSTN 交換機回傳 ACM (Address Complete Message)訊號給 PSTN Gateway。PSTN Gateway 回傳對應的 183 Session progress 訊息給 SIP proxy server。

Steps 7-8. SIP proxy server 一方面回應 PRACK 訊息給 PSTN Gateway，同時傳送 Ringing 訊息給 DECAP UA。

Steps 9-10. PSAP 值班人員接起電話後，PSTN 交換機就會收到 ANM (Answer Message)訊息。交換機將 ANM (Answer Message) 訊息轉送給 PSTN Gateway。

Steps 11-12. PSTN Gateway 產生對應的 200 OK 訊息，然後經由 SIP proxy server 將 200 OK 訊息轉送給 DECAP UA。

Steps 13-14. DECAP UA 回傳 ACK 訊息。ACK 訊息經由 SIP proxy server 傳遞至 PSTN Gateway。至此緊急通話建立完成。

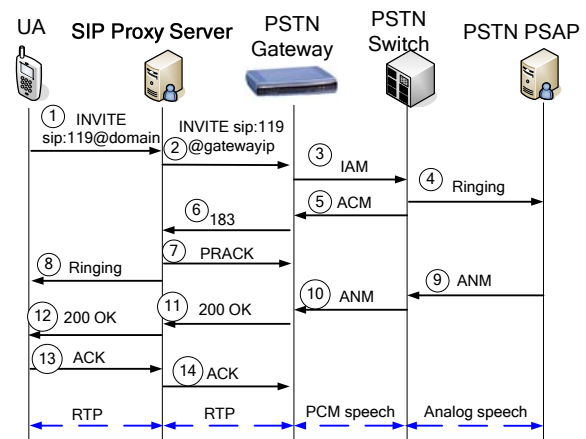


圖 6. 緊急通話建立流程

4. 系統實作

本章將說明 DECAP 系統的實作。圖 7 為 DECAP 的實驗平台(prototype)。SIP proxy server(圖 7①)採用 Digium 公司所開發的 Asterisk[1]這套軟體來架設，IP 位址設為 140.128.10.126。PSTN Gateway(圖 7②)採用 Atacomm 公司所出品的 AudioCodes MP-118 [2]，其 FXO 介面擁有四個埠，可支援四條對外線路。

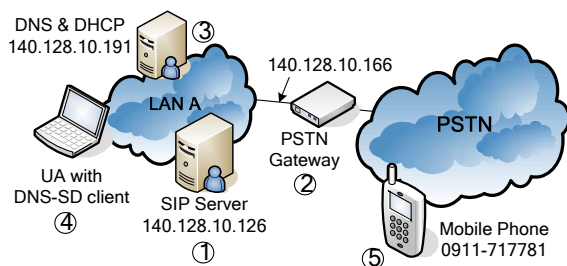


圖 7. DECAP 實驗平台架構

我們將 DNS 和 DHCP 架設在同一台主機(圖 7 ③)，分別使用 bind 9.0[5]和 dhpcd [6]來架設。DECAP UA(圖 7④)包含三個部份：使用者界面、DNS-SD 模組和 PJSIP 通話模組。我們採用 C#實作使用者界面，利用 Bonjour SDK [8]實作 DNS-SD 模組，最後用 PJSIP SIP stack[9]來實作 PJSIP 模組。在這個實驗平台中我們用手機 0911717781 (圖 7⑤)取代 PSTN PSAP 來做測試。表 4-1 整理了實驗平台的規格。

表 1. DECAP 實驗平台規格

設備	DNS & DHCP	SIP proxy server
硬體	CPU AMD K8 3500+、記憶體 1024MB、硬碟 80GB	
作業系統	Linux Fedora Core 5	Linux CentOS 4
軟體	BIND 9.0 dhcp	Asterisk@Home 1.2.7.1

底下進一步說明 DECAP UA 的實作：我們將在 4.1 小節描述使用者介面；在 4.2 小節描述 DNS-SD 模組；最後在 4.3 小節描述 PJSIP 通話模組。

4.1 使用者介面

使用者介面使用 C#程式語言撰寫，外觀如圖 8 所示。由於 PJSIP 模組是使用 C 語言開發，所以需要將其程式碼加上 _declspec(dllexport)並轉成 dll 檔，讓 C#寫成的 GUI 可以叫用這個 dll 檔。

製造 dll 檔需要使用 Visual C++ 的命令列將 C 程式轉檔，如 cl /LD /MD sip_ua_layer.c。編譯時可能會出現標頭檔(header)找不到的情形，只要將.h 檔的路徑加到 path 中即可。轉成 dll 檔後，在 C#程式中使用 [DllImport("sip_ua_layer.dll")]就可以呼叫原本的 sip_ua_layer.c 程式。

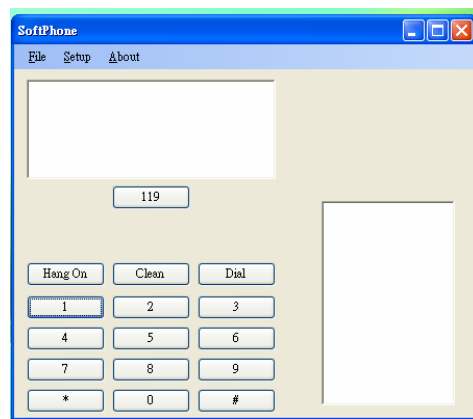


圖 8. DECAP UA 使用者介面

4.2 DNS-SD 模組

DNS-SD 模組提供服務探索的功能。底下將介紹如何在 Windows XP 環境中建構 DNS-SD 模組：

Step 1. 下載 Bonjour 和 Bonjour SDK 的安裝程式 (setup) [8]。

Step 2. 執行 Bonjour Setup，安裝 mDNSResponder 和 DNS-SD 函式庫；接著安裝 Bonjour SDK。

DNS-SD 模組利用 C#內建的函式庫"System.DirectoryServices.ActiveDirectory"取得本機的網域名稱(如 sip.pu)，進行的步驟如下：

- 利用 GetIPProperties()函式取出本機網卡的 IP 資訊。

```
PInterfaceProperties adapterProperties = adapter.GetIPProperties();
```

- 利用 DnsAddresses()函式從網卡資訊中取出 DNS 的 IP 資訊。

```
IPAddressCollection dnsServers = adapterProperties.DnsAddresses();
```

- 最後利用 Dns.Resolve()函式解析出網域名稱。

```
IPHostEntry hostip = Dns.GetHostEntry();
```

```
// DNS 的 IP 位址 140.128.10.191
```

```
he = Dns.Resolve("hostip");
```

```
//本地網域名稱"sip.pu"
```

解析出網域名稱後，就可以探索 DNS 所記載的服務。我們利用指令 "dns-sd.exe -B _sip_udp sip.pu"查詢網域 sip.pu 中緊急電話服務的資訊，並將收到的資訊存入 dns-sd-server.txt 檔案中。底下是 dns-sd-server.txt 檔案的範例：

```
01 Browsing for _sip_udp.sip.pu
```

```
02 Timestamp A/R flag if Domain Service-type Instance-name
```

```
03 22:49:53.328 Add 2 0 sip.pu. _sip_udp. local: ip:140.138.10.126 id:999
```

從這個範例，我們得知緊急電話服務由主機:140.138.10.126 提供，guest account 為 999。

4.3 PJSIP 模組

PJSIP 通話模組有四個主要的元件：Call Control Module (圖 9 ①)、PJSIP/PJMedia Lib (圖 9 ②)、Dialog (圖 9 ③)和 Transaction Module(圖 9 ④)。

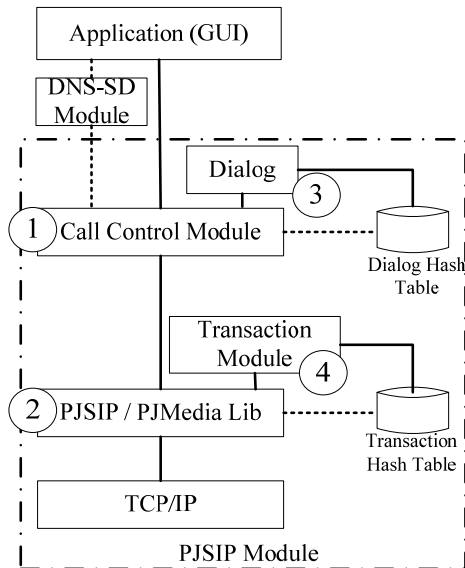


圖 9. PJSIP 通話模組架構

Call Control 模組負責處理註冊和撥號的流程。Call Control 模組接受來自 GUI 和 DNS-SD 模組的，然後向 Dialog Hash Table 查詢相關的運行流程，然後依照流程逐步進行。PJSIP/PJMedia Lib 模組的工作是封裝和解析 SIP 和語音封包。PJSIP/PJMedia Lib 模組在接收到 Call Control 模組傳來的 SIP 訊息後，先透過 Transaction 模組處理該訊息，然後封裝成正確的封包格式，再送往 TCP/IP 處理。

5. 結論與未來工作

我們提出 DECAP 校園網路緊急電話系統，讓使用者只要單擊 DECAP UA 上的 119 按鍵就可以撥打緊急電話。我們的系統使用 DNS-SD 服務探索機制，協助 UA 就近在 visited network 找到提供緊急電話服務的 SIP proxy server。緊急電話將透過 SIP proxy server 與 PSTN gateway 被導引至市話的 119 系統。

目前 DECAP 尚未支援 callback。原因是 IAM 訊息(圖 6, step 3)只攜帶 PSTN gateway 的電話號碼，並未包含 UA 的 IP 位址，所以 PSTN PSAP 無法得知這通緊急電話的發話者。未來我們打算加入 callback 機制，並且提供 UA 位置的追蹤機制。

誌謝

本研究由國科會贊助，計劃編號 NSC 95-2745-E-126 -003 -URD，謹此致謝。

參考文獻

- [1] Asterisk, <http://www.asterisk.org>.
- [2] Atacomm, <http://www.atacomm.com>.
- [3] S. Cheshire and M. Krochmal, "DNS-Based Service Discovery," Internet-Draft, draft-cheshire-dnsext-dns-sd-04.txt (work in progress), August 2006.
- [4] S. Cheshire and D. H. Steinberg, Zero Configuration Networking: The Definitive Guide, O'Reilly, December 2005.
- [5] ISC BIND, <http://www.isc.org/index.pl?sw/bind/>
- [6] ISC DHCP, <http://www.isc.org/index.pl?sw/dhcp/>
- [7] A. Johnston, et al., "SIP: Session Initiation Protocol," RFC 3261, IETF, June 2002.
- [8] Networking Bonjour, <http://developer.apple.com/networking/bonjour/>
- [9] PJSIP, <http://www.pjsip.org>.
- [10] B. Rosen, et al., "Framework for Emergency Calling using Internet Multimedia," Internet-Draft, draft-ietf-ecrit-framework-02 (work in progress), July 2007.
- [11] H. Schulzrinne, et al., "LoST: A Protocol for Mapping Geographic Locations to Public Safety Answering Points," in Proc. of IEEE International Conference on Performance, Computing, and Communications, pp. 606 – 611, 2007.