

VoIP 互通問題探討

吳哲文 林義能 林盈達

摘要

隨著 VoIP 技術發展，許多相關的協定也隨之成熟。就建立通話連線的訊號機制來說，SIP 的低複雜度、容易維護與建置、擴充性高，和建置花費低等優勢，使其儼然成為未來 VoIP 的主流協定。SIP 標準的制定，主要格式採用 E-mail 與 HTTP 發展成功的經驗，並保留擴充性，以致於會有如此多的 extensions。

SIP 產品的互通問題，網內的部份，主要可以分為四類：(1)本身產品的 bug。(2)對於標準規格的認知錯誤。(3)對於雙方是否同時支援特定的 call feature。(4)基本設定協調上的問題。至於網外的部份，根據不同協定所研發的產品，call feature 的支援往往不相同，此點是互通問題的主要癥結。與 PSTN 互通的部份，目前 SIP-T 與 SIP-I 的發展逐漸成熟，故網路與 PSTN 建立通話連線互通問題不大，最大的關鍵點掌握在傳統通信業者。通信業者如果能夠加以合作整合提供更完整的電話網路，則 VoIP 的遠景將會更令人期待。

隨著 Skype 的出現，SIP 受到極大的威脅，兩者的共存令人期待。以目前的情況，Skype 完全利用 AES 加密使其無法和其他協定整合，因此仍無共存的可能性。

1. 概論

隨著 VoIP 技術發展逐漸成熟以及相關產品相繼問世，產品間互通性也因此顯得重要。在 VoIP 技術上，由於用途上的不同，主要的標準也有差異，以下將標準根據不同用途做分類介紹：

以 VoIP 使用分類：目前 VoIP 終端的技術主要以 ITU-T 組織所制定的 H.323 與 IETF 所制定的 SIP 為標準，在協定本身根據不同的功能由不同的元件去維持整體的運作：

H.323：主要有四個元件組成，分別是 Terminal、Multipoint Control Unit(MCU)、Gateway、Gatekeeper，Terminal 主要用來將傳統的電話機連接上網際網路，並對於聲音與影像加以壓縮與傳送。MCU 則是處理區域網路內 multicast 的功能。Gateway 則是處理本身區網與異質網路間(PSTN、B-ISDN 等)的溝通。Gatekeeper 則是整個 H.323 的中心，主要負責 admissions control、bandwidth control、call signaling 和 management 等功能。

SIP：主要也包含了四個元件，分別是 User Agent(UA)、Proxy Server、Redirect Server、Register Server。UA 即是終端系統，主要細分為 User

Agent Client(UAC)與 User Agent Server(UAS)。UAC 主要是用來產生 request 和處理 response 而 UAS 則是用來處理 request 和產生 response。Proxy Server 則是用來處理訊息的轉換或是處理特別的服務。Register Server 主要的功能則是提供使用者註冊與認證的機制，並將註冊資訊存到 Location Server 以達到管理與提供特別服務的目的。Redirect Server 主要用來做重新導向的動作，根據 Location Server 的資訊將送來的 request 送往該送達的地方[1]。

以整合異質網路分類：現存對於 media gateway control 的部份，主要以 MGCP 和 MEGACO(H. 248)此兩協定為主要標準[2]，兩者都是主從架構，用來溝通與控制 media gateway，MEGACO 主要乃是基於 MGCP 所開發出來的協定，其主要的元件包含 Termination、Context、Media Gateway Control。Termination 即是 MGCP 裡的 Endpoint，就是終端系統。Media Gateway Control 乃是標準的核心，負責所有 media gateway 的控制與溝通。Context 則是 MEGACO 裡比較特殊的元件，主要用來管理 Terminations，此元件乃是 MEGACO 與 MGCP 主要的差別。MGCP 中的 Connection 是一個固定的連線，每次結束後要再建立連線時，必須重新通知 Endpoints；而在 MEGACO 中 Connections 由 Context 管理，Context 負責記錄所有 Terminations，每個 Termination 在同一時間內只會有一個連線存在，由 Context 控管所有 Terminations 的連線，如此一來可以減少建立 Connection 的時間，使得建立通話連線時更具彈性與效率[3]。

以溝通來分類：在連接 PSTN 與網際網路部份，現存的協定中，主要以 SIP-T、SIP-I 為主要標準。SIP-T 主要用來溝通 PSTN 與網際網路，包含 Translation 和 Encapsulation 兩個功能。Translation 用來將 PSTN 中的 SS7 ISUP 訊息轉換成 SIP 的訊息(見表 1[4])，Encapsulation 則是描述如何將訊息封裝在封包裡。SIP-I 主要包含 TRQ. 2815 和 Q.1912.5，前者主要用來制定 SIP 與 BICC/ISUP 的溝通，後者則是用來制定 3GPP 與 BICC/ISUP 的溝通。

SS7 ISUP 信號訊息	SIP 信號訊息
IAM	INVITE
ACM	180 RINGING
ANM	200 OK
REL	BYE
RLC	200 OK

表 1: SIP-T 訊號對應表。

H. 323 與 SIP 的競爭，對於一般產品目前的做法皆同時支援此兩協定，然而以未來發展性而言，目前主要以 SIP 較被看好。由於 H. 323 本身制定的標準裡，同時涵蓋了許多其他的標準(見表 2)，使得整體的機制變得複雜而沒有彈性。對 SIP 而言，標準本身主要探討 signaling 的機制，整體的複雜度較低，在

Video codec	H. 261; H. 263; H. 264
Audio codec	G. 711; F. 722; F. 723; G. 728; G. 729
Communication	H. 245; H. 225
Relative protocol	RTP/RTCP

表 2: H. 323 相關協定。

encoding 採用 text 的格式，遠比 H.323 使用 Binary 的格式更為精簡易讀。在整體的擴充性，只定義基本的連線建立機制，保留了許多擴充空間，故 SIP 的表現也較為良好。

下一章節開始將會深入探討 SIP 的核心架構，並解釋有種類繁多的 SIP extensions 存在的原因，通話流程與產品種類簡介，第三章節將介紹目前 SIP 產品間互通問題，最後則是探討 SIP 與 Skype 共存的可能性。

	SIP	H.323
Architecture	Modular: only signaling	Monolithic
Completeness	Just handle setup	Full protocol stack
Call signaling	SIP	Q.931
Media Transport	RTP/RTCP	RTP/RTCP
Encoding	Text (UTF-8)	Binary (ASN.1 PER)
Extensibility	Standardize-based	Vendor-specific, nonstandard-based
Loop detection	MAX-Forwards header	looking at CallIdentifier and destinationAddress fields
Addressing format	URL-style	Host or E.164 number
Transport protocol	TCP and UDP, mostly use UDP	TCP and UDP, mostly use TCP
domain call routing	DNS	Annex G
Call termination	Explicit or timeout	Explicit or TCP release

表 3: H.323 與 SIP 機制比較表 [5][6]。

2. SIP 的架構與通話流程

SIP 無論是在複雜度和擴充度都比 H.323 來得好，並以模組化的方式來制定整個標準，協定本身只提供 signaling 的機制，其他的服務皆須另行制定標準加以支援，以下再更深入地介紹 SIP 架構與通話流程：

SIP 如何制定

SIP 協定架構主要分為四層(見圖 1)：

Syntax and encoding：定義 SIP 本身的語法與編碼方式，SIP 利用 Backus-Naur Form grammar 語法。

Transport：在定義如何傳送 request 和接收 response。

Transaction：為 SIP 的核心，一個 transaction 就是代表一個 request 從 client 傳至 server 並從 server 得到一個 response，在此層也處理 application-layer 的重傳、timeout 等機制。

Transaction User：對應每個在 transaction 上的 user 都稱為 Transaction User，能夠建立和取消每個 transaction。

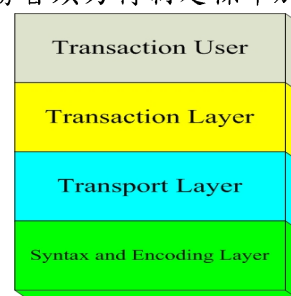


圖 1：SIP 協定架構圖。

SIP 建立一個連線主要透過以上四層的架構，由 Transaction User 建立一個 Transaction，然後透過 Transaction 和 Transport 定義封包格式(下一段將做更仔細的介紹)，再交由 Syntax and encoding 加以編碼，然後再經由網路傳輸以建立連線。表 4、表 5 是 SIP 的 request 和 response 列表，根據這些 request 和 response 來建立 SIP 的 connection。

Method	Meaning
INVITE	Invite
ACK	Acknowledgement
REGISTER	Register
OPTIONS	Capacity query
CANCEL	Cancel
BYE	Bye

表 4：SIP request method。

Status code	Description
1xx	Provisional: receive request then process.
2xx	Success: successfully received, accepted, and understood.
3xx	Redirection: further action to complete the request.
4xx	Client error: bad syntax and cannot be fulfilled by server.
5xx	Server error :server cannot fulfilled an apparently valid request.
6xx	Global error: request cannot be fulfilled by any server.

表 5：SIP response codes 列表。

SIP 封包的格式以下將加以介紹，SIP 協定將利用 Header 的方式來封裝訊息，其目前的標準規格中包含了 44 的 Header(見表 6)，然後將所有連線的訊息封裝在封包裡加以傳送。以下是一個 SIP 封包的格式：

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

在第一行，根據 INVITE 這個 method 可以得知這是一個邀請 bob@biloxi.com 的封包，Via 這個 Header 是代表 response 要傳到 pc33.atlanta.com 這個位址，branch 則是用來識別此 transaction。Max-Forwards 代表此封包最多只能傳送 70 個 hops，如超過且沒有發現 bob 則將此封包丟掉。To 和 From 就如同 e-mail 格式一樣分別代表接收方與發送方。Call-ID 則是給此 call 一個 ID，CSeq 就如同傳統的 sequence number 般，定義對話內每個 request。Contact 則是告知接收方未來要將 request 傳送到何處，Content-Type 代表 message body 的格式。Content-Length 代表 message body 的長度。通話的 SIP 封包主要即是以此格式加以送出，來達成雙方的溝通。

Accept	Accept-Encoding	Accept-Language	Alert-Info	Allow
Also	Authorization	Call-ID	Call-Info	Contact
Content-Disposition	Content-Encoding	Content-Language	Content-Length	Content-Type
Cseq	Date	Encryption	Error-Info	Expires
From	In-Reply-To	Max-Forwards	MIME-Version	Organization
Priority	Proxy-Authenticate	Proxy-Authorization	Proxy-Require	Record-Route
Require	Response-Aey	Retry-After	Route	Server
Subject	Supported	Timestamp	To	Unsupported
User-Agent	Via	Warning	WWW-authenticate	

表 6：SIP 所有基本 header 列表。

SIP 為何有那麼多的 extensions?

由以上可知 SIP 最主要的功能在於 signaling，即是其本身的協定架構主要是告知如何建立一個連線，因此整個 SIP 是一個模組化的架構，對於提供服務或是更新參數等功能，必須倚賴其他的協定來加以補充，所以有那麼多的 extension 存在。表 7 列出目前主要的 extensions，例如 UPDATE 其功能在於更新連線的參數，比如更改 codec 等參數[7]。MESSAGE 的功能則是在提供類似及時通訊的功能，讓使用者能夠傳送文字訊息[8]。INFO 的功能使得封包能夠承載其它的資訊，比如 DTMF digit, PSTN mid-call signaling 或是 image 和 streaming 等資訊。[9]

Extension	Meaning	Extension	Meaning
SUBSCRIBE/NOTIFY	Subscribe/Notify	Accept-Contact	Accept contact address
REFER	Reference	Reject-Contact	Reject contact address
MESSAGE	Human-readable message	Request-Disposition	Request disposition
PRACK	Ack provisional response	DO	Carry Command
UPDATE	Update parameters	Privacy	Privacy security
COMET	Assuring preconditions	P-Asserted-Identity	Privacy extensions for trusted network to carry the identity
INFO	Transport mid-session Information	P-Preferred-Identity	

表 7：SIP Extensions 列表。

SIP 網內與網外互打流程

由以上的介紹，可以知道 SIP 本身的基本架構，以下則主要介紹 SIP 網內與網外的互打流程，網內主要是基於雙方通話端皆是 SIP 協定，網外則是有一端不是 SIP 協定。

網內：

圖 2-1 乃是 SIP 如何在網內建立一個通話連線，當 SIP 發送方首先送出一個 INVITE request，proxy server 根據封包內 Header 的訊息將其傳送到接收方，並回送發送方 Trying 100 的 response。當接收方收到 INVITE 此封包時，將會

回傳 180 Ringing 的 response，表示目前正在等待接收方的接聽，如果接收方拿起話筒接聽，則接收方將會發送一個 200 OK 的 response 告知發送方通話已建立。此時發送方即傳送一個 ACK 的訊息告知接收方，如此一個完整的通話連線建立完成。當某一方想結束通話，則會發出 10 BYE 的 Request，並等待另一方回傳 200 OK 的訊息，當收到 200 OK 的訊息時就代表整個通話的結束。

網外：

圖 2-2 乃是 SIP 與 PSTN 的通話流程，中間我們利用 SIP-T 的溝通模式來表示訊息的對應。其在發送方到 gateway 的 requests 與 responses 基本上與網內的流程相同，而在對應的部份根據 SIP-T，將會將 INVITE 對應成 IAM 的訊息傳送到傳統電話，而 Ringing 對應 ACM，建立通話的 200 OK 對應 ANM，結束通話的 200 OK 對應 RLC。

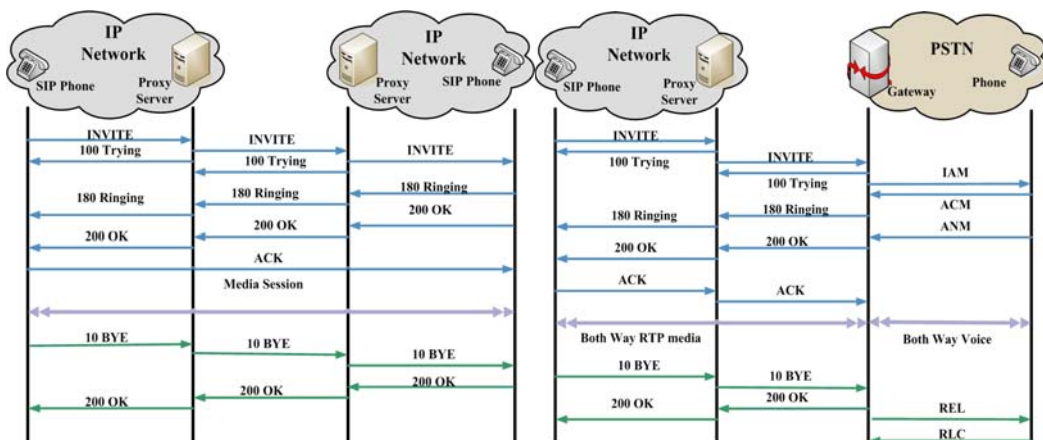


圖 2-1： SIP 網內互打流程。

圖 2-2： SIP 網外互打流程。

VoIP 相關產品

對於整個 SIP 已經有完整的了解，以下稍微介紹目前 SIP 眾多產品的種類與功能：

SIP phone：此類的產品主要是 SIP 的終端系統，無論是 VoIP 電話，或是 PC-USB 電話裝置，都有許多的相關產品。

VoIP Adapter：此類產品，主要提供用戶能夠保留舊有的傳統電話，使用者只要將傳統電話接上此裝置，並將裝置連接上網路就能夠使用 SIP 的網路電話。

IP-PBX：此類的產品主要是保留了傳統交換機的功能，並將網路語音封包做管理與控制。

Softswitch：此類產品，提供對於整體 VoIP 相關標準的整合與互通與連線的管理，主要乃是 VoIP 中的中間媒介。

VoIP gateway：主要用來接收 VoIP 封包，並且支援不同標準轉換與傳送的功能。

3. SIP 互通問題的探討

網內

基於雙方都是 SIP 終端的互通性，我們可以歸納出目前產品開發所遇到的互通問題，將問題主要分為四類：

第一類乃是產品本身的 bug，例如終端產品無法識別 server 所回傳 401 Unauthorized 或 407 Authentication Required 等訊息，造成認證失效。終端產品所送出的封包不含 Call-ID 並且 server 端也不支援 anonymous 格式，造成 server 將會回應 404 User Not Found 訊息。

第二類則是對於 SIP 標準規格的解譯有出入，例如在標準的 nonce 和 qop 兩個欄位，終端設備與局端設備，容易對於是否該加引號而有不同的解讀使得彼此無法辨識而無法註冊。而在標準裡定義 nonce=" nonce" EQUAL "nonce-value"，nonce-value=quoted-string，這一點看來，針對 nonce 此欄位由標準定義看來應該是需要引號的。

第三類主要是產品對於一些 call feature 或是 SIP extensions 是否有支援而造成互通上的問題，例如有些產品沒有支援 voicemail 和 call transfer 的功能，主要即是沒有實作 INFO extension 上的問題。

第四類則是一些溝通協調上的問題，例如兩個終端設備使用不同的 codec，而局端設備也無法加以協調，而造成語音無法傳送，或是雙方終端設備所有的 codec 一樣，但是封包的 frame size 不同，造成語音的不互通[10]。

網外

在 SIP 與其他協定之間的互通問題，在基本的通話連線部分，雖然沒有公開且標準的協定來加以定義，然而在整體互通性乃是相當成熟。然而在互通性的部份，由於 SIP 本身沒有一個完整的紀錄指出目前可支援的 extension 有哪些，因此在與其他協定對於 call feature 的互通問題將是一項考驗，。

在 SIP 與 PSTN 的互通問題上，目前 SIP-T 與 SIP-I 等溝通技術也逐漸成熟，因此在互通上也不會有太大的問題，然而在整體大環境的互通上，電信業者將扮演一個重要的腳色，無論是在未來如何完整的開放傳統電話與網際電話的互通，或是對於未來收費機制如何達到一個可以令服務供應商及使用者雙贏的局面，也將掌控 VoIP 網際電話未來的發展[11]。

4. SIP 的競爭者-Skype

為何 H. 323 會趨於沒落

由於 H. 323 整體的複雜度高且擴充性也不像 SIP 那麼的好，SIP 在建構與維護的環境也比 H. 323 簡單，建置的成本也以 SIP 較為便宜(見表 8)，對於講求能夠

Protocol	SIP	H. 323
Extensibility	High	Low
Scalability	High	Medium
Ease of deployment	High	Low
Complexity	Low	High
Scope	Simple	Full
SS7 compatibility	Poor	Poor
Cost	Low	High

精簡的網路環境來說，H. 323 的競爭力相對下降，然而以目前的趨勢來

表 8： H. 323 與 SIP 優劣比較表[6]。

說，大部分的產品仍然繼續支援此協定標準，主要是因為 H. 323 制定及釋出的時

間較早，對於許多較早期的產品依據 H.323 加以開發，所以目前還是無法完全將 H.323 淘汰出局，不過依照“2005 年 VoIP 插拔大會之互通測試結果整理” [10] 報告指出，SIP 相關產品的開發逐漸大幅成長，而以 H.323 為標準產品則逐漸減少。

Skype 的興起

Skype 是由 KaZaa 於 2003 年所釋出的免費網路電話軟體 [12]，最原本的功能乃是提供在 PC 上的通話，目前則推出 skype-in 與 skype-out 等服務 [13]，與 ISP 業者合作提供與傳統市話的通話。由於本身 PC-PC 的模式屬於免費，另外兩種服務的費率也比現行的傳統電話低，因此使用者人數成長相當快速，擁有極為廣大的客戶群，對於現行的 VoIP 環境造成不小的衝擊。

對於 Skype 來說，由於本身所提出的協定乃是封閉，因此對於 signaling 的機制和格式並不明朗。而且本身對於訊號及聲音的處理皆利用 AES 256 bits 的 key 加密，因此無法得知其格式。

Skype 與 SIP 的互通

由於 Skype 的快速興起，不禁會讓人去思考 Skype 本身是否存在與 SIP 共存的可能性，然而以目前的狀況看來，似乎共存的機會相當小，實在是因為 Skype 本身將其訊息格式加以加密，使得無法得到轉換的機制，就算將聲音導出並且再加以傳送到 SIP 網路的方法，也沒辦法解決 signaling 轉換的問題。因此以目前的情勢下，SIP 與 Skype 的共存仍存在了許多的問題，所以仍不可行。

5. 結論

SIP 的成熟發展，使得 VoIP 更令人期待。而就目前來說 H.323 雖然逐漸趨於沒落，然而因為定義的早，許多產品仍然支援此協定，因此也不能完全否定其價值，畢竟其對於 VoIP 這個領域，提供了相當寶貴的經驗。在 SIP 產品間互通問題，由於成熟

度逐漸提高，問題相對的也逐漸減少，許多的互通問題，無論是 call feature，或是產品本身，也已經由許多的測試大會加以發覺修正，SIP 相關產品將陸續與世人相見，VoIP 的通訊時代即將來臨。

參考資料：

- [1] IETF RFC 3261 (Session Initiate Protocol)
- [2] Tom Taylor, "Megaco/H.248: a new standard for media gateway control," IEEE Communications Magazine, Oct 2000.
- [3] "Use of MEGACO vis-à-vis MGCP to build a Gateway Solution," a white paper from HUGHES, May 2001.
- [4] Jun Jia "Session Initiation Protocol_Interworking With PSTN," Seminar material, 2004.
- [5] Henning Schulzrinne, Jonathan Rosenberg "A Comparison of SIP and H.323 for Internet Telephony," Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV), July 1998.
- [6] SIP Center, <http://www.sipcenter.com>.
- [7] IETF RFC 3311 (The Session Initiation Protocol (SIP) UPDATE Method).
- [8] IETF RFC 3428, Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Instant Messaging.
- [9] IETF RFC 2976 (The SIP INFO Method).
- [10] 林毓達, "2005年VoIP插拔大會之互通測試結果整理," 網路通訊雜誌, August, 2005.
- [11] sipit, <http://www.sipit.net>.
- [12] Salman A. Baset, Henning Schulzrinne, "An analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol," September, 2004.
- [13] Skype, <http://www.skype.com>.