

網路電話與公眾電話網路互連

下車容易上車難

國立政治大學 資訊科學系 教授 連耀南
lien@cs.nccu.edu.tw

摘要-近年來 Internet 上的網路電話(VoIP)風起雲湧，大幅降低了國際電話的費用，很多擁有網路電話專業技術的團隊紛紛準備投入經營，而世人也期待業者早日提供完整的 VoIP 服務。可是遲遲未見 Phone-to-PC VoIP 上市，本文從法規面及技術面探討經營網路電話(VoIP)業務所面臨的障礙。VoIP 業者在經營 PC-to-Phone VoIP 業務時，是以客戶的身份連上公眾電信網路，因此建置系統時較少牽涉電信法規問題。但在經營 Phone-to-PC VoIP 業務時，必須以電信業者的身份與既有電信網路進行網路互連，而取得電信經營執照必須遵行許多法定義務，而且網路互連也牽涉到與競爭對手之間繁複的互連談判問題，因而使得經營 Phone-to-PC VoIP 之路困難重重。

一、引言

網路電話(Voice-Over-IP, VoIP)可以讓電腦使用者透過網路(例如Internet)彼此以聲音對話(打電話)，也可以讓電腦的使用者與傳統公眾交換電話網路(PSTN，簡稱公眾電話網路，或公網)上的電話用戶通話。VoIP 的基本運作，主要是將語音的類比訊號轉換成IP封包，透過網路傳輸至遠端，再將IP封包轉回成語音的類比訊號後，傳至使用者端。網路兩端的任何一端都可以是電腦，也可以是一般電話機。如果兩端都是電腦，稱為 PC-to-PC VoIP，那可歸類為一般的網路應用，不涉及電信法規的問題，幾乎所有網路提供者都可以很輕易的提供 PC-to-PC VoIP 的服務，已有Skype、MSN 以及其他許多大大小小的 VoIP 服務風行於世。如果一通VoIP電話的任何一端是接到PSTN的電話上，那就牽涉到電信法規以及隨之而來的經營成本的問題，茲事體大。由電腦撥打到傳統PSTN網路的電話稱為 PC-to-Phone VoIP服務，例如 SkypeOut。而反向從PSTN電話機撥到網路上的電腦則稱為 Phone-to-PC VoIP 服務，例如SkypeIn。

Internet VoIP 與傳統網路上的語音服務相較，除了眾所周知的 Internet VoIP 價格非常低廉以及品質較差之外，尚有許多重大的差異，值得探討。本文就網路互連問題提出探討。

Internet VoIP現階段尚未發展出成熟的網路互連機制讓不同的 VoIP 業者進行透通(transparent)的網路互連。所謂透通的網路互連即是讓使用者以為發

話端與收話端都在同一網路上，並未知覺跨越不同網路帶來的不方便。例如，讓一個VoIP使用者得知其他VoIP網路上特定使用者是否上線(Cross-Network Present Service)，並可以直接撥號。此外，Internet VoIP與PSTN互連的機制，導致VoIP無法與PSTN交換很多資訊，因此無法實現很多先進的服務功能。例如美國的900及我國的0204付費電話，如果要能讓Internet VoIP 使用者能撥號到900/0204的受話端，必須先有網路互連協議，包括通訊協定，資訊交換協定，帳務處理等協議。網路互連對PSTN業者既耗時費力，又是自挖牆角的事，當然沒有意願與VoIP業者進行網路互連。VoIP業者必須依照電信法[1]的規定取得電信事業執照，才能取得與現有的PSTN業者強制互連的資格，本文隨後將詳細闡述其困難。由於缺乏正式的網路互連機制，PC-to-Phone VoIP 服務現階段只限於 POTS (Plain Old Telephone Service) 服務，而反向的 Phone-to-PC VoIP 更是困難重重。

PC-to-Phone VoIP 及 Phone-to-PC VoIP 都有一段接在 PSTN 上，就涉及電信法規的問題，茲事體大，不容忽視。VoIP 業者是以客戶身份與 PSTN 互連經營 PC-to-Phone VoIP 服務，並未受到電信法規的制約，因此可以與 PC-to-PC VoIP 一樣風行。反觀從 PSTN 電話機撥號到網路上電腦的 Phone-to-PC VoIP 服務，例如 SkypeIn，卻是困難重重，完全無法與 PC-to-Phone VoIP 相提並論。世人都將此現象歸責於電信監管機關故步自封或受制於既有電信業者的壓力，以致不願開放。此種想法存有極大的誤解。本文將從網路互連的角度剖析 Phone-to-PC 的困難。

二、傳統國際電話與網路互連

首先簡介以電路交換式網路(circuit-switched)運作的傳統 PSTN 國際電話的連接方式，其中牽涉到幾家公司，以及電話費用的營收如何分配等等複雜的問題。圖 1 是台灣的一個中華電信的用戶利用傳統 PSTN 電話網路撥打一通電話到美國的 SBC 地區電話公司的一個用戶的例子。假設這個用戶撥 "005" 亞太電信公司的國際電信碼，再撥美國的國碼 "1"，最後撥美國的國內 10 碼電話號碼。這通電話連通之後將會像圖 1 那個樣子。撥號者的電話機由中華電信的用戶迴路連到中華電信的交換機，而中華電信在此扮演 LEC (Local Exchange

Carrier) 的角色，中華電信將這通電話經由網路互連連上亞太電信的網路，而亞太電信再利用其國內長途網路將此通電話連上其國際電話交換機 (International Gateway)，再經由國際海纜(電纜或光纖)連上美國某電信公司的國際電信交換機。亞太電信在此扮演 IXC (Interexchange Carrier) 的角色。而受話者的電話機是連在 SBC 這個 LEC 的用戶迴路上。假設是由 AT&T 這個美國的 IXC 與亞太簽訂網路互連合約，則國際海纜接上的是 AT&T 的國際電信交換機，然後 AT&T 利用其長途網路將此通電話連到受話端附近 SBC 的 PoP (Point of Present)，最後 SBC 再將這通電話經其用戶迴路連上受話者。國際海纜這段，可能是亞太自建，也可能是亞太向其他公司租用，為簡單起見，本文將之視為亞太的自有設備。如此，這通電話經過四家不同公司的網路，兩家 LEC 及兩家 IXC，其中所牽涉到的網路協定，商業協定，及各國的電信法規絕不簡單。



圖 1 傳統國際電話連線圖

三、網路互連的複雜性

暫不論技術性的網路協定，單就營收分配一事來看其複雜度。一般較無爭議的是：發話者負責支付這通電話的費用，此即「發話端付費」原則。爭議較大的問題是：定價權歸屬於誰？發話者支付通訊費用給誰(收帳責任問題)？這筆營收如何分配(營收歸屬及接續費問題)？如果發話者因故不付帳，這筆帳如何算？各國法規各自不同，不可一概而論。本文就台灣的電信法角度提出說明。

就圖 1 這通電話而言，定價權及收帳責任無疑是落在台灣這邊，美國這端的 AT&T 依據國際攤分費率協議[6]向亞太電信要求接續費，然後撥出一部份付給 SBC 作為接續費。而台美兩邊的互連協議，以商業談判模式進行，因為兩國的電信法都只能管轄各自國內的電信業者，也都對兩國間的網路互連不具完整管轄權。以下我們將問題的討論侷限於台灣內部的 LEC 及 IXC。

網路互連管理辦法在訂定時，對每一個問題都有數個方案可以選擇，而每一個選擇對國內的電信產業都有深遠影響。首先須考慮的問題是：接續

費是成本計價或商業計價？如果採用商業計價，爭議最小。各個電信公司在訂定協議時提出自己的接續費要求，並選擇對己方最有利的伙伴訂定網路互連協議，定價權及收帳責任等問題，都少有爭議，反正是漫天要價就地還錢，雙方各憑本事談判。這個方案最大的弊病在於無法打破壟斷。在電信自由化之前，只有中華電信一家獨佔，每一家新興電信公司並無自由選擇的餘地，必須與中華電信互連。因此，中華電信可以任意訂定接續費價格，也不必費盡心思引進新科技，努力提高效率降低經營成本，甚至於會形成浪費越多賺得越多的情況。果真如此，電信自由化的美意將全部落空。因此，對於存有優勢力量之市場主導業者而尚未形成有效競爭之電信市場，必須捨棄本方案而強制採用「成本計價」方案[2]。換言之，提供接續服務的公司，只能以成本收取過路費，為人作嫁毫無利潤可言，大部分利潤落入擁有定價權的業者手中。「網路互連管理辦法」[2]中關於定價權的指定攸關所有電信公司的生死，也攸關我國電信自由化的成敗，所以是小心翼翼歷經多次反復研商徵得所有電信業者的同意下才訂定下來的。

「定價權」在「網路互連管理辦法」中與「營收歸屬」息息相關，圖 1 之例中這通由台灣撥打至美國的電話，由誰定價，就屬於誰的營收。在訂定網路互連管理辦法時，這通電話的營收歸屬有兩個選擇，一是發話端所接的 LEC (中華電信)，二是負責國際電信的 IXC (亞太電信)。最簡單的方案是，將定價權、營收歸屬、收帳責任等全部賦予發話端的中華電信，再由中華電信付接續費給亞太電信，而亞太電信付接續費給 AT&T，AT&T 再付接續費給 SBC。這個方案的弊病是：付出最少資源的 LEC 獲得最大利潤，而付出最多資源的 IXC 只能收取成本，完全是為人作嫁，在 LEX (Local Exchange) 業務完全為既有業者壟斷時，這樣的方案只會助長壟斷情勢，因此不能採用。我國的網路互連管理辦法在訂定初期採用第二個方案，將定價權與營收歸屬賦予經營國際通信之 IXC (亞太電信)，而亞太電信則付接續費給中華電信與 AT&T。這個方案有個尾巴，誰來幫亞太電信收帳，如果發話者賴帳又怎麼辦？中華電信願意代為負責嗎？這些問題在「網路互連管理辦法」中都有詳細的規定。

在電信自由化之前，中華電信只需與 AT&T 進行商業談判即可建立國際電信的運作。但在電信自由化之後，國內所有第一類電信業者彼此之間必須在電信法的規範下進行網路互連談判獲得協議，才能讓國際電信順利運作。而網路互連所牽涉到的技術問題雖然複雜，但是其中所涉及的商業競合關係使得網路互連變成非常棘手的問題。電信法裡的網路互連管理辦法強制各電信業者進

行網路互連，建構網網相連的電信網路。VoIP 業者也必須靠這部「網路互連管理辦法」，才有機會與 PSTN 業者互連，但電信法裡面賦予電信業者的義務，自也不能規避，因而以地攤方式經營 VoIP 以節省經營成本絕對是行不通的。

VoIP 業者如欲與傳統電信網路進行平等的業者對業者網路互連，必須先取得電信經營者的資格，然後在電信法的規範下與傳統電信業者公平競爭。所謂公平也者，各業者所負的權利義務都相同也，舉凡平等接取、普及服務、緊急電話服務、通訊監察等等都是電信業者在電信法的規範下必盡的義務。此外，雖然網路互連法有明訂，但實施細節仍須各業者彼此細細協商方能成事。各業者之間彼此競爭，各懷鬼胎，在訂定協議時莫不推出最佳法務人才，各自使出渾身解數，訂定對自己最有利的協議，對於成本計算、成本分攤方式、接續費率、收帳責任、介接點訂定、通訊協定等莫不錙銖必較、刀光劍影，試圖佔盡便宜。此乃因任一微小出入，就影響以億元為單位的營收。在營運過程中也是爭議不斷時常對簿公堂，互連談判絕非擺地攤式的經營者可以承擔的重任，非有財力雄厚擁有堅強法務部門的公司方有資格下場一戰。

四、VoIP 網路架構

PC-to-Phone VoIP 及 Phone-to-PC VoIP 都須藉助 gateway 將語音從 Internet 送到 PSTN 或反向為之。圖 2 是簡單的示意圖，由網路(Internet)連上 PSTN 俗稱為「下車」，而由 PSTN 連上 Internet 則俗稱為「上車」。

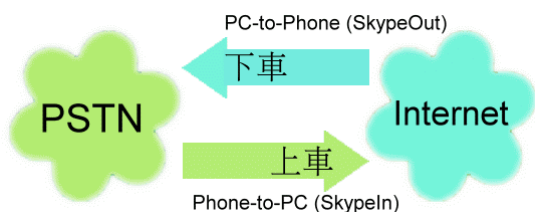


圖 2 Internet VoIP 與 PSTN 之介接

圖 3 至圖 7 以一個從美國的一部電腦用 SkypeOut 撥打到台灣 PSTN 上的一部電話以及反向由台灣的一部電話撥打到美國的一部電腦為例來說明如何建構一個實際的 VoIP 運作架構。

圖 3 簡單的表示 PSTN 與 Internet 在台灣之介接設備。為了方便說明，特地將台灣的 PSTN 與 Internet 分開畫出，左邊綠色的是 PSTN 網路，右邊藍色的是 Internet 網路。上方的國際海纜連接兩國的 PSTN 網路，而中間的連線則是跨國 Internet。VoIP 業者應在各地區設置上下車 gateway 以供 VoIP 電話從 Internet 連到 PSTN 上各

地的交換機。為了盡量縮短 VoIP 電話在上車前下車後行經的 PSTN 路線長度，VoIP 業者最好在每一個市內電話涵蓋範圍內(話價區)都設置一個 gateway。從 gateway 下車到 PSTN 或從 PSTN 上車到 gateway 是 VoIP 能否順利運作的關鍵，最大的困難也在這裡，「下車容易上車難」，本文將在下面各節詳細說明。

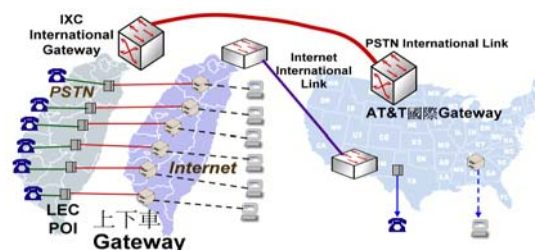


圖 3 VoIP 與 PSTN 之介接開道器

4.1 PC-to-Phone VoIP 的運作

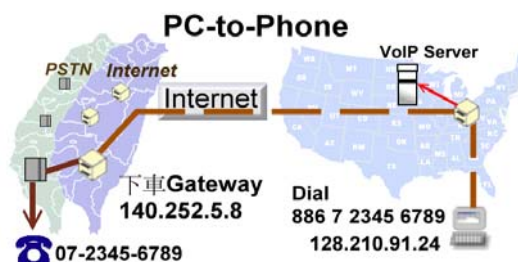


圖 4 PC-to-Phone VoIP 的實際連接圖

當一部在美國的電腦，利用 PC-to-Phone VoIP 服務，例如 SkypeOut，撥接台灣 PSTN 上的一個電話時，電腦先與 Skype 公司設置的 Server 聯絡，獲得相對應下車 gateway 的 IP 地址，再利用特殊通訊協定與下車 gateway 聯絡，建立連線。當連線建立之後，就可把語音封包送給下車 gateway，gateway 再轉成語音訊號透過 PSTN 交換機接到受話端的電話機。

由下車 gateway 如何連上 PSTN 交換機? 最簡單的方式是把 gateway 當成 PSTN 的一個用戶，向 LEC 申請一支電話或租用專線，即可循 PSTN 電話打 PSTN 電話的方式運作。位於國外的 VoIP 業者對於我國的電信法而言，只是一個市內電話的用戶而已，很難以電信法相繩，因此法所不禁。

雖然沒有涉及法規問題，但商業經營之可行性卻尚待考慮。試想，Skype 這家公司原先只需提供伺服器即可服務全世界數以百萬計的 PC-to-PC VoIP 使用者，如今為了提供 SkypeOut 服務卻須在全世界各地建置下車 gateway，其投資遠非小公司所能承擔。在商業上可行之道，係與各地專門提供下

車服務之業者簽約合作，由各地的下車業者為 VoIP 業者提供下車服務，如此，VoIP 業者可省下建置成本，而其付給下車業者的低廉當地通話費用，可直接轉嫁給發話者。

4.2 Phone-to-PC VoIP 的運作

本節以 SkypeIn 作為 Phone-to-PC VoIP 服務的代表，說明其運作及所涉及的法規與商業經營環境。Phone-to-PC VoIP 與 PC-to-Phone VoIP 差異極大，最大的差異乃在於 VoIP 業者幾乎沒有任何主導權。撥號時，是由 PSTN 用戶使用傳統電話機撥打 Internet 上的電腦，而使用者的電話機是接在 LEC 的用戶迴路上，LEC 並沒有義務、也無意願將這通電話連上 Internet 上的電腦。我們分別就國際電話及國內 070 網路電話來討論。假設使用者的撥號是：「005 1 317 555 1234」，而 317 555 1234 是美國的一個 Skype 電話號碼。VoIP 業者希望此通電話如同圖 5 所示由台灣的 LEC 協助上車將語音訊號經由 Internet 由台灣直接送至受話者的電腦上，但此種連接方式在商業上不太可能實現。當 LEC (中華電信) 收到撥號後，將此通電話經由網路互連連到 IXC (亞太電信) 的網路上，而 IXC 會將此通電話當作一般的國際話務，透過其國際 gateway 經由其國際海纜連上美國的 PSTN 網路，再由美國的 IXC 轉到 Internet 上，如此，這通電話仍然以傳統國際電話計費，無法獲得 VoIP 節省國際電話費用的好處。像圖 5 這種理想情況，由 IXC 將其上車至 Internet 的連接方式在商業上是不太可行的，IXC 不太願意與 VoIP 業者簽約協助使用者上車使用 Phone-to-PC VoIP 服務而侵蝕其自身的國際電話業務。

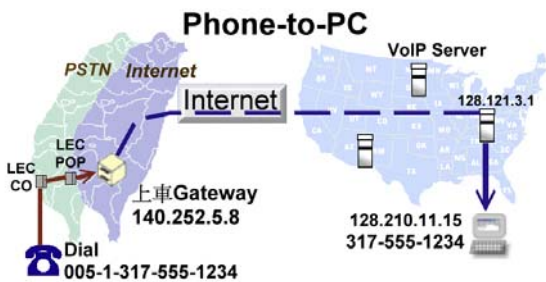


圖 5 國際 Phone-to-PC 連接方案一

另一個方式，是由 Skype 公司(或我國的 VoIP 公司)向我國申請電信經營執照變成電信業者[1]，並申請核配 070 電話號碼，並建置上車 gateway，並以電信業者的身份與我國的各電信公司簽訂網路互連合約並實際建置網路互連與上車設備（或與上車業者簽約委託代為上車），而世界各地的使用者向 Skype 申請我國的 070 電話號碼，SkypeIn 就可以讓我國 PSTN 上的電話經由 Internet 撥打到世界各地擁有 070 電話號碼的 SkypeIn 用戶了，如圖 6 與 7 所示。

除了上車問題之外，尚須考慮商業經營面的可行性。根據前節的分析，作為電信業者應該承擔的義務包括平等接取、普及服務、緊急電話服務、通訊監察事項，雙身份證件之核對等。此外，網路互連協議之談判與建置不但麻煩也會大幅增加營運成本，最後，VoIP 業者只能以成本計價向 LEC 要求接續費，龐大的投資與居高不下的營運成本(例如設立據點接受門號申辦)使得 Phone-to-PC 的商業可行性變得極低。經由以上的詳細說明，應可瞭解經營 Phone-to-PC VoIP 服務的困難度，所謂的「下車容易上車難」，可見一斑。

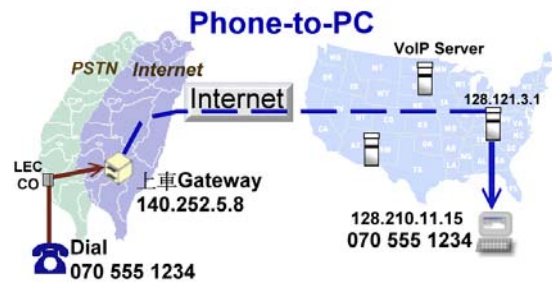


圖 6 國際 Phone-to-PC 連接方案二

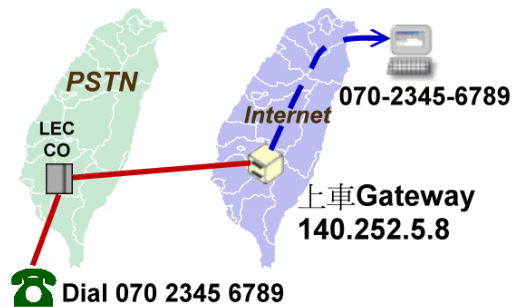


圖 7 國內 Phone-to-PC 連接方案

五、電信業者應負擔的義務

在電信法的規範下，電信業者必須承擔一些義務，例如：普及服務、緊急電話服務、國安監聽(通訊監察事項)等，具有可提供用戶號碼之 VoIP 電信業者自也不能自外於此。本節將針對特別困難的幾項稍作說明。

5.1 緊急電話服務

第二類電信事業管理規則第十六條之二規定，提供網路電話服務之電信業者應提供緊急電話服務，並於技術可行情況下依主管機關要求提供緊急電話發話者的位址[4]。

VoIP 電話要提供緊急電話服務至少有兩個難以克服的缺點，其一是 VoIP 設備的可靠度(或可用度，availability) 遠低於傳統電話的 99.999%，其二是難以即時提供發話者的位置。當沒有電源時，配有

電話號碼的電腦或VoIP gateway 根本無法運作，即使電源正常，網路也時有斷線之可能，而網路即使正常，VoIP 軟體也不一定正常運作，換言之，VoIP電話的可靠度遠低於傳統的PSTN 電話。此外，當有緊急事故時，例如遇到搶匪或心臟病突發，撥電話者可能無法與受話者正常的溝通提供自身的位置，受話者必須能盡快找到發話者位置。而傳統固網電話因位置固定，幾乎不需額外成本即可提供此項功能。但VoIP 電話如要提供定位功能，必須由VoIP 業者與網路業者(例如提供ADSL服務的業者)密切合作才能達到。但如果使用者的上網位置不固定(這是VoIP 的賣點之一)，一個使用者可能從家中利用HiNet上網、在辦公室利用TANET上網、在咖啡店利用HiFly上網，一個VoIP業者如何能夠保證跟所有的網路業者保持密切合作即時交換定位資訊?再者，許多網路電話是利用P2P方式由發話端的電腦將語音封包直接傳送給接收端，並未經過交換機或伺服器，而且中間可能經過防火牆、NAT、STUN 伺服器等層層關卡，使得收話端所看到的發話者IP位址可能是經過層層轉換而得的，更讓即時追查發話者位置難上加難。因此VoIP 很難提供此項功能。基於以上兩個難以克服的困難，在有生命危險的緊急情況下，VoIP電話實在難以依靠。我國電信法因考量到實際的技術障礙並未要求VoIP 提供與傳統電話同樣可靠的緊急電話服務，僅規定必須將緊急電話與傳統電話服務之差異比較載明於營業規章並告知消費者。

5.2 國安監聽與發話來源追蹤

我國「通訊保障及監察法」規定，電信業者有義務提供介面設備讓國安單位在法院授權下進行特定電話的監聽[3]。而且電信業者必須提供協助追查訊務的相關資料，包括：被監聽者基本資料、發話及受話端號碼、通信時間、通信內容等。即使在美國，自從發生 911 事件之後，網路監聽也獲得法院的支持了。上節已經提到 VoIP 提供即時定位資訊的困難，雖然定位資訊在離線狀態比較簡單，但是仍然相當複雜。而監聽方面，因為許多網路電話是利用 P2P 方式傳送封包，並未經過交換機或伺服器，在技術層面上必須進行大幅度的架構整建才能順利進行監聽，如此勢必大幅增加 VoIP 業者的建置及營運成本。

5.3 電話門號申請之身分查核

國內現在以電話進行詐欺的事件日趨嚴重，政府為求防範，規定用戶必須以雙證件申請電話號碼，電信業者負有核對之責。對於在台灣擁有數十萬甚至數百萬客戶，並於各大小鄉鎮設有服務據點的電信業者而言，本就有面對面處理電話申裝事宜的能力，並不需大幅增加成本即可應付。

但對於一切都仰賴網路供世界各地的使用者進行門號申請的 VoIP 業者而言，並無能力應付此種要求，即使能力可及，但以低價為訴求的 VoIP 又如何能壓低成本經營 Phone-to-PC 的 VoIP 服務?

5.4 VoIP 網路互連中的品質問題

先前已有說明電信業者在網路互連的談判中所遇到的重重問題，而 VoIP 服務還有另一個因品質而發生的問題。現有 VoIP 服務之通話品質和 PSTN 尚有差距，當一通電話經過 PSTN 轉接之後如發生品質問題時，如何釐清責任?根據網路互連管理辦法的規範，互連雙方網路都必須提供相當程度的品質保證，如果 VoIP 業者無法保證達到網路互連管理辦法中指定的品質，PSTN 的一方可以因此拒絕互連，VoIP 的品質問題在網路互連的路上又增加了一個障礙。

六、結語

VoIP 利用封包網路傳送語音訊號，不但可以大幅降低長途電話費用，更開創了創新應用的空間，對於電信市場已經產生了價格破壞的深遠影響。但是目前僅限於不牽涉電信法規的 PC-to-PC 及 PC-to-Phone 兩種 VoIP 服務，如果要提供 Phone-to-PC VoIP 服務，仍有重重的障礙。這些障礙表面上是電信監理法規所造成的，實際上是因為電信網路必須網路互連的特性所造成的。小規模的 VoIP 公司很難獨力經營 Phone-to-PC 的業務。

參考文獻

1. 電信法, http://www.ncc.gov.tw/chinese/law_detail.aspx?site_content_sn=186&is_history=0&law_sn=766&sn_f=1067.
2. 電信事業網路互連管理辦法, http://www.ncc.gov.tw/chinese/law_detail.aspx?site_content_sn=189&law_sn=142&sn_f=1347&is_history=0.
3. 通訊保障及監察法, <http://law.moj.gov.tw/Scripts/Query4A.asp?FullDoc=all&Fcode=K0060044>.
4. 徐國根, "網路電話服務監理架構," www.ipox.org.tw/download.phpfile=admin/meetingdoc/01070qsfqh.ppt.
5. 連耀南, "我國電信自由化-固網規劃風雲," 台灣經濟月刊, vol. 22, no. 1, Jan. 1999, pp. 82-89.
6. ITU-T Recommendation D.140 Amendment 3, "Accounting Rate Principles for the International Telephone Service," <http://www.itu.int/rec/T-REC-D.140-200311-I!Amd3/en/>.