

# 網路電話服務建置與推廣:以交通大學經驗為例

蘇俊憲 陳昌盛

國立交通大學資訊技術服務中心

chsu@mail.nctu.edu.tw, cschen@mail.nctu.edu.tw

## 摘要

網路電話相關應用在台灣各校園已經發展多年，但因缺乏互連互通機制，以致無法提升網路電話的效益，近兩年由於 TANet (Taiwan Academic Network)校園網路語音交換平台形成，效益才逐漸顯現。本文探討交通大學更新校內的網路電話系統的過程，以及分享推動 VoIP (Voice over IP)的經驗。以本研究進行期間為例，本校透過 5 月份教育訓練與一連串的宣導活動，6 月份的總通話量較 5 月份成長了 11165 秒，6 月份在撥出校外的時間成長了 1362 秒，在校內互打方面成長了 6238 秒。其次，建置網路電話系統時，除了必備的系統功能外，使用者最在意的是容易上手，為了盡力達成這個要求，建議可以透過 ENUM (Telephone Number Mapping)來讓使用者根本不知道所使用的是網路電話。

**關鍵詞：**網路電話,VoIP, TANet 校園網路語音交換平台, ENUM。

## 1. 前言

台灣學術網路(TANet)網路電話交換中心於民國 96 年 11 月正式啟用，其主要目標為統合 TANet 各級學校的網路電話(VoIP, Voice Over Internet Protocol)服務，建置整體網路語音交換平台，提供各縣市及大專院校網路電話連接平台的維運，協調統合網路電話建置規範並提供營運模式，收集資訊並評估網路電話服務品質。

交通大學於民國 94 年 9 月時，建置了第一代的網路電話系統，在當時添購了 IP PBX 以 E1 電路連接到交大傳統總機，IP PBX 也提供了 SIP Proxy 功能，使用者可以利用 IP Phone 或 Soft Phone 註冊在 SIP Proxy 上，連接總機的話機與網路電話之間可以互通，但是並無校際之間互相通話的功能。由於此系統並不支援 NAT 穿越(NAT Traversal)，導致話機在 NAT 環境中無法順利建立通話，另外也不支援 ENUM 查詢，加上 TANet 網路電話交換中心正值大力推廣之際，便開始著手更新交通大學校園網路電話系統，與 TANet 網路電話交換中心互連、支援 NAT 穿越、支援 ENUM、加強網路電話號碼管理等功能。

因此本論文的研究重點在於指出，由於各校之間頻寬的增加，網路電話技術的精進，目前所建設

的網路電話系統，已不像以前的網路電話系統問題重重，不能讓人所接受了。交通大學的第二代網路電話系統，結合 LDAP 認證，提供 e 化申請號碼與開通號碼功能，系統並支援 NAT 穿越，減少在 NAT 下無法建立通話的問題。並且也會討論到，與 TANet 網路電話交換中心之後，由使用者的撥號習慣與通話的統計中發現，ENUM 將可能會提升網路電話的使用率。

本論文接下來的內容架構中，第二節將介紹 TANet 網路電話的相關研究。第三節將介紹交通大學第一代與第二代的網路電話架構，以及號碼管理方式與其他功能。第四節進一步探討建置網路電話系統之後，通話量的比較與分析。最後，第五節為本論文的結論與未來展望。

## 2. 相關研究

### 2.1 台灣 SIP/ENUM 應用試驗建置計畫

自民國 92 年開始，台灣 SIP/ENUM Trial 應用試驗建置計畫[1]在台灣學術網路中試營運，在計畫執行期間，註冊人數超過 35,000 人，至民國 94 年 11 月為止，產生的總通話數量為 338,550 通，總通話時間為 565 天 23 小時 15 分 55 秒。此計畫的成果提供了政府部門將來決策的參考，也因此促成了將 SIP/ENUM trial 的成果轉移至台灣學術網路上(TANet)，由教育部電算中心成立 TANet 網路電話交換中心，繼續提供學術界網路電話服務，並協助各區縣網中心、大專院校、高中職、中小學等學校導入網路電話服務。

### 2.2 TANet 網路語音交換平台

教育部電算中心於民國 96 年 11 月正式啟用 TANet 網路電話交換中心，主要的任務為建置 TANet 網路語音交換平台，統合現有 TANet 各連線學校的 VoIP 應用服務，各個學校之間的 VoIP 可以互通，節省電話通話費。目前整個網路語音交換平台架構如圖 1 所示[2]，以 TANet 網路語音交換平台為中心，向外延伸到大專院校、區域網路中心、縣市教育網路中心、教育部六大辦公室，中小學可以與縣市教育網路中心互連，而高中職可以與縣市教育網路中心或區域網路中心互連，最後縣市教育網路中心與區域網路中心跟網路語音交換平台互連，達成各區的網路電話可以互通的架構。

TANet 網路語音交換平台除了 TANet 轄下學校之間的互連之外，同時也跟 IPOX[3] 以及國內外的網路語音交換中心互連，擴大了網路電話互通的範圍，其中有個誘人的因素為：通話皆為免費。由於 TANet 網路語音交換平台所使用的號碼為前置碼 9 開頭的八碼數字[4]，例如教育部與交大的網路電話前置碼分別為 900-xxxxx 與 929-xxxxx，當使用者要撥打電話到交大時，通常會撥打交大代表號 03-5712121，而不會想到要撥打交大的網路電話代表號 929-88888，這是因為大家已經習慣使用真正的電話號碼，而不會特地去記網路電話號碼，因此為了不改變使用者的撥號習慣，所以就有 ENUM 的機制出現，透過電話號碼映射的方式，將電話號碼轉換成網路電話號碼，在下一節將會介紹 ENUM 機制。

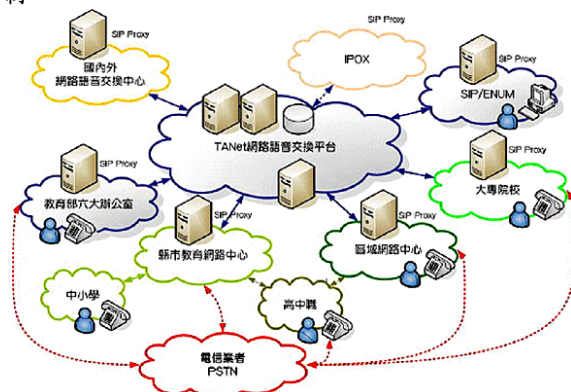


圖 1 TANet 網路語音交換平台架構圖

## 2.3 ENUM 簡介

ENUM(IETF RFC 2916)[5]又叫做電話號碼映射(Telephone Number Mapping)[6]，目前已成為傳統電信電話號碼 (ITU-T E.164)與網際網路電話位址間轉換的標準。網路電話相關的技術已經發展好幾年了，但是卻一直無法普及於一般家庭，其中，很重要的原因在於使用者的使用習慣及網路電話號碼的編碼方式與傳統電話完全不同，使用者根本不可能再記憶另一支網路電話號碼。因此有了 ENUM 之後，使用者撥打傳統電話號碼，就可以自動轉接到網路電話的設備，而不用再去記憶網路電話號碼，ENUM 所採用的方法為類似 DNS 的網域名稱查詢方式。

舉例來說，當使用者撥打交大總機代表號 03-5712121，交換機會按照 Dial Plan 繞送到提供服務的 SIP 伺服器，SIP 伺服器發現這是一個提供 ENUM 服務的號碼，就會到 ENUM 伺服器做位址查詢的動作，所得到的位址為 sip:92988888@sip.nctu.edu.tw，SIP 伺服器就會依據所收到的資訊，撥打網路電話到目的端，使用者就會聽到交大總機的導覽提示音。

## 3. 交通大學網路電話建置說明

### 3.1 交通大學第一代網路電話架構

交通大學於民國 94 年 9 月時，建置了第一代網路電話系統，架構如圖 2 所示，在當時，添購了 IP PBX 以 E1 線路與交大總機連線，此台 IP PBX 提供了 100 門 SIP 網路電話號碼，校內使用者申請號碼之後，可以使用硬體式網路電話話機(SIP Phone)或軟體話機(Soft Phone)註冊到 IP PBX 中，此話機就像是校內的分機一樣，一般的傳統話機與網路電話話機可以互相撥打通話。尤其是當教授或主管在外出差時，臨時有事想與校內的人員連絡，可以使用此網路電話撥回校內分機通話，可以免除長途電話費的支出。到後期，時常接獲網路電話報修處理的案件，原因大部分為無法建立通話或無法聽到對方的聲音等等，經查證之後原因為，使用者的網路電話是在 NAT 的環境中使用，然而 IP PBX/SIP Proxy 並沒有支援 NAT 穿越之功能，導致使用者使用上的不方便，也造成管理者很大的困擾。

NCTU VOIP 架構圖-舊

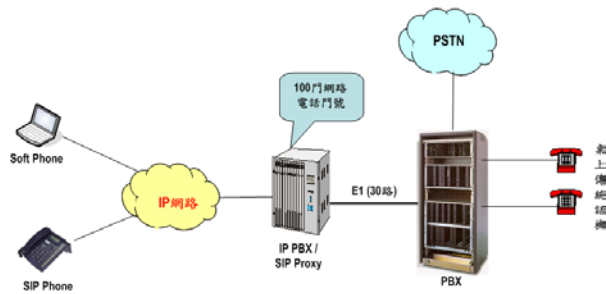


圖 2 交大第一代網路電話架構圖

### 3.2 交通大學第二代網路電話架構

交通大學於民國 97 年開始準備更新網路電話時，考慮到以下幾點因素，為未來網路電話建置時的主要目標，如表 1 所示：

表 1 網路電話建置參考目標

項目	內容
1.系統容量	增加網路電話 SIP 帳號的註冊容量
2.結合總機	與學校總機連線，網路電話可以撥入傳統分機，傳統分機也可以撥到網路電話
3.互通互連	與 TANet 網路語音交換平台互連，撥打電話到其他學校皆透過網路
4. ENUM	支援 ENUM 功能，不改變使用者撥號習慣
5. Web Call	提供 Web Call 功能，透過瀏覽器撥打校內分機
6. NAT 穿越	支援 NAT 穿越，減少語音不通之問題
7.號碼申請	建立網路電話號碼線上申請機制，從申請到啟用的過程皆 e 化

因此，交通大學網路電話的架構，如圖 3 所示，在硬體設備方面，添購了一部 SIP Proxy Server 與 IP PBX 串接，SIP Proxy 透過網路與 TANet 網路語音交換平台連線，而 IP PBX 也升級了 SIP Trunk 功能，提供了 30 路的語音通道，IP PBX 與 PBX 之間以 E1 介面連線，因此分機(例如 52808)可以透過網路電話撥打到其他學校，而其他學校也可以利用網路電話，撥打到交大的分機。教職員若是有在外地出差，則是可以利用 IP Phone 或者 Soft Phone 以申請的網路電話號碼，透過網路註冊到交大的 SIP Proxy，註冊成功後，就可以直接撥打校內分機，都不會有負擔電話費用的問題。對於非屬於學校人員的使用者，交大也提供了 Web Call 服務，使用者電腦安裝了耳機與麥克風之後，可以透過瀏覽器直接撥打校內分機，撥打畫面如圖 4 所示。交通大學網路電話詳細的使用方式可以參考以下網址：<http://voip.nctu.edu.tw>。

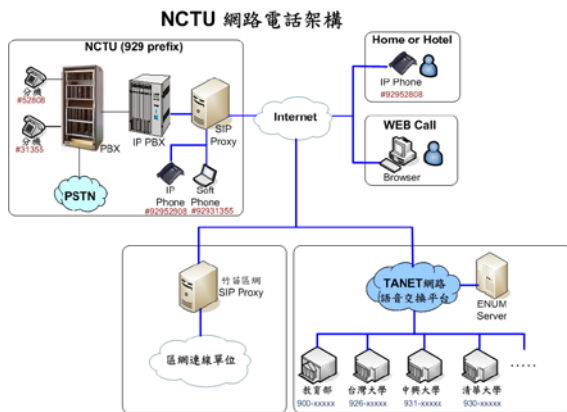


圖 3 交大第二代網路電話架構圖



圖 4 Web Call 畫面

### 3.3 交大網路電話編碼原則

在 TANet 網路語音交換平台上，交通大學所分配到的前置碼為 929，又剛好交大校園的分機號碼

長度為 5 碼，加上前置碼剛好為 8 碼，符合 TANet 網路語音交換平台 8 碼的規範，因此交大每支分機皆有 TANet 網路電話號碼。例如，某教職員的分機號碼為 52808，則此分機的網路電話號碼為 929-52808，若校外單位以網路電話撥了 929-52808，則除了網路電話 929-52808 會響鈴之外，校內分機號碼 52808 也會響鈴。

### 3.4 網路電話號碼管理

當網路電話建置時，從管理面來看，網路電話號碼的管理是最重要的一環，交大的網路電話號碼申請系統的登入認證採用，校園單一入口的 LDAP 認證，登入系統時只需輸入校園單一入口的帳號與密碼，不需要再額外申請帳號密碼，登入畫面如圖 5 所示。

此外，此系統也結合了校內的人事共同資料庫與分機資料庫，系統可以取得姓名、服務單位與分機等資料，最重要的是可以充分地掌握人員是否在職或離職，若是離職，就系統就會把號碼回收，其管理畫面如圖 6 所示。



圖 5 網路電話號碼申請系統登入畫面



圖 6 使用者管理畫面

## 4. 網路電話通話量分析

### 4.1 網路電話通話紀錄 (CDR)

交通大學網路電話系統，同時提供 CDR(Call

Detail Record)查詢與下載，管理者可以透過網頁觀看 CDR 中的記錄，如圖 7 所示，我們可以看到撥出與撥入號碼、號碼收容位置(可以分辨號碼位於交換機或 SIP Proxy)、通話起始時間與掛斷時間、通話秒數、通話 IP 與被叫 IP，或透過管理介面下載成 Excel 檔案，進而統計更詳細的網路電話通話量。

序號	機房號碼	收容位置	號碼分機	號碼IP	通話秒數	撥打時間	撥通時間	掛斷時間	撥出IP	撥入IP	錄音	備註
1	20100711094743-0198-000897-1		140.113.2.791	123.195.2.4.28	12	10:07:11	10:07:11	10:07:11	09:47:43	09:47:56	0	0
2	20100711094723-0197-000896-1		163.28.2.7	123.195.2.4.28	7	10:07:11	10:07:11	10:07:11	09:47:23	09:47:27	0	0
3	20100709151325-0115-000880-1	01	140.113.2.791	163.28.2.7	7	10:07:09	10:07:09	10:07:09	15:13:25	15:13:49	0	0
4	20100709142216-0112-00087D-1	00	163.28.2.7	140.113.2.791	33	10:07:09	10:07:09	10:07:09	14:22:16	14:22:18	0	0
5	20100708234930-0154-00086B-1		163.28.2.7	134.32.23.1.8	20	10:07:08	10:07:08	10:07:08	23:49:30	23:49:54	0	0
6	20100708234830-0153-00086A-1		140.113.2.791	134.32.23.1.8	14	10:07:08	10:07:08	10:07:08	23:48:30	23:48:52	0	0
7	20100708234525-0151-00086B-1		163.28.2.7	114.43.19.6.125	19	10:07:08	10:07:08	10:07:08	23:45:25	23:45:57	0	0
8	20100708234513-0150-000867-1		140.113.2.791	114.43.19.6.125	7	10:07:08	10:07:08	10:07:08	23:45:13	23:45:41	0	0
9	20100708234099-0149-000866-1		140.113.2.791	114.43.19.6.125	18	10:07:08	10:07:08	10:07:08	23:40:09	23:40:28	0	0

圖 7 CDR 查詢與下載頁面

如前述說明，透過整理系統上 CDR 的資料，我們可以得到如圖 8(民國 99 年 1 月 8 日到 7 月)，總通話秒數之統計資料。由圖 8 的數據，我們可以看到，除了 2 月份(農曆春節)與 4 月份(交大約一週的春假)，總通話量比較低之外，實際上 1-6 月份的總通話量是逐月穩定成長。另外，觀察到 7 月份已進入到暑假期間，因此圖上看起來通話量會比 6 月份少。

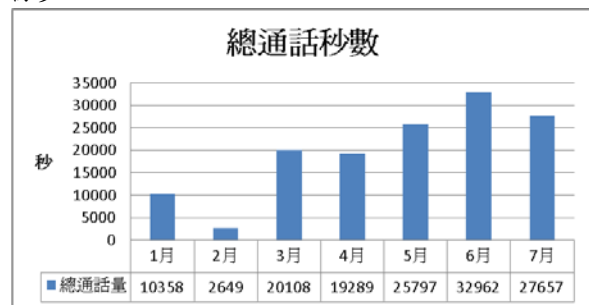


圖 8 總通話秒數統計

其次，除了通話時間之外，從 CDR 資料中，也可以統計整理出每個月通話次數。如圖 9，我們可以發現，除了 2 月份為農曆春節假期以及日曆 28 天(較其他月份短)，而出現較少的通話數之外，每個月的通話次數大致上是呈現逐月成長之趨勢。然而比較特別的是，圖 9 中的數據，3 月份通話數高達了 341 件，有突然增多的現象，經過詳細地研究 CDR 之後發現，通話時間低於 10 秒的數量較多，甚至有時間為 1-2 秒的通話紀錄，這些都是測試網路電話連線所造成的記錄，測試的項目分別有，校外撥入到交大的測試電話、交大撥打的測試電話與 Web Call 撥打的測試電話。

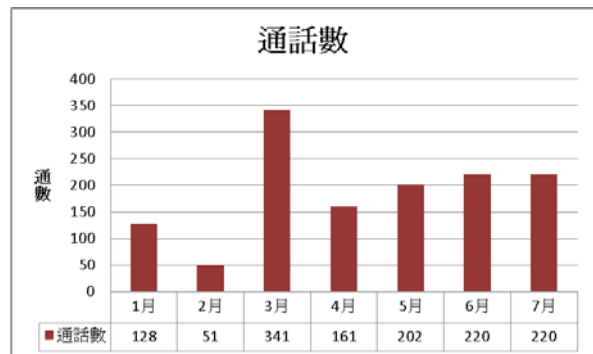


圖 9 通話數統計

另一方面，如果按照用戶撥打網路電話的性質，我們更進一步深入整理 CDR 的資料，將上述的通話量可以更細分為『校外撥入』、『撥出校外』、『校內互撥』三大類(如表 2 所示)。

表 2 通話分類

項目	內容
1.校外撥入	其他單位或學校透過網路電話撥入
2.撥出校外	透過網路電話撥出到其他單位或學校
3.校內互撥	校內透過網路電話互撥

按照這個區分原則，我們可以將圖 8 的資料再細分，如底下的圖 10(資料蒐集時間: 1 月 8 日到 7 月)，更詳細的通話量。

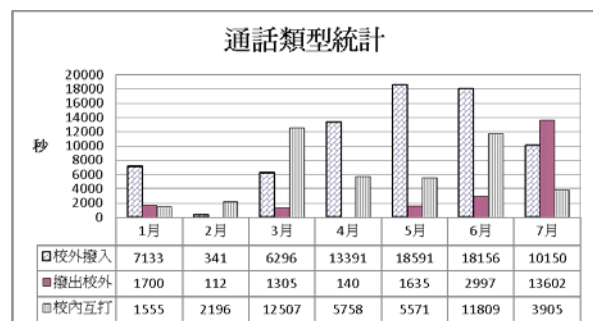


圖 10 通話類型統計

首先，在『校外撥入』方面，初期的使用率偏低。主要原因在於，當時校外用戶如要透過各校網路電話外撥到交大用戶的網路電話，則必須先另行撥打一組交大專用的網路電話號碼(929-xxxxx)。這對多數的使用者來說，要改變平常慣用撥打 PSTN 電話的習慣，另行再多記憶一組號碼，的確有一些困擾。多數人不會選擇這樣利用網路電話。

交大於 2 月 26 日左右，配合教育部 TANet 語音交換平台，在 TANet 的 ENUM 系統設定好 ENUM 的對應(03-5712121→929-88888)，校外學校可以透過 ENUM 查詢到交大網路電話總機號碼 929-88888，因此 3 月份之後，從校外撥入的網路電話通話量明顯增加，這一部分可以從圖 10 中清楚看到，7 月份因為已經進入到暑假，各校之間連絡

的機會變少，因此通話秒數也因此降低。

其次，『校內互撥』大多是老師或教職員，在家中或出差時，利用網路電話撥打回學校連絡事情。根據 CDR 所整理的統計資料，校內互撥是第二多的通話模式，主要的誘因在於使用者雖然不在校內，但因不用再支付額外電話費，就可使用網路電話輕鬆地連絡學校相關人士，處理學校事務。其次，在網路電話開放使用之後，有使用者遇到傳統電話分機故障的事件發生，還可以用網路電話充當緊急的分機來連絡工作的事務。

目前所看到通話量較少的是『撥出校外』這一個類別，其原因跟多數人使用電話習慣有相當的關係。一般而言，校內使用者撥打到校外時，在他們的認知中，就是撥打公眾交換電話網路(PSTN)號碼，很多人並不知道可以撥打網路電話，或者不記得校外人士的網路電話號碼，因此撥打到校外的通話量才會比較少。圖 10 中 7 月份『撥出校外』的秒數大幅增加的原因為，某幾通撥出校外的通話秒數特別高，最高達到 2274 秒(37 分鐘)，代表通話品質尚屬穩定，用戶並不排斥使用網路電話。

如同前面的說明，這一部份將必須仰賴各個連線學校都能在相關的 ENUM 系統 (TANet ENUM 或各校自建平台)登錄完整的網路電話對應 ENUM 資訊以及建置並啟用具有 ENUM 查詢功能的 IP-PBX 或 SIP Proxy。這一部份，也是本校未來持續努力的目標。

## 4.2 網路電話校內推廣說明會

為了提升通話量，交通大學在 5 月 28 日時，舉辦了網路電話推廣說明會。針對與會的校內用戶，我們說明了如何利用網路電話來降低電話費的支出，也教導網路電話撥出與撥入的方法，其成效反應在六月份中的通話量統計資料中。在圖 8 中，6 月份的總通話量較 5 月份成長了 11165 秒，在圖 10 中，6 月份的撥出校外與校內互打，皆比 5 月份有著顯著的成長，在撥出校外的時間成長了 1362 秒，在校內互打方面成長了 6238 秒。

## 4.3 建置更完善的 ENUM 支援環境

建置及推廣網路電話的最主要的觀念，是以不改變使用者的習慣為出發點，使用者覺得不方便，就不會想要使用網路電話了。

這裡要補充說明的是在圖 10 中，撥出校外的通話量較其他類型的少。如 4.1 節的分析說明，其原因為使用者並不會特地記憶其他單位的網路電話號碼，撥打到其他單位還是習慣性撥打 PSTN 號碼，若要解決此問題，可以透過 ENUM 來提升通話量(這一部分也有賴於 TANet 語音平台參與的學校共同努力)。有了 ENUM 功能的支援，就可以不用改變使用者的撥號習慣，但是實際上，後端的通話卻是由 PSTN 改變成網路電話，不僅可以大大地提升網路電話的通話量，預計可以省下不少的電話

費。

最後，在使用 ENUM 的同時，也要考慮到當對方網路電話無法撥入時，必須要切換到公眾交換電話網路，避免撥不出去的情況發生。在網路電話使用率成長的同時，一定會遇到頻寬不足的問題，尤其是在骨幹網路上做到 QoS(Quality of Services)，這是未來需要努力的目標。

## 5. 結論與未來展望

網路電話相關技術已經發展好幾年了，在教育部電算中心成立網路語音交換平台之前，各校自建的網路電話系統並沒有互連互通，無法提升建置網路電話的效益，一直到了成立網路語音交換平台之後，各校之間的資源慢慢統合，相繼互連到此交換平台，漸漸形成了一個大型的交換中心。交通大學也趁此時機，更新校內的網路電話系統，並與成立網路語音交換平台互通。本論文重點在整理本校建置網路電話及推廣過程的經驗與對策，以期能提供給有興趣但尚未建立相關網路語音平臺的單位做為參考。

建置及推廣網路電話的最主要的觀念，是以不改變使用者的習慣為出發點，使用者覺得不方便，就不會想要使用網路電話了。根據我們近半年的觀察(網路電話記錄 CDR)，本校用戶在撥出校外，這一個通話模式，使用率尚屬偏低，主因還是在於網路電話系統的環境建置尚無法配合多數用戶的使用習慣。因此，為了不改變使用者的撥號習慣，來提高撥出校外的通話量，我們將會持續改善並推廣使用 ENUM 功能。最後，在網路電話使用率成長的同時，一定會遇到頻寬不足的問題，尤其是在骨幹網路上做到 QoS(Quality of Services)，這是未來需要持續努力的目標。

## 參考文獻

- [1] 台灣 SIP/ENUM 應用試驗建置計畫, <http://opm.twnic.net.tw/5th/doc/keynote/k1.pdf>
- [2] 台灣學術網路校園網路語音交換平台, <http://voip.tanet.edu.tw/>
- [3] IPOX-網路電話互聯互通聯盟, <http://www.ipox.org.tw/>
- [4] 編碼原則 (TANet 網路語音交換平台), <http://voip.tanet.edu.tw/about02.asp>
- [5] ENUM, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>
- [6] 未來的通訊整合服務 ENUM, [http://www.2cm.com.tw/coverstory\\_content.asp?s\\_n=0701010061](http://www.2cm.com.tw/coverstory_content.asp?s_n=0701010061)