

3G與WLAN網路互運 通用存取標準之研究

A Survey for GAN : A Generic Access Standard for 3G and WLAN Interworking

林 風 Phone Lin
鄭欣明 Shin-Ming Cheng
黃培棠 Pei-Tang Huang
鄭枸瀝 Jeu-Yih Jeng
陳元凱 Yuan-Kai Chen

Abstract

During the past few years, the cellular operators upgraded their infrastructure toward Third Generation (3G) systems (i.e., the Universal Mobile Telecommunication System – UMTS) to support high data rate and higher user mobility. On the other hand, the popularity of Wireless Local Area Network – WLAN is rising, which offers high data rate with low price within hot-spot areas. The integration of existing cellular systems with complementary wireless access technologies are expected to provide ubiquitous wireless communications at high data rates and a large variety of services with variable bandwidth and QoS requirements. At the end of 2003, 14 cellular operators and equipment vendors specified Unlicensed Mobile Access – UMA, and published it in Sept. 2004. UMA is expected to support mobile communications service and value-added services through the high-speed and low-price IP network. The UMA specification is formally included in the working item of 3GPP “Generic Access (GA) to the A/Gb interface” in April 2005. In this article, we give an overview of the most recent architectures for integrated WLAN/ Cellular network, and then address GA network in details. Finally, we discuss issues that should be addressed in the future.

摘 要

近年來，電信業者紛紛將其行動網路提昇至3G系統（即Universal Mobile Telecommunication System; UMTS），以提供較快的資料傳輸速度且支援較高移動性管理的能力；另一方面，無線區域網路(Wireless Local Area Network; WLAN) 越來越普及，其能提供高速且價格低廉的無線傳輸服務。將現有的電信系統與互補的無線網路存取技術整合期望提供高速且普及的無限通訊與擁有不同頻寬以及服務品質的各樣化服務。2003年底，14 家電信營運及設備廠商聯合制定非授權頻帶無線存取技術(Unlicensed Mobile Access; UMA)，並於2004年九月發表，期望讓用戶能透過高速、低價的IP網路使用行動語言服務及其他增值服務。該規範於2005年四月正式納入3GPP“Generic Access (GA) to the A/Gb interface”工作項目。本文介紹近年來所提出雙網整合架構，再深入介紹GAN網路，最後我們討論在未來應該被著重的議題。

1.前言

使用者對行動裝置 (Mobile Station; MS) 的需求與日俱增，各式各樣的無線網路快速成長，許多的研究發展以及標準制定在這個領域裡如火如荼地展開。未來的無線網路希望能提供使用者隨時隨地都能使用的全面性服務，不同的無線網路技術也會慢慢整合成一個大型的異質網路。為了達到這個目的，行動裝

置必須使用多種無線電技術來存取不同的網路，無線電技術的整合因此成為一項重要的議題。在眾多不同的無線電技術中，WLAN無線區域網路與3G行動通訊網路的整合是最被各界所看好的。

3G行動通訊網路與WLAN在本質上有許多不同，表1列出這些不同點：3G行動通訊網路經過長期的發展演進，目前已能提供極高的涵蓋範圍，讓使用者不受地域的限制，隨時隨地都能使用行動服務，此外，3G網路還擁有優越的使用者移動性管理及服務品質 (QoS) 保障機制。另一方面，WLAN無線區域網路具有低成本及高頻寬的優點，普及率越來越高，而且WLAN使用非授權頻帶，使用上無需支付執照費用，同時也提供了比3G更高的上下傳頻寬，不過在移動性管理及認證付費機制上不及3G系統來得健全，涵蓋範圍也小很多。這兩種網路之間的互補性顯而易見。

表1. 3G與WLAN比較表

	3G	WLAN
穿透力	好	差
無線電範圍	大	小
資料安全性	強	弱
傳輸速率	低	高
裝置安裝花費	高	低
頻譜費用	貴	免費
移動性支援	高	低

讓這兩個具互補性的網路技術能相輔相成的整合方式有很多，如果以系統架構整合點的角度來分類，有三種可能的方案：

- 於閘道整合封包無線電服務支援節點 (Gateway GPRS Support Node; GGSN) 之後整合
- 於UMTS核心網路 (Core Network; CN，例如GGSN或是服務整合封包無線電支援節點 (Serving GPRS Support Node; SGSN)) 中整合
- 於UMTS存取網路 (例如無線電網路控制器 (Radio Network Controller; RNC)) 中整合

[29] 針對上述方案定義了三種整合架構，分別為鬆散耦合 (Loose Coupling)、緊密耦合 (Tight Coupling) 與極緊密耦合 (Very Tight Coupling) 三種，如圖1所示。

- 鬆散耦合 (Loose Coupling) 架構：WLAN不直接連接到3G網路中，而

是透過Internet再與3G網路介接。兩個網路各自用不同的機制與協定來處理認證、行動性管理及計費等問題；而WLAN上的資料也不會經過3G網路傳遞，兩邊互不影響。兩網路可能是透過新的閘道器 (Gateway) 節點，來達到整合之目的。這種方式不必更動到原網路內部的節點，整合的複雜度不會隨著想要整合的異質網路個數而增加。

- 緊密耦合 (Tight Coupling) 架構：將WLAN視為另一種3G的存取網路 (Access Network; AN)，直接連接到3G核心網路中。在這種情況下，WLAN與3G網路會使用相同的認證、計費及移動管理等機制。需要新增一個網路節點，扮演等同於

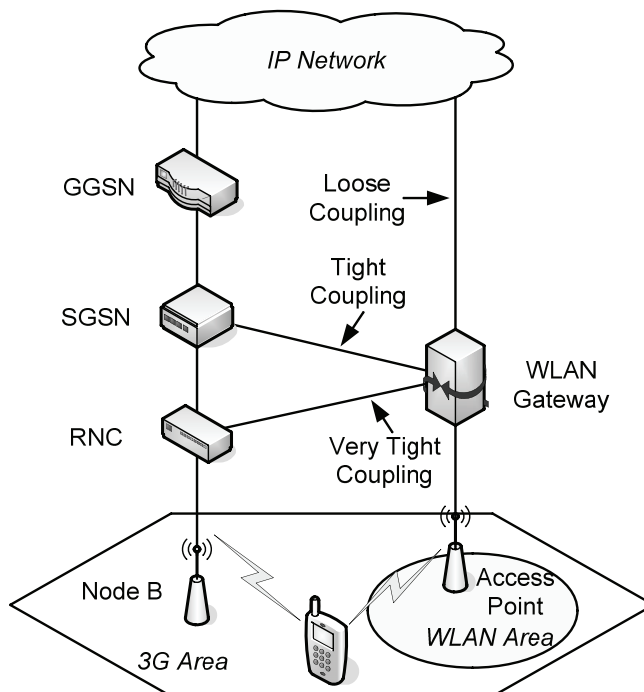


圖1. 雙網整合網路架構

RNC的角色，負責WLAN與3G核心網路間的互通。

- 極緊密耦合 (Very Tight Coupling) 架構：這個架構是把WLAN直接接到3G的無線電網路控制器，做為一種無線電技術的替代方案。

除了可以透過架構來區分不同的整合方式以外，3GPP 22.934 [23] 也透過服務的類型來分類，該報告書提出六種方案 (Scenario)，規定出不同程度的整合條件 (Requirement)，詳述如下：

- 方案一、共用計費與消費者管理：只要提供相同的計費與消費者管理机制即可，其他的功能都不需要考慮。
- 方案二、以3G為主的存取控制與收費：在這個方案中，3G Home PLMN裡需要有一個AAA伺服器，認證處在WLAN的3G註冊者。也就是說，使用者在WLAN下仍然使用3G網路的USIM卡來做認證。在這裡只是讓3G的使用者具有IP連線的能力而已，即表示3G使用者只是透過WLAN上網，而無法使用3G服務。
- 方案三、存取3G的封包交換 (Packet Switch; PS) 服務：方案三的重點是提供3G使用者可以經由WLAN使用3G PS服務的能力。舉例來說，若電信廠商提供使用者WAP或MMS服務，則使用者即使只連接到WLAN，仍然可以使用相同的服務。為了達成這個目標，使用者的資料封包必須透過一個連接WLAN與3G的通道 (Tunnel) 來傳送，還要

提供選項讓使用者選擇要連接到那一個PS服務。

- 方案四、可延續存取3G的PS服務：在這個方案中，除了如同方案三裡提到的要求外，還要維持當使用者由3G移動到WLAN時服務的延續性。這裡的延續性條件並不是很嚴格，只要能滿足以PS服務中服務品質要求較低的幾種即可，例如WAP、MMS、網頁服務等。
- 方案五、可無縫 (Seamless) 延續存取3G的 PS服務：所謂「無縫」，代表使用者無法察覺到切換網路的動作。方案五較方案四要求嚴格，因為要能滿足PS服務中品質要求較高的服務，例如網路電話 (VoIP)。
- 方案六、可無縫行動存取3G的電路交換 (Circuit Switch; CS) 服務：此方案希望3G的CS服務 (一般的電話) 也能夠在WLAN中使用。

3GPP 23.234 [24] 中提出了3G系統與WLAN整合架構的規範，由於此規範是由3GPP所制訂，所建議的整合方式是上面所定義的鬆散耦合架構，即透過封包資料閘道器 (Packet Data Gateway; PDG) 連到WLAN。雖然在理論上可行，但是仍有許多技術上的挑戰必須超越，包括跨兩個網路的無縫交遞 (Seamless Handover)、安全性、共用認證、統一計費、WLAN共享 (共享給數個3G網路) 等問題都必須解決。是不是能提供與原本3G網路一樣的服務品質 (Quality of Service ; QoS) 與一致的服務內容也是一大考驗。

14家電信營運業者及設備廠商於2003年底聯手制定非授權頻帶行動存取技術 (Unlicensed Mobile Access; UMA) [28], 並於2004年九月發表。這是一種緊密耦合的架構, 將目前使用非授權頻帶的無線接取技術 (例如Wi-Fi或Bluetooth) 與3GPP進行整合, 並且已經在2005年將整份規格書提交到3GPP。由於3GPP在鬆散耦合架構下的規範制定已有一段時日, 相關技術研究以及規範制定已趨成熟, 因此3GPP新增一工作項目“Generic Access to A/Gb Interfaces” [26] [27], 將原本UMA一詞更改為通用存取網路 (GAN; Generic Access Network) 繼續制定緊密耦合的異質網路架構。

本文將探討目前緊密耦合架構的發展現況, 尤其是由3GPP所制定的

GAN網路。此外, 我們也會簡介目前現有的鬆散耦合架構網路。期望透過這篇文章讓讀者了解GAN的全盤面貌, 以及使用者在此網路當中操作的流程與步驟。本文後續編排如下: 第二章將介紹鬆散耦合架構中的相關研究; 第三章介紹緊密耦合架構下的研究, 包括GAN架構; 第四章介紹GAN中相關的程序以及運作流程; 第五章提出目前在GAN網路當中發現的一些問題; 最後在第六章提出總結。

2. 鬆散耦合架構

[1] 在2002年提出兩種雙網整合架構, 而3GPP所提出的架構 [26] 為鬆散耦合架構, [24] 建議實際的網路架構圖如圖2所示。

在此圖中我們介紹為雙網整合所

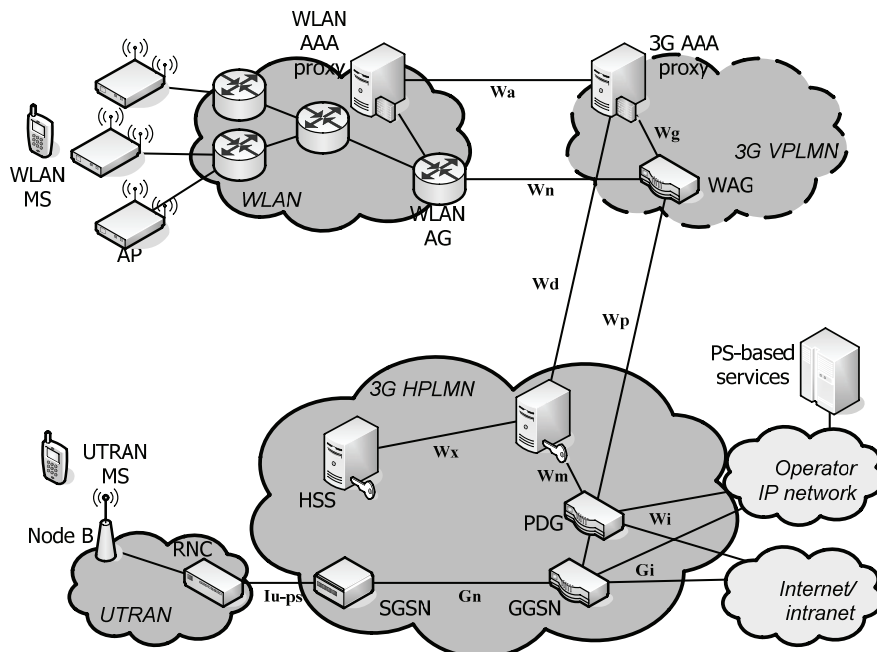


圖2. WLAN/3G鬆散耦合架構

新增的元件，如下：

- AAA 伺服器：在傳統3G網路當中透過HSS來認證使用者 (Authentication)、授權使用者使用服務 (Authorization)、統計使用者所使用的資源以供計費 (Accounting)。然而，WLAN當中需要有相對應的元件，故其引用目前IP網路當中常常使用的AAA伺服器，並且讓AAA伺服器可以與3G網路當中的HSS溝通傳送信令。
- WAG無線存取閘道器：雙網之間的信令可以溝通後，資料也要透過新增的WAG元件傳送，WAG與3G網路當中的PDG連結。
除了元件之外，還有新增的介面：
- Wa介面：透過一安全的方式，在WLAN與3G網路之間傳輸AAA信令，適用的協定有Diameter和RADIUS協定。除了能夾帶認證與授權的訊息外，Wa介面同時也能用來夾帶計費的訊息。
- Wd介面：此介面提供與Wa相似的能力，只是其環境是在3G AAA代理人與伺服器之間，且只有提供Diameter協定。同樣地，Wd除了能夾帶認證與授權的訊息外，同時也能用來夾帶計費的訊息。
- Wx介面：此介面是位於3G AAA伺服器與HSS之間，為Mobile Application Part (MAP)或者是Diameter協定。主要功用是用來存取使用者WLAN的署名，擷取使用者的認證資訊等等。

- Wm介面：此介面是位於3G AAA伺服器以及PDG之間，專門用來服務IP網路的安全性資料等。

PDG與WAG兩個元件負責扮演鬆散耦合架構中閘道器的角色，使用者在WLAN中會使用AAA連線連回3G網路對使用者的身份進行認證 (即為訊息的資料傳送)，而當使用者要使用3G的服務時，會透過WAG與PDG傳送資料。在此方案中，只有AAA訊號訊息需要在WLAN與3G Home PLMN (可以透過3G Visited PLMN) 之間交換，所以在這個架構下的關鍵元件為先前所提及的AAA伺服器，在Home PLMN中的AAA伺服器要對WLAN中AAA伺服器傳送來的訊號訊息加以處理，並且要與核心網路中的HSS、HLR、CGw/CCF或OCS做溝通。此外，它也可能會繞送AAA訊號訊息給其他的PLMN，在這樣的狀況之下，此伺服器就成為代理人的身份。

圖3描述了一個使用者在WLAN中，與3G AAA伺服器註冊時的訊息流程。一開始，MS將身份資料放入EAP-Response/Identity訊息中，傳送給WLAN (表示AP與WLAN AAA代理人)，而MS的身份的格式如下：使用者名稱@領域名 (realm)，使用者名稱為國際行動用戶識別碼(International Mobile Subscriber Identity; IMSI)；領域名為wlan.mnc<homeMNC>.mcc<homeMCC>.3gppnetwork.org。此時WLAN會探索是否可將這個AAA訊息繞送到相對應的3G PLMN，通常是拿此領域去詢問DNS以得到其IP位置，若可以

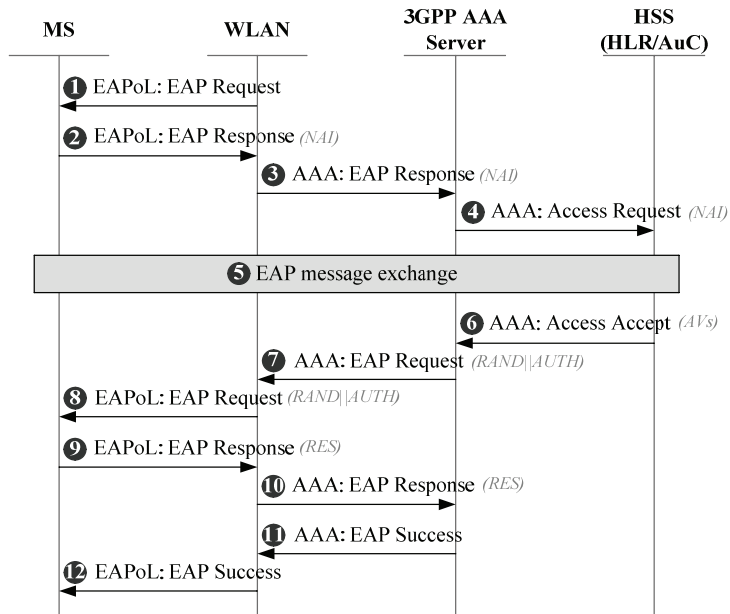


圖3. 鬆散耦合架構認證流程圖

繞送到該PLMN，則此AAA訊息會透過Wa介面與該3G PLMN中的AAA伺服器溝通。否則，WLAN會回傳網路宣傳 (Advertisement) 給MS，其中包含WLAN能夠服務的3G PLMN。這個宣傳資料可以透過EAP的方式回傳，則MS會在回傳資料中選擇適合的3G Visited PLMN，再次地重複上一步驟，只是此時MS的身份格式必須同時表明3G Visited PLMN與3G Home PLMN，故其格式為：`homeMNC.homeMCC//username@wlan.mnc<visitedMNC>.mcc<visitedMCC>.3gppnetwork.org`。

當3G Home PLMN AAA伺服器接收到訊息之後，會透過Wx介面與HSS溝通，以取得WLAN使用者認證資訊，並進行EAP的認證以及金鑰協議，此認證的詳細訊息流程可參考 [25]。成功認

證之後，3G AAA伺服器會將 (i) 用來對資料加密的金鑰，以及 (ii) 對資料行為作規定的策略，放在AAA允許存取的訊息裡面，傳送給WLAN。而WLAN會傳送EAP-success訊息給MS，則整個認證的流程結束。此時MS可以透過DHCP得到WLAN所配置的IP位置而連上Internet。圖4描述了信號訊息的傳輸協定架構。

當使用者通過認證之後，便可透過WAG與PDG連回3G網路當中的GGSN，並且使用3G網路所提供的各式服務，例如WAP或者是IMS。

目前有許多的研究著重於鬆散耦合架構上，其中 [21] 對於目前的雙網整合架構作了全盤性的分類分析；[2] [7] 將3GPP所提出的訊息流程與網路架構加以整理分析、[3] [5] [22] 深入研究

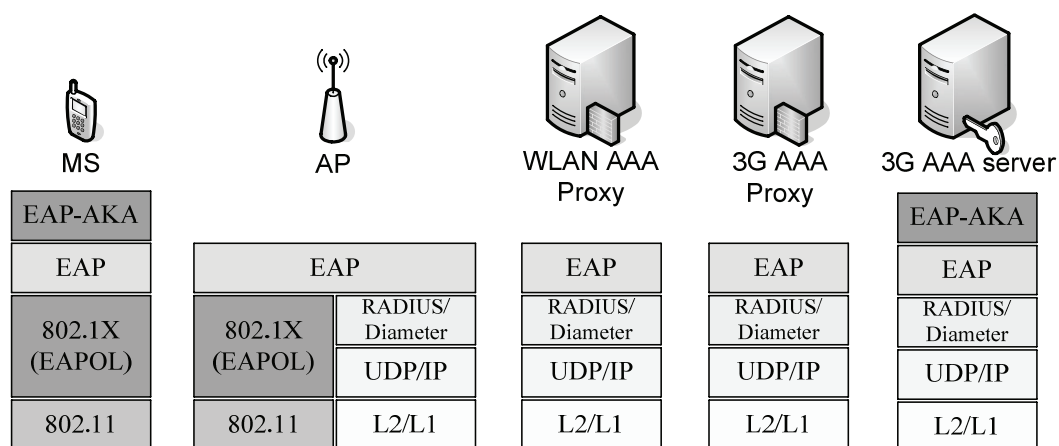


圖4. 鬆散耦合架構認證協定階層圖

此架構的安全性議題；[11] 設計在此網路架構下，利用SSL/TLS的方式來作雙向認證，而不是原本規範所定義的AKA方式；[9] 針對使用者在Visited網路當中，如何快速地認證設計出了AAA Context傳送的機制；[4] [16] 則是針對服務品質以及存取控制的策略做了相關的分析。

[6] 針對未來的異質網路各式各樣的無線電資源整合以及服務方面提出了一些介紹與分析；[10] 提出了許多未來可能在雙網架構下能夠被使用者接受的服務。由於規範並沒有明確定義如何在雙網當中進行垂直交遞 (Vertical Handover) 的訊息流程，[8] 透過SCTP訊息來達到垂直交遞；[14] [20] 透過SIP訊息來達到；而在 [13] 當中，作者使用影音服務，並且實際分析了垂直交遞之效能。

[12] 實際設計出整合GPRS與WLAN的閘道器，實做並測試其效能。[15] 針對不同方案可提供的功能加以分

析介紹，由於透過WLAN使用者可能會想要使用3G網路中的IMS服務，此論文還將IMS架構整合入雙網，並且分析其IMS之SIP訊息與傳統的SIP訊息有何不同之處。[15] [17] 設計了在雙網整合網路當中的VoIP服務的繞送方式。[18] 分析了這個異質網路當中的無線電資源管理。[19] 透過數學分析了在雙網整合架構下的Push-to-Talk服務的效能。

但是上述的相關研究都著重於鬆散耦合的雙網整合網路，但鬆散耦合架構在設計上比較難達到方案四、五、六所要求的功能，因為兩種網路是透過閘道器互相整合，使得兩個網路間的合作比較困難。為了達成無縫交遞這個目標，兩種網路勢必要更緊密地整合才行，因此3GPP也制定了GA的規範以達到此目的，我們會在下一章詳細介紹整個GA網路。

3. 緊密耦合架構

目前採用緊密耦合架構的相關研

究較少，因為在此網路當中，WLAN連接到3G網路的核心網路，雙網的緊密程度較高，設計難度也相對的提升。在近期的研究當中，[29] 提出了一個新的邏輯節點VGSN (Virtual GPRS Support Node) 來連接UMTS與WLAN的骨幹網路，其負責在兩網路當中交換註冊與行動性資訊，並且在兩網路中繞送封包資料。對於WLAN來說，VGSN是一個閘道器，但對於3G網路而言，它則是一個GGSN。而 [30] 中則提出了一種SGSN/GGSN結合模擬器 (稱為GSN) 來整合雙網，其概念與 [29] 類似。

雙網除了可以在GGSN連接之外，也可以透過SGSN的層級來連結，[1] 利用閘道器協作函式 (GIF) 將SGSN與WLAN連接起來。在GIF與MS上面要有一個WLAN適應函式 (WAF)，使用上層3G協定無法分辨出下層是WLAN，其包含WLAN介面的啟動、尋找以及呼叫程序、QoS支援。因此，基於現有的3G函式，此解決方案可以支援移動性管理與AAA等，可以節省網路架設的成本。[31] 也提出了類似的架構，但是

其著重於負載平衡 (Load Balancing) 的議題。[32] 提出透過邊境路由器 (Border Router) 來連接SGSN，但在 [32] 當中利用Mobile IP來溝通，相對於其他研究效能較不佳。

相對於鬆散耦合架構的整合網路，緊密耦合架構最大的優點是交遞 (Handover) 時的延遲較低，因為整合點比較靠近MS的緣故。因此，3G也提出了緊密耦合的GAN架構 [26] [27]。

如圖5所示，為了避免大幅更動到整個行動通訊網路的系統架構，GAN提出了GANC (GAN Controller) 這個新的元件。對核心網路而言，GANC就跟一般的BSC或RNC沒兩樣，主要負責轉換行動裝置 (Mobile Station; MS) 與核心網路溝通時的信令及資料。而為了支援兩種不同的無線技術，MS也必需能同時存取無線電存取網路 (Radio Access Network) 以及通用存取網路 (Generic Access Network)。

Up介面是整個GAN的重點所在，定義了MS與GANC間透過IP連線互相傳送資料的標準。而通用存取網路可

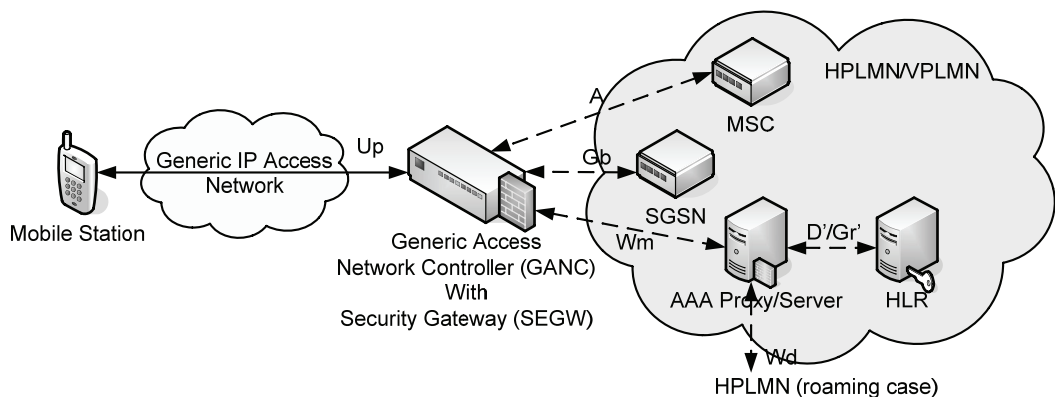


圖5. GAN系統架構示意圖

以是任意形式的IP網路，例如Bluetooth標準的Personal Area Network (PAN)，或是Wi-Fi標準的無線網路 (IEEE 802.11)，也可以是其他寬頻存取技術 (Cable, xDSL...等)。使用者透過Up介面連上GANC，語音資料透過A介面連接到MSC；封包資料則透過Gb介面連接到SGSN。其中Wm介面原本是使用於AAA伺服器以及PDG之間，用來承載IP網路的安全性資料，因此被重複使用在安全性閘道(Security Gateway; SEGW)與AAA伺服器之間，也符合了Wm網路設計的初衷。而A/Gb介面則是與傳統GPRS網路一樣，可想而知，若是整合UMTS網路，則A/Gb介面會由Iu-CS/Iu-PS介面所取代，如圖6所示。雖然目前在GAN的規格書中並沒有明確的指出這種架構，但是在規範與傳統的GSM/EDGE無線電存取網路 (GSM/EDGE Radio Access Network; GERAN) 互運的同時，針對與UMTS地面無線電存取網路 (UMTS Terrestrial Radio Access Network; UTRAN) 的互運也著墨不少，所以可預知GAN規格書在

3GPP “Generic Access (GA) to the A/Gb interface” 工作項目下，絕對不是只局限於與A/Gb兩個介面。

除了網路端多了一個與UMTS網路當中RNC相似的GANC之外，MS上也需略作修改，如圖7所示，MS上的GMM/LLC (負責用來處理行動性)與APP/IP/SNDCP/LLC (負責用來傳送IP資料封包)都沒有改變，只是下面多了一個存取控制 (Access Mode) 的元件可以讓MS處於其中的一個模式當中：GERAN/UTRAN 模式或GAN模式。當MS切換到GERAN/UTRAN模式時，信令封包與資料封包會透過傳統GPRS/UTMS的協定階層來傳送。當MS切換到GA模式時，信令封包GA-PSR/UDP /Remote IP/IP Sec ESP/Transport IP/Access Layer來傳送；而資料封包要透過GA-PSR/GA-RC/TCP/Remote IP/IP Sec ESP/Transport IP/Access Layer。

其中GA-PSR的功能與GPRS RLC一樣，負責透過安全的通道 (Tunnel) 傳送GPRS信令以及SMS訊息，此外，也負責呼叫 (Paging)、流量控制 (Flow

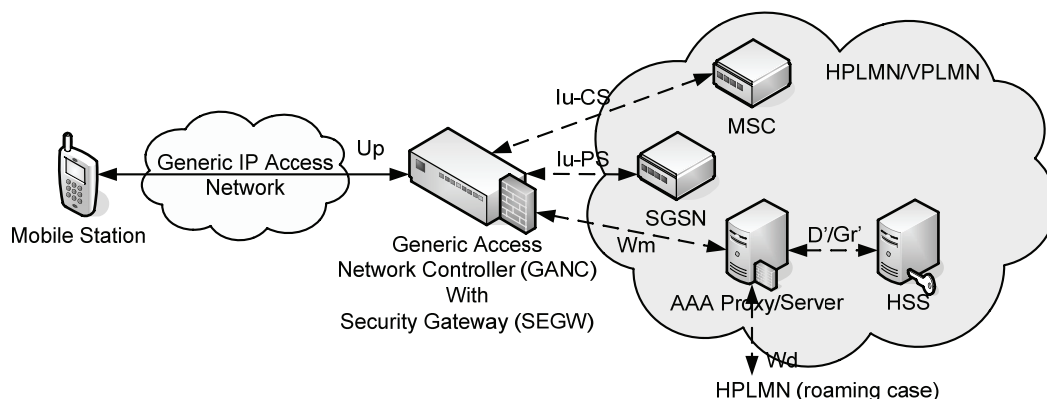


圖6. GAN與UMTS系統整合架構圖

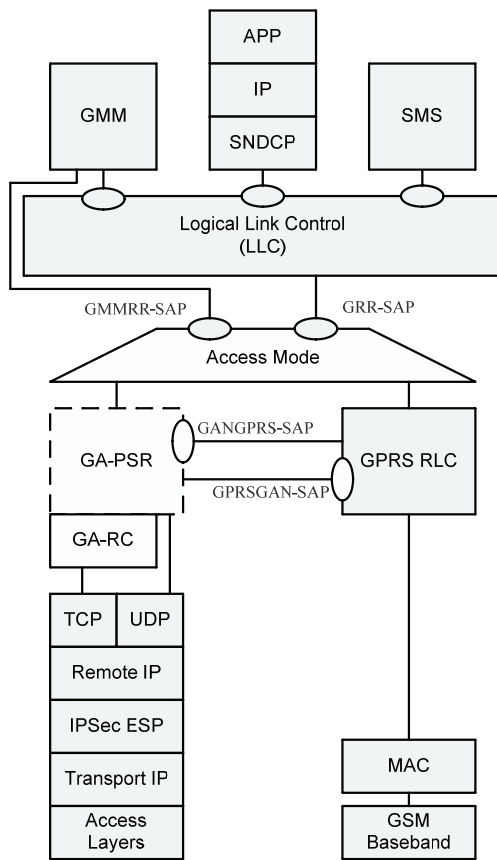


圖7. MS架構圖 (PS模式)

Control) 與GPRS傳輸頻道控制，當然，它也負責GPRS使用者資料的傳送。而GA-RC負責GANC的尋找 (Discovery) 與註冊 (Registration)；GANC的註冊更新 (Registration Update)；GANC的應用程式持續上線 (Application Level Keep-alive) 等。

4. GAN程序與運作流程

GANC擔任的是原本GPRS/UMTS網路與WLAN互通的中間人角色，希望能對原本的系統架構造成最小的衝擊，所以大部分的程序都還是沿用舊有

GPRS/UMTS系統中的方法，並進行適度的修改，以符合雙網整合之需求，以下我們將介紹GAN中的認證授權以及移動性管理等程序。

4. 1. 認證授權相關程序

當MS的存取模式為GAN時，如果MS已經建立了連線到傳統的IP存取網路，MS便會透過執行Discovery程序決定適合的GANC-SEGW來連接，透過此程序可以得到Default GANC的IP位置，並且透過Registration程序與Default GANC連線。當MS與SEGW連接的時候，必須透過Up介面執行Authentication程序，可以使用EAP-SIM/EAP-AKA或者是EAP-SIM/EAP-AKA over IKEv2。接下來我們會對這三個程序稍加描述。

· 尋找 (Discovery) 程序

在MS的USIM中會包含Provisioning GANC (位於Home PLMN中，專門負責指派的GANC) 的完整領域名稱 (Fully Qualified Domain Name; FQDN) 或是IP位址，與相關的SEGW資訊。MS透過這些資訊與Provisioning GANC-SEGW和GANC建立安全的IPsec通道和TCP連線，並且得到Default GANC (在Home PLMN中) 與SEGW的完整領域名稱或IP位址。

· 認證 (Authentication) 程序

Up介面能讓GANC透過UMTS憑證 (Credential) 認證MS，其目的是用來建

立MS與GANC-SEGW之間的安全IPsec通道，保護信令、語音與資料的傳送。相互認證與金鑰產生是透過EAP-SIM或EAP-AKA來完成，如圖8所示為GAN認

證協定堆疊圖。

圖9詳細的畫出EAP-AKA認證流程。在該圖中，MS首先連接上IP網路，在第二步MS取得GANC-SEGW的

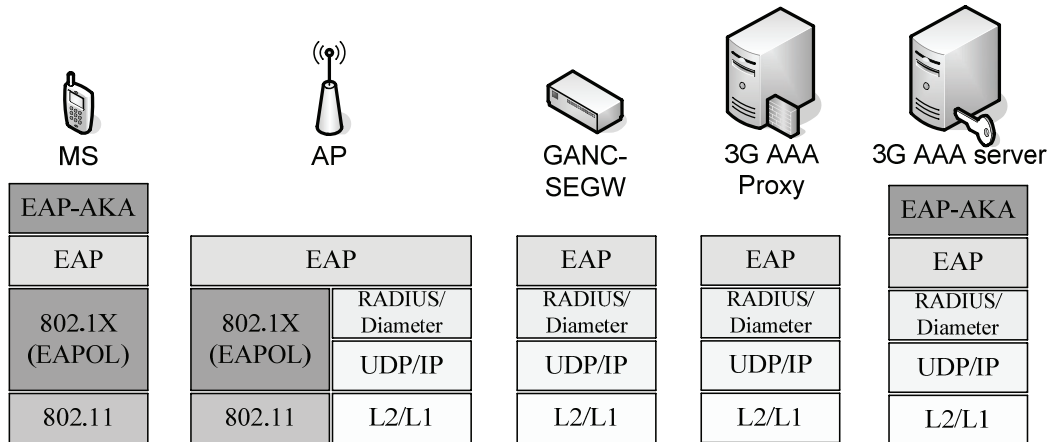


圖8. GAN認證協定堆疊圖

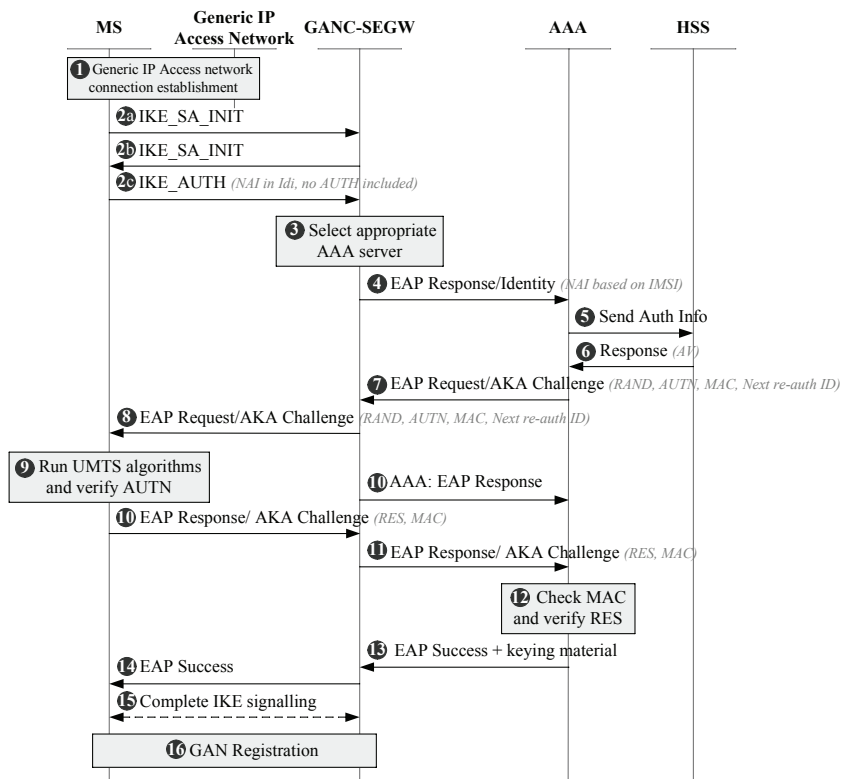


圖9. EAP-AKA認證流程

IP，這裡所指的GANC為Provisioning GANC，MS同時也開始進行IKEv2程序。GANC-SEGW在第三步中透過Wm介面與本地端AAA伺服器連線，並選擇一個適合的AAA伺服器。GANC-SEGW與MS在第四到第十二步與AAA伺服器交換許多EAP訊息，並且透過3GPP所定義的AKA程序進行認證。若是認證成功，則在第十三步將金鑰傳送給GANC-SEGW，而MS在第十四步收到EAP Success的訊息自己也會產生出一把金鑰，到了第十五步，IKE訊息結束，之後就可以進行註冊(Registration)的流程了。在上一章我們稍微介紹了鬆散耦合的架構，其認證的流程與GAN的方式幾乎是一模一樣。

· 註冊 (Registration) 程序

在Discovery程序之後，MS會想辦法嘗試與Default GANC註冊，Default GAN有可能透過接受這個註冊要求而成為Serving GANC或者將此註冊要求轉向 (Redirect) 給另外一台GANC。Registration程序通知GANC目前MS已經透過IP存取網路連接上，並且可以透過某個IP位置存取到該MS，將來呼叫此使用者的電話才能順利地繞送過去。此外，這個程序也提供了MS與GAN服務相關的系統參數，讓MS可以順利地切換到GAN模式。

雖然規範提及了每一個程序的詳細流程，但是並沒有提到當一個MS目前正處在Visited PLMN的時候，上述三個流程的順序以及建立方式，本文想要

探討不同的情境，即MS若處於不同的網路 (Home PLMN或Visited PLMN)、用不同的認證方式 (EAP-AKA或者是網頁認證)、使用不同的無線網路存取點 (Access Point; AP) (Home PLMN、Visited PLMN、甚至自己買的AP) 的時候，MS要怎麼做到認證的動作，詳細的內容會在第五章描述。

4.2. 移動性管理相關程序

如果要達成雙網整合下之無縫交遞 (Seamless Handover)，除了利用原本3G網路下之交遞程序，以及在WLAN內部切換不同之AP等既有的程序外，勢必還得另外定義在兩個不同的存取網路間切換之程序，以下將進行簡單的介紹。

· 移入 (Rove-In) 及移出 (Rove-Out) 程序

在GAN網路中，MS可以自由設定偏好使用的存取網路，分為“UTRAN-only”，“UTRAN-preferred”，“GAN-preferred”及“GAN-only”等四種。如果設定為“UTRAN-only”，那代表使用者希望無論如何都只使用UTRAN網路，如果到了收不到UTRAN訊號的地方，則無法使用網路服務；“GAN-only”則反之，無論如何都只使用GAN網路。

而“UTRAN-preferred”及“GAN-preferred”這兩樣設定則較具彈性，假設MS設定為“UTRAN-preferred”，處於沒有UTRAN訊號的環境時，系統便會自動偵測是否能使用GAN服務，要是成功的連接上GAN網路，則會自動切換成GAN模式；“GAN-preferred”則恰

恰相反。

Rove-In及Rove-Out就是重新選擇網路的動作。Rove-In代表的就是MS由UTRAN模式切換到GAN模式；Rove-Out則是由GAN模式切換到UTRAN模式。

· 交遞 (Handover) 程序

相較於傳統的交遞 (Handover)，我們稱在異質網路間的交遞為垂直交遞 (Vertical Handover)。以圖10為例講解由UTRAN切換到GAN之交遞動作：交遞的先決條件是MS必需已經成功向GANC註冊，確定可以使用GANC服務；而且MS正在UTRAN模式下進行通話。

第一步中，MS會將GAN的資訊送給RNC，指示要交遞到已註冊到的GANC上。第二到第四步是透過核心網

路，知會GANC說有交遞的要求，到目前為止都是傳統的交遞標準程序。第六步則是由RNC通知MS可以進行交遞，並提供目標GANC之相關資訊。MS與GANC會在第七到第九步建立相關之資源，並進行交遞。第十步由GANC告知核心網路偵測到交遞的動作，核心網路便會把語音資料轉送到GANC，這是步驟十一。第十二步完成整個交遞的程序，核心網路最後會在第十三及十四步要求原RNC中斷連線並釋放資源。

5. 雙網模式下之研究議題

5.1. 認證授權相關議題

我們可以把AP依照佈建者的不同，分為由User、Home Operator及

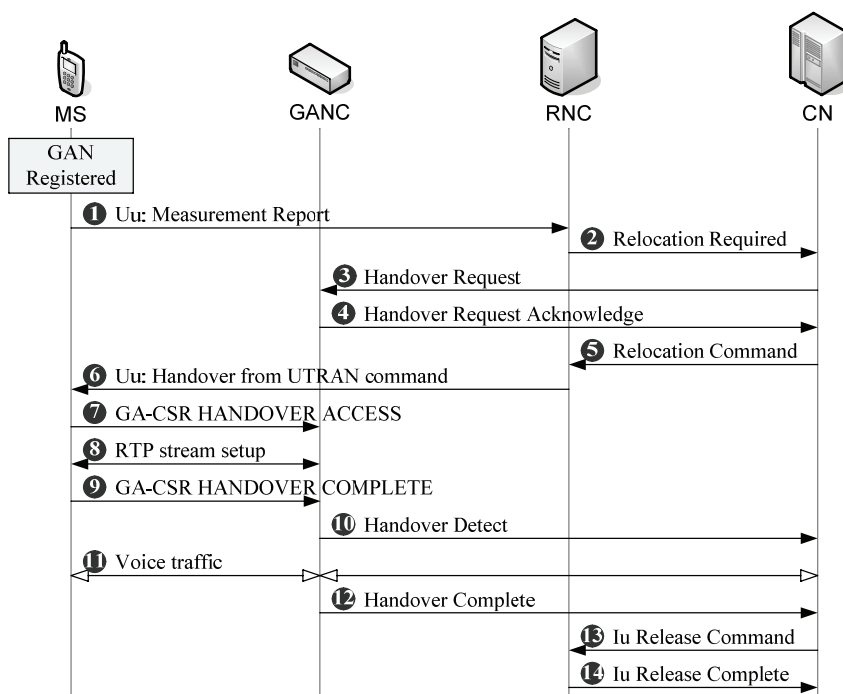


圖10. 由UTRAN到GAN之交遞

Visited Operator及WLAN ISP四大類。User指的是由使用者自己佈建並維護的AP，Home Operator是指由HPLMN所佈建的AP，Visited Operator則是指由VPLMN所佈建的AP環境，而WLAN ISP則是指由專門提供熱點 (Hotspot) 的WLAN服務提供業者所佈建的網路環境。

User自己佈建的AP，範圍可能是在自己的住所、企業內部，或是其他UMTS網路涵蓋不到的地方。只要使用者在MS中輸入SSID及密碼之後就可以開始使用。由於使用者必需自行負擔無線網路設備以及頻寬連線的費用，所以營運業者勢必得提供使用者較低廉的費率，吸引使用者。不過業者也能基於安全性或是其他原則，以IP或是MS所連接到的AP之ID等方式限制GANC的存取。

如果AP是由Home Operator所佈建的，問題也很簡單，因為Discovery及Registration這兩個程序都會連回到HPLMN中GANC-SEGW，或是連到有漫遊協議的VPLMN中的GANC-SEGW，所以可以鎖定連線的IP位址，達到控制的目的。而由WLAN ISP所提供的AP，使用者只要能取得使用權，便能經由IP網路連回HPLMN使用GAN服務。

而在Visited Operator的情況下，問題相對複雜很多，要如何透過別的業者的AP連回HPLMN呢？有兩種方式可以達成：(i) 經由VPLMN取得AP的使用權，再連回HPLMN中的GANC-

SEGW。(ii) 經由VPLMN中的AAA Proxy連回HPLMN的AAA Server進行認證。我們在下面分別討論之。

- 由VPLMN的AP直接連回HPLMN的GANC

因為GAN是建構在IP網路上，所以只要使用者的行動裝置能接取上IP網路，便能連回位於HPLMN的GANC-SEGW，使用GA服務。要如何在VPLMN網路下，取得AP的使用權，是這個部分討論的重點。

傳統取得AP使用權的方法，是使用One-Time Password (OTP)，使用者在第一次使用時，將手機號碼送給HTTP伺服器，伺服器再以SMS簡訊的方式將OTP傳送到該手機，使用者將該組密碼輸入，即可進行連線。這是最簡單的作法，就算是單純只提供無線網路服務的WLAN ISP也能提供這種服務。但在使用上非常的不方便，因為使用者必需全程介入，並且手動操作。

為了改善上述情況對使用者造成的不便，3GPP提出以SIM卡認證的方法，分別是針對GSM網路的EAP-SIM，以及針對UMTS網路的EAP-AKA認證機制。只要使用者的行動裝置與AP均支援IEEE 802.1X網路存取控制協定，便能在使用者嘗試要接取上AP時，經由SIM卡或是USIM卡，連回到HPLMN的認證中心進行認證。如果認證通過，VPLMN便可開放AP供使用者存取，並且開始進行計費。如圖11所示。

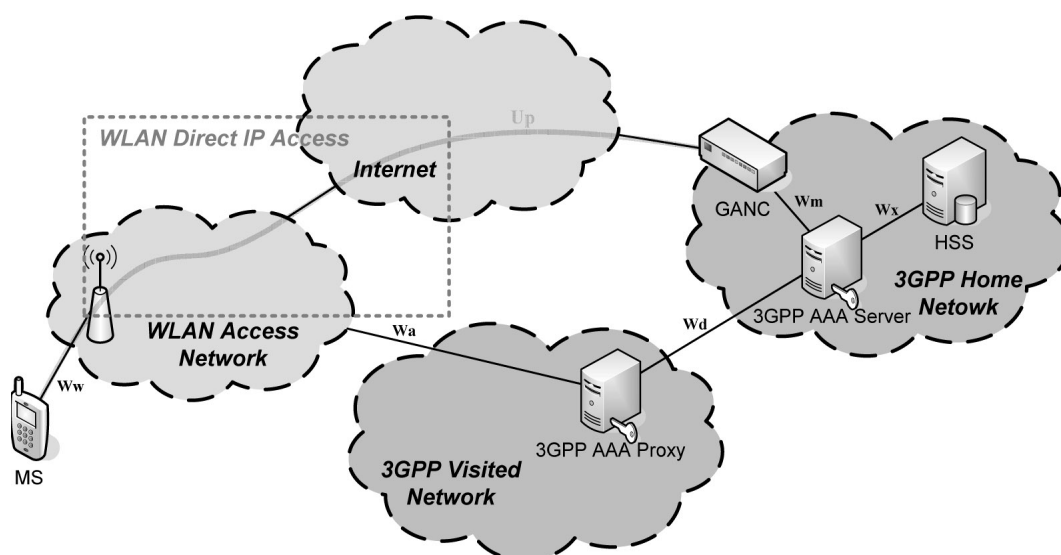


圖11. 直接經由VPLMN的AP連回HPLMN的GANC之示意圖

不管是上述哪種方式，VPLMN與HPLMN間必需簽有協議。對VPLMN營運業者來說，這種方式只能向使用者收取轉送IP封包的線路使用費用，因此這種架構較不具吸引力。

- 由VPLMN的PS網路連接GANC

3GPP為了達到WLAN及GSM/UMTS整合的目的，行動裝置存取IP網路有兩種截然不同的路徑，分別是經由AP直接連接到Internet的“WLAN Direct IP Access”，以及經由AP繞進3GPP核心網路，再由3GPP核心網路提供PS服務的“WLAN 3GPP IP Access”。在前面提到的架構中，使用的便是WLAN Direct IP Access，在VPLMN中只要能提供基本的認證功能便能讓漫遊用戶使用GA服務。

如果HPLMN的GANC在Register

時，沒有特別的機制將Serving GANC導到在該VPLMN中的GANC時，那麼將會由VPLMN的PS網路連接到位於HPLMN中的GANC，該用戶同時也是VPLMN中的WLAN 3GPP IP Access的漫遊用戶，如圖12所示。很明顯這會造成Tunnel over Tunnel的情況，不過如果使用使用者想經由GAN使用CS服務的話，那通話將會在HPLMN中進行，不會產生漫遊的效應。

而如果在GA-RC Register時，由Default GANC察覺，並且查詢是否與該VPLMN間有使用GANC的協議，如果該VPLMN能提供GANC的服務，便可以利用GA-RC Register Redirect指令，要求MS改向位於VPLMN中的GANC的進行Register。如圖13所示。此時我們如果透過GANC使用任何的CS服務，勢必會造成漫遊的情況。

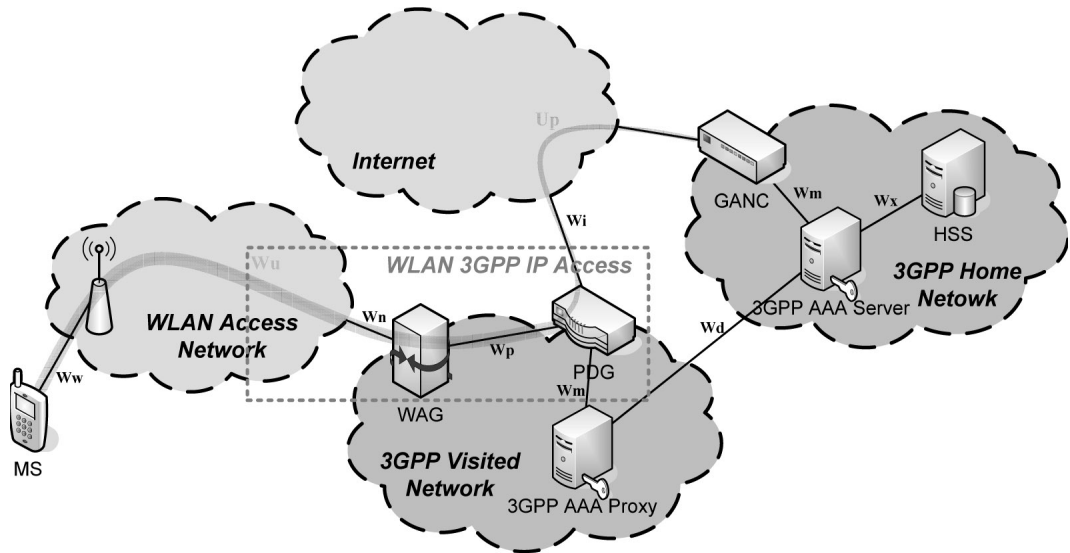


圖12. 由VPLMN的PS網路連接GANC之示意圖

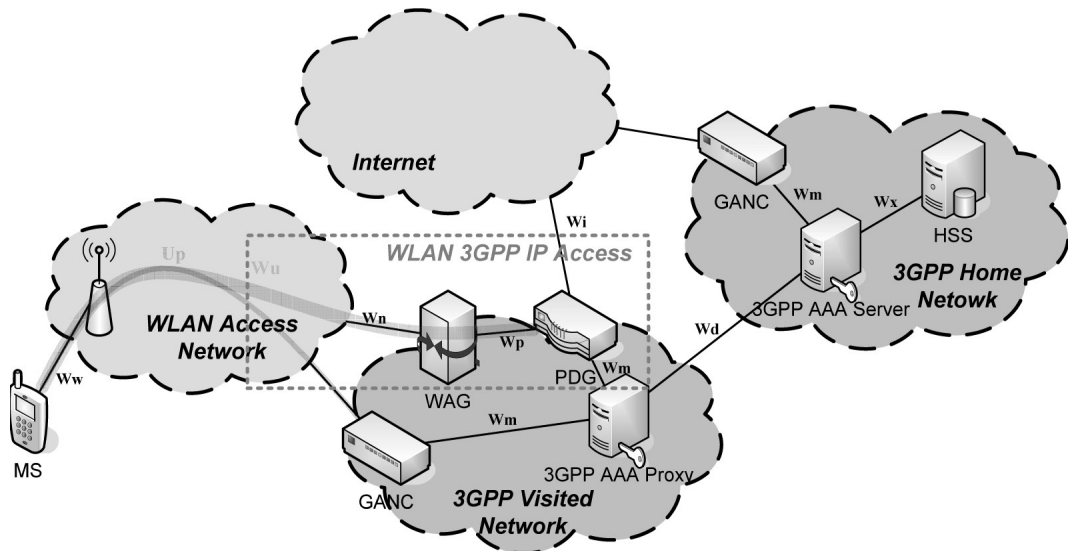


圖13. 直接使用位於VPLMN中的GANC之示意圖

· 連接方式間的選擇

在VPLMN下想要使用GAN服務時，首先要面臨的就是WLAN IP Access方式的選擇，這方面在3GPP中的定義為使用者能限制是否只在WLAN Direct IP Access的情況下才使用WLAN服務，

或是可以使用WLAN Direct IP Access或WLAN 3GPP IP Access，如果是後者，那將由VPLMN決定資料繞送的路徑。經由WLAN Direct IP Access可以讓使用者資料完全不使用到VPLMN的核心網路及無線資源，VPLMN只是提供以EAP為基礎的AP認證及授權。

如果VPLMN的原則要求使用者經由WLAN 3GPP IP Access傳送資料，那所有的信令及使用者資料，都會繞入VPLMN的核心網路。這時又有兩條路徑，可以決定要註冊到HPLMN中的GANC，或是註冊到VPLMN中的GANC。這個部分要依HPLMN中的Provision GANC及Default GANC中為使用者規範的使用原則來決定。如果Serving GANC位於HPLMN，那使用者經由GAN所使用的CS服務將不會引發漫遊，但是在VPLMN中使用的PS服務，將視VPLMN的系統原則而有所不同。如果使用座落在VPLMN中的Serving GANC，那所有的CS及PS服務，都將依漫遊的方式使用VPLMN中的資源，只是不必經過VPLMN的無線資源。

5.2. 移動性管理相關議題

在行動通訊網路中，為了能正確的將資料封包傳送到MS上，或是提供與地理位置相關的服務（例如緊急電話，通常需要將通話繞送到鄰近的服務點，目前國內部分電信業者推行的「在地生活」方案也牽涉到地理位置資訊），網路端必需保存MS的位置資訊。3G網路裡的每個蜂巢 (Cell)，都有一組特定且獨一無二的蜂巢全域識別碼 (Cell Global Identities; CGI)，基地台的佈建，也幾乎都是由營運業者所一手主持的，每個基地台的實際地理位置都可以確切掌握，所以只要知道CGI，就能確定MS的所在位置。

GAN中同樣也有用來辨別存取點的識別碼AP-ID，AP-ID一般是MS用來存取GAN服務所透過的AP的MAC位址。MS經由AP的廣播訊息，得知該組識別碼，而要向GANC進行Registration程序時，會將這組識別碼傳送給GANC，GANC可以利用這組識別碼做存取控制，或是提供地理位置相關的服務。

不過，除非所有提供GAN服務的AP都是經由系統營運商所佈建，不然要如何經由AP-ID得到確切的MS所在位置便是一個問題，因為AP本身是可以移動的，再加上IP網路的特性，光憑一組MAC位址，實在很難掌握MS所在的地理位置。

為了解決這個問題，MS可以在切換3G網路的蜂巢或AP的同時進行Registration Update程序，將新的AP-ID及CGI送給GANC。這意謂，所有的位置資訊主要還是由CGI提供，AP-ID就定位而言只是輔助的角色。卻也因此衍生出另一個問題，就是如果MS在GAN模式時，3G的無線電模組還是得持續開啟，這樣才能保障能得到正確的CGI資訊，這樣子絕對會對MS的電池續航力造成影響。

GANC上也可以建立一個資料表，專門用來儲存AP-ID與CGI之間的對應關係。一個3G或是GSM的蜂巢涵蓋的範圍能達到數公里，比一個AP能服務的幾十或上百公尺範圍大得多，不過這不代表AP-ID就能與CGI一一對應，一個蜂巢範圍內可能包含多個AP，但

是一個AP的服務範圍也可能與多個蜂巢交疊。再加上AP本身也是可以移動的，所以資料表更新的設計與更新的頻率都會影響到位置資訊的準確度。

在IP網路中，MS的公共IP位址也是可以做為定址的參數之一，不過跟AP-ID一樣，其精準度還是非常有限。所以除非限制所有能存取GAN服務的AP都是由業者或是合作伙伴所佈建，不然還是得在MS續航力與地理位置精確度之間進行評估，取得平衡。

5.3. 電源管理相關議題

雙網手機能讓使用者體驗到不同網路所帶來的各項優點，不過付出的代價就是手機勢必得搭載兩組不同的通訊模組，通訊模組原本就是手機中除了螢幕外最耗電的部分，所以雙網手機如何節省新增的通訊模組所帶來的耗電問題，是這項技術能否落實的關鍵之一。

WLAN的設計之初，是規劃在電腦主機上使用，做為傳統纜線的替代品，所以並沒有考慮到移動性與省電等在行動裝置上必需重視的問題，不過近年來業界在這方面有所進展，市面上已有不少標榜低功率的WLAN通訊模組問世。而3G網路本來就是為了移動性裝置所設計，所以低耗電一直設計的重點之一，但是因為傳輸距離較遠，所以在通話時的耗電量也是對電池續航力的一大挑戰。

3G網路是由電信營運業者有計畫且全面性的佈建，而WLAN則是由公司及個人自發性架設，所以涵蓋率自然遠

不及3G網路，所以GAN初期應該是在用戶家裡或是公司等定點使用，在這種情況下，MS或許可以不用單純由電池供電。不過隨著政府及業者的推廣，將來可以使用GAN服務的地點將會越來越多，MS又有PDA及筆記型電腦所無法取代的方便性，將來在公共場所使用雙網手機的趨勢是可以預期的。所以如何妥善安排兩組通訊模組運作的方式，進而降低GAN手機過度耗電的問題，提供較佳的續航力，便是一項研究的重點。

支援GAN的雙模手機，可以依使用者偏好選擇優先使用的網路，其流程如圖14所示，如果依照這個流程，那只有在MS設定為UTRAN-preferred或是GAN-preferred，且偏好的網路無法使用時才會發生切換網路的動作，未來可以再把耗電等參數加入，進行自動選網，以提升MS的續航力。

6. 結論

GAN讓使用者能經由單一行動裝置與熟悉的操作介面，同時享受由3G及WLAN網路所帶來的各項優點，對電信業者推廣行動增值業務有正面的幫助；WLAN與3G整合後，挾帶帳單整合這一大優勢，能解決WLAN業者普遍收費困難的問題；對同時經營Hotspot業務的業者而言，更是一項利多，除了能以較低的成本增加網路的涵蓋率外，更可以提升用戶使用增值服務的意願，達到業者與用戶雙贏的局面。

各家行動通訊業者也極積展開

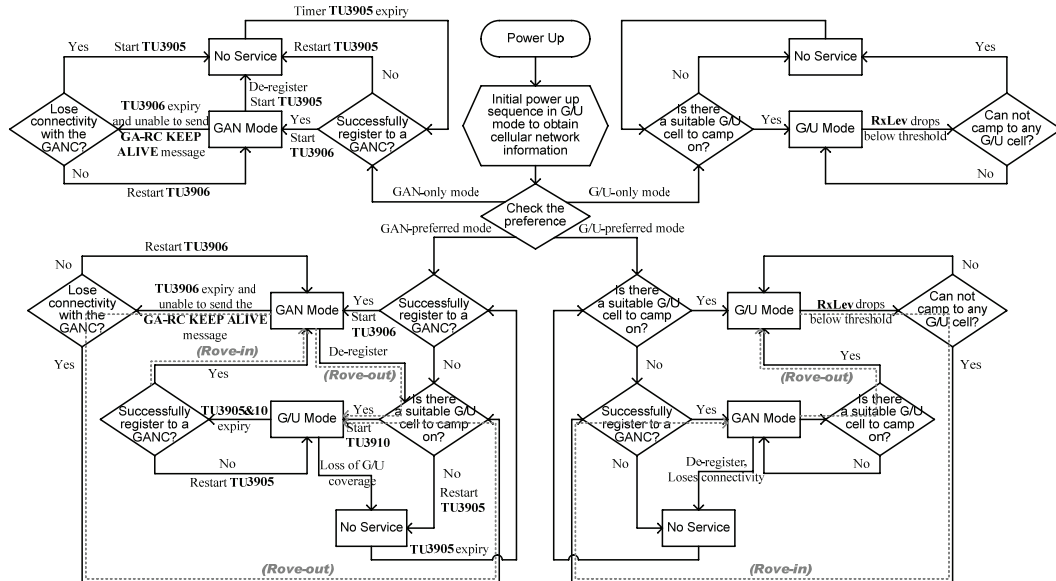


圖14. GAN網路選擇流程圖

GAN佈局，英國電信 (British Telecom) 在2005年秋季，率先提出了“BT Fusion”服務 [33]，雖然選用的是藍芽 (Bluetooth) 技術做為存取網路，但是已經符合GAN的設計精神。2006年八月，北歐及波羅地海的TeliaSonera在丹麥推出了第一個Wi-Fi的GAN服務“Home Free” [34]，義大利電信 (Telecom Italia) 不久後也公佈了名為“Unico”的GAN服務 [35]。法國的Orange電信公司在九月更發表目前為止範圍最大的GAN服務“unik” [36]，涵蓋範圍包括英國、法國、波蘭、西班牙及荷蘭等地的六千萬行動用戶。T-mobile也在美國西雅圖展開了GAN的試用計畫“HotSopt @ Home” [37]。各大行動業者對GAN的重視可見一斑。

使用者期盼能以更低廉、快速的方式使用原本的行動通訊服務，GAN

提供了一個快速且建置容易的解決方案，世界各國的電信業者及設備廠商也都積極的在拓展這塊市場，所以這是一項不得不研究的課題，希望本文能幫助讀者對GAN有更深入的了解。

7. 誌謝

本研究工作能順利完成，承蒙中華電信研究所與本校 (國立台灣大學) 合作計劃案之支持，以及中華電信研究所客服資訊室同仁的鼎力相助，特此感謝。最後更由衷地感謝審查委員提供的寶貴意見，使得本論文的內容更臻完善。

參考文獻

- [1] Salkintzis, A.K., Fors, C., and Pazhyannur, R., “WLAN-GPRS integration for next-generation mobile

-
-
- data networks,” *IEEE Wireless Communications*, 9(5):112-124, Oct. 2002
- [2] Ahmavaara, K., Haverinen, H., and Pichna, R., “Interworking architecture between 3GPP and WLAN systems,” *IEEE Communications Magazine*, 41(11): 74 - 81, Nov. 2003
- [3] Koien, G.M. and Haslestad, T., “Security aspects of 3G-WLAN interworking,” *IEEE Communications Magazine*, 41(11):82 - 88, Nov. 2003
- [4] Zhuang, Wei, Gan, Yung-Sze, Loh, Kok-Jeng, and Chua, Kee-Chaing, “Policy-based QoS-management architecture in an integrated UMTS and WLAN environment,” *IEEE Communications Magazine*, 41(11):118-125, Nov. 2003
- [5] Salgarelli, L., Buddhikot, M., Garay, J., Patel, S., and Miller, S., “Efficient authentication and key distribution in wireless IP networks,” *IEEE Wireless Communications Magazine*, 10(6):52 - 61, Dec. 2003
- [6] Huber, J.F., “Mobile next-generation networks,” *IEEE Multimedia*, 11(1):72-83, Jan-March 2004
- [7] Salkintzis, A.K., “Interworking techniques and architectures for WLAN/3G integration toward 4G mobile data networks,” *IEEE Wireless Communications Magazine*, 11(3): 50 - 61, June 2004
- [8] Ma, Li, Yu, Fei, Leung, V.C.M., and Randhawa, T., “A new method to support UMTS/WLAN vertical handover using SCTP,” *IEEE Wireless Communications*, 11(4):44-51, Aug. 2004
- [9] Politis, C., Chew, K. A., Akhtar, N., Georgiades, M., Tafazolli, R., and Dagiuklas, T., “Hybrid Multilayer Mobility Management with AAA Context Transfer Capabilities for All-IP Networks,” *IEEE Wireless Communications*, 11(4):76 - 88, Aug. 2004
- [10] Axiotis, D.I., Al-Gizawi, T., Peppas, K., Protonotarios, E.N., Lazarakis, F.I., Papadias, C., and Philippopoulos, P.I., “Services in interworking 3G and WLAN environments,” *IEEE Wireless Communications*, 11(5):14-20, Oct. 2004
- [11] Kambourakis, G., Rouskas, A., Kormentzas, G., and Gritzalis, S., “Advanced SSL/TLS-based authentication for secure WLAN-3G interworking,” *IEE Proceedings-Communications*, 151(5):501-506, Oct. 2004
- [12] Chen, Jyh-Cheng and Lin, Hong-Wei, “A gateway approach to mobility integration of GPRS and wireless LANs,” *IEEE Wireless Communications*, 12(2):86-95, April 2005
-

- [13] Salkintzis, A.K., Dimitriadis, G., Skyrianoglou, D., Passas, N., and Pavlidou, N., "Seamless continuity of real-time video across UMTS and WLAN networks: challenges and performance evaluation," *IEEE Wireless Communication*, 12(3):8-18, June 2005
- [14] Gazis, V., Alonistioti, N., and Merakos, L., "Toward a generic "always best connected" capability in integrated WLAN/UMTS cellular mobile networks (and beyond)," *IEEE Wireless Communications*, 12(3):20-29, June 2005
- [15] Marquez, F.G., Rodriguez, M.G., Valladares, T.R., de Miguel, T., and Galindo, L.A., "Interworking of IP multimedia core networks between 3GPP and WLAN," *IEEE Wireless Communications*, 12(3):58-65, June 2005
- [16] Lera, A., Molinaro, A., Polito, S., and Ruggeri, G., "End-to-end QoS provisioning in 4G with mobile hotspots," *IEEE Network*, 19(5):26-34, Sept.-Oct. 2005
- [17] Lin, Yi-Bing, Chen, Whai-En, and Gan, Chai-Hien, "Effective VoIP call routing in WLAN and cellular integration," *IEEE Communications Letter*, 9(10):874-876, Oct. 2005
- [18] Karetos, G.T., Kyriazakos, S.A., Groustiotis, E., Di Giandomenico, F., and Mura, I., "A hierarchical radio resource management framework for integrating WLANs in cellular networking environments," *IEEE Wireless Communications*, 12(6):11-17, Dec. 2005
- [19] Chang, Ming-Feng, Wu, Lin-Yi, and Lin, Yi-Bing, "Performance evaluation of a push mechanism for WLAN and mobile network integration," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 55(1):380-383 Jan. 2006
- [20] Wu, Wei, Banerjee, N., Basu, K., and Das, S.K., "SIP-based vertical handoff between WWANs and WLANs," *IEEE Wireless Communications*, 12(3):66-72, June 2006
- [21] Leu, Jenq-Shiou, Lai, Rong-Horng, Lin Hsin-I Lin, and Shih, Wei-Kuan, "Running cellular/PWLAN services: practical considerations for cellular/PWLAN architecture supporting interoperator roaming," *IEEE Communication Magazine*, 44(2):73-84, Feb. 2006
- [22] Shin, M., Ma, J., Mishra, A., and Arbaugh, W.A., "Wireless network security and interworking," *Proceedings of the IEEE*, 94(2):455-466, Feb. 2006
- [23] 3GPP, "Feasibility Study on 3GPP System to WLAN Interworking," TR 22.934, 3GPP

-
-
- [24]3GPP, “3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking, System description,” TS 23.234, 3GPP
- [25]3GPP, “WLAN interworking security,” TS 33.234, 3GPP
- [26]3GPP, “Generic access to the A/Gb interface; Stage 2,” TS 43.318, 3GPP
- [27]3GPP, “3GPP, “Generic Access (GA) to the A/Gb interface; Mobile GA interface layer 3 specification,” TS 43.234, 3GPP
- [28]Alcatel, BT PLC, Cingular Wireless LLC, Ericsson AB, Kineto Wireless Inc., Motorola, Inc., Nokia, Nortel, O2, Research In Motion Limited, Rogers Wireless Inc., Siemens AG, Sony Ericsson, T-Mobile USA., Unlicensed Mobile Access (UMA), Architecture (Stage 2).
- [29]Tsao, S.-L. and Lin, C.-C., “VGSN: A Gateway Approach to Interconnect UMTS/WLAN Networks,” IEEE Pers, Indoor, Mobile Radio Commun., 2002
- [30]Varma, V. et al., “Mobility Management in Integrated UMTS/WLAN Networks,” Proc. ICC 2003, May 2003
- [31]Mann, T. L., “A Network System Level Simulator for Investigating the Interworking of Wireless LAN and 3G Mobile Systems,” M.Sc. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Apr. 2003
- [32]Jaseemuddin, M., “An Architecture for Integrating UMTS and 802.11 WLAN Networks,” Proc. IEEE ISCC 2003, pp 716-723
- [33]<http://www.btfusionorder.bt.com/default.aspx>
- [34]<http://telia.dk/privat/produkter/mobilip/priser/>
- [35]<http://www.tim.it/consumer/c364/i4309/livello2standard.do>
- [36]<http://mobile.orange.fr/0/visiteur/PV?PS=GEOFFRESUNIK&TOP=O>
- [37]<http://www.theonlyphoneyouneed.com/>

關鍵詞

無線區域網路 (Wireless Local Area Network; WLAN)
第3代行動通訊系統 (3rd Generation Mobile Communication System; 3G)
整合 (Interworking)
通用存取網路 (Generic Access Network; GAN)
非授權頻帶無線存取 (Unlicensed Mobile Access; UMA)
鬆散耦合 (Loose Coupling)
緊密耦合 (Tight Coupling)
極緊密耦合 (Very Tight Coupling)

作者簡介

林 風



民國62年生，國立交通大學博士，現任國立台灣大學資訊工程研究所暨網媒所副教授、計資中心作業組組長。

鄭枸滢



國立交通大學資訊工程研究所博士，現任中華電信研究所客服資訊室計畫經理。

鄭欣明



民國67年生，國立台灣大學資訊工程學研究所博士候選人。目前在台大「無線通訊網路實驗室」接受林風教授之指導。

陳元凱



國立交通大學資訊工程研究所博士。現任中華電信研究所無線通信室計畫副經理。

黃培棠



民國71年生，國立台灣大學資訊工程學研究所碩士。目前在台大「無線通訊網路實驗室」接受林風教授之指導。