

科技部補助專題研究計畫成果報告

期末報告

多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：NSC 102-2221-E-028-001-
執行期間：102年08月01日至103年07月31日
執行單位：國立臺灣體育運動大學運動管理學系

計畫主持人：麥毅廷
共同主持人：楊峻權、陳振庸、張菽萱
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：劉懿寬
碩士班研究生-兼任助理人員：楊政道
碩士班研究生-兼任助理人員：潘政穎
碩士班研究生-兼任助理人員：洪泰霖
大專生-兼任助理人員：趙佳陽
大專生-兼任助理人員：胡竣凱
大專生-兼任助理人員：賴政成
大專生-兼任助理人員：楊宗憲
大專生-兼任助理人員：劉定融
大專生-兼任助理人員：江宏霖
大專生-兼任助理人員：鄧建利
大專生-兼任助理人員：黃鈺翔
大專生-兼任助理人員：鄒博宇
大專生-兼任助理人員：張尹齊
大專生-兼任助理人員：林佳瑩
大專生-兼任助理人員：楊文綺

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中 華 民 國 103 年 09 月 02 日

中文摘要：長期演進技術升級版(LTE-A)為目前競爭 4G 的標準之一，長期演進技術(LTE)和長期演進技術升級版同樣為 3GPP 組織所發展的標準，並且 LTE 和 LTE-A 同樣可以向下相容 3GPP 先前提出的標準，如通用行動通訊系統(UMTS)，通用封包無線服務(GPRS)，全球行動通訊系統(GSM)等，為了使無線資源的使用度增加，電信供應商可以再一個給定的訊號範圍內用一台無線設備同時支援多重無線存取技術，而且能完整的攜帶使用者所用的不同無線服務，如果 LTE-A 的基地台能利用虛擬化系統同時支援包括 UMTS，WiFi，WiMAX，則 LTE-A 系統就能提供更有彈性的網路服務，然而還沒有適合多重無線存取技術(Multi-RAT)虛擬化系統架構，所以本篇文章重點在於設計讓 DeNB 能同時提供 UMTS UEs 和 LTE USs 的虛擬化架構，在此篇文章中提出了兩種架構分別為 Arch_A 和 Arch_B，如多重無線存取技術虛擬化架構圖所示，我們提出的技術能結合 3G UMTS 和 4G LTE-A 兩種無線網路，因此可讓設備在 3G 和 4G 移動變得更容易。

中文關鍵詞：長期演進技術，虛擬化，多重無線存取技術，通用行動通訊系統，第四代通訊技術

英文摘要：

英文關鍵詞：

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

- 期中進度報告
期末報告

多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 102-2221-E-028-001

執行期間：102 年 08 月 01 日至 103 年 07 月 31 日

執行機構及系所：國立臺灣體育運動大學 運動管理學系

計畫主持人：麥毅廷

共同主持人：楊峻權、陳振庸、張菽萱

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：劉懿寬
碩士班研究生-兼任助理人員：楊政道
碩士班研究生-兼任助理人員：潘政穎
碩士班研究生-兼任助理人員：洪泰霖
大學部研究生-兼任助理人員：趙佳陽
大學部研究生-兼任助理人員：胡竣凱
大學部研究生-兼任助理人員：賴政成
大學部研究生-兼任助理人員：楊宗憲
大學部研究生-兼任助理人員：劉定融
大學部研究生-兼任助理人員：鄧建利
大學部研究生-兼任助理人員：張尹齊
大學部研究生-兼任助理人員：江宏霖
大學部研究生-兼任助理人員：黃鈺翔
大學部研究生-兼任助理人員：鄒博宇
大學部研究生-兼任助理人員：林佳瑩
大學部研究生-兼任助理人員：楊文綺

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 1 份：

移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

中 華 民 國 103 年 09 月 02 日

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

- 達成目標
- 未達成目標（請說明，以 100 字為限）
- 實驗失敗
- 因故實驗中斷
- 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：(以 100 字為限)

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（對 500 字為限）

在 LTE 架構之下，考量 eNB 無線訊號覆蓋範圍，在進階的 LTE-Advanced 環境，制訂了低耗電、低成本的中繼設備 Relay Node (RN)加入，可讓訊號覆蓋範圍增加、解決訊號死角，使用者與基地台之間藉由 RN 做中繼轉傳，則可以得到較佳的傳輸品質。本計畫中所探討是在原有的無線網路環境中支援額外的無線存取技術，假設 RN 建置於行動載具如高鐵上，我們將面對 Multi-RAT Mobile RN 在提供行動用戶當作存取點時，此外透過 Virtualization 能夠同時支援不同電信業者(Multi-Operator)，MRN 本身 radio backhaul link 因為移動而需要更換基地台(DeNB)，因此 Mobile RN 和 DeNB 會有 handover 的狀況，在不影響核心網路(Core Network, CN)的前提下，當建置在如高鐵上之 MRN 在更換 DeNB 時，對於所服務不同 RAT 和不同 Operator 的行動用戶可以有一個完整無線存取支援及相容機制及較平順的網路服務。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期：__年__月__日

國科會補助計畫	計畫名稱：		
	計畫主持人：		
	計畫編號：	領域：	
研發成果名稱	(中文)		
	(英文)		
成果歸屬機構		發明人 (創作人)	
技術說明	(中文)		
	(200-500 字)		
	(英文)		
產業別			
技術/產品應用範圍			
技術移轉可行性及預期 效益			

註：本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

國科會補助專題研究計畫移地研究心得報告

日期：__年__月__日

計畫編號	NSC — — — — —		
計畫名稱			
出國人員 姓名		服務機構 及職稱	
出國時間	年 月 日至 年 月 日	出國地點	

一、移地研究過程

二、研究成果

三、建議

四、其他

國科會補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：103 年 09 月 01 日

計畫編號	NSC 102-2221-E-028-001		
計畫名稱	多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路		
出國人員姓名	麥毅廷	服務機構及職稱	國立臺灣體育運動大學運動管理學系 副教授
會議時間	102 年 09 月 14 日 至 102 年 09 月 17 日	會議地點	日本、熊本
會議名稱	(中文)第八屆創新計算機資訊與控制國際研討會 (英文) The 8 th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2013)		
發表題目	(中文) LTE 網路架構下虛擬化多重無線存取技術 (英文) Design of Multi-RAT Virtualization Architectures in LTE-Advanced Wireless Network		

一、參加會議經過

2013/09/14 從台灣啟程搭乘中華航空班機抵達福岡機場，並坐車到達

ICICIC2013 會場舉辦之飯店

2013/09/15~17 於 ICICIC2013 會場辦理報到手續，並參加相關論文發表活動，並於 9/15 中午進行論文報告

2013/09/17 從福岡機場啟程搭乘中華航空班機抵達台灣後賦歸

二、與會心得

ICIC 學會所舉辦的 2013 年第 8 屆的 International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2013) 國際學術研討會，屬於電腦科學、電腦控制相關領域重要的研討會活動之一，目前發表的會議論文也有將數百篇。會場位於熊本，會議期間除了參與研討會之議程外，休息時間也可直接與各國學術人才交流與溝通，讓本人與會收穫極為豐富。

會議期間，除了演講與座談外，本人參與多場學者專家之論文發表，對國際性研討會的進行及論文發表方式，學到不少的經驗，除了與國外學者專家、碩、博士研究生等進行心得交換，吸收許多資訊科技相關技術發展知識外，過程中也進一步培養英語對答能力。尤其與在亞、歐洲各國在資訊科技有深入研究國家的教授及學生深談，進一步讓自己了解國際其它國家的發展，以利未來相關研究的進一步思考。幾天的行程中也利用時間參觀熊本古都具多元化之風光及現代化發展與人文

活動，也體驗了寧靜的鄉村生活，對此國際研討會之行留下許多美好回憶。

三、發表論文全文或摘要

另項出席國際會報告中

四、建議

無

五、攜回資料名稱及內容

ICICIC2013 研討會手冊一本

六、其他

參加研討會之留影



國科會補助專題研究計畫國際合作研究計畫國外研究報告

日期：__年__月__日

計畫編號	NSC — — — — —		
計畫名稱			
出國人員姓名		服務機構及職稱	
出國時間	年 月 日至 年 月 日	出國地點	
合作國家		外國合作計畫主持人英文姓名	(First Name) (Last Name)
外國合作機構			

註：1.若出國人員不只一位，應分列姓名。2.外國合作機構及主持人應寫全名。

一、國際合作研究過程（若不只一位研究人員出國，應敘明分工情況及個人角色）

二、研究成果

三、心得與建議

四、本項與國外合作研究之性質，屬：(可複選)

- 分工收集研究資料
- 交換分析實驗或調查結果
- 共同執行理論建立模式並驗證
- 共同執行歸納與比較分析
- 元件或產品分工研發
- 其他（請填寫）_____

五、其他：(本項國合計畫若有下列各項情況，但不以為限，請分項敘述說明)

- (一)除了我方派員前往研究，是否有國外研究人員來台參與研究？若是，請補充來台人員姓名、期間及其活動重點。
- (二)是否包括年輕研究人員(一般指博士生或博士後研究人員)之培育？
- (三)雙方合作成果，是否有與國外共同產生之期刊或會議論文已/擬進行發表？論文名稱(若已有)為何？
- (四)雙方是否已/將有申請共同專利或展開技術移轉之研發成果?若已進行，則擬申請專利之國家或期間為何？
- (五)未來雙方是否有持續合作之規劃？

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

「多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路」

計畫編號：NSC 102－2221-E-028-001

主持人：麥毅廷 國立臺灣體育運動大學運動管理學系

一、前言及研究目的

電信供應商和製造商在近年來就開始為手機提供傳統通訊服務，新的長期演進技術(LTE)[1]和 WiMAX[3][4]同時競爭 4G 的標準，3GPP 已經正式批准 LTE 為無線通訊的標準技術，由於 LTE 為電信設備商所制定而且能夠向下相容於 GSM 和 UMTS 系統，所以使得 LTE 建置起來比 WiMAX 容易，在 LTE 的進階版本 LTE-A[2]中，傳輸頻寬更大了，在低移動性的場景下可達到 1Gbps 的速度，就算在高速移動的環境下，也可以達到 100Mbps 的速度，3GPP release 10 LTE-A[1]和傳統 LTE 最主要的不同在於多了中繼節點(RN)，與它連接的基地台 DeNB[5]可藉由 RN 來增加訊號覆蓋範圍，此外 DeNB 和 RN 也能提供更高的傳輸速率和頻譜效率，保留必要的舊有技術，多重無線存取技術[6]-[8]可以讓一個給定的訊號範圍同時存在多種無線網路，並可以減少物理設備的建置成本和增加訊號範圍，然而在 3GPP 標準中 DeNB 並沒有支援 Multi-RAT，也沒有虛擬化系統實作於 LTE-A 網路中，因此，我們首先提出一個新的虛擬化架構使 DeNB 能為 UMTS UEs 和 LTE UEs 服務，此多重無線存取技術不只支援 eNB 中 eNB 和 RNC 的功能和連結，還再 EPC 和 UMTS 系統中加入虛擬通道，提供 UMTS UEs 和 UMTS 核心網路(core network)連接，正如我們所知，UMTS UEs 在接受服務前必須先與一個 RNC 連接，E-UTRAN 和 EPC 需要提供此項功能，下面有 2 種變形，Arch_A 和 Arch_B，對於 UMTS UEs 和 LTE UEs 而言，多重無線存取技術虛擬化架構的 DeNB 可以提供無縫的無線服務而不需要建置額外的 UMTS NB，因此公司的佈建成本可以因為我們提出的方式而減少，效能分析指出我們的方法是可行的，而且 Arch_B 在換手延遲還有訊號數量上是比較好的。

本計畫報告接下來的部分如下，第 2 節中介紹了 3GPP UMTS，LTE/LTE-A 技術以及虛擬化技術，第 3 節中將呈現多重無線存取技術虛擬化架構，接著效能分析會在第 4 節中提出，最後在第 5 節總結。

二、現有研究說明

2.1 3GPP

UMTS. GSM 在超過 170 個國家已經是主要商業移動電話系統，並迅速發展成 3G，3GPP UMTS 是 3G 蜂窩式電話系統之一，提供更高的傳送頻寬以及多種多媒體應用程式，它的傳送速率在靜止時可達到 2Mbps，在低移動性的環境下傳送速率可達到 384Kbps，就算在高移動性的環境也可以達到 144Kbps，因此 UMTS 可以滿足語音通訊需求，也可以滿足用手持設備上網的需求，UMTS 的無線部分稱為 UTRAN[9]，核心網路中包含了 MSC，SGSN 等，NB 利用 lub 介面與 RNC 連接，如圖 1 所示，RNC 彼此藉由 lur 介面連接，並由 lu 介面連接到核心網路中。

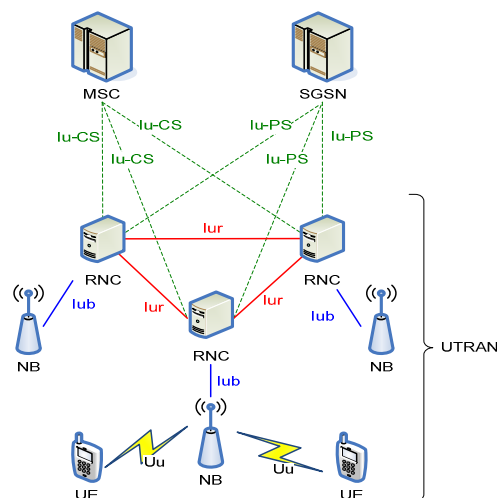


圖 1 UMTS 網路架構

2.2 LTE

LTE 標準繼承了 3GPP 開發的版本，並向下相容 GSM 或 UMTS 蜂窩式系統，因此營運商只需要把傳統 NB 升級成進階版本的 eNB 就可以支援 LTE 移動設備，如圖 2 所示，LTE 中無線網路部分稱為 E-UTRAN，使用者設備，像是行動電話，iPads，手持設備都稱為 UE，基地台則稱之為 eNB，LTE 標準設計支援多種無線訊號存取技術，包含 3GPP 或是非 3GPP 技術，基本上 LTE 包含 3GPP 相關的技術像是利用 MME 或是 S-GW 連結的 UMTS 和 SGSN，或是非 3GPP 透過 P-GW 和互聯網連結的 WiFi 和 WiMAX。

2.3 LTE-A

由於每個基地台的訊號範圍都是有限的，但要佈署新的基地台是一件困難的事情，像是住戶怕有關於 EMR 等健康問題，因此 LTE-A 規格中就想利用一個小型的設備 RN 來做為訊號中繼，如圖 2 所示，DeNB 可藉由 RN 當作訊號中繼來增加服務範圍，RN 為了擴大服務範圍，首先需要先連上 eNB，而此連接 RN 的 eNB 則稱為 DeNB，它需要比傳統的 eNB 提供更多功能以服務 RN 和 UE，DeNB 和 RN 連接介面稱為 Un 介面，如圖 2 所示。

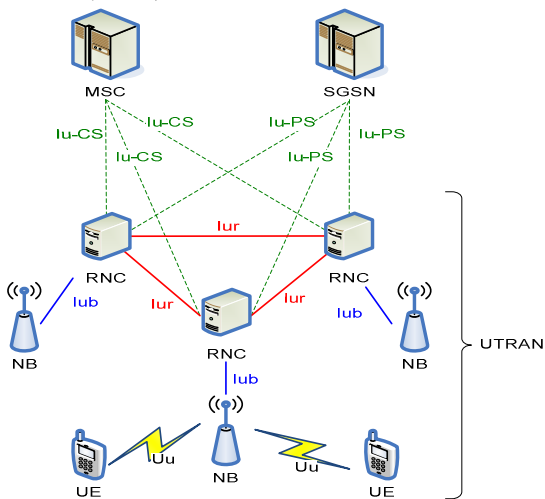


圖 2 LTE-A 網路架構

2.2 虛擬化

"虛擬化"是一種把計算當成服務的重要概念，而虛擬機器可以提供像是彈性的資源，還有資源的利用以及動態的資源分配，虛擬化機器是一種對使用者容易操作，但把複雜的物理資源分配隱藏起來的複雜平台，虛擬機器是能跑在任何硬體平台上的軟體，例如產生一個模擬計算機的虛擬環境，

或是支援軟體的一台虛擬主機，其概念圖如圖 3 所示，近年來已經有許多虛擬化系統或是軟體應用程式，像是 VirtualBox[10]，VMware[11]，Xen[12]。

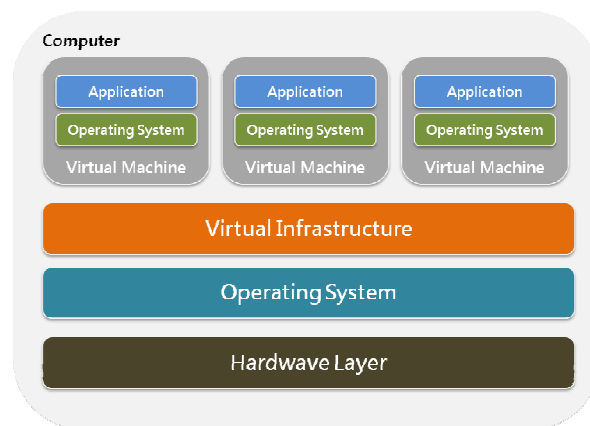


圖 3 虛擬化系統架構圖

三、研究方法

因為 LTE 本身設計是向下相容先前 3GPP 的標準像是 GSM 和 UMTS，所以 LTE 要與不同存取技術連接只需要透過 IMS 連接其核心網路即可，如此看來 Multi-RAT 虛擬化架構可能是可行的，但要如何傳送封包，以及如何找到正確的傳遞路徑還是個需要討論的議題，此外，要如何在 LTE 核心網路中建置虛擬多重無線存取技術也是個目前趨勢問題，如果 DeNB 不僅能夠服務 LTE UE，更能支援先前 3GPP 標準中的終端使用者，像是 UMTS US，GPRS MS 和 GSM MS，則 LTE 或是 LTE-A 在佈署上可以顯著的降低成本，目前有些文章討論這些重要的趨勢問題，像是 WLAN 中的網路虛擬化 [13]，移動網路[14]，LTE 網路[15]，還有移動使用者的 Mutli-RAR[16]，正如我們所知，在 LTE-A 網路中蜂窩式基地台是 EPC 和 UE 間的介面，如果有一個 Multi-RAT 虛擬化基地台能夠支援多種不同存取技術的無線訊號，則 UE 傳送出的封包經由 DeNB 加密後透過特殊的通道傳送到對應的核心網路中，則建置成本就可以降低，我們提出的架構，如圖 4 所示，Multi-RAT 虛擬化架構包含 UMTS，LTE 和 LTE-A，圖 5.1 則顯示出虛擬節點連接的例子。

3.1 架構設計

現在有許多有名的 3GPP 無線存取技術存在，本篇文章著重於設計一個支援 LTE，LTE-A 和 UMTS 的系統，Multi-RAT 虛擬化 DeNB 有兩種方式能使 LTE 領域提供 UMTS UE 和 UMTS 領域連結，對於空中無線介面來說，Multi-RAT 虛擬化 DeNB 需要提供 LTE UE 和 UMTS UE 連接，此外，如果 UMTS UE 是透過 RN 連接到 DeNB，則 RN 在虛擬 UTRAN 中

對於虛擬 NB 來說就像是一台轉發器，所以 RN 的 backhaul link Un 介面對於虛擬 NB 來說就是一個 WCDMA 物理層的通道，如圖 5 和圖 6 所示，對於有線的核心網路來說，第一種是增加一條連接 EPC 和 UMTS 領域的通道，此作法稱為 Arch_A(圖 5.2)，另一種作法是在 DeNB 中增加一個虛擬的 RNC，並由 DeNB 的 backhaul link 連接 UMTS 領域，此方式稱為 Arch_B。

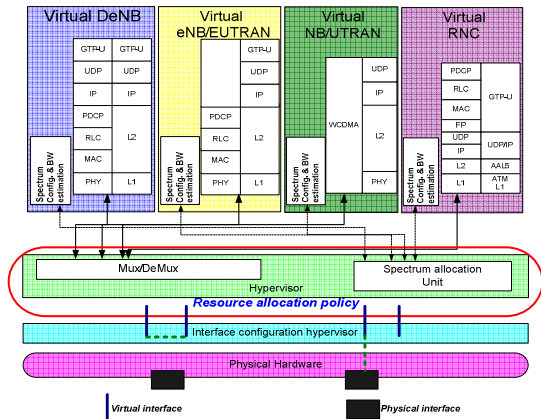


圖 4 多重無線存取技術虛擬化 DeNB 架構

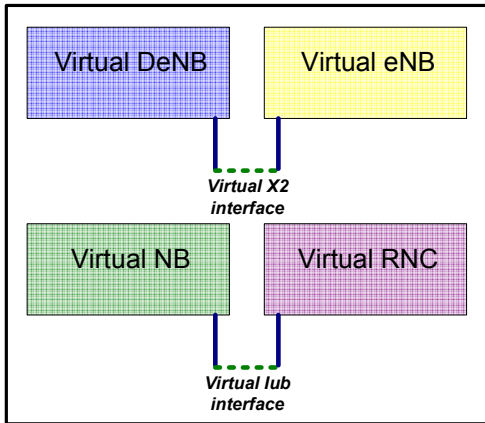


圖 5.1 虛擬節點連接範例

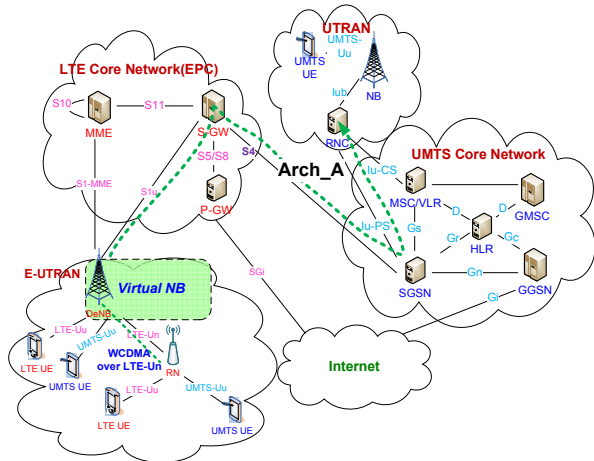


圖 5.2 Arch_A 架構圖

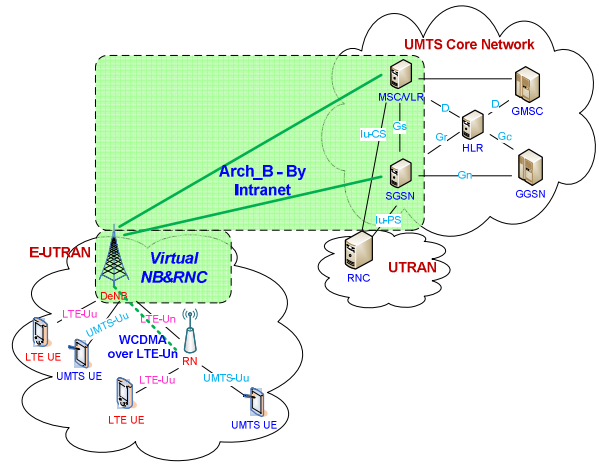


圖 6 Arch_B 架構圖

四、效能評估

我們提出的 Arch_A 與 Arch_B 兩種架構有著不同的優點及缺點，表格 1 為兩者的定性分析，在 UMTS RNC 的複雜度，DeNB 的複雜度及 LTE/UMTS CN 的複雜度上有著不同的判斷標準，另外還有 UMTS UE 的傳送效率和安全考量，Arch_A 在比起 Arch_B 中 UMTS RNC 增加的複雜度表現起來較低，一般而言，對於 UMTS UE 來說 Arch_A 比起 Arch_B 的傳送路徑的延遲時間是比較大的，Arch_B 也有更好的安全性，此外，在定量分析部分可以提供更多的比較，表 2 為數值分析的參數，換手的延遲時間分析於圖 7 呈現，換手延遲時間如公式 1 表示，其中分為數個部分，包含無線連接部份，有線連接部份，處理時間，在圖 7 左下方表示的是 NB 之間的換手，以及 NB 內部的換手，圖 8 可以看出由公式 1 得到的換手延遲時間，而換手流程圖顯示了詳細資訊(如一個 NB 間換手的例子)，評估換手完成時間包含(A)透過無線和有線鏈路傳送換手訊號的時間 ($N_{Radio-link}=4, N_{Wired-link}=18$), 和(B)步驟 3 和步驟 11 中換手流程的 bearer 配置時間($N_{Bearer configuration}=2$), 及(C)每個方形符號以及箭頭 ($N_{Device}=3+22=25$), 所有的換手延遲列於圖 8 中，而且換手信號可以由(A)來計算，表 3 的定量比較顯示換手延遲及換手訊號數量，基於表 1 和表 3 的結果顯示，Arch_B 的做法有較佳的結果，然而 Arch_A 也可因為特殊目的而成為 LTE-A 網路中多重無線存取技術的解法。

$$Handover\ latency = T_{Radio-link} \times N_{Radio-link} + T_{Wired-link} \times N_{Wired-link} + T_{Bearer\ configuration} \times N_{Bearer\ configuration} + T_{CP-processing} \times N_{Device} \quad (1)$$

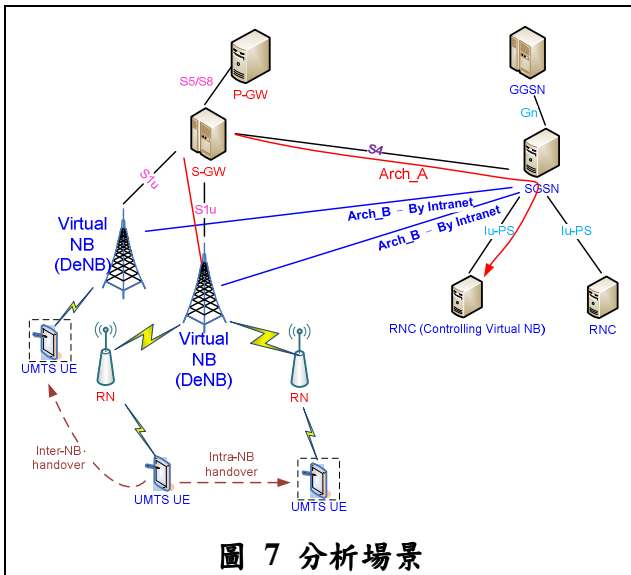


圖 7 分析場景

$$\begin{aligned}
 \text{Intra-NB HO latency}_{Arch_A} &= T_{Radio-link} \times 2 \\
 &+ T_{Wired-link} \times 6 + T_{CP-processing} \times 7 = 51 \\
 \text{Intra-NB HO latency}_{Arch_B} &= T_{Radio-link} \times 2 \\
 &+ T_{CP-processing} \times 1 = 9 \\
 \text{Inter-NB HO latency}_{Arch_A} &= T_{Radio-link} \times 4 \\
 &+ T_{Wired-link} \times 18 + T_{Bearer-configuration} \times 2 \\
 &+ T_{CP-processing} \times 25 = 179 \\
 \text{Inter-NB HO latency}_{Arch_B} &= T_{Radio-link} \times 4 \\
 &+ T_{Wired-link} \times 12 + T_{Bearer-configuration} \times 2 \\
 &+ T_{CP-processing} \times 13 = 107
 \end{aligned}$$

圖 8 換手延遲計算

表 1 Arch_A 與 Arch_B 定性比較

Metric	Arch_A	Arch_B
UMTS RNC Complexity	Serving UMTS-UE via EPC tunneling	IuPS (backhaul link) via Intranet
RN Complexity	UMTS-Uu (access link) and WCDMA tunnel (backhaul link)	(backhaul link)
DeNB Complexity	Bearer management + NB Virtualization	Virtualization (NB and RNC)
LTE/UMTS CN Complexity	Bearer management S4 btw S-GW and S-GSN	No impact
UMTS-UE Transmission Efficiency	Low	High
Security Concern	Low	Middle

表 2 分析參數

Parameter	Description	Value
$T_{Radio-link}$	Transmission time via radio link	2 ms
$T_{Wired-link}$	Transmission time via wired link	2 ms
$T_{Bearer-configuration}$	Transport bearer setup/release time	5 ms
$T_{CP-processing}$	Control-plane processing time	5 ms

表 3 定量比較

Metric	HO latency (ms)		Number of HO signal	
	Arch_A	Arch_B	Arch_A	Arch_B
Intra-NB handover	51	9	8	2
Inter-NB handover	179	107	22	16

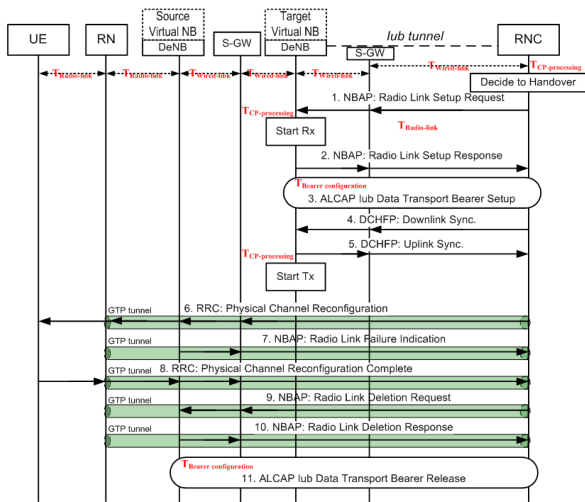


圖 9 Arch_A 中 Inter-NB 換手流程圖

五、結果與討論

LTE 和 LTE-A 都能夠向下相容 3G 的 UMTS 和 2G 的 GSM GPRS 蜂窩式網路，在考量到訊號覆蓋範圍以及建置成本等因素，LTE-A 加入了一個新的設備 RN 來增加服務範圍，本篇文章設計了 2 種可行的

Multi-RAT 虛擬化架構使得 DeNB 以及 RN 能藉由虛擬化提供 UMTS UEs 及 LTE UEs 支援，因此，分析結果顯示我們提出的架構透過虛擬化技術可使 UE 在 LTE-A 和 UMTS 核心網路中傳輸，Multi-RAT 虛擬化架構在未來 4G 無線網路中是一個新穎且可行的解法，未來的研究方向將是把虛擬化擴展至 RN 上，因為 RN 間一樣有著 eNB 的功能，可以服務多種版本的終端使用者，且由於 RN 的無線鏈路以及 backhaul 鏈路，它將可使終端使用者更有彈性以及提供移動性的虛擬化功能。

六、參考文獻

- [1] 3GPP TS 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) Overall description, Stage 2, Rel. 8, v8.5.0, May 2008.
- [2] 3GPP TS 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), Rel. 10, v10.2.0, Dec. 2010.
- [3] IEEE Std 802.16-2009, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air

- Interface for Broadband Wireless Access Systems, May 2009.
- [4] IEEE Std 802.16j-2009, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 1: Multiple Relay Specification, June 2009.
- [5] 3GPP TR 36.806, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) Relay Architectures for E-UTRA (LTE-Advanced), Rel. 9, v9.0.0, March 2010.
- [6] S.V. Anand, and R. Tyagi, "Unified Protocol Stack Architecture for 4G Mobile Terminals to Support Multiple Radio Access Technologies," *Proc. of the Wireless Telecommunications Symposium, 2007 (WTS 2007)*, pp. 1-6, April 2007.
- [7] I. F. Akyildiz, D. M. Gutierrez-Estevez, and E. C. Reyes, "The Evolution to 4G Cellular Systems: LTE-Advanced," *Physical Communication*, vol. 3, no. 4, pp. 217-244, Dec. 2010.
- [8] S. Ghamari, M. Schellmann, M. Dillinger, and E. Schulz, "An Approach for Automated Spectrum Refarming for Multiple Radio Access Technologies," *Proc. of the 2011 Technical Symposium at ITU Telecom World (ITU WT)*, pp. 187-192, Oct. 2011.
- [9] S. Sesia, I. Toufik, and M. P. J. Baker, *LTE - The UMTS Long Term Evolution*, Wiley, Apr. 2009.
- [10] <http://www.virtualbox.org/>
- [11] <http://www.vmware.com/>
- [12] <http://www.xen.org/>
- [13] G. Bhanage, D. Vete, I. Seskar, and D. Raychaudhuri, "SplitAP: Leveraging Wireless Network Virtualization For Flexible Sharing Of WLANs," *Proc. of the Global Telecommunications Conference (GLOBECOM)*, pp. 1-6, Dec. 2010.
- [14] M. Hoffmann, and M. Staufer, "Network Virtualization for Future Mobile Networks: General Architecture and Applications," *Proc. of the 2011 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)*, pp.1-5, June 2011.
- [15] Y. Zaki, L. Zhao, C. Goerg, and A. Timm-Giel, "LTE Mobile Network Virtualization: Exploiting Multiplexing and Multi-user Diversity Gain," *Mobile Networks and Applications*, vol.16, no.4, pp. 424-432, Aug. 2011.
- [16] X. Ma, M. Sheng, and Y. Zhang, "Flow Splitting for Multi-Rat Heterogeneous Networks," *Proc. of the IEEE 76th Vehicular Technology Conference (VTC 2012-Fall)*, pp. 1-5, Sept. 2012.
- [17] 3GPP TS 25.467, Technical Specification Group Radio Access Network, UTRAN architecture for 3G Home Node B (HNB) , Stage 2, Rel. 10, v10.3.0, Sept. 2011.
- [18] S.T. Yang, and C.H. Gan, "The Design and Implementation of the RUA Protocol in the Home Node B," *Proc. of the IEEE 71st Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Spring)*, pp. 1-4, Sept. 2012.

七、計畫成果自評

本計畫之研究成果至今共有 2 篇會議論文發表 (1 篇國際會議、1 篇國內會議)，兩篇皆為通訊作者，成果尚可。

1. Jeng-Yueng Chen, Chun-Chuan Yang, and *Yi-Ting Mai, "Design of Multi-RAT Virtualization Architectures in LTE-Advanced Wireless Network," the 8th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2013), Kumamoto, Japan, Sept. 14-17, 2013.
2. 劉諧樺, 陳振庸, *麥毅廷, 楊峻權, "設計支援 Multi-RAT 的 Virtualization 基地台架構於 LTE 網路," Proceedings of the 7th Information Education and Technological Applications Conference 2014 (IETAC 2014), Taichung, Taiwan, May 6, 2014, pp. 310-315.

國科會補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：102年9月17日

計畫編號	NSC 102-2221-E-164-007		
計畫名稱	多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路		
出國人員姓名	麥毅廷	服務機構及職稱	修平科技大學資訊網路技術系副教授
會議時間	102年9月14日 至 102年9月17日	會議地點	日本、熊本市
會議名稱	(中文)第八屆創新計算機資訊與控制國際研討會 (英文) The 8th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2013)		
發表題目	(中文) LTE 網路架構下虛擬化多重無線存取技術 (英文) Design of Multi-RAT Virtualization Architectures in LTE-Advanced Wireless Network		

一、參加會議經過

2013/09/14 從台灣啟程搭乘中華航空班機抵達福岡機場，並坐車到達 ICICIC2013 會場舉辦之飯店

2012/09/15~17 於 ICICIC2013 會場辦理報到手續，並參加相關論文發表活動，並於 9/15 中午進行論文報告

2013/09/17 從福岡機場啟程搭乘中華航空班機抵達台灣後賦歸

二、與會心得

ICIC 學會所舉辦的 2013 年第 8 屆的 International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2013) 國際學術研討會，屬於電腦科學、電腦控制相關領域重要的研討會活動之一，目前發表的會議論文也有將數百篇。會場位於熊本，會議期間除了參與研討會之議程外，休息時間也可直接與各國學術人才交流與溝通，讓本人與會收穫極為豐富。

會議期間，除了演講與座談外，本人參與多場學者專家之論文發表，對國際性研討會的進行及論文發表方式，學到不少的經驗，除了與國外學者專家、碩、博士

研究生等進行心得交換，吸收許多資訊科技相關技術發展知識外，過程中也進一步培養英語對答能力。尤其與在亞、歐洲各國在資訊科技有深入研究國家的教授及學生深談，進一步讓自己了解國際其它國家的發展，以利未來相關研究的進一步思考。幾天的行程中也利用時間參觀熊本古都具多元化之風光及現代化發展與人文活動，也體驗了寧靜的鄉村生活，對此國際研討會之行留下許多美好回憶。

三、發表論文全文或摘要

於下一頁

四、建議

無

五、攜回資料名稱及內容

ICICIC2013 研討會手冊一本

六、其他

參加研討會之留影



ICI
International

**Eighth International Conference on Innovative
Computing, Information and Control**

ICICIC2013

September 14–17, 2013, Kumamoto, Japan



Program



**Organized by
ICIC International
Tokai University, Japan
Kumamoto City, Japan**

**Sponsored by
National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan
Kumamoto International Convention Tourism and Bureau, Japan
Waseda University, Japan
Fuzzy Logic Systems Institute, Japan
SOFT Kyushu Chapter, Japan
Chongqing University, China
Dalian University, China
Dalian University of Technology, China
Dalian Maritime University, China
Harbin University of Science and Technology, China
Xihua University, China
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China
Dalian Simi T&D Inc., China
Qinhuangdao Yanda Intelligent Informatics Inc., China**



Eighth International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2013)

ICICIC2013 Submission

Scope

Papers are solicited for, but not limited to:

- Approximate reasoning	- Knowledge-based systems
- Artificial intelligence and expert systems	- Knowledge discovery and data mining
- Bioinformatics	- Learning systems
- Circuit and systems	- Management science
- Clustering and data analysis	- Manufacturing systems
- Complex and large scale systems	- Networked control systems
- Computer organization	- Neural networks
- Control education	- Optimal, adaptive, predictive control
- Decision support systems	- Optimization techniques
- Discrete event systems	- Power systems
- Distributed computing	- Real-time systems
- Embedded system	- Robotics and motion control
- Environmental and bio-engineering	- Robust, fuzzy and reliable control
- Evolutionary computation	- Robustness analysis
- Fault detection	- Signal and image processing
- Filtering on linear and nonlinear systems	- Soft computing
- Fuzzy systems and rough sets	- System identification
- Fuzzy optimization and decision making	- Stochastic systems
- Guidance and navigation systems	- Supervisory systems
- Human-machine learning	- Transportation control theory
- Hybrid intelligent systems	- Transportation information engineering
- Image and speech signal processing	- Transportation signal detection and control
- Information theory and applications	- Transportation systems
- Intelligent fault detection and identification	- Web services
- Intelligent information systems	- Web security
- Intelligent transportation system	

Paper Submission

Papers are invited from prospective authors with interest on the related areas. Each paper should be written with title, authors' names, affiliation, email addresses, an up to 150-words abstract, and a one-column body within 6 single-spaced pages and with font size at 12 pt. All papers **MUST** be submitted electronically in **PDF** format only (No more than 1MB size) via: icicic2013@ijcic.org

A submission should be sent to ICICIC2013 with Subject: **ICICIC2013 Submission**, and a message as (sample):

Title: Fuzzy Logic and Applications

Author(s): Yan Shi and Masaharu Mizumoto

Corresponding author: Prof. Yan Shi (E-mail: ysh@ktmail.tokai-u.jp), Tokai University, Japan

After a paper has been accepted for ICICIC2013, the author(s) will be asked to provide the LaTeX source files or the Word file (with PDF file) of the paper formatted by ICICIC2013 paper file style.

Important Dates

Submission	-- May 20, 2013 (Closed)
Notification of acceptance	-- June 20, 2013
Final manuscript submission	-- July 20, 2013
Registration	-- July 20, 2013

September 15, Sunday

11:00 – 12:30 **No.1 Meeting Room, 4F**

A2: Innovative Computation and Its Applications

Chairs: Prof. Huey-Ming Lee (Chinese Culture University, Taiwan)
Prof. Lily Lin (China University of Technology, Taiwan)
Prof. Jin-Shieh Su (Chinese Culture University, Taiwan)

A2-01

ICICIC2013-SS16-02

Point Estimation of One Missing Value in Latin Square Experiments
Rong Jea, Huey-Ming Lee and Jin-Shieh Su (Taiwan)

A2-02

ICICIC2013-SS16-03

Time Aggregation Effect on Multi-Period Regression Models
Rong Jea, Teng-San Shih and Huey-Ming Lee (Taiwan)

A2-03

ICICIC2013-SS16-04

An Ontological Approach for Guideline-Based Decision Support
Rung-Ching Chen and Cho-Tsan Bau (Taiwan)

A2-04

ICICIC2013-SS16-05

The Applications of Fuzzy Methods on Solving Medical Problems
Rung-Ching Chen and HuiQin Jiang (Taiwan)

A2-05

ICICIC2013-SS16-06

Design of Multi-RAT Virtualization Architectures in LTE-Advanced Wireless Network
Jeng-Yueng Chen, Chun-Chuan Yang and Yi-Ting Mai (Taiwan)

A2-06

ICICIC2013-SS16-07

Optimized Item Relational Structure Theory: Using the Differentiations of Multinomial Functions as an Example
Hsiang-Chuan Liu, Yen-Kuei Yu and Hsien-Chang Tsai (Taiwan)

Design of Multi-RAT Virtualization Architectures in LTE-Advanced Wireless Network

Jeng-Yueng Chen¹, Chun-Chuan Yang², and Yi-Ting Mai^{1*}

¹Department of Information Networking Technology

Hsiuping University of Science and Technology

No.11 Gongye Rd, Dali Dist., Taichung City 412-80, Taiwan (R.O.C.)

*wkb@wkb.idv.tw, wkb@ieee.org

²Department of Computer Science and Information Engineering

National Chi Nan University

No.1, University Rd, Puli, Nantou County, 54561, Taiwan (R.O.C.)

ABSTRACT. LTE-Advanced standard is the competing head of access network technology in 4G wireless networks. LTE is one of 3GPP standards, and furthermore LTE and LTE-Advanced are developed by 3GPP which are organized by telecommunication vendors and operators. Moreover, both LTE and LTE-Advanced are backward compatible with 3G-UMTS/2G-GSM cellular systems. To improve radio resource utilization, simultaneously deploying Multiple Radio Access Technologies (Multi-RATs) in a given coverage area, to carry the complete offered user traffic, provides a superior user experience. If base station can support Multi-RATs including UMTS, IEEE 802.11 and 802.16, the LTE-advanced system can provide more flexible network services. However, the virtualization system architecture for Multi-RAT support is still under development. This paper focuses on designed virtualization architecture by which DeNB can provide services for both UMTS UEs and LTE UEs. Two novel architectures (Arch_A and Arch_B) are presented in this paper. As shown in the Multi-RAT Virtualization architecture, our proposed structure can integrate the services of 3G UMTS and 4G LTE-Advanced wireless network. Thus, the migration between 3G and 4G is more easily achieved by our proposed two architectures.

Keywords: LTE, Virtualization, Multi-RAT, UMTS, 4G

1. Introduction. The telecom manufacturers and vendors have begun to provide traditional network communication services on mobile phones in recent years. The new technology is called *Long Term Evolution (LTE)* [1] which is a competing access network technology in 4G wireless networks with *WiMAX* [2] [3]. *3GPP (Third Generation Partnership Project)* formally approved LTE to be the standard technology for the wireless communication. Since LTE standard is defined by telecom vendors and is backward compatible with *GSM/UMTS* cellular systems, this makes LTE deployment much easier than *WiMAX*. The enhanced LTE version, *LTE-Advanced (LTA-A)* [1], the transmission bandwidth has been upgraded. The transmission rate can reach up to 1Gbps when UEs are in low mobility state. Even UEs in high mobility state, the transmission rate can still provide up to 100Mbps. The major difference between 3GPP Release 10 LTE-A [1] and original LTE is a new entity called *relay node (RN)* introduced in LTE-Advanced. The base station, called *Donor Evolved Node B (DeNB)* [4], can extend its serving coverage by using RN. Moreover, DeNB and RN

can also offer higher data rates and better spectral efficiencies, in combination with the necessity of retaining the traditional technologies for as long as possible (in order not only to satisfy the old users who do not switch to the new technologies, but also to obtain the maximum benefits from the already constructed infrastructure). The Multi-RATs [5] -[7] simultaneously co-exist in a given wireless area and can reduce the cost of physical devices construction and increase the old 3GPP technologies coverage. However, the Multi-RAT supporting in DeNB is still under development in 3GPP, there is no suitable architecture proposed in 3GPP standards. We will propose an enhanced virtualization architecture design by which DeNB is able to provide services for both *UMTS UEs* and *LTE UEs*. To add virtual tunnel links between *Evolved Packet Core (EPC)* and UMTS domain in order to provide connection between *UMTS-UE* and *RNC* of UMTS domain.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 briefly introduces 3GPP UMTS, LTE/LTE-A technologies while the virtualization technique is also presented. Section 3 will present the Multi-RAT Virtualization architectures. Performance analysis between proposed architectures is shown in Section 4. Finally, we conclude this paper.

2. Related Works.

2.1 3GPP.

UMTS. GSM is already the primary business mobile phone system in more than 170 countries and is rapidly evolving to 3G and beyond. 3GPP UMTS, one of the 3G cellular telephone systems, provides higher transmission bandwidth and varied multimedia applications. The transmission rate can reach up to 2 Mbps when UEs are motionless. The transmission rate can reach up to 384 Kbps if UEs are in low mobility status. Even when UEs are in high mobility status, the transmission rates can still reach 144 Kbps. Thus, the UMTS can satisfy voice communication demand and also meet the requirements for Internet access via varied hand-held UEs. The radio access network in UMTS is called *UTRAN* in [8]. The core network contains entities such as *Mobile Switching Center (MSC)*, *Serving GPRS Support Node (SGSN)*, etc. NB uses *Iub* interface connecting RNC in Figure 1. RNCs are inter-connected with *Iur* Interfaces and connecting core network with *Iu* interfaces.

LTE. LTE standard inherits 3GPP developed versions from current telecommunication network architecture and is backward compatible with GSM or UMTS cellular systems. So operators only need to upgrade the traditional UMTS base station (*Node B, NB*), to the enhanced version *Evolved Node B (eNB)* and DeNB in order to support LTE. The radio access system is called E-UTRAN in LTE. User devices such as mobile phones, iPads or hand-held devices are named *User Equipments (UEs)* while the base stations are called eNBs. LTE standard is designed to support multiple radio access technologies including 3GPP and non-3GPP technologies. The architecture for inter-working with different radio access technologies in LTE is shown in Figure 2. Basically, the LTE connects 3GPP-related technologies such as UMTS by connecting *MME/S-GW* and *SGSN* while the LTE connects non-3GPP technologies such as WiFi and WiMAX by passing through *P-GW* and Internet.

LTE-Advanced. Each eNB has a limited serving area. But it is more difficult to deploy a new eNB since residents have health concerns in regards to the electromagnetic waves emitted. Thus, the idea of signal relay by a smaller entity called *RN* has been proposed and becomes an LTE-Advanced specification. As illustrated in the lower right corner of Figure 2, a DeNB can expand its serving area by using *RN* to relay signal coverage. *RN* firstly connects to an eNB in order to enlarge an eNB's serving area. The eNB that's connected with *RN* is called DeNB since it needs to provide more functionality for serving both *UE* and *RN*. The interface used between *RN* and DeNB is called *Un* as shown in Figure 2.

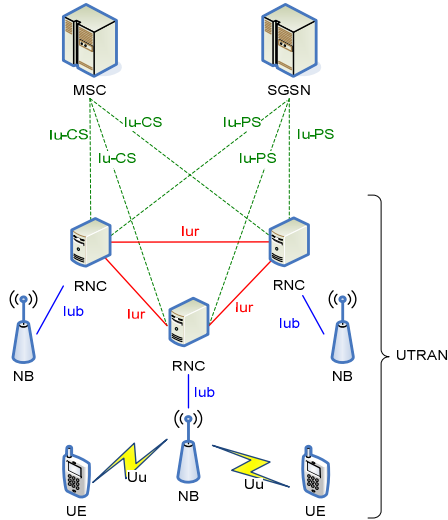


FIGURE 1. UMTS network architecture

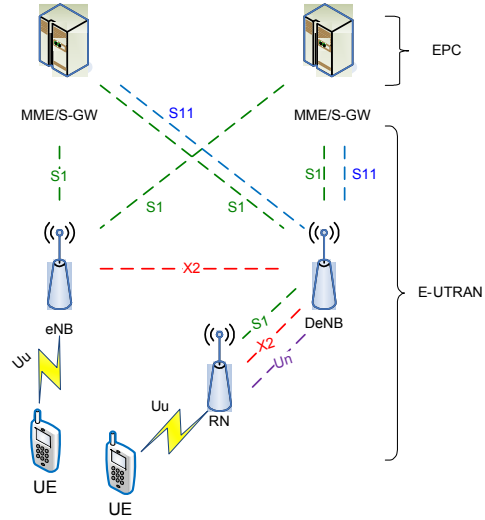


FIGURE 2. LTE-A network architecture

2.2 Virtualization.

“Virtualization” is a new and important key concept in enabling the “computing-as-a-service” vision of computing solutions. Virtual machine related features such as flexible resource providing, and mobility of computing machine state have improved efficiency of resource usage and dynamic resource allocation. A virtualization machine is a virtual, user-friendly computer that runs on a complex platform, hiding the complicated physical process of computing resources from the user. The virtual machine can be carried out on a given hardware platform by the host software - an example is a control program such as *Virtual Infrastructure* that produces a simulated computer environment or a virtual machine for the supporting software. The concept of the architecture is shown in Figure 3. In recent years, the virtualization system or platform has had many software applications such as VirtualBox [9] and Xen [10].

3. Proposed Multi-RAT Virtualization Architecture in LTE-A Base Station. Since the LTE is designed to support previous 3GPP versions such as GSM and UMTS, the architecture for inter-working with LTE and different access technologies simply requires the connection of their cores networks by *IP Multimedia Core Network Subsystem (IMS)*. This Multi-RAT architecture might be workable but how to delivery packets or find a route path for the data traffic is still a discussion issue. Moreover, to build up Network Virtualization in LTE core network with Multi-RAT is also an ongoing problem. If the DeNB can simultaneously support LTE-UE and previous 3GPP end users such as UMTS-UE, GPRS-MS and GSM-MS, the LTE or LTE-A deployment cost will be decreased significantly. Some articles discuss these important and currently trending issues, such as Network Virtualization in WLAN [11], mobile network [12], LTE network [13], and Multi-RAT supporting in mobile user [14] respectively. As we know, cellular base station is the interface between UEs and EPC in LTE-A network, if a Multi-RAT Virtualization base station (called *Multi-RAT Virtualization DeNB*) is able to deal with different radio signals from different access technologies, then packets from UEs with different technologies are routed and encrypted via DeNB with special tunnel passing

through core networks. Thus, the system cost can be reduced. The proposed architecture as indicated in Figure 4 show the virtualization architecture for supporting Multi-RAT including UMTS , LTE and LTE-A.

3.1 Architecture Design.

There are many popular 3GPP radio access technologies in the world, this paper only focuses on the design of the supported system among LTE, LTE-A and UMTS. There are two kinds of approach for LTE domain (E-UTRAN, EPC) to provide connection between UMTS-UE and UMTS domain (UTRAN, UMTS CN) for the Multi-RAT Virtualization DeNB. For air radio interface, Multi-RAT Virtualization DeNB must apply both original LTE-UE and UMTS-UE radio connection. Moreover, if the RN has connected to DeNB as a UMTS-NodeB for UMTS-UEs, the RN is also a repeater device for *Virtual NodeB (Virtual NB)* under *Virtual UTRAN* area. So RN backhaul link *Un* interface is also a WCDMA PHY layer tunnel for *Virtual NB* as shown in the lower left corners of Figure 5 and Figure 6. For wired core network interface, the first one is to add tunnel connectivity between EPC and UMTS domain, which is named as *Arch_A*. The other one is to add connectivity between E-UTRAN and UMTS domain, which is named as *Arch_B*.

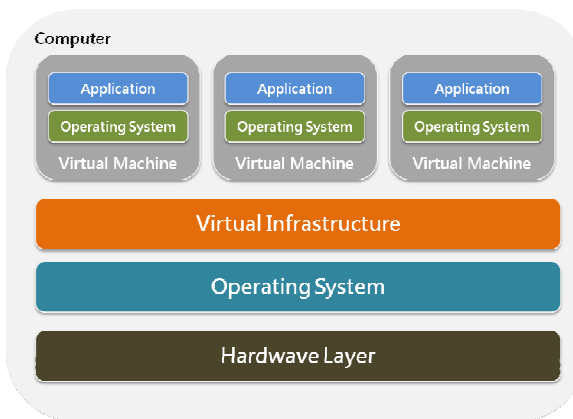


FIGURE 3. Virtualization system architecture

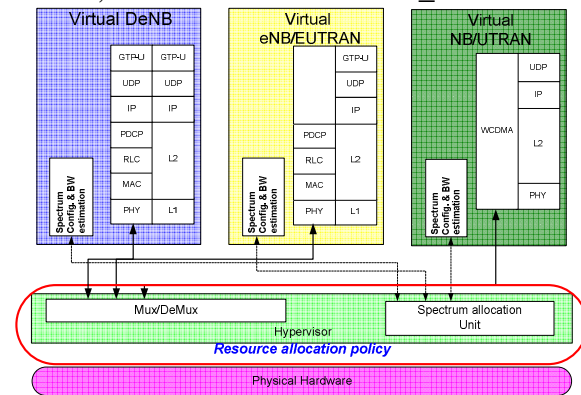


FIGURE 4. Multi-RAT Virtualization DeNB architecture

4. Performance Analysis. The two proposed architectures, Arch_A, and Arch_B, have different advantages and disadvantages. Table 1 shows the qualitative comparison between Arch_A, and Arch_B. There are some differences in criteria UMTS RNC Complexity, DeNB Complexity, LTE/UMTS CN Complexity, UMTS-UE Transmission Efficiency and Security Concern. Arch_A presents less complexity of DeNB at the expense of increased complexity of UMTS RNC in comparison with those in Arch_B. Generally speaking, transmission path for UMTS-UE in Arch_A results increased latency. Arch_B might have higher security concerns among network transmission than Arch_A, since its connectivity is going through an Intranet connection. Table 3 has shown the quantitative comparison in criteria of *Handover latency* and *Number of handover signal*. The analysis of handover latency can be identified by formula (1) with several parts such as radio link, wired link and processing time. Moreover, the numerical analysis parameters can be found in Table 2 and the analysis scenario can be illustrated by Figure 7. Based on results of Table 1 and Table 3, our proposed Arch_B has better performance. However, to apply Arch_A for different cases is also an alternative solution for Multi-RAT Virtualization supporting in

LTE-Advanced network.

$$\text{Handover latency} = T_{\text{Radio-link}} \times N_{\text{Radio-link}} + T_{\text{Wired-link}} \times N_{\text{Wired-link}} + T_{\text{Bearer configuration}} \times N_{\text{Bearer configuration}} + T_{\text{CP-processing}} \times N_{\text{Device}} \quad (1)$$

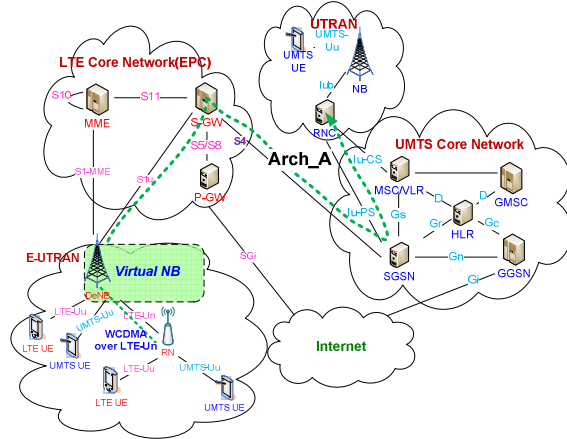


Figure 5. Arch_A architecture

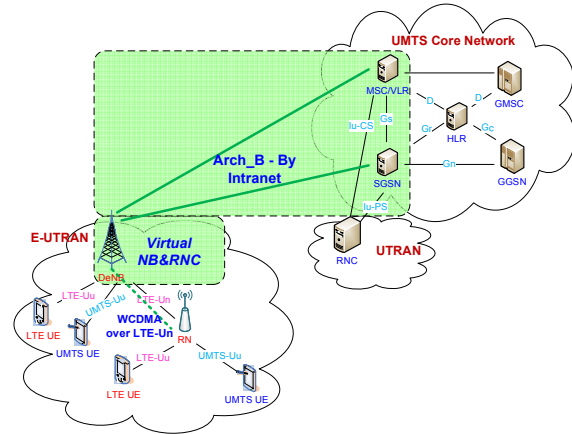


FIGURE 6. Arch_B architecture

TABLE 1. Qualitative comparison between two architectures

Metric	Arch_A	Arch_B
UMTS RNC Complexity	Serving UMTS-UE via EPC tunneling	Virtual NB with RNC
RN Complexity	UMTS-Uu (access link) and WCDMA tunnel (backhaul link)	Virtualization (NB and RNC)
DeNB Complexity	Bearer management + NB Virtualization	Virtualization (NB and RNC)
LTE/UMTS CN Complexity	Bearer management S4 btw S-GW and SGSN	No impact
UMTS-UE Transmission Efficiency	Low	High
Security Concern	Low	Middle

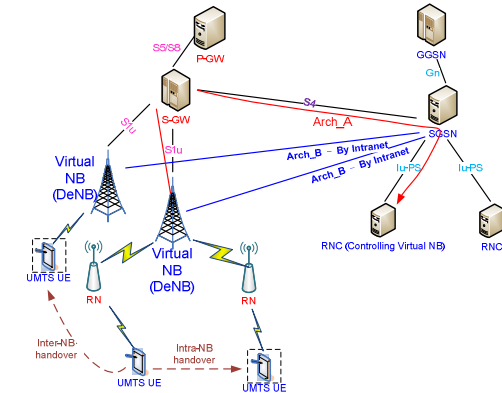


FIGURE 7. Analysis scenario

TABLE 2. Analysis parameters

Parameter	Description	Value
$T_{\text{Radio-link}}$	Transmission time via radio link	2 ms
$T_{\text{Wired-link}}$	Transmission time via wired link	2 ms
$T_{\text{Bearer configuration}}$	Transport bearer setup/release time	5 ms
$T_{\text{CP-processing}}$	Control-plane processing time	5 ms
$T_{\text{UP-processing}}$	User-plane processing time	1 ms

TABLE 3. Quantitative comparison

Metric	Handover latency		Number of handover signal	
	Arch_A	Arch_B	Arch_A	Arch_B
Intra-NB handover (ms)	157	5	21	0
Inter-NB handover (ms)	188	118	24	14

5. Conclusions. Both LTE and LTE-Advanced are backward compatible with 3G UMTS and 2G GSM, GPRS cellular networks. Considering wireless coverage and upgrade deployment cost, the LTE-Advanced adds a new entity RN to enlarge service coverage. This paper has designed two workable Multi-RAT Virtualization architectures by which DeNB with RN is able to provide services for both UMTS UEs and LTE UEs by Virtualization supporting. Thus, analysis results have shown that our proposed structures

can let the UEs' transition between core networks of UMTS and LTE-Advanced with virtualization support. It is an achievable and novel Multi-RAT Virtualization architecture for future 4G wireless network.

Acknowledgment. This work was supported in part by the National Science Council (NSC), Taiwan, R.O.C., under the grant no. NSC 102-2221-E-164-007. The authors also gratefully acknowledge the helpful comments and suggestions of the reviewers, which have improved the presentation.

REFERENCES

- [1] 3GPP TS 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), Rel. 10, v10.2.0, Dec. 2010.
- [2] IEEE Std 802.16-2009, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems, May 2009.
- [3] IEEE Std 802.16j-2009, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems Amendment 1: Multiple Relay Specification, Jun. 2009.
- [4] 3GPP TR 36.806, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) Relay Architectures for E-UTRA (LTE-Advanced), Rel. 9, v9.0.0, Mar. 2010.
- [5] S.V. Anand, and R. Tyagi, "Unified Protocol Stack Architecture for 4G Mobile Terminals to Support Multiple Radio Access Technologies," *Proc. of the Wireless Telecommunications Symposium, 2007 (WTS 2007)*, pp. 1-6, Apr. 2007.
- [6] I. F. Akyildiz, D. M. Gutierrez-Estevez, and E. C. Reyes, "The Evolution to 4G Cellular Systems: LTE-Advanced," *Physical Communication*, vol. 3, no. 4, pp. 217-244, Dec. 2010.
- [7] S. Ghamari, M. Schellmann, M. Dillinger, and E. Schulz, "An Approach for Automated Spectrum Refarming for Multiple Radio Access Technologies," *Proc. of the 2011 Technical Symposium at ITU Telecom World (ITU WT)*, pp. 187-192, Oct. 2011.
- [8] S. Sesia, I. Toufik, and M. P. J. Baker, *LTE - The UMTS Long Term Evolution*, Wiley, Apr. 2009.
- [9] <http://www.virtualbox.org/>
- [10] <http://www.xen.org/>
- [11] G. Bhanage, D. Vete, I. Seskar, and D. Raychaudhuri, "SplitAP: Leveraging Wireless Network Virtualization For Flexible Sharing Of WLANs," *Proc. of the Global Telecommunications Conference (GLOBECOM)*, pp. 1-6, Dec. 2010.
- [12] M. Hoffmann, and M. Stauffer, "Network Virtualization for Future Mobile Networks: General Architecture and Applications," *Proc. of the 2011 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)*, pp.1-5, June 2011.
- [13] Y. Zaki, L. Zhao, C. Goerg, and A. Timm-Giel, "LTE Mobile Network Virtualization: Exploiting Multiplexing and Multi-user Diversity Gain," *Mobile Networks and Applications*, vol.16, no.4, pp. 424-432, Aug. 2011.
- [14] X. Ma, M. Sheng, and Y. Zhang, "Flow Splitting for Multi-Rat Heterogeneous Networks," *Proc. of the IEEE 76th Vehicular Technology Conference (VTC 2012-Fall)*, pp. 1-5, Sept. 2012.
- [15] 3GPP TS 25.467, Technical Specification Group Radio Access Network, UTRAN architecture for 3G Home Node B (HNB) , Stage 2, Rel. 10, v10.3.0, Sept. 2011.
- [16] S.T. Yang, and C.H. Gan, "The Design and Implementation of the RUA Protocol in the Home Node B," *Proc. of the IEEE 71st Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Spring)*, pp. 1-4, Sept. 2012.

ICICIC2013

**Eighth International Conference on Innovative
Computing, Information and Control
September 14–17, 2013, Kumamoto, Japan**



102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：麥毅廷		計畫編號：102-2221-E-028-001-					
計畫名稱：多重無線存取及虛擬化整合技術架構於行動 LTE-A 中繼網路							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	4	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	無
---	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

在 LTE 架構之下，考量 eNB 無線訊號覆蓋範圍，在進階的 LTE-Advanced 環境，制訂了低耗電、低成本的中繼設備 Relay Node (RN) 加入，可讓訊號覆蓋範圍增加、解決訊號死角，使用者與基地台之間藉由 RN 做中繼轉傳，則可以得到較佳的傳輸品質。本計畫中所探討是在原有的無線網路環境中支援額外的無線存取技術，假設 RN 建置於行動載具如高鐵上，我們將面對 Multi-RAT Mobile RN 在提供行動用戶當作存取點時，此外透過 Virtualization 能夠同時支援不同電信業者 (Multi-Operator)，MRN 本身 radio backhaul link 因為移動而需要更換基地台 (DeNB)，因此 Mobile RN 和 DeNB 會有 handover 的狀況，在不影響核心網路 (Core Network, CN) 的前提下，當建置在如高鐵上之 MRN 在更換 DeNB 時，對於所服務不同 RAT 和不同 Operator 的行動用戶可以有一個完整無線存取支援及相容機制及較平順的網路服務。