

以 DDS-DNS 及 NAT-PT 達成 Mobile IPv6/IPv4 網路互通之研究

Study the Translation of Mobile IPv6/IPv4 Networks Using DDS-DNS and NAT-PT

林聖雄

黃文祥

Sheng-Hsiung Lin and Wen-Shyang Hwang

國立高雄應用科技大學電機工程系

Department of Electrical Engineering,

National Kaohsiung University of Applied Sciences

摘要

隨著網際網路服務快速地發展使得網路節點呈現高幅度的成長，以 32 bit 為基礎的 IPv4 位址已逐漸不敷使用。特別在 1999 年 3GPP 所提出的 ALL-IP 概念，讓家電網路化更使得已面臨窘境的 IPv4 協定更是雪上加霜。為了徹底解決 IPv4 位址數量與功能性不足的問題。下一代網路協定以 128 bit 為基礎的 IPv6 位址逐漸受到世人重視，並開始研發制定相關標準。為了讓 IPv4 與 IPv6 網路能暫時共存這轉換過渡期。本文提出動態雙層式網域名稱系統 DDS-DNS (Dynamic Dual Stack - Domain Name System)，即將 DDNS 的服務延伸在 IPv4/IPv6 共存的網路環境上，即使身處在無線網路的環境也能獲得唯一的網路名稱。

1. 前言

在 1999 年負責制訂移動通信系統標準的 3GPP (Third Generation Partnership Project) 提出了 ALL-IP 的概念。這個想法擴展數位服務的界線，也正式開啟家庭網路數位生活的大門。而家庭數位生活化的推展勢必讓大量的家用電器連至網際網路之上。因此 ALL-IP 的觀念讓位址空間吃緊的 IPv4 協定面臨更大的困境。在面臨網路位址爆炸性的需求，讓研究人員開始重視 IPv4 位址不足的課題，因此相繼有許多研究文件提出新一代網路協定- IPng (Internet Protocol Next Generation) 技術來解決，如 NAT 與 CIDR。但這些以 IPv4 為延伸的協定要制定 IPng 技術不僅僅需要數量空間上的考量，也需要對 IPv4 協定所具有的問題做改善。

在 1990 年 IETF(Internet Engineering Task Force)即著手相關作業，並於 1993 年成立 IPng

Area 小組評估各項建議和技術的可行性。在 1995 年 1 月建立出 IPv6 協定的雛型。IPv6 不僅提供廣大的位址空間，同時支援 Auto-configuration、Neighbor Discovery、服務品質(QoS)、安全性和網路移動性(Mobility)等功能。直到今日仍有不少研究仍在 IPv6 協定上提出建議與修正以使 IPv6 協定的整體架構能更完善。雖然 IPv6 協定解決 IPv4 協定大部分的問題，但由於以 IPv4 為主的網路架構已經運作已有一段時間，故要將 IPv4 網路轉移至 IPv6 網路仍需要一段轉移時期。

在這轉移時期，網際網路服務提供者(ISPs)將需要支援兩種網路架構的轉譯器(Translator)做為兩個不同網路架構的橋樑。這種用轉譯器幫封包做轉換的方法仍有一些議題需要克服，就是轉譯器模式無法主動告知 IPv4 的發送端相關目的端 IPv6 位址。這個問題若是延伸至無線網路的環境，則無線設備移動至不同的 ARs(Access Routers)的服務區域，其連線的設備經由交握(Handover)程序後，相關網路組態被另一個 MAP (Mobile Anchor Point)的 AR 做修正；因而網路漫遊的無線設備想要把被修正的訊息告知轉譯器或另一網路協定設備，然而不同協定的設備與轉譯器無法了解這通告資訊來做正確的修改，導致三角路由問題須持續到連線結束。

基於以上這個議題，已有許多研究著手相關技術去改良轉譯器以使轉譯器做有效位址對應。目前的研究較常使用的方式是利用 ALG (Application Level Gateway) 搭配轉譯器的工作模式。藉由 ALG 解析封包 payload 的資訊得知目的端的位址，再將查詢的結果告知轉譯器做正確的修正。但這種流程模式中，ALG 必須先解析 payload 才有後續修改動作，這樣的做法對資料的保密性遭到嚴重

的質疑，且封包內被載送的 payload 若是屬於加密處理的資料則 ALG 無法作任何的解析的動作。因此為了解決這樣的爭議，本文提出 DDS-DNS (Dynamic Dual Stack-Domain Name System) 架構來解決這樣的爭議，並經由 DDS-DNS 依據轉譯器的負載指定哪台轉譯器負責該連線的要求，達成均化各轉譯器的負載管理。

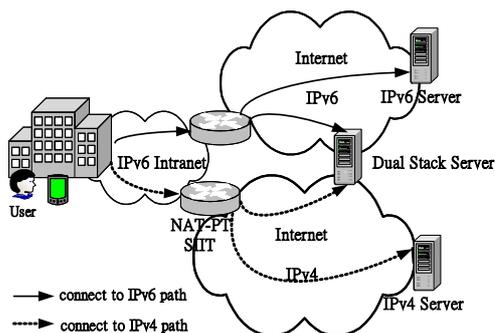
本文其它章節安排如下：第二節敘述 IPv4/IPv6 轉換相關技術；第三節將描述 DDS-DNS 的架構與運作；並在第四節將以 DDS-DNS 來探討其在現有網路環境下的相關課題。最後將提出本文的後續研究與結論。

2. 相關研究議題

如前所述，將 IPv4 網路轉移至 IPv6 網路仍需要相當久的時間，現階段只能建置 IPv4/IPv6 共存的網路環境。以下即針對本文提出架構所需的兩種協定技術做討論。

2.1 IPv4 到 IPv6 的過渡期

在 IPv6 網路尚未完全建置完成之前，IPv4 網路服務將與其在這個轉移時期中共同運作，故必須探究 IPv4 網路與 IPv6 網路的交互性。如圖一所示



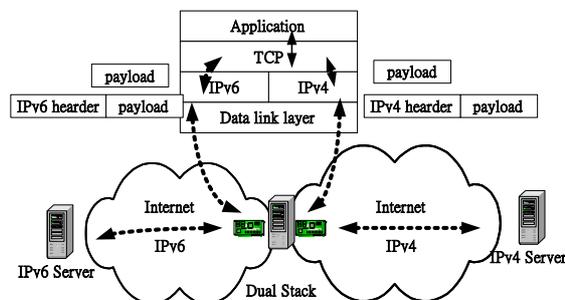
圖一：終端設備對外請求連線

示，當一個屬於 IPv6 協定架構的終端設備在它提出連線請求時，必須考慮請求的對象是否相處在同樣環境。如果請求的對象屬相同的網路架構，則只須透過中間的路由器轉送封包至 IPv6 Server(如圖

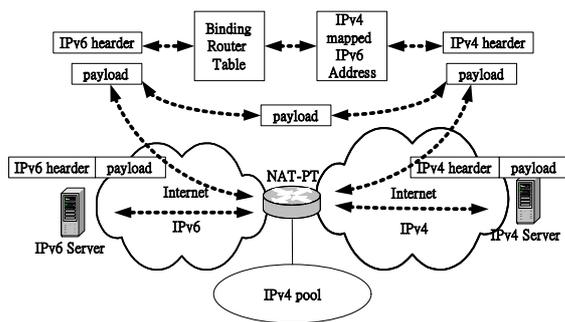
一的 IPv6 路徑)。反之，提供服務的對象若是屬於 IPv4 環境而一般的路由器無法直接轉送封包至 IPv4 環境上，則須透過中間轉送設備幫忙做兩種協定的轉換。在轉換設備將 IPv6 轉換成 IPv4 的封包後，便將 IPv4 封包送至 IPv4 網路，其它的 IPv4 轉送設備便可了解需送往何處而繼續遞送封包至 IPv4 Server(如圖一的虛線路徑)。若是，終端設備所請求的對象是屬於雙層式架構(Dual Stack)的 Server，則無論它走哪一條路徑只要終端設備知道該主機正確的位置，則封包都能由請求端順利轉送至到 Dual Stack Server。

2.2 轉換方法

為了建置 IPv6 網路並減緩衝擊現今共存的兩種網路型態，因此必須以循序漸進的方式將所有 IPv4 設備轉移至 IPv6 網路設備。ISP 必須提供轉換機制讓共存的 IPv4 與 IPv6 網路資源能相互連線支援，而目前的轉換機制較為廣泛使用的是：雙層式 IPv4/IPv6 架構(Dual IPv4/IPv6 Stack)與網路位址轉換-協定轉換 NAT-PT (Network Address Translation- Protocol Translator)兩種方式。可以把雙層式架構比擬成一台同時支援 IPv4 與 IPv6 電腦如圖二(a)所示。只需要網路管理者協調好兩種模式的溝通管道便可以直接轉換遞送。因此以雙層式 IPv4/IPv6 架構較為容易建立。但在雙層式架構中為了解封包該如何轉送，須把封包送至應用層。讓系統解析封包 payload，得知該對應哪種架構的服務。



(a) Dual IPv4/IPv6 Stack transform packet



(b) NAT-PT transform packet

圖二 雙層式架構與 NAT-PT 的差異

另一架構 NAT-PT 看似為網路上支援 IP 層 (Internet Protocol Layer) 的路由器，如圖二(b)所示。當 IPv4 封包來到 NAT-PT 後，NAT-PT 便擷取 IPv4 封包表頭 (IPv4 packer header) 把 IPv4 位址映射成 IPv6 位址 (IPv4-mapped IPv6 Address)。把目的端映射位址 (destination mapped address) 對應到繫結路由表 (Binding Router Table)，如在路由表有找到繫結目的端映射路徑，NAT-PT 便將原本的目的端映射位址變換成繫結的 IPv6 Server 位址，以 IPv6 封包形式遞送至 IPv6 Server。反之，若沒有發現繫結位址則該 IPv4 封包將被 NAT-PT 丟棄。

另一方面，若由 IPv6 封包回傳資料至 NAT-PT 時，便將來源端 IPv6 位址 (Source IPv6 address) 對應繫結路由表。若有找到相繫結的映射路徑，便將 IPv6 封包的來源 IPv6 位址置換成該映射位址，然後將整個映射位址還原成 IPv4 位址。再以 IPv4 封包形式繼續傳送至 IPv4 Server。此外，若 IPv6 封包一開始送至 NAT-PT 時並未發現有相關繫結位址，NAT-PT 便從 IPv4 pool 中挑選出一個未被使用的 IP4 位址負責當該繫結映射位址。

2.3 DNS 的進展

DNS (網域名稱系統) 是專職把 Domain 名稱與 IP 位址做繫結。但由於寬頻網路與無線網路的流行，讓 ISP 業者須用其他技術來利用有限的 IPv4

位址，如動態配置位址 (DHCP) 和 NAT。而具基本靜態名稱對應功能的 DNS 無法滿足現今市場的需求，便有許多研究或產品針對 DNS 的擴充功能做探討而擴充的 DNS 名稱如下：

■ DNS (網域名稱系統) —

使得網域機器名稱與真實 IP 位址取得對應。而目前所提供的服務又分 IPv4 或 IPv6 位址名稱對應；

■ DDNS (動態網域名稱系統) —

對於 IP 位址由 DHCP 動態配置，立刻將自動取得的 IP 與擁有的固定名稱修正對應；

■ WDDNS (無線動態網域名稱系統) —

把 DDNS 的服務擴充至無線網路環境，特別處理私用 IP 對應的問題；

■ DDS-DNS (動態雙層式網域名稱系統) —

即本文所提之架構，特別處理 IPv6 轉換過渡時期中，把 IPv4 映射位址與 IPv6 位址繫結在一起與網域名稱相對應。

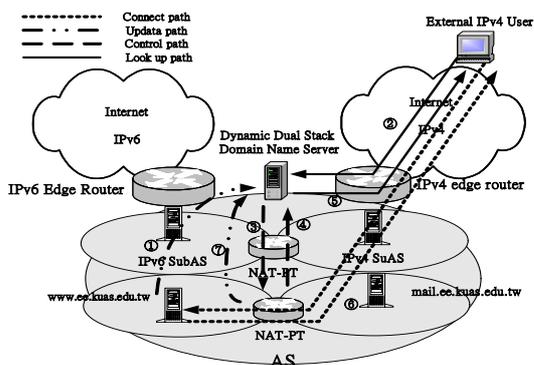
3. DDS-DNS 架構

先前的雙層式架構還須透過應用層解析封包內的 payload 才能轉送，因此導致這種轉換機制較難維護；且這種遞送資料模式讓資料保密性遭受到嚴重的質疑。另外，NAT-PT 雖然可以藉由繫結路由表便可在 IP 層中轉換封包標頭，但在 NAT-PT 轉換過程中較為困難，然而這樣的轉換方式可使兩端的終端設備達到互通性，且兩方主機都不需事先作任何設定就能直接溝通。可惜 ISP 管理者並無法事先預知各個 IPv4 用戶需要連往至哪台 IPv6 Server，也沒有那麼多的 IPv4 位址能提供給每個 IPv6 終端設備建立繫結。為了解決 IPv4/IPv6 轉換問題，本文提出 DDS-DNS 來解決。以下將介紹 DDS-DNS 整體架構與運作原理。

3.1 系統架構

當一個網路自治區共存著 IPv4 與 IPv6 網路環境時，網路管理者可藉由雙層式架構的伺服器主機架

設 DDS-DNS 來提供 IP 位址與文字名稱查詢，當外界使用者(external user)有需要連接屬於另一型態的網路服務時，便由 DDS-DNS 負責去調度 NAT-PT 的繫結路由表，在由 DDS-DNS 在將最後的調度結果告知外界使用者該往何處。



圖三：DDS-DNS 系統架構

由圖三所示的連線呼叫來說明：①一個處在 IPv6 環境主機的 WWW 伺服器開始上線提供服務時，它會發送一個告知訊息給 DDS-DNS 主機，更新其網路位址與上機狀態；②當外界有一個 IPv4 使用者，想要連線至 WWW Server，便發出名稱查詢至 DDS-DNS 主機詢問該網址名稱所對應的 IPv4 位址；③DDS-DNS 在資料庫查詢之時，若發現 WWW Server 與 IPv4 使用者不屬於同一個網路架構。則 DDS-DNS 便發出訊息給負責該 subAS 的 NAT-PT，告知它的 WWW Server 需要申請繫結位址；④而 NAT-PT 接收到 DDS-DNS 所發出的請求。便從 IPv4 pool 中挑選一個閒置的 IPv4 位址，並將 IPv4 位址轉換成映射位址。這時 NAT-PT 把 WWW Server 的 IPv6 位址與映射位址繫結(Binding)在一起，再回報給 DDS-DNS 相關繫結位址；⑤ DDS-DNS 接收到 NAT-PT 所告知的位址，把 WWW Server 所被分派到的 IPv4 位址告知 IPv4 使用者。在這段時間，DDS-DNS 會把 WWW Server 的繫結位址資訊存至資料庫，以備這段時間還有其他 IPv4 使用者查詢使用；⑥在 IPv4 使用者接收到 DDS-DNS 的回應便知道該前往何處。當它到達

NAT-PT 時，NAT-PT 便攔截此封包檢查其目的端映射位址。這時 NAT-PT 便發現到 WWW Server 所申請的繫結位址，便將目的端位址改成 WWW Server 的 IPv6 位址。再以 IPv6 封包的形式送至 WWW Server。而 WWW Server 便開始與 IPv4 使用者連線互傳資料；⑦當連線完成時，這個繫結位址便會閒置一段時間，等到 NAT-PT 檢查繫結路由表時，發現配給 WWW Server 的繫結路線已過時。NAT-PT 便將此繫結路線刪除，並告知 DDS-DNS 有關 WWW Server 繫結路徑被刪除的資訊。被刪除後，如外界仍需再度連線，DDS-DNS 便依此模式重新向 NAT-PT 申請。

由 IPv6 的使用者需要連線至 IPv4 Server，所有步驟也是大同小異。唯一不同的是在②的時候，DDS-DNS 並不是告知 IPv6 使用者有關 NAT-PT 所配置的位址，而是告知由 IPv4 Server 位址直接映射組成的 IPv6 位址。而發送端與接收端同屬一個環境架構，則 DDS-DNS 便直接把服務提供者所更新的位址告知服務請求者，而不須另行向 NAT-PT 申請繫結服務。

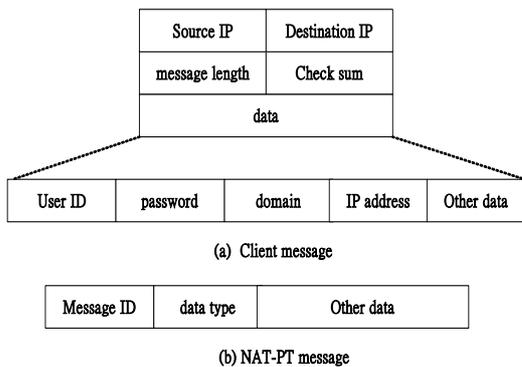
3.2 系統設計

DDS-DNS 採用的方式是 Client-Server 的系統架構，透過 UDP 傳送訊息來控制資訊。其中，用戶端程式(Client program)一旦登入網路或偵測到位址有所變動，系統便發送註冊或更新訊息；而在伺服器端需要負責兩樣工作，一是負責追蹤修正用戶端資訊。另一個就是負責指揮調配 NAT-PT 路由與監聽 NAT-PT 修正訊息，確保繫結資料的正確。本文設計規劃的主要工作有四：(1)IPv4 與 IPv6 位址轉換，(2)控制訊息與 DNS 對應設計，(3)訊息傳遞與協定設計，(4)外界查詢封包的策略。

3.2.1 位址與名稱的對應

對於 IPv4 與 IPv6 的連線必須額外配置一個合法的 IPv4 映射位址去當繫結的轉換橋樑。但 IPv4 位址空間已面臨嚴重吃緊的情況，無法讓每個 IPv6 位址預留一個專屬的映射位址來跨協定服

務，退而求其次只能 IPv4 要求連線啟使時用動態配置的方式，重複利用手上現有的 IPv4 位址。配置 IPv4 映射位址與繫結轉換是在兩種協定架構接觸點的 NAT-PT 所負責。在 NAT-PT 的處理上，是利用 socket 轉換機制。NAT-PT 運作時會按著轉換情節，把 source IP address 與 destination IP address 做動態轉換。此外，NAT-PT 替換位址之前會先對應 binding table 是否有合法替換規則。再決定該採用 SNAT (Source NAT) 來替換 source address 或是以 DNAT (Destination NAT) 來替換 destination address。若屬於合法的轉換，被配置的主機無論是否提供多元化的服務，封包都可以順利的被 NAT-PT 遞送(Forworing)到另一端的服務。



圖四：資料封包格式

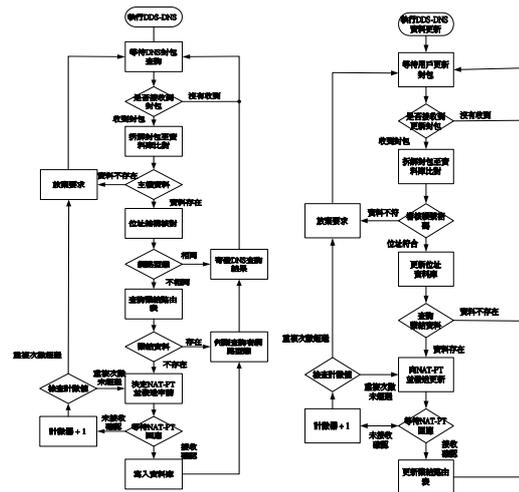
3.2.2 系統資料結構

由於 Client 端可能處在網路漫遊的狀態，對於回報資料採用 UDP 封包來傳輸。若採用可靠的傳輸協定如 TCP，必花費更多額外成本在建立連線。圖四表示了系統定義的資料欄位，其中圖四(a)為 DDS-DNS Client 傳送的修正封包；當 Client 端程式發現網路設定被修改，程式把使用者資料、密碼、開放服務的電腦名稱、網路位址及其他相關資料寫入在 UDP 的資料欄位中。便將訊息封包轉送至 DDS-DNS Server 手中。此時 DDS-DNS Server 便會拆解處理其 data 格式內容並修正資料庫內部資訊。此外，除 Client 需告知訊息給 Server 外，NAT-PT 也需要回報相關配置訊息或錯誤刪除訊

息。當 NAT-PT 新增刪除任一筆繫結資料，便會依據圖四(b)的格式回報 DDS-DNS Server 處理相關資訊，而 Server 按 data type 判斷該做何種處理。

3.2.3 訊息傳遞與協定演算法

為確保資料的一致性，資料變動大多由 DDS-DNS Server 負責修改。因此 NAT-PT 與 Clinet 端若有變動，會告知 Server 立即作正確的修正；除回報修正外還須注意繫結位址的配置，當 NAT-PT 接收到來自 DDS-DNS 的命令時，NAT-PT 須在現有閒置的 IPv4 位址中挑選其一做為轉換繫結。因此在運作策略流程中，本文大致分成兩大主要方向：一是 Server 資料更新演算策略法；另一個就是配置演算策略法。



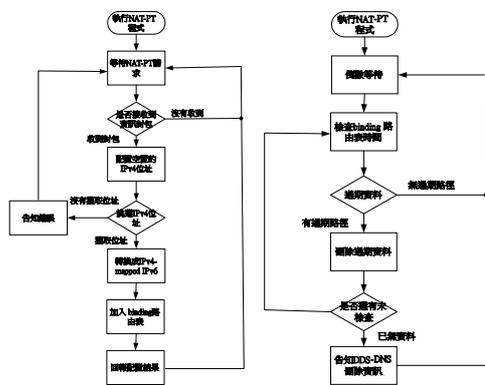
(a)外界查詢配置 (b)客戶端資料更新

圖五：DDS-DNS 系統 Server 演算法

在查詢連線配置與 Client 端更新資料的程式演算法，本文以流程圖方式表示如圖五。圖五(a)是授權配置部分，當 DDS-DNS Server 接收到外界查詢者發出查詢時，便會檢查外界查詢者與客戶端是否屬於同一網路架構在做配置回應。另外，因 Client 端有可能處在無線漫遊的環境，若 Client 端面臨交接(Handover)階段，Client 端程式便會偵測已被修正的網路組態設定，便會如圖五(b)的流程把資料更新的訊息回報給 DDS-DNS Server 做資料

修正，以保證當外界查詢之時能回應或配置正確的資料。

在圖六的流程圖中另外表示 NAT-PT 配置演算法。當配置封包到來，NAT-PT 必須把配置結果回報告知 DDS-DNS Server。無論配置結果成功或失敗都必須回報，此外 NAT-PT 還需執行檢測程式定時檢查資訊是否過時。當 NAT-PT 發現過時資訊，便把刪除訊息告知伺服器且回收有用的 IPv4 位址，以確保有限的 IPv4 位址能重複使用。



(a) 配置 NAT-PT 路徑 (b) NAT-PT 刪除路徑

圖六：NAT-PT 系統演算法

3.2.4 處理外來查詢策略

在外界連線查詢 Domain name 時，還須考慮查詢者與服務提供者所處環境來決定告知查詢者何種資訊。而 DDS-DNS 所需面臨的情節如下：

■ 查詢者與提供者相同網路架構—

在這種情節中，就是傳統的 DNS 查詢模式，DNS 只須直接告知提供者的位址，而無須做任何配置模式與轉換。

■ IPv4 查詢者與 IPv6 提供者—

DDS-DNS 會先查詢內部資訊，核對 IPv6 服務提供者是否已經配置一個 IPv4 位址，若無則分配一個新的 IPv4 位址只給 v6 提供者。再將最後的結果告知 DDS-DNS，之後由 DDS-DNS 回覆給 IPv4 查詢者。最後，查詢者便可連線至 NAT-PT，再由 NAT-PT 做查詢者替換轉換

連線至 IPv6 服務提供者。

■ IPv6 查詢者與 IPv4 服務提供者—

類似 IPv4 查詢者與 IPv6 提供者的流程動作。唯一不同的是 IPv6 查詢者在查詢時，系統是檢查 IPv6 查詢者是否已經被配置一個 IPv4 位址了。

4. 相關課題

以雙層式 DNS 服務搭配 NAT-PT 轉換模式，應用在無線網路中可解決 IPv6 建置過渡時期大部分的問題。但這轉換模式也會面臨一些額外的問題，本段將探討所面臨的問題及未來相關研究。

4.1 在 Mobile IP 位址回覆

利用無線連線存取網路資源的技術非常引人注目且廣泛的受歡迎；這是因為它允許連線時期變動位置仍有一定的連線速率，且變動範圍屬同一子網區段(Subnet)，移動節點(Mobile Node)只須做 L2(Layer 2)的交握(handover)仍不須更改 L3(Layer 3)的設定。但無線移動點跨越不同網段的 AP (Access Point)時，移動結點收到不同的 AR(Access Router)廣播之 router advertisement，移動點便知道要做 L3 的交握。再經一連串交握程序後，移動節點便向 Home agent 與 Correspondent node 告知自己的位址已經被更換。在告知位址被更換的訊息時，因 NAT-PT 無法審核 payload 而錯把訊息當成資料封包轉送至另一端。使得更新訊息對另一網路環境的 Correspondent node 而言毫無意義且可能產生軟體上的錯誤。對於這樣的位址變動，可由 Client 程式自行偵測並向 DDS-DNS 主機做回報修正之。在這段修正時間，封包仍可藉由 home agent 的轉送位址(care-of address)繼續傳送至無線移動節點。

至於另一端的 Correspondent node，不在本文探討範圍內。但可建議在 Client 程式增加封包解析功能，若是封包內是否與本機網路架構不同的位址，封包解析軟體便可直接與 DDS-DNS Server 查

詢做位址修正，無須在 NAT-PT 之上額外增加 ALG 做封包解析修改。這樣的做法可讓以往由一台 ALG Server 所負擔的工作分散至各網路使用者執行，也可避免傳送的資料被查看的窘境。

4.2 封包表頭的轉換

雖然 IPv6 報頭的位元組長度兩倍於 IPv4 表頭 (40 byte 與 20 byte)，但 IPv6 擁有簡化的表頭結構。導致 IPv6 表頭有 8 個欄位，IPv4 則有 14 個。因 IPv6 丟棄了 IPv4 的 Internet Header Length (網際網路表頭長度)、Type of Service (服務類型)、Identification(識別)、Flags(標誌)、Fragment Offset (區段移補) 和 Header Checksum (表頭檢查和) 欄位。還另加入了兩個新欄位：Traffic Class (訊務等級) 和 Flow Label (訊流標記)。

至於 Total Length (總長度)、Time to Live (存活時間) 和 Protocol (協定) 欄位在 IPv6 中有了新名稱，也重新定義功能。而 IPv4 中的 Option(選項)欄位已從報頭中消失，改為用 Extension Header (擴充表頭)功能。IPv4 與 IPv6 表頭欄位的置換都需要額外解析，不讓有特殊涵義的表頭欄位被忽略掉。

4.3 其他議題與未來展望

除了上述說明的問題之外，還有許多議題可以討論例如 IPv6 與 IPv4 如何告知雙方 QoS 路由服務，以及 DDS-DNS 配置之時是否有其他演算法可以使 NAT-PT 更有效率的調或優先配置服務等等。這些都是非常有趣且值得研究的方向，也可以藉由這些研究來增強 DDS-DNS 搭配 NAT-PT 的效能以降低 IPv4 與 IPv6 互換的問題。

5. 結論

由於日本韓國預計 2005 年即將把 IPv6 網路運作起來，而台灣也預計 2008 年正式營運在 IPv6 網路上。因此 IPv6 網路的推廣在亞洲以及歐洲都已經是勢在必行；在這 IPv6 初期建置時期，可以借助 ALG 或 DDS-DNS 搭配 NAT-PT 的封包轉換

模式，讓不同網路環境的設備在透通的方式下通過轉譯器達成雙向連線。但藉由這樣雙層式查詢導引 NAT-PT 模式，也會延伸出額外的隱涵問題。目前雖有針對在這轉換技術上做研究，但要徹底解決這些轉換問題還是必須等到 IPv4 網路完全徹底轉移至 IPv6 網路。在這段轉移期間，相信本文所提出的 DDS-DNS 避免轉換後的問題，不失為一有效的 IPv4/IPv6 轉換方案。

參考文獻

- [1] S. Deering and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," IETF RFC 2460, Dec. 1998.
- [2] R. Gilligan and E. Nordmark, "Transition Mechanisms for IPv6 Host and Routes", IETF RFC 2893, Aug. 2000.
- [3] G. Tsirtsis and P. Srisuresh, "Network Address Translation-Protocol Translation (NAT-PT) ," IETF RFC 2766 Feb. 2000.
- [4] D. Johnson and C.Perkins, "Mobility Support in IPv6," IETF draft -ietf-mobileip-ipv6-15.txt, July 2001.
- [5] C. Yu, K. S. Chen, and S. H. Lin, "Designing and Implementing a Dynamic Domain Name System for Wireless LANs," EI, 2004.
- [6] Juha Wiljakka "Transition to IPv6 in GPRS and WCDMA Mobile Network", IEEE Communication Magazine, Aug. 2002.
- [7] Nicolas Montavont and Thomas Noel, "Handover Management for Mobile Nodes in IPv6 Network", IEEE Communication Magazine, Aug. 2002.