

具高效能且支援 VLAN 之無線網路擷取點設計

A Bandwidth Effective and VLAN Supported Access Point Design for 802.11 Wireless Infrastructure Networks

蔡易達

服務單位：大葉大學資訊工程學系
地址：彰化縣大村鄉山腳路 112 號
E-mail：acekubar@kimo.com.tw

梁世聰

服務單位：大葉大學資訊工程學系
地址：彰化縣大村鄉山腳路 112 號
E-mail：stliang@mail.dyu.edu.tw

摘要

虛擬區域網路 (Virtual LAN; VLAN) 最重要的特性之一是能藉由 VLAN 橋接器將分屬不同實體網段的工作站設定成同屬單一廣播領域 [broadcast domain]、易於管理之邏輯群組。其次，虛擬區域網路間之傳輸則被加以過濾以舒緩因廣播訊框氾濫所造成之都會網路擁塞現象。因擁有上述特性，虛擬區域網路在網路頻寬極為有限、且移動性工作站 [mobile stations] 之位置又經常變化的無線網路環境 [wireless environment] 下相當具有發展潛力。因此，本研究的主要目的乃是要將 VLAN 建構在有線與無線共存的都會區網路架構，以促進網路頻寬之有效利用。在本論文中，我們提出一具高效能且支援 VLAN 的無線網路擷取點 (VLAN supported Access Point; VSAP) 的系統架構及其所需之相關通信協定之設計包括成員追蹤協定 (member tracking protocol) 與訊框前送協定 (Frame forwarding protocol)。透過成員追蹤協定的設計，移動性工作站一旦註冊成為某特定 VLAN 成員後，其廣播領域將仍以涵蓋整個 VLAN 的範圍為限，而不因其所在位置不同而改變。再者，藉由具預測性的訊框前送協定設計，使有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框能獲得短暫的保留時效，以避免無謂的重送，進而使網路頻寬得到最有效的利用。此外，本論文也

藉由對無線網路通信協定的探討估算出此保留時效的臨界值，並據此有效的管理 VSAP 內部之傳輸 Buffer。

關鍵詞：VLAN、無線網路、無線網路擷取點、VSAP、成員追蹤協定、訊框前送協定

1 簡介

近年來由於網路使用率激增以及跨網路區段 [LAN segment] 資料傳輸需求頻繁，導致傳統橋接器 [bridge] [1]大量廣播的資料封包 [packets] 造成區域網路頻寬無法有效應用，虛擬區域網路的技術乃順應而生並日益受到重視。虛擬區域網路 [virtual LAN] [2] 的最大特點是能藉由虛擬區域網路橋接器 [VLAN bridge] 將不同網段之用戶設定成單一廣播領域 [broadcast domain] 以解決因廣播封包所造成之網路頻寬擁塞現象。另外，也正因為虛擬區域網路之成員並不局限於同一實體區域網段上，其對於群組管理將顯得更有彈性。目前虛擬區域網路技術的研究大多架構於有線網路環境[4][5]，我們相信在網路頻寬極為有限且移動性工作站 [mobile stations] 之位置又經常變化的無線網路環境 [wireless environment] 下，虛擬區域網路的發展當更具潛力。文獻上記載有關無線虛擬區域網路之研究[6]多架構於 ATM 網路上，其機制必需配合 ATM 網路上之 ATM 區域網路模擬 [ATM

LAN emulation) 技術方能運作, 如此勢必無法滿足大多數現有非 ATM 網路用戶之需求。本研究的目的即是要將虛擬區域網路建構在無線區域網路〔wireless LANs; WLANs〕與傳統有線區域網路〔legacy LANs〕共存的都會區網路〔metropolitan area network; MAN〕環境。此研究領域與網際網路〔Internet〕上移動性 IP〔mobile IP〕的問題有點類似, 然而為解決移動性 IP 所提出之各種再繞徑策略〔rerouting strategies〕[7][8]並不適用於此環境下, 其主要原因有二: 一、VLAN 最主要目標之一是要能將廣播封包限制在單一廣播領域內, 使得移動性工作站經註冊成為特定 *MVLAN* 成員後, 其廣播領域仍以涵蓋整個 VLAN 的範圍為限, 不因其所處位置而有所不同, 而類似於再繞徑的方法〔在此我們稱之為 rebridging〕則會造成廣播領域之擴張、造成封包氾濫。二、本研究所提之都會區網路〔metropolitan area network; MAN〕環境主要由數個傳統有線區域網路與都會區網路骨幹所組成, 其均為共享媒體網路, rebridging 策略將使整體網路頻寬有效使用率普遍降低, 其中又以都會區網路骨幹影響最鉅。因此, 為了達成將 *MVLAN* 架構在都會區環境的目的, 本文乃提出一具高效能且支援 VLAN 的無線網路擷取點 (VLAN supported Access Point; *VSAP*) 的系統架構及其所需之相關通信協定之設計包括成員追蹤協定 (member tracking protocol) 與訊框前送協定 (frame forwarding protocol)。透過成員追蹤協定的設計, 移動性工作站一旦註冊成為某特定 VLAN 成員後, 其廣播領域將仍以涵蓋整個 VLAN 的範圍為限, 而不因其所在位置不同而改變。再者, 對於網路頻寬極為有限的無線網路環境而言, 只是防止廣播訊框的氾濫並尚未考慮到無線網路環境的特性, 那就是無線網路的節點具有機動性。假設移動性工作站原本透過 *VSAP 0* 接收外界所傳送的資料, 當移動性工作站正在接

收一筆資料的同時卻因為移動的關係而與原本的 *VSAP 0* 失去聯結, 而進入到 *VSAP 1* 所管轄的範圍之內並與 *VSAP 1* 取得聯結, 那原本接收的資料就因為 handoff 而漏收部分的資料, 所以移動性工作站就必須要求來源端重新傳送所漏收的資料, 而來源端也因為目的端的要求再次的重送目的端漏收的資料。由此例可知當漏收資料時所必須多花費的頻寬成本對於頻寬極為有限的無線網路環境原言是個不小的負擔。因此為了更有效的減少無線網路中移動性工作站在移動時漏收資料的機率, 我們可以事先預測移動性工作站做 handoff 之後可能聯結的 *VSAP* 為何, 簡單的說就是跟當時移動性工作站所聯結 *VSAP* 相鄰的 *VSAP*。為了使 *VSAP* 達到預測性的訊框前送協定設計, 使有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框能獲得短暫的保留時效, 以避免無謂的重送, 進而使網路頻寬得到最有效的利用。最後, 本論文也藉由對無線網路通信協定的探討估算出此保留時效的臨界值, 並據此有效的管理 *VSAP* 內部之傳輸 Buffer。

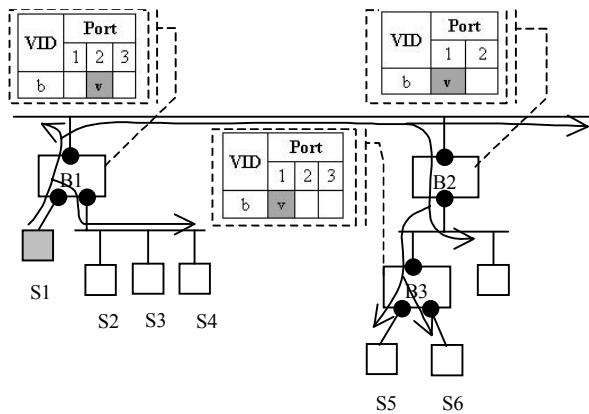
本篇論文其他章節的編排如下: 第 2 章簡介 VLAN 的基本運作原理。第 3 章提出本文所採用之 *MVLAN* 架構。第 4 章則探討 *VSAP* 設計的系統架構及其相關通信協定設計。最後在第 5 章提出總結。

2 VLAN 簡介

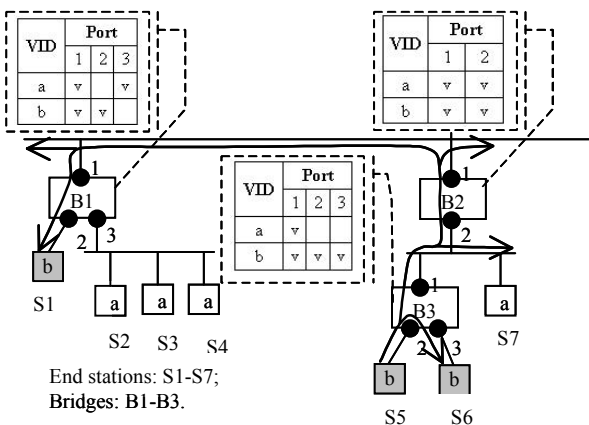
所謂虛擬網路就是邏輯網路, 就是利用特定的技術將實際上並不連接到同一個實體網段的工作站以邏輯的方式連接起來, 使得這些工作站彼此之間的訊框傳輸行為宛如這些工作站是同屬於一個網段。因此由虛擬網路的定義可知虛擬網路本身就是一個獨立的廣播網域, 任何屬於虛擬網路成員所送出的廣播訊框或者群播訊框都被限定在虛擬網路獨立個廣播網域裡。至於組成虛擬網路成員的方法則可

分為靜態與動態兩種方式，靜態方式需透過網路管理員手動的設定，所以對於無線網路環境具備移動能力的移動式工作站而言，此種方法並不適合。動態的方式則是由終端工作站透過網路註冊的機制而成為虛擬網路的成員。理論上，虛擬橋接區域網路的運作乃藉由 VLAN-aware Bridge 達到個別 LAN 網段之間的互連。根據 802.1Q，VLAN-aware Bridge 所具備的基本功能包括(i)訊框轉送 (relaying) 與過濾(filtering)以及(ii) 過濾資料庫(filtering database) 之維護。其中過濾資料庫乃是訊框轉送與否的主要依據。下面將以圖 1 來說明 VLAN 的基本概念。的有關 VLAN 的運作細節請參考 IEEE 802.1Q 文獻規格[2]。

圖 1(a)說明終端工作站欲加入一虛擬網路成員時的流程。一開始時終端工作站 S1 送出加入虛擬網路 VID=b 的通知，由圖 1(a)得



(a) 工作站 S1 註冊成為 VLAN b 的成員。



(b)由工作站 S5 送 frame 給 VLAN b 的成員

Figure 1. VLAN concepts.

知橋接器 B1 由埠 2 收到 S1 註冊的通知，因此橋接器 B1 在埠 2 標上 VID=b，這個步驟的作用在於當 B1 收到屬於 VID=b 的群播訊框或者廣播訊框時，橋接器 B1 只會將此群播訊框或廣播訊框送往埠 2，假設其他埠如果沒有 VID=b 成員的話，橋接器將不會轉送群播或者廣播訊框，這就是虛擬網路可以有效防止廣播訊框氾濫的原理。當橋接器 B1 由埠 2 收到終端工作站 S1 加入虛擬網路 VID=b 的通知後，除了將埠 2 標上 VID=b 之外尚須將終端工作站 S1 加入虛擬網路 VID=b 的註冊通知由埠 1 及埠 3 送出，當橋接器 B2 和 B3 收到此註冊通知之後也會更新過濾資料庫為 VID=b 的成員位於埠 1。

圖 1(b)說明當虛擬網路的成員在完成註冊的動作之後，虛擬網路成員所傳送廣播訊框氾濫的情形。如圖 1(b)所示，虛擬網路 b 的成員有 S1、S5 和 S6，虛擬網路 a 的成員有 S2、S3、S4 和 S7。假設 S5 欲傳送一廣播訊框給所有虛擬網路 b 的成員，首先橋接器 B3 由埠 2 收到此廣播訊框，接著橋接器 B3 會查詢過濾資料庫虛擬網路 b 的成員位於哪些埠上，由圖 1(b)得到埠 1 和埠 3，如此便將 S5 所要傳送的廣播訊框由埠 1 和埠 3 送出，因此此廣播訊框會由橋接器 B3 的埠 3 送至 S6。同樣的道理此廣播訊框會經由橋接器 B1 的埠 1 被接收，接著橋接器 B1 查詢資料庫之後便將該廣播訊框由埠 2 轉送出去而傳送到 S1。以上就是虛擬網路 b 的成員在傳送廣播訊框時廣播訊框傳送的情形，就這個例子而言虛擬網路 b 的廣播訊框氾濫的範圍很明顯的不包括橋接器 B1 的埠 3。

3 MVLAN 基本架構

根據 IEEE 802.11 的規範，無線網路擷取點 (Access Points; APs) 之間的信息交換有賴於分送系統 (Distribution System; DS) 的運

作。此分送式系統的設計則由分送系統媒介 (Distribution System Medium; DSM) 與分送系統服務 (Distribution System Service; DSS) 所組成。由於 IEEE 802.11 並未提出分送系統如何將訊框由起始 AP 傳送到目的 AP 的規範，有許多研究人員則針對此主題進行 Aps 間通信協定 (Inter-Access Point Protocol; IAPP) 的相關研究。[9][10]。歸納其研究，大致上有 4 種不同的方式可用來實作分送系統。這四種不同的方法分別是：MAC(Media Access Control) Addressing – Separated DSM (Distribution System Medium) and Wired、MAC Layer Addressing – Combined DSM and Wired LAN、MAC Layer Addressing – MAC Bridge、Network Layer Addressing。以下分別根據四種實作的方式作簡扼的說明。

- MAC Addressing – Separated DSM and Wired：將連接無線網路環境的分散式系統媒體(Distribution System Medium)和連接有線網路環境的媒體分開管理，兩個不同的網路環境必須經由 Portal 進行溝通，也就是說無線網路環境中的移動性工作站如果要跟有線網路環境中的節點做連線的話，移動性工作站會透過擷取點將資料傳送到 DS (Distribution System)，而 Portal 經由 DS 收到移動性工作站送過來的資料，再將這比資料參照繞送表送往有線網路環境的目的端節點。Portal 在這個地方扮演了閘道器的角色，所以 Portal 具備了 802.11 所提到的 distribution service 和 integration service。而擷取點則是具備了 distribution service 和 station service。

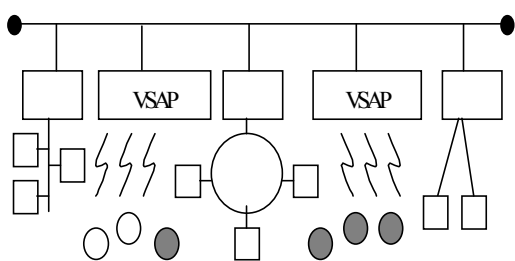


Figure 2. MVLAN 的結構.

- MAC Layer Addressing – Combined DSM and Wired LAN：如同字義一樣，此種作法是直接將擷取點架在有線網路環境中。若採取此種實作方法，擷取點必須將 Portal 功能涵蓋進來，也就是說擷取點除了具備 integration service、distribution service 和 station service 的功能外，還必須具備將 802.11 訊框格式轉換為 802.3 訊框格式的能力。

- MAC Layer Addressing – MAC Bridge：此種作法和 MAC Layer Addressing – Combined DSM and Wired LAN 的作法類似，不同的地方在於 MAC Layer Addressing 的方式將 802.11 訊框格式限制成 802.3 訊框格式，也就是說把無線網路環境訊框的最大值從 2304bytes 限制成 1492bytes。並且各個擷取點都要維護一份 filtering database，如果所收到訊框的目的端節點在該擷取點所管轄的範圍內則收下該訊框並傳給目的端節點，如為否則將此訊框過濾掉。所以此種方法是根據擷取點所維護的 filtering database 有效的過濾掉不必要的訊框。

- Network Layer Addressing：如同目前盛行的乙太網路架構一樣，移動性工作站都是以 IP(Internet Protocol)來定址的，而整個網路拓撲的型態則和第一種作法類似，也就是說將連接無線網路環境的分散式系統媒體和連接有線網路環境的媒體是經由 Portal 來完成連結的。不同的地方在於無線網路中的不同區段可以使用邊界設備如入由器來限制廣播訊框氾濫的範圍。

如圖 2 所示，在本文所採用的 MVLAN 架構中，所有 VSAPs 都直接連上虛擬橋接區域網路的主幹 (Backbone)。此 DSM 架構的主要優點有二：

1. VSAPs 間的信息交換極為容易。這是因為所有 VSAPs 都隸屬於同一實體網段。
2. 只有 VSAPs 需負責維護移動性工作站的狀態資料，其他網路設備則不需任何改變。這

也使得 *VSAP* 很容易與現有網路整合。

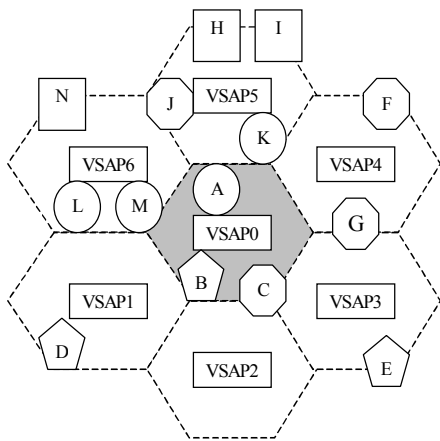
配合此架構，有關 *IAPP* 的運作則採上述第 3 種方式來做為本論文 *MVLAN* 中 APs 間交換信息的協定。

4 *VSAP* 設計

4.1 *VSAP* 的資料結構

為使網路頻寬得到最有效的利用必須藉由具預測性的訊框前送協定設計，使有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框能獲得短暫的保留時效，以避免無謂的重送。因此本

○ VID=1 : A, K, L, M ○ VID=3 : C, F, G, J
 □ VID=2 : H, I, N ◐ No VID : B, D, E



VID	Mac Addr.
1	MAC _A
—	MAC _B
3	MAC _C

Filtering Database

Neighbor
VSAP1
VSAP2
VSAP3
VSAP4
VSAP5
VSAP6

Neighbor list

VID	Mac Addr.
1	MAC _K
	MAC _L
	MAC _M
2	MAC _H
	MAC _I
3	MAC _F
	MAC _G
—	MAC _D
	MAC _E

Likelihood estimation table

Figure 3. *VSAP* 的資料結構.

論文提出了三個 *VSAP* 所要維護的表格用來作為 *VSAP* 接收訊框時是否暫存所收到之訊框的依據，這三個表格分別是 filtering database、neighbor list、likelihood estimation table，如圖 3 所示。本論文以圖 3 的 *VSAP0* 作為例子分別說明這些表格建立的規則。

1. filtering database：對於 *VSAP0* 而言，這份表格用來記錄現在哪些移動性工作站是有和 *VSAP0* 連結，也就是哪些移動性工作站是透過 *VSAP0* 來傳送或接收訊息。而 filtering database 除了記錄移動性工作站的 MAC address 之外，如果該移動性工作站有加入某一個 VLAN 的話，同時也會記錄該移動性工作站所屬的 VID(VLAN Identify)。

2. neighbor list：對於 *VSAP0* 而言和 *VSAP0* 相鄰或相連接的 *VSAP* 都會記錄在這份表格裡，而 neighbor list 根據設定方式的不同可分為手動設定或者智慧學習建立。在此簡要說明兩者的分別，顧名思義手動設定就是使用人工設定的方法去輸入與該 *VSAP* 相鄰的成員有哪些，這樣的設定方式非常簡單，不過對於周邊成員的加入或者移除卻缺乏彈性，因為當要加入或者移除某一 *VSAP* 時連帶周邊所有相鄰的 *VSAP* 都要重新設定過，因此為了彌補手動設定所缺乏加入或者移除周邊成員的彈性我們就以智慧學習的方式來補強。所謂智慧學習的方式則是針對 802.11 移動性工作站所具有的行動性加以設計而成的，由 802.11 STD 得知當移動性工作站從開機時必須跟先跟該移動性工作站所隸屬範圍的 *VSAP* 做 association request 的動作，當一段時間過後，該移動性工作站由原 *VSAP* 的管轄範圍移動到另一個 *VSAP* 所管轄範圍的時候，那麼該移動性工作站需向 handoff 之後的 *VSAP* 傳送 reassociation request 的控制訊框，其中包含此移動性工作站之前連結的 *VSAP* 為何，如果該 *VSAP* 已經在 neighbor list 中則不做任何的動作，如果該

VSAP 並沒有在 neighbor list 中的話，則將該 *VSAP* 加入 neighbor list 之中。

3. likelihood estimation table：針對 *VSAP* 0 而言，likelihood estimation table 是紀錄與 *VSAP* 0 相鄰的 *VSAP* 中有哪些移動性工作站的表格，記錄這些移動性工作站的 MAC Address，如果所記錄的移動性工作站有註冊為 VLAN 成員的話則一併紀錄該移動性工作站的 VID。然而設定這一份表格的理由是這些移動性工作站有可能會 handoff 過來，所以為了預防移動性工作在 handoff 時所漏收資料，我們就強迫性的將屬於這些移動性工作站的資料預先接收下來，並且將這些預先接收的資料暫存到 pending buffer，pending buffer 的詳細內容於 4.4.2。

4.2 MVLAN 成員追蹤協定

這一小節將說明當移動性工作站做 handoff 的時候該如何去更新在 3.1 所介紹的表格。所謂 handoff 是說移動性工作站從某一 *VSAP* 的管轄範圍移動到另外一個 *VSAP* 所管轄的範圍的動作。如圖 4 所示，假設一開始時 MS s 在 *VSAP* x 的管轄範圍開機，經過一段時間之後 MS s 移動到 *VSAP* y 的管轄範圍，對於所有的 *VSAP* 統稱為 *VSAP* z。以下就是當 MS s 從開機之後到 handoff 的流程。

1. 一開始時 MS s 在 *VSAP* x 所管轄的範圍

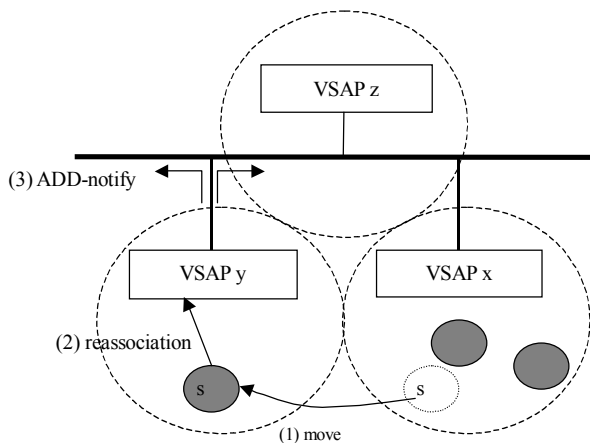


Figure 4. handoff process.

作開機的動作，所以 MS s 首先跟 *VSAP* x 作 authentication request 和 association request 的動作。聯結成功之後，*VSAP* x 會通知同一個網段上所有 layer 2 的設備 MS s 的所聯結的 *VSAP* 為何，以更新所維護的 routing table。當 MS s 欲加入某一個 VLAN 時，MS s 以 GVRP 向 *VSAP* x 作加入 VID=N 的動作，緊接著 *VSAP* x 會再一次的通知所有 layer 2 的設備 MS s 所註冊的 VID 為何。在本論文中假設當 *VSAP* x 通知同一網段上所有 layer 2 設備移動性工作站所聯結的 *VSAP* 為何的時候，MS s 就已經跟其他的 *VSAP* 作 preauthentication，所以爾後如果當 MS s handoff 到別的 *VSAP* 時只要作 reassociation 即可。

2. 經過一段時間之後 MS s 由 *VSAP* x 的管轄範圍移動到 *VSAP* y 的管轄範圍，也就是 handoff。

3. 根據 IEEE 802.11 的規範，MS s 會傳送 reassociation request 給 *VSAP* y，當 *VSAP* y 收到這個請求之後，從此控制訊框中得知此移動性工作站之前聯結的 *VSAP* 為何（在這個例子中為 *VSAP* x），接著判斷 *VSAP* x 是否存在於 *VSAP* y 的 neighbor list 中，如果沒有的話，則將 *VSAP* x 加入 neighbor list 之中。然後更新自身所維護的 filtering database，將 MS s 的資料更新到 filtering database 之中，並且送 reassociation confirm 給 MS s，表示聯結成功。

4. 根據參考文獻 [9]，待 *VSAP* y 送 reassociation confirm 給 MS s 之後，*VSAP* y 會於所處的網段送 ADD-notify 的訊息。ADD-notify 訊息是用來通知這個網段上所有屬於 layer 2 的設備 MS s 現在的位置是在 *VSAP* y 的管轄範圍。在本論文中，我們允許無線網路環境下的節點可以使用虛擬網路的技術，因此 *VSAP* y 送出去的 ADD-notify 訊息最少要包含以下資訊：MS s 的 MAC address、MS s 的 VID、MS s 所連結 *VSAP* 的 MAC address。接著當 *VSAP* z 收到 ADD-notify 的訊

息之後，*VSAP z* 會按照以下的規則來更新 likelihood estimation table：

(a) 如果 *VSAP z* 的 neighbor list 包含 *VSAP x* 但不包含 *VSAP y*，將 MS *s* 的基本資料從 likelihood estimation table 移除。

(b) 如果 *VSAP z* 的 neighbor list 包含 *VSAP y* 但不包含 *VSAP x*，將 MS *s* 的基本資料加入 likelihood estimation table。

(c) 不做任何更改，*VSAP z* 既非 *VSAP x* 也非 *VSAP y* 的鄰居，或者 *VSAP z* 既是 *VSAP x* 也是 *VSAP y* 的鄰居。

4.3 訊框前送協定

前面 4.1、4.2 兩小節分別介紹了 *VSAP* 所維護的表格以及何時該更新表格，接著所要討論的是當 *VSAP* 收到訊框的時候該如何去處理這個訊框。如圖 4 所示，考慮移動性工作站做 handoff 時可能造成資料遺失的問題，因此設計預測性的訊框前送協定，使有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框能獲得短暫的保留時效，以避免無謂的重送，進而使網路頻寬得到最有效的利用。以下是 *VSAP* 收到訊框時該如何處理所收到訊框的法則：

1. 當 *VSAP* 從 DS 接收到訊框的時候，*VSAP* 會去檢查此訊框的目的端移動性工作站否存在該 *VSAP* 所維護的 filtering Database，如果是的話則把這個訊框存到 transmission queue。
2. 如果目的端移動性工作站並不存在該 *VSAP* 所維護的 filtering database，則 *VSAP* 會再檢查是否此訊框的目的端移動性工作站存在該 *VSAP* 所維護的 likelihood estimation table，如果是的話則把這個訊框存到 pending buffer。
3. 目的端移動性工作站既不存在於該 *VSAP* 所維護的 filtering database 也不存在於 likelihood estimation table，那麼就丟棄此訊框。

考慮上述規則，*VSAP* 接收訊框的演算法如下：

```
FrameReceiver()
{
if((VID=N, Destination MAC Address) in FD)
    Transmit();
else if((VID=N, Destination MAC Address) in LET)
    Pend();
else
    filter the frame;
}
```

4.4 緩衝區管理機制

當訊框被 *VSAP* 收下之後，如果該訊框的目的端即在此 *VSAP* 的管轄範圍，為避免傳送失敗的因素，勢必要先把這筆資料存到暫存器裡，這個暫存器我們稱他為 transmission queue。其次，本論文亦考慮移動性工作站可能會做 handoff 而移動到別的 *VSAP* 所管轄的範圍，所以在本論文中提出 pending buffer，pending buffer 是用來儲存有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框，使暫存的訊框能獲得短暫的保留時效，以避免無謂的重送，進而使網路頻寬得到最有效的利用。這個觀念在之前已經為大家提過了，然而這一節將更進一步的規定訊框存在 pending buffer 或 transmission queue 裡運作的機制和停留時間的限制。

首先考慮 802.11STD 對於訊框重送的規定

4.4.1 Transmission queue 的運作機制

根據 802.11STD 所規定當傳送失敗之後必須再重送傳送失敗的資料，不過考量網路傳送負載的問題，802.11 STD 定義了 RetryLimit，此機制的運作如下所述。當節點欲傳送資料的時 802.11 STD 在要傳送的訊框中設定一個參數，此參數為 retransmit count，當第一次傳送時 retransmit count 設為 0，如果傳送失敗，目的端必須要求來源端重新傳送這個訊框，則第一次重送時 retransmit count 就會加 1，如果傳送又失敗，則再一次重送的時候 retransmit count 又再加 1，直到 retransmit count

到達 RetryLimit，那麼宣告傳送失敗，並且放棄傳送。在本論文裡所設定訊框存在 transmission queue 的條件如同 802.11 STD 所規定的 retransmit count 到達 RetryLimit 一樣，因為傳送失敗的原因可能是移動性工作站已經離開該 VSAP 所管轄的範圍，並且所移動到鄰近的 VSAP 所管轄範圍，因為傳送沒有回應 (time out) 以致於傳送失敗。基於移動性工作站可能會在 VSAP 宣告傳送失敗後又立刻折回原 VSAP 所管轄的範圍考量，所以在本論文裡當傳送宣告失敗之後，那麼這一筆存在 transmission queue 的訊框將被暫存到 pending buffer。我們在論文中假設 RertyLimit ≥ 5 。

4.4.2 Pending buffer 的運作機制

基於考慮做 handoff 之後的移動性工作站能夠很流暢的把屬於該移動性工作站的訊框接收下來，而不必因為 handoff 時所漏收的訊框，再去要求來源端作重新傳送的動作。因此本論文提出 pending buffer 是用來儲存有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框。既然是一個暫存區那麼必須連帶一起考慮的就是訊框暫存的時效性和暫存區容量溢滿的問題。考慮時效性的問題，pending buffer 必須在固定的時間之內清除暫存區中過期的資料，所謂過期的資料本文考慮的方向為凡是資料存在 pending buffer 中的時間超過移動性工作站 handoff 時，與 handoff 後的 VSAP 聯結所要花的最長時間，即稱為過期的資料，原因是如果超過這個限定時間之後，我們認定該移動性工作站並沒有做 handoff 的情形，因此摒棄預先儲存的訊框。考量 pending buffer 溢滿的問題，VSAP 除了必須在限定的時間內做訊框刪除的動作之外，亦要考慮 pending buffer 容量的大小。因此 pending buffer 的應用不但可以節省網路的頻寬同時也考量了傳送及時資料的效率。縱上，當收到 VID=N 的訊框時，VSAP 處理此訊框的流程則如圖 5 所示。

4.4.3 訊框保留時效估算

在上一小節討論到訊框存在 pending buffer 的原理和必須考慮的因素，所以在這一小節將一步一步的推導我們所提出的訊框保留的有效期限 RsvTimeLimit。要去定義 RsvTimeLimit 之前，首先考慮到 802.11 的存取機制，就目前 802.11 所定義的存取機制是 CSMA/CA(carrier sense multiple access / collision avoidance)，以下為簡要說明 802.11 的節點傳送資料時的存取方式。如圖 6 所示，

1. 當移動性工作站要去送一筆資料的時候，移動性工作站會先去監聽是否有其他使用者正在使用，如果沒有的話，移動性工作站則會持續監聽一段 DIFS 的時間。

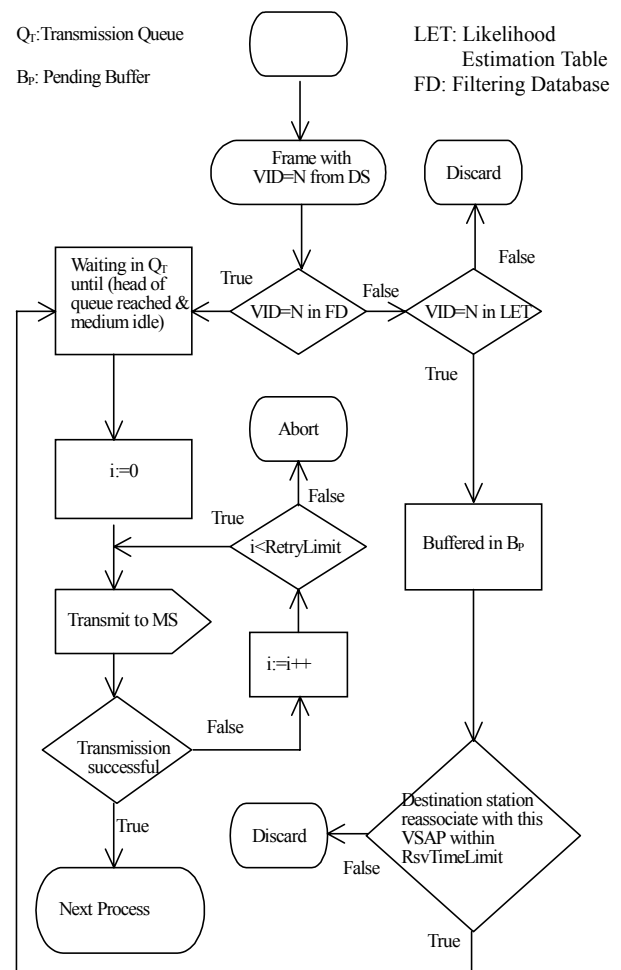


Figure 5. VSAP 接收訊框的流程.

2. 如果監聽持續一個 DIFS 的時間後媒體仍是閒置的話，那麼移動性工作站開始執行 backoff algorithm 去計算 backoff time。移動性工作站會在 backoff time 之後開始傳送資料。
3. 如果移動性工作站在傳送資料時發生了碰撞，則又會重複上述兩個步驟。
4. 碰撞發生次數到達 RetryLimit 時則宣告傳送失敗。

以上就是 802.11 的環境裡移動性工作站存取資料的機制。因此本論文以 CSMA/CA 的存取方法作為基礎，進而將移動性工作站要去收發資料所可能延遲的時間推算出來。當移動性工作站從原本的 VSAP 移動到另一個 VSAP 之後，移動性工作站要先跟 VSAP 作 reassociation request，當移動性工作站跟 VSAP 作 reassociation request 時可能發生的狀況為：

1. 在理想狀況下，當移動性工作站移動到另一個 VSAP 時，移動性工作站先去等待一個 DIFS 的時間，接著在競爭週期(contention period)去執行 backoff algorithm，假設沒有碰撞發生，則移動性工作站所花費的時間 Ts 為

$$T_s = \text{DIFS} + \text{Random}(1) * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta \quad (1)$$

其中，各變數之定義說明如下：

- Random() 是一個從 0~CW 隨機取出的值，而 CW 的值為 2 的次方減 1 並且介於 CWmin~CWmax 之間，我們在這裡以 802.11 STD 裡的數據作依據，CWmin=31，所以一開始 CW 的值為 31，如果碰撞發生的話 CW 的值則為 $2^{\exp(6)} - 1 = 15$ 依此類推，當 CW=CWmax=1023 時如果碰撞依然發生的話那麼 CW 的值依然為 1023 而不會繼續的增加，至於傳送失敗時重送次數依據我們在這裡假設 RetryLimit ≥ 5；

- ASlotTime：時槽時間，會因實體層特性而有所不同；
- H() = PHYhdr+MAChdr+payload；
- Tx()：網路卡處理資料的速率；
- δ ：媒體傳遞訊框所需的時間。

如果沒有碰撞發生的話則移動性工作站成功的與 VSAP 取得聯結所需之最少時間為

$$T_s = \text{DIFS} + 0 * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta \quad (2)$$

2. 考慮最差的情況，假設碰撞一直發生，直到傳送的次數到達 802.11 所規定的 RetryLimit 才傳送成功，假設 RetryLimit=m，而且 $m \geq 5$ ，則移動性工作站對 VSAP 作 reassociation request 時因為碰撞而花的所花費的時間分別為 Tc1、Tc2、Tc3...Tcm，分別計算其因為碰撞而花費的時間如下

$$T_{c1} = \text{DIFS} + \text{Random}(1) * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta$$

$$T_{c2} = \text{DIFS} + \text{Random}(2) * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta$$

$$T_{c3} = \text{DIFS} + \text{Random}(3) * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta$$

...

$$T_{cm} = \text{DIFS} + \text{Random}(m) * \text{aSlotTime} + H() / T_x() + \delta$$

將以上各式作總和則可以得到

$$\sum_{c=1}^m T_c = m[\text{DIFS} + H() / T_x() + \delta] + \sum_{c=1}^m (\text{Random}(c)) * \text{aSlotTime} \quad (3)$$

根據(3)，求出移動性工作站成功的跟 VSAP 聯結所要花費的最長時間 Tc 為

$$T_c = m [DIFS + H()/Tx() + \delta] + [7 + 15 + 31 + 63 + 127 + (m-4) * 255] * aSlotTime$$

$$T_c = m [DIFS + H()/Tx() + \delta] + (255m - 777) * aSlotTime \quad (4)$$

根據(2)，(4)推導出出移動性工作站成功的跟 VSAP 作 reassociation request 時間 T_r 的範圍為

$$DIFS + H()/Tx() + \delta \leq T_r \leq m [DIFS + H()/Tx() + \delta] + (255m - 777) * aSlotTime \quad (5)$$

因此本論文將 RsvTimeLimit 設為 $m [DIFS + H()/Tx() + \delta] + (255m - 777) * aSlotTime$ ，以保證移動性工作站成功地與新的 VSAP 取得聯結之前，其所屬訊框可成功地保留以避免重送。而且，若在 RsvTimeLimit 內 Pending Buffer 內的訊框並沒能傳送出去則其可能原因有二。一為該移動性工作站並沒有與此 VSAP 進行 handoff 的動作。另一原因則是當時網路負載過重以致於移動性工作站無法與該 VSAP 取得聯結。若原因為前者，VSAP 會將儲存於 pending buffer 中屬於該移動性工作站的訊框移除。若原因為後者，則 VSAP 會因為重新傳送的次數到達 IEEE 802.11 的所定義的 RetryLimit 而將此訊框移除。

5 結論

在本論文中我們提出一適用於無線網路與現有多數有線網路共存的 MVLAN 架構。並根據此架構設計出具有高效能且支援 VLAN 的無線網路擷取點 (VLAN supported Access Point; VSAP) 其所需之相關通信協定包括成員追蹤協定 (member tracking protocol) 與訊框

前送協定 (Frame forwarding protocol)。透過成員追蹤協定的設計，移動性工作站一旦註冊成為某特定 VLAN 成員後，其廣播領域將仍以涵蓋整個 VLAN 的範圍為限，而不因其所在位置不同而改變。再者，藉由具預測性的訊框前送協定設計，使有機會 handoff 過來的移動性工作站所屬訊框能獲得短暫的保留時效，以避免無謂的重送，進而使網路頻寬得到最有效的利用。

誌謝

本研究計劃執行所須之研究經費係由行政院國家科學委員會所提供。計劃編號：NSC 89-2218-E-212-005-。

參考文獻

- [1] IEEE Draft Standard for Traffic Class and Dynamic Multicast Filtering Service in Bridged Local Area Networks, P802.1P/D2 Feb. 18, 1996.
- [2] IEEE Draft Standard for Virtual Bridged Local Area Networks, P802.1Q/D11 July 30, 1998.
- [3] IEEE Comp. Soc. LAN/MAN std.s Comm., "802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications," IEEE Std 802.11-1999, 1999.
- [4] B. Li and P. Vankwikelberge, "Virtual LAN (VLAN) Configuration and Address Resolution in an ATM Network," *2nd Int'l Symp. On Interworking (INTERWORKING '94)*, Sophia Antipolis, May 1994, pp. 179-190.
- [5] N. F. Huang, Y. T. Wang, B. Li and T. L. Liu, "Mobility Management of Interconnected Virtual LANs over ATM Networks," *IEEE GLOBECOM*, Nov. 1996, pp. 1156-1161.

- [6] Hac, A.; Hossain, A. "Virtual LAN supporting quality of service in wireless ATM networks," Vehicular Technology Conference, vol. 5, Fall 1999, pp. 2686–2690.
- [7] Abdel-Hamid, A.; Abdel-Wahab, H. "Local-area mobility support through cooperating hierarchies of mobile IP foreign agents," Computers and Communications, 2001. pp. 479–484.
- [8] Omar, H.; Saadawi, T.; Lee, M. "Multicast with reliable delivery support in the regional mobile-IP environment," Computers and Communications, 2001, pp. 466–471.
- [9] IEEE 802.11, IAPP Project Authorization Request, "Recommended Practices for multi-Vendor Access Point Interoperability via Inter-Access Point Protocol across Distribution Systems supporting IEEE P802.11 operation," November 1999.
- [10] Hoiydi, A. "Implementation Options for the Distribution System in the 802.11 Wireless LAN Infrastructure Network," IEEE International Conference Communications, 2000, vol. 1, pp. 164–169.
- [11] Bianchi, G. "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function," IEEE Journal, Vol. 18 Issue 3, March 2000.
- [12] Chakrabarti, S.; Mishra, A. "QoS Issues in Ad Hoc Wireless Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 39 Issue 2, Feb. 2001, pp. 142–148.