

第五章

臨時任務型網路

在商務會議 (business conference) 的環境下，希望利用無線網路將多台電腦連結在一起方便資料的傳送卻發現沒有 AP 可用，或在居家環境內 AP 不能放置在任意的位置，或者隨插即用 (plug-and-play) 及彈性是更重要的考量時，臨時任務型網路是最佳的選擇 [28]。臨時任務型網路是一個少數人使用時可以節省花費並達到隨插即用及彈性的網路，它允許使用者之間直接通訊，不需 AP 設備的存在，若兩使用者之間由於受限的通訊距離無法直接溝通時可以藉由其他使用者接轉 (relay) 資料輾轉送達目的地 [29] [30]。在 IEEE 802.11 中，臨時任務型網路是由 IBSS (Independent Basic Service Set) 的使用者組成，由於使用者可以直接溝通不需經由 AP 轉送資料，因此 IEEE 802.11 的臨時任務型網路 MAC 層協定只允許 DCF 的存在，也就是用戶全部利用 CSMA/CA 方式獲得通道的使用權，如圖 5.1 [31]。

以上所述是一個封閉的網路。事實上在臨時任務型網路內的使用者仍有機會連結到外部網路擷取資料，例如在商務會議中從外部網路下載資料使用，或將資料傳回公司等 [32]，因此我們希望臨時任務型網路也能支援連結外部網路的功能，如圖 5.2。再則，為了滿足使用者日益增加的及時性交通型態需求，臨時

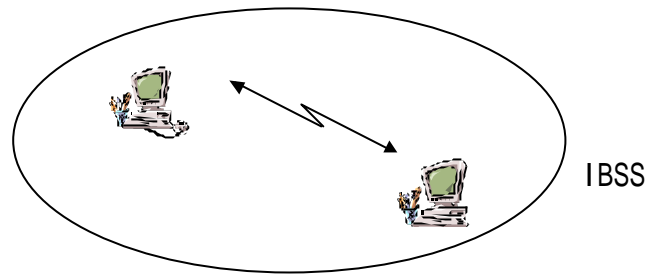


圖 5.1 沒有 AP 的臨時任務型網路

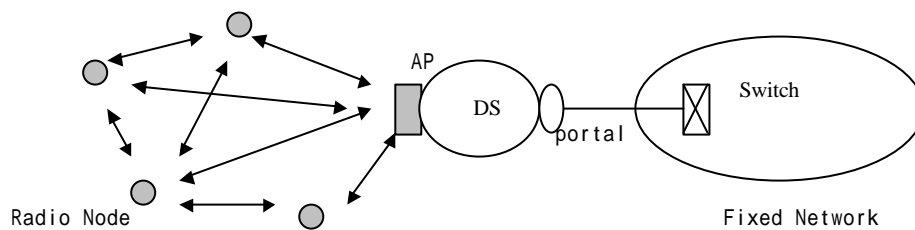


圖 5.2 連結外部網路的臨時任務型網路架構

任務型網路必須提供高品質的及時性服務及高貫通率的資料傳輸量，而利用 AP 控制及時性資料的傳送會比分散式競爭通道的方式更能滿足 QoS 的要求，所以在此我們提出的臨時任務型網路是取自於 IEEE 802.11 標準但同時擁有 PCF 及 DCF 架構的 MAC 層協定，且混和型及純 ATM 型環境皆適用。此外，近年文獻中關於分散式臨時任務型網路與 IEEE 802.11 DCF 擷取方式相容的 MAC 層協定可以參考 [33][34]。

5.1 臨時任務型網路協定層級

由於臨時任務型網路允許使用者間直接通訊，因此 ATM 用戶與其他用戶直接溝通時其連線識別碼並不需經由 AP 指派，此時設定連線識別碼 12 個位元皆為 0 的情況代表用戶處於直接通訊狀態。在 ATM 用戶與非 ATM 用戶直接通訊的狀態下，轉換的程序不再是由 AP 進行而是在 ATM 用戶端先行轉換再傳送給非 ATM 用戶。因此在臨時任務型網路環境內，除了 AP 外，ATM 也需有轉換的功能，圖 5.3 顯示 ATM 用戶到非 ATM 用戶協定層級轉換的情形〔16〕。

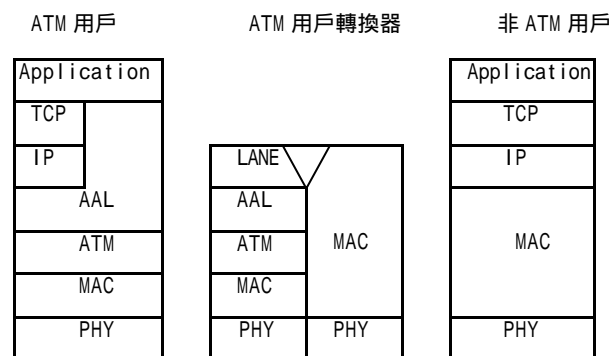


圖 5.3 ATM 用戶 — 非 ATM 用戶協定層級

5.2 集中與分散式並存的臨時任務型網路

在這種網路架構下，PCF 仍由 AP 控制並利用輪呼的方式讓使用者依序傳輸，而 DCF 的部分則允許使用者利用 CSMA/CA 方式直接與其他使用者聯絡。由於建構臨時任務型網路的目的是為了方便及減少花費，因此 AP 功能是內建在某一使用者上，由此使用者處理一般 AP 的工作，如此可以減少架設固定 AP 的麻煩。因

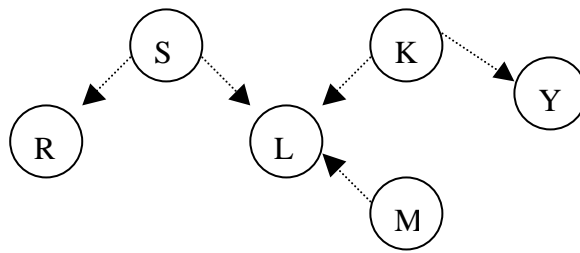


圖 5.4 使用者彼此間的位置關係

為是由使用者代理 AP 的工作，因此希望能在低複雜度下盡量達成及時性用戶 QoS 的要求，所以 PCF 部分我們仍採用之前混和型環境下的輪呼規則，傳送 CBR 及 VBR 交通型態的用戶先在 DCF 區間傳送管理框要求加入輪呼清單，AP 再根據 MPDU 從用戶端到 AP 端的期限決定輪呼順序。

在 DCF 週期使用者藉由 RTS/CTS 的交換保留通道的使用權，而其他收到 RTS 或 CTS 的使用者必須修改 NAV 值並暫停競爭通道的動作。然而有些時候使用者收到的不是 RTS、CTS 而是雜訊，這時使用者就無法得知 Duration / ID 的值，進而無法修改 NAV 值，導致無法判斷自己能否活動。圖 5.4 為其中一個例子：L 代表 S 的鄰近使用者會對 S 造成干擾卻無法判斷 R 的傳輸（hidden from R），K 代表 L 的鄰近使用者會對 L 造成干擾卻無法判斷 S 的傳輸，M 代表 L 的鄰近使用者會對 L 造成干擾卻無法判斷 Y、K、S、R 的傳輸。假設 S 準備傳送資訊給 R，而 K 準備傳送資料給 Y。當 S、K 同時傳送 RTS 給 R、Y 時，L 會收到雜訊。在這種情況下 S、K 可以成功的傳送資料，L 的 NAV 應為 3 個 SIFS 加上 1 個 CTS 及 1 個 MPDU、1 個 ACK 所需時間，如圖 5.5，因此在這段時間內，M 若想傳送訊息給 L，L 不該回應。然而，L 收到的是雜訊，他無法修改 NAV 值，所以很有可能在 R、Y 分別傳送 CTS 給 S、K 時 M 送 RTS 給 L，由於 L 此時的 NAV = 0，實體載波感測又無法探測出 R、Y 的活動，造成 L 誤判通道閒置中，故回應 M 的要求。若 L 傳送 CTS 或 ACK 時，S 或 K 正在接收 CTS 或 ACK，則會造成 S、K 無法正確接收 CTS 或 ACK。一旦接收到不正確的 ACK（可能變成雜訊）或超過一定時間能未收到 ACK，傳送

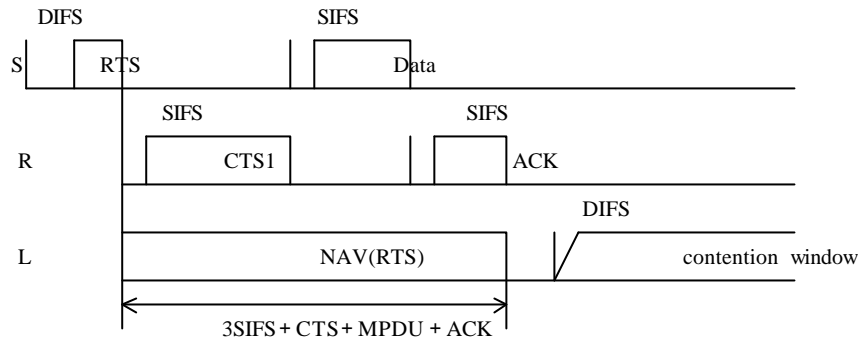


圖 5.5 L 的 NAV 應設定之值

者必須停止傳送，並重新競爭通道的使用權。因此，此時應將 L 的 NAV 值設為 3 個 SIFS 加上 1 個 CTS 及 1 個 MPDU、1 個 ACK 所需時間。此外，也可能另外一種狀況，即 S、K 同時傳送 RTS 給 L，毫無疑問地 L 收到的是雜訊，因此不會回應任何的 CTS 給 S 或 K。在雜訊結束後，M 若想傳送資料給 L，L 即可答應此要求。由於在不同情況下，L 須有不同反應，但 L 無法判斷發生的是哪種狀況，故必須另有依規範讓收到雜訊的使用者遵行。

另外，為了避免 RTS 與 CTS 碰撞時兩敗俱傷，CTS 的長度須大於 RTS 的長度加上傳輸延遲時間及 2 倍的傳送 / 接收轉換時間 [35] [36]，如此 CTS 有機會傳輸成功且接下來的資料傳輸也不會受到干擾，以減少隱藏用戶造成的傷害。圖 5.6 顯示 X 會對 R 造成干擾卻無法檢測出 S 的傳輸，L 會對 S 造成干擾卻無法檢測出 R、X、Y 的傳輸，S 會對 L 造成干擾卻無法檢測出 X、Y 的傳輸。在 S 送出 RTS 後，R 會回應 CTS，但由於 X 感覺不到 RTS 的傳輸，他可能會在接收到 CTS 之前送出 RTS。如果 R 送出的 CTS 長度小於等於 RTS 的長度，X 將無法得知通道已被他人佔用，進而造成本身及 S 傳送資料時失敗。如果 CTS 的長度大於 RTS 長度加傳輸延遲及 2 倍傳送 / 接收轉換時間(一般的方法是重複送 CTS 或直接加長 CTS 的長度)，則 X 在送出 RTS 並轉換成接收狀態時會收到部分 R 所送出的 CTS (視為雜訊)，如此 X 就能判斷已有其他使用者佔用通道，故中斷自己的傳輸，並使用“收到雜訊時之原則”做後續動作。圖 5.7 解釋 CTS 長度與 RTS 長度的關係

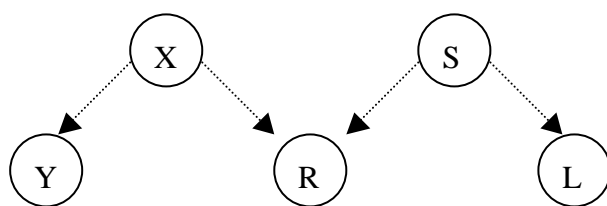


圖 5.6 使用者彼此間的位置關係

[35], 圖 5.7 a 表示在 R 送出 CTS 後, X 最晚在一個傳輸延遲時間加傳送 / 接收轉換時間內送出 RTS (不然 X 會檢測到 R 的 CTS, 就不會送 RTS), 在 X 送完 RTS 後會收到部份的 CTS, 此時 X 知道有使用者在使用通道停止傳輸。圖 5.7 b 表示在 R 送出 CTS 之前, X 最早在一個傳輸延遲時間加傳送 / 接收轉換時間內送出 RTS (不然 R 會聽到 X 的 RTS, 則不會回應 S 的要求), 同樣的 X 會收到雜訊並停止傳輸。

為了規劃收到雜訊時的工作原理, 首先需將虛擬載波感測分為兩類: NAV 類型及 NAV 類型。NAV 類型內的值是由 MPDU 或 RTS、CTS、ACK 等封包的 Duration / ID 欄位中得到, 之前所提皆屬 NAV 類型。而 NAV 類型是估計值, 在收到雜訊時使用。當收到雜訊時, 將 NAV 類型的值設為 3 個 SIFS 加上 CTS 及最大的 MPDU 長度、ACK 所需傳送時間。在此段時間內收到雜訊的使用者不可送收屬於他自己的資料封包, 若在期間內再度收到雜訊, 則重設 NAV 類型的值為 3 個 SIFS 加上 CTS 及最大的 MPDU 長度、ACK 所需傳送時間; 若收到完整的資料或控制封包, 觀察其 Duration / ID 欄位, 若值大於原先在 NAV 類型的值則將 NAV 類型的值設為 Duration / ID 內的值, 若小於原先的值則不變動 NAV 類型的值。不論何種狀況, 只要收到完整封包就將 NAV 類型的值設為 0。從雜訊結束開始, 如果實體載波感測能判斷出通道已經閒置超過 2 個 SIFS 加上最大 MPDU 長度的傳輸時間, 則認定通道閒置, 此時即將 NAV 類型的值設為 0。設定 2 個 SIFS 加上最大的封包長度的傳輸時間的原因為:

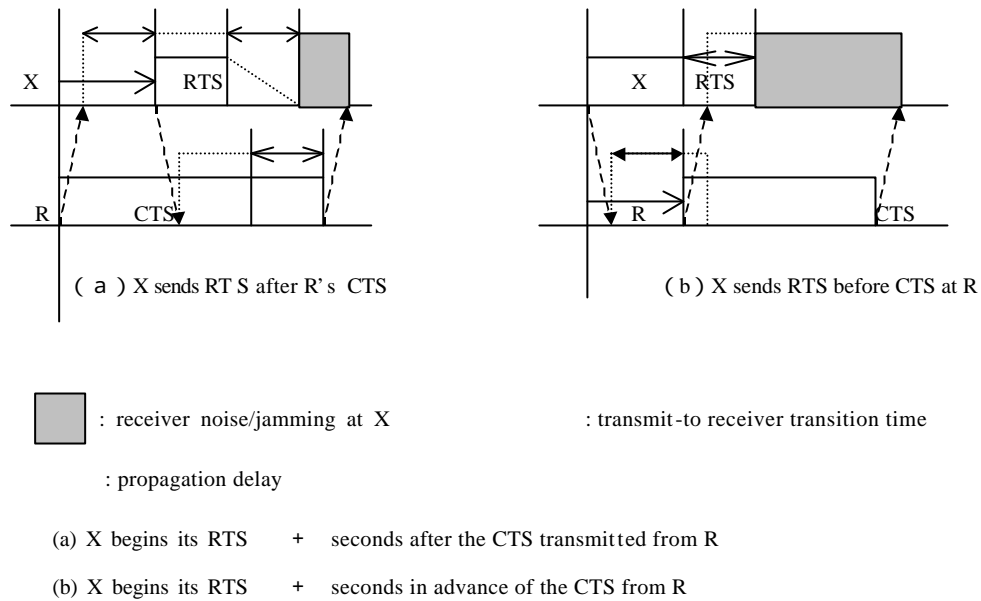


圖 5.7 CTS 的長度抑制隱藏用戶的傳輸示意圖

收到雜訊有可能是 RTS 與 RTS 碰撞，CTS 與 CTS 碰撞，資料框與資料框碰撞或 RTS 與 CTS 碰撞等。若是 RTS 與 RTS 碰撞，則收到雜訊的使用者需等待 2 個 SIFS 加 CTS 的時間後才能知道是否有使用者傳送成功並送出資料封包；若是 CTS 與 CTS 碰撞則需等待 2 個 SIFS 加 MPDU 的時間才可由是否收到他人的 ACK 來判斷通道是否有使用者使用。由於不能得知傳送者會送多長的 MPDU，故假設傳送的是最長的 MPDU 長度。在觀察過任何一種組合後發現最長的判斷時間為 2 個 SIFS 加上最大 MPDU 長度的傳輸時間，故有此規範。而由實體載波感測決定通道閒置與否的原因是在 2 個 SIFS 加上 MPDU 最大長度的傳輸時間後，若有框架成功傳送則實體層是最先察覺的，需經過一段處理時間後才會送到 MAC 層，因此，由實體載波感測決定通道的使用狀況。

綜合以上所述，DCF 工作原理可以敘述如下：

- (1) 使用者在剛登入時必須等待 Beacon 或 CF-end frame 的廣播，才能判斷 DCF 可用的長度，並可準備傳送之程序。
- (2) 通道閒置（實體載波感測判斷為閒置狀態且 NAV 類型、NAV 類型的

值設為 0) 超過 DIFS 並且 backoff timer 為 0 時可傳送 RTS 給接收者, 若超過 CTS Timeout interval 後仍未接到完整的 CTS 則重新競爭通道的使用權 (在通道閒置超過 DIFS 後進入 backoff 程序)。送出 MPDU 後, 如果傳輸者經過 ACK - Timeout 後仍未收到 ACK 或發現在通道上有另一個使用者在傳送框架, 停止傳輸並重新競爭通道的使用權。

- (3) 接收者在收到 RTS 時利用實體載波感測及 NAV 類型、NAV 類型的值是否為 0 判斷通道的狀態。如果三者同時判斷通道閒置, 則在 SIFS 後送 CTS 給傳送者。一旦連線建立, 之後收到 MPDU 後不需再觀察通道狀況, 直接在 SIFS 後送 ACK 框架。
- (4) 聽到其他使用者的 RTS (或資料框) 後, 觀察 Duration/ID 欄位中的值, 若大於原先 NAV 類型的值則修改 NAV 類型的值為 Duration/ID 欄位中的值, 並須等到 NAV 類型為 0 時才可接收屬於自己的框架, 若要傳送資料也需等到 NAV 類型的值為 0 時才可繼續之前 backoff 程序。若在 2 個 SIFS 加上 CTS 的時間後仍未收到傳送 RTS 的使用者傳送其他資料框, 則重設 NAV 類型的值為 0。
- (5) 聽到其他使用者的 CTS (或 ACK) 後, 觀察 Duration/ID 欄位中的值, 若大於原先 NAV 類型的值則修改 NAV 類型的值為 Duration/ID 欄位中的值, 並須等到 NAV 類型為 0 時才可接收屬於自己的框架, 若要傳送資料也需等到 NAV 類型的值為 0 時才可繼續之前 backoff 程序。
- (6) 每次收到雜訊後, 將 NAV 類型的值設為 (3 個 SIFS 加 CTS、最大 MPDU 長度及 ACK) 所需時間。若在此段時間內收到完整的封包, 觀察 Duration/ID 欄位中的值, 若大於原先 NAV 類型的值則修改 NAV 類型的值為 Duration/ID 欄位中的值, 並將 NAV 類型的值設為 0。若在雜訊結束後實體載波感測發現通道已閒置超過 (2 倍 SIFS 加最大 MPDU 長度) 所需時間, 則認定通道屬閒置狀態並將 NAV 類型的值設為 0, 此時若有

封包想傳送且 NAV 類型 為 0 即可進入 backoff 程序。

利用附錄 A 所提的數學分析方法，我們可以得到系統的貫通率。表 5.1 是分析時所使用的參數值 [9]，在此我們假設有 20 個使用者在二維的單位元內均勻分佈，並根據這些使用者的相對位置關係得到以下結果。

表 5.1 臨時任務型網路 DCF 週期系統分析所使用之參數值

Parameter	Value
Channel capacity	24Mbps
SIFS (20 μ s)	0.138
DIFS (60 μ s)	0.414
ACK-Time-out (40 μ s)	0.276
I (2334byte)	5.38
I_{RTS} (20bytes)	0.046
I_{CTS} ($I_{RTS} + 2SIFS$)	0.323
IEEE 802.11 I_{CTS} (14bytea)	0.032
I_{ACK} (14bytes)	0.032
以上是相對於 (34bytes 的標頭加上 8cells 的負載) 所組成的資料框為單位長度所得到的值。	

假設使用者 i 在通道閒置超過 DIFS 後到產生一個資料框給使用者 j 之間的這段時間為指數分佈，其速率為 $G(i, j)$ ，而 $G = G(i, j)$ ，是整個系統的負載。為了方便起見，在此假設每位使用者的負載 $G(i, j)$ 皆相同。由於在高速傳輸下，SIFS、DIFS 及 ACK-Time-out 時間是定值，在整個傳送過程中所佔比例會上升，造成很大的 overhead，所以由圖 5.8 可以看出貫通率隨負載上升而急速下降。因此，使用者每次成功傳送 RTS/CTS 後只送一個 MPDU 是很沒有效率的方法，必須連續送出幾個 MPDU 以增加系統的效能。此外相較於臨時任務型網路的 DCF 協定，IEEE 802.11DCF 協定的貫通率隨負載上升有更快的下降趨勢，主要是因為當負載上升，使用者在收到雜訊後發現通道閒置超過 DIFS 的時間，越有可能在此時傳送 RTS。尤其是當使用者同時收到鄰近兩使用者傳送的 CTS，而這兩個使用者互不干擾，兩者皆成功傳送 RTS/CTS 並準備接收資料框時，因為此使用者無法接收到資料框，故在收到雜訊再過 DIFS 後很有可能傳送 RTS，進而破壞鄰近使用者的接收。

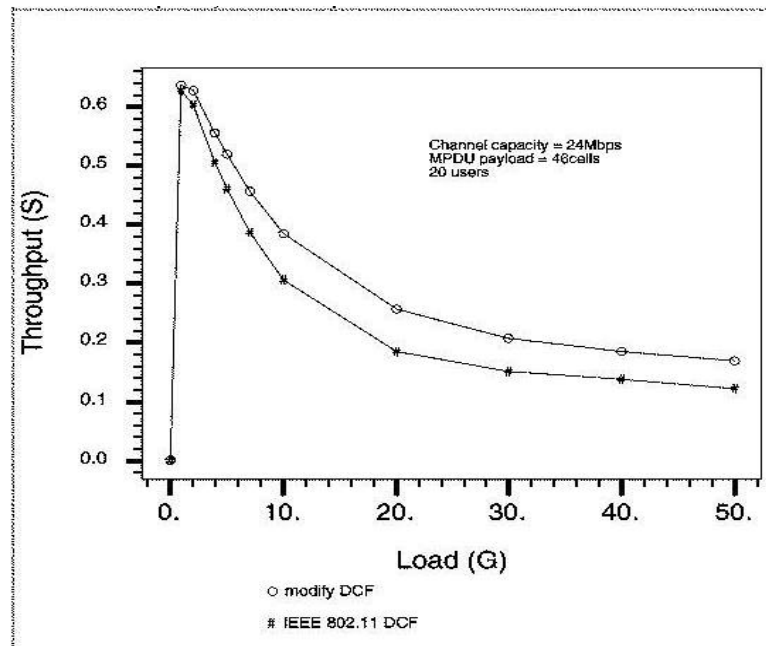


圖 5.8 臨時任務型網路中的 DCF 協定與 IEEE 802.11DCF 協定之比較

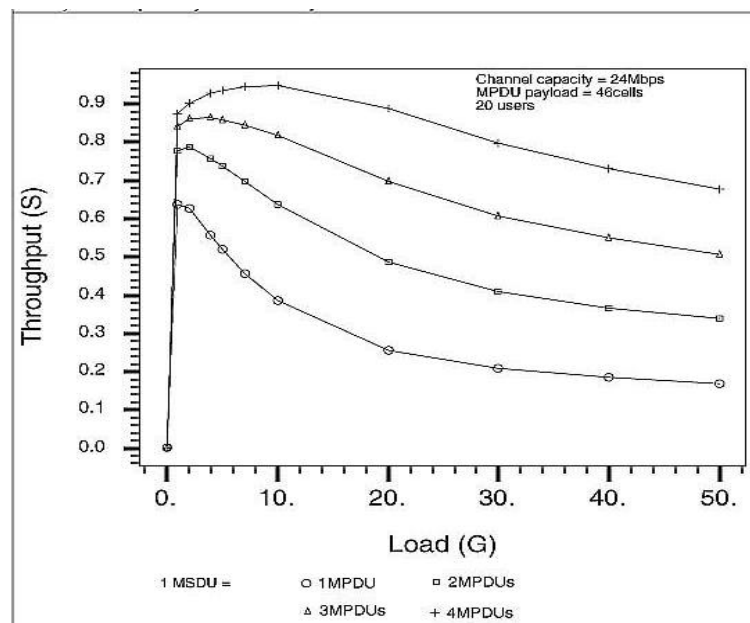


圖 5.9 臨時任務型網路中 MSDU 長度之比較

圖 5.9 是比較每次成功傳送 RTS/CTS 後，傳送的 MPDU 個數與系統貫通率在各負載下的關係。在 DCF 區間使用者成功擷取通道後可以傳送一個 MSDU 長度的資料量，但對於 ATM 用戶而言並沒有 MSDU 的觀念，因此必須探討應該一次送出多少量的 MPDU 才能讓系統的效能維持在一定的程度之上。由圖 5.9 可以知道使用者在傳送資料框之前必須先累積至少 3 個 MPDU 長度的量後才能競爭通道，如此在成功獲得通道使用權後可以一次傳送 3 個以上的 MPDU 以達到可以接受的系統效能。