

## 附錄 A

為了瞭解在臨時任務型網路中 DCF 協定的效果，以下將估計其貫通率的下限以供參考。由於臨時任務型網路 DCF 週期是分散式架構，每位使用者因為所在位置不同而受不同使用者的干擾，因此每位用戶所見到的貫通率也就不同。為了方便計算，假設使用者  $i$  在通道閒置超過 DIFS 後直到產生一個資料框給使用者  $j$  的這段時間是指數分佈，其速率為  $G(i, j)$ 。另外並定義  $G(i) = \sum_{j \in A} G(i, j)$ ，及  $G = \sum_{i, j \in A} G(i, j)$ ，其中  $A$  是指在 BSS 內的所有使用者。以下我們根據〔37〕計算使用者的貫通率。

首先介紹文獻〔37〕常使用的符號：

- (1)  $A$ ：在 BSS 內的使用者。
- (2)  $A_i(d)$ ：在以使用者  $i$  為圓心半徑為  $d$  的圓內之使用者。
- (3)  $d_{ij}$ ：使用者  $i$  與使用者  $j$  之間的距離。為了簡化複雜度，在這裡假設使用者  $i$  所傳送的資料只有在以接收者  $j$  為圓心半徑為  $d_{ij}$  的圓內沒有其他使用者同時在傳送時才能成功的被使用者  $j$  接收。
- (4)  $H_j(d)$ ：在以使用者  $j$  為圓心，半徑為  $d$  的圓內無法檢測出使用者  $j$  在傳輸的所有使用者 (hidden from station  $j$ )。
- (5)  $H_{ij}(d)$ ：在以使用者  $j$  為圓心，半徑為  $d$  的圓內可以檢測出使用者  $j$  在傳輸卻無法檢測出使用者  $i$  在傳輸的所有使用者。
- (6)  $l$ ：資料框的長度。
- (7)  $l_{RTS}$ ,  $l_{CTS}$ ,  $l_{ACK}$ ：分別為 RTS, CTS, ACK 框架的長度。
- (8)  $\tau$ ：傳輸延遲加判斷通道狀況及傳送/接收轉換所需時間。

現在假設使用者  $i$  在時間  $t$  想送長度為  $l$  的資料框給使用者  $j$ ，在不考慮通道雜訊所造成的錯誤的情況下，使用者  $i$  只有在以下幾種情形皆滿足時才有可能傳

送成功：

- (1) 在接收端的接收範圍 (capture area), 所有能檢測出接收端傳送的使用者 ( $[A_i(d_{ij}) - H_j(d_{ij})]$ 個), 在  $(t^-, t^+)$  時間內沒有在傳送框架。
- (2) 在傳送端的接收範圍內, 所有能檢測出傳送端傳送的使用者 ( $[A_i(d_{ij}) - H_i(d_{ij})]$ 個), 沒有一個在  $(t^- - \text{SIFS}, t^+ - \text{SIFS})$  時間內完整接收 RTS 並在  $(t^-, t^+)$  時段內開始傳送 CTS。
- (3) 在  $H_{ij}(d_{ij})$  內的使用者, 沒有一個在  $(t, t + l_{\text{RTS}})$  時段內傳送框架。
- (4) 在傳送端的接收範圍內, 所有能檢測出傳送端傳送的使用者 ( $[A_i(d_{ij}) - H_i(d_{ij})]$ 個), 沒有一個要傳送資料框長度超過  $l + \text{SIFS}$  的使用者在  $(t^-, t^+)$  時間內傳送 RTS。
- (5) 在接收端的接收範圍內, 所有能檢測出接收端傳送的使用者 ( $[A_i(d_{ij}) - H_j(d_{ij})]$ 個), 沒有一個使用者在  $(t^-, t^+)$  時間內開始接收 RTS, 且之後要接收的資料框長度小於  $l - \text{SIFS}$ 。

(1)(3) 的情況能保證 RTS 完整的被接收端接收。因為 RTS 會延遲一段時間才送到  $[A_i(d_{ij}) - H_j(d_{ij}) - H_{ij}(d_{ij})]$  個使用者端, 再加上這些使用者在轉換成傳送者的這段時間無法聽到其他人的傳輸, 所以在  $(t^-, t^+)$  內可能會因皆判斷通道閒置而同時有多位使用者傳送。另外  $H_{ij}(d_{ij})$  個使用者必須等到接收端傳送 CTS 才會發現通道使用中, 所以在  $(t^-, t^+ l_{\text{RTS}})$  時間內  $H_{ij}(d_{ij})$  個使用者會誤判通道閒置, 若此時傳送框架則在接收端會發生碰撞, 導致使用者  $i$  傳送失敗。而在 CTS 傳送前後時間內傳送的  $H_{ij}(d_{ij})$  使用者, 會因為 CTS 比 RTS 長而收到雜訊, 因此可以正確判斷通道使用中, 故不至於影響使用者  $i$  的傳送。(2) 的情況是因為若此時  $[A_i(d_{ij}) - H_i(d_{ij})]$  使用者傳送 CTS, 則使用者  $i$  在傳送完 RTS 後會收到雜訊因而判斷通道使用中, 並停止傳輸。(4) 是因為若  $[A_i(d_{ij}) - H_i(d_{ij})]$  的使用者同時傳送 RTS 給其他無法檢測使用者  $i$  傳送的用戶, 則使用者  $i$  及此使用者能成功接收 CTS, 並同時傳送資料框。若此使用者

資料框的長度超過  $l + \text{SIFS}$ ，則使用者  $i$  送完資料框後會收到此使用者的資料框，此時使用者  $i$  知道有另一使用者在使用通道，因而停止傳送。而 (5) 的情況是因為使用者  $j$  及  $[A_j(d_{ij}) - H_j(d_{ij})]$  的使用者都可能完整接收 RTS 並送出 CTS，所以若此使用者接收的資料框長度小於  $l - \text{SIFS}$ ，則在此使用者送出 ACK 時會干擾到使用者  $j$ ，造成使用者  $j$  收到不正確的資料框因而不回復 ACK 給使用者  $i$ ，進而中斷傳送過程。

為求貫通率的下限，定義  $p_s(i, j | m, n)$ ， $m, n \in A$  為在使用者  $m$  結束通道閒置狀況並傳送 RTS 給使用者  $n$  的時間內使用者  $i$  送 RTS 給使用者  $j$ ，並傳送成功的機率。另定義

$$C^v(i, j) = \{(m, n) : m \text{ or } n \in A_j(d_{ij}) - H_j(d_{ij}) \cup A_i(d_{ij}) - H_i(d_{ij})\}$$

此外，定義使用者  $i$  結束通道閒置狀態並成功傳送資料框給使用者  $j$  的機率  $p_s(i, j | i, j) = p_s(i, j)$ 。由於資料框傳送時間是指數分佈，即  $a(t) = e^{-t}$ ，其中  $a(t)$  為 interarrival time distribution，且  $\text{Prob}[A > t] = e^{-t}$ ，故

$$P_s(i, j) = \exp\left\{-\left[\sum_{(m, n) \in C^v(i, j)} G(m, n) + l_{RTS} \sum_{k \in H_{ij}(d_{ij})} G(k)\right]\right\}$$

$$\text{而 } P_s(i, j | m, n) \geq \begin{cases} 0, & \text{if } (m, n) \in C^v(i, j) \\ P_s(i, j) & \text{otherwise} \end{cases}$$

又成功傳送資料框所需的時間  $T_s$ ：

$$T_s = 1/G + \text{DIFS} + l_{RTS} + \text{SIFS} + l_{CTS} + \text{SIFS} + l + \text{SIFS} + l_{ACK} +$$

在 [37] 中貫通率的定義為 (  $l$  的平均長度/平均一段觀測時間 ) 所謂的一段觀測時間是指一個成功的資料框傳送所需的時間或是發生碰撞所花費的時間。發生碰撞所花費的時間值如下：

$$T_1 = 1/G + \text{DIFS} + l_{RTS} + \text{SIFS} + l_{CTS} + \text{SIFS} + l + \text{SIFS} + l_{ACK} + \text{ACK-Time out} \quad ((1)(2)(3) \text{ 不滿足所造成的碰撞。})$$

$$T_2 = 1/G + \text{DIFS} + l_{RTS} + \text{SIFS} + l_{CTS} + \text{SIFS} + l + \text{SIFS} + l_{ACK} + \text{ACK-Time out} \quad ((4) \text{ 不滿足時，也就是在送完資料框後發現另有使用者使用通道，故停止傳送。})$$

$T_3 = 1/G + \text{DIFS} + l_{\text{RTS}} + \text{SIFS} + l_{\text{CTS}} + \text{SIFS} + l + \text{ACK-Time out} +$  ((5) 不滿足時，因為接收端發生碰撞，而傳送端必須等到 ACK-Time-out 後發現沒有 ACK 時才會得知碰撞發生。)

而傳送成功的機率為：

$$\begin{aligned}
 P_s &= P_s(i, j|i, j)P(i \text{ terminate idle status}) + \sum_{(x,y) \in A} P_s(i, j|x, y)P(x \text{ terminate idle status and} \\
 &\quad \text{station } i \text{ transmit on later than } \mathbf{b}) \\
 &\geq P_s(i, j) \frac{G(i, j)}{G} + \sum_{(x,y) \notin C^v(i,j)} \frac{G(x, y)}{G} (1 - e^{-bG(i,j)}) P_s(i, j) + \sum_{(x,y) \in C^v(i,j)} \frac{G(x, y)}{G} (1 - e^{-bG(i,j)}) \times 0 \\
 &= \left[ \frac{P_s(i, j)}{G} \right] \times [G(i, j) + \sum_{(x,y) \notin C^v(i,j)} G(x, y) \times (1 - e^{-bG(i,j)})]
 \end{aligned}$$

根據〔37〕可得發生碰撞的機率上限為：

$$P_c = 1 - e^{-g}$$

為了簡化複雜度，設有  $P_c$  的機率發生碰撞，且其花費時間為  $T_3$ 。

故使用者  $i$  傳送資料框給使用者  $j$  的貫通率為：

$$\begin{aligned}
 S(i, j) &\geq \frac{(l \times P_s + 0 \times (1 - P_s))}{(P_c \times T_3 + (1 - P_c) \times T_s)} \\
 &= l \times P_s \times [(1/G + \text{DIFS} + l_{\text{RTS}} + \text{SIFS} + l_{\text{CTS}} + \text{SIFS} + l + \mathbf{b}) \\
 &\quad + P_c \times \text{ACK - Time out} + (1 - P_c)(\text{SIFS} + l_{\text{ACK}})]^{-1} \\
 &= \frac{l \times P_s(i, j)}{G} [G(i, j) + (1 - e^{-bG(i,j)}) \times \sum_{(x,y) \notin C^v(i,j)} G(x, y)] \times \\
 &\quad [(1/G + \text{DIFS} + l_{\text{RTS}} + 2\text{SIFS} + l_{\text{CTS}} + l + \mathbf{b}) + P_c \times \text{ACK - Time out} \\
 &\quad + (1 - P_c) \times (\text{SIFS} + l_{\text{ACK}})]^{-1}
 \end{aligned}$$