

第七章

流量以及錯誤控制
(Flow and Error Control)

7.0 導論

本章主要內容是討論在資料連結層上面流量與錯誤控制的兩個概念，它們通常被實作成邏輯連結控制（**Logic Link Control**、**LLC**、屬於資料連結層）子層的一部分

7.1 流量控制

- 流量控制是一組程序，它告訴傳送端必須等待接收端的確認 (acknowledgment ACK) 之後，才能送出的資料量
- 有兩種方法可以控制通過通訊連結的資料流量：停止並等候 (stop-and-wait) 以及滑動視窗 (sliding window)
- 停止並等候 (stop-and-wait) 的流量控制方法，傳送端每送出一個訊框就要等對方的確認訊號，收到確認訊息之後，才會送出下一個訊框
- 滑動視窗 (sliding window) 的流量控制方法，傳送端在收到確認訊息之前就能傳送多個訊框。它用一個確認 (ACK) 來表示收到多個資料訊框。

圖7.1 流量控制的類別

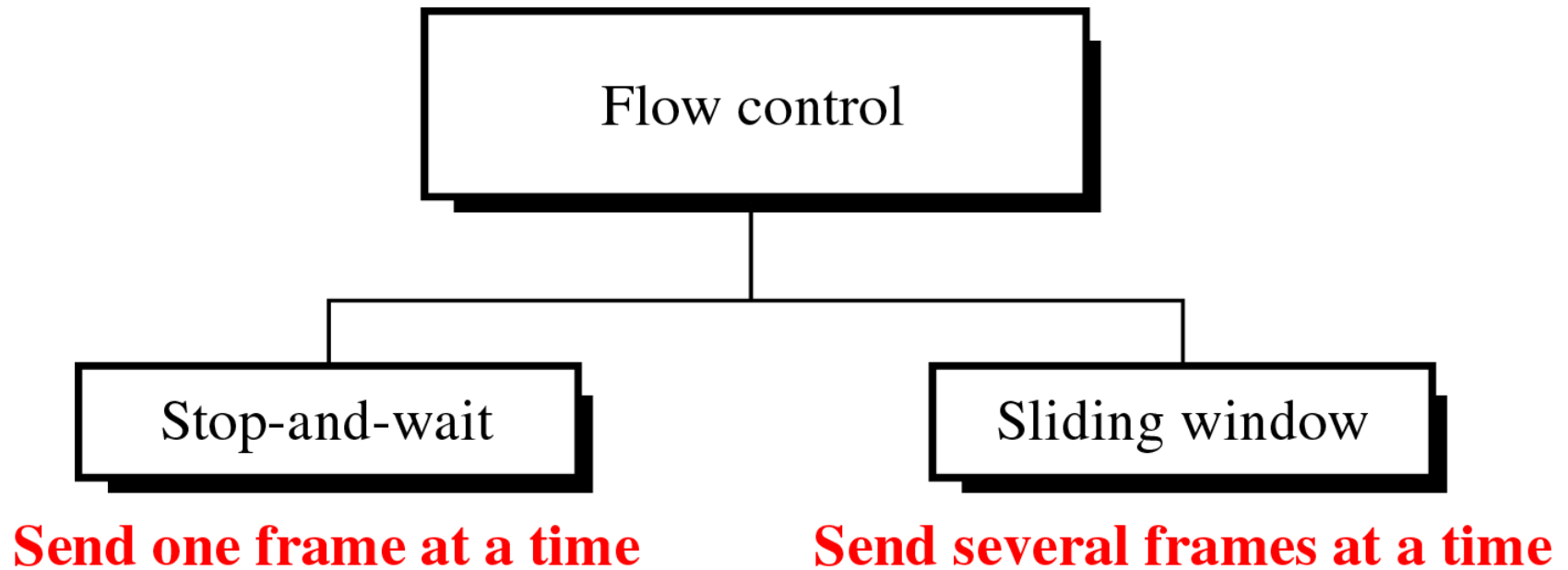


圖7.2 停止並等候

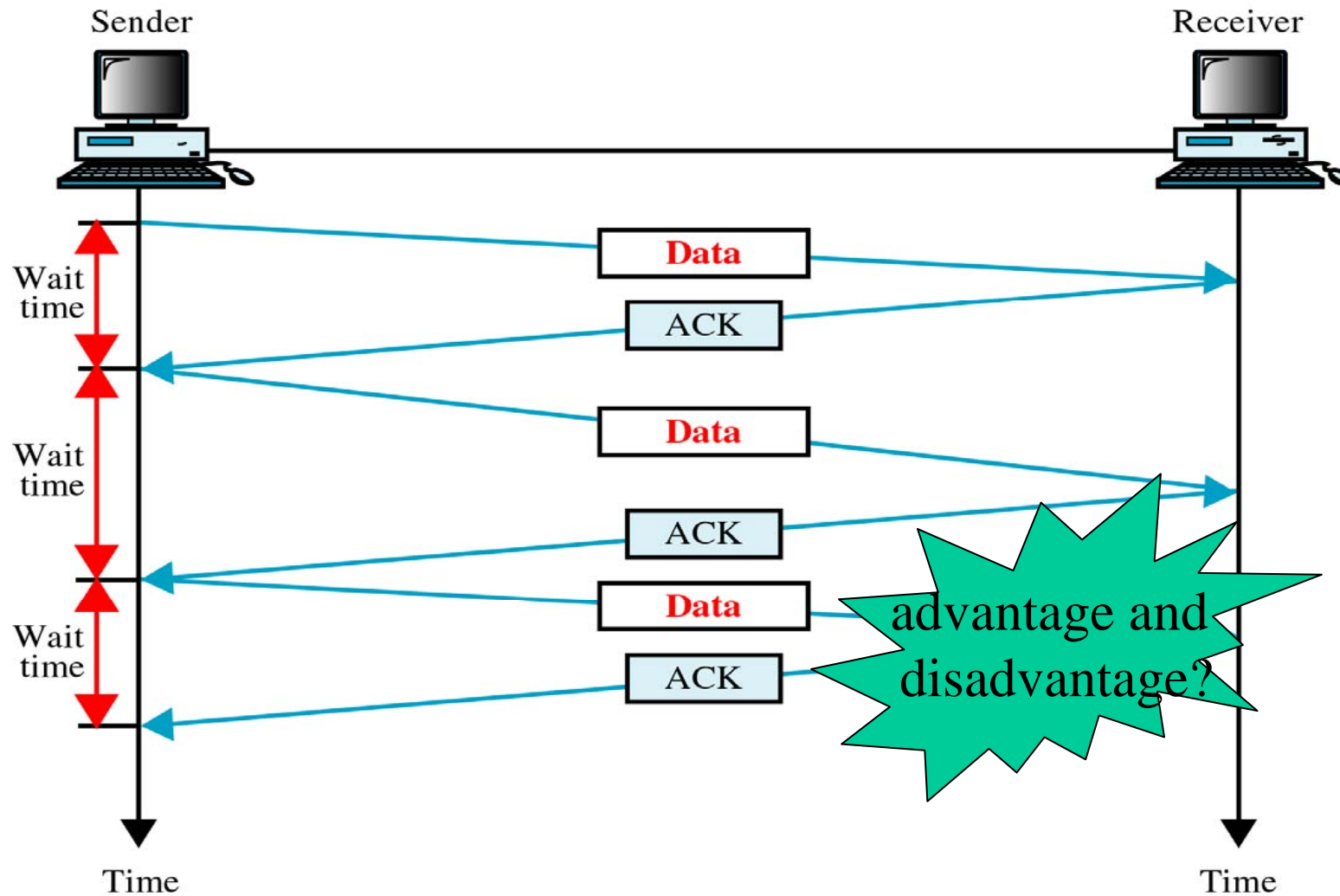


圖7.3 滑動視窗

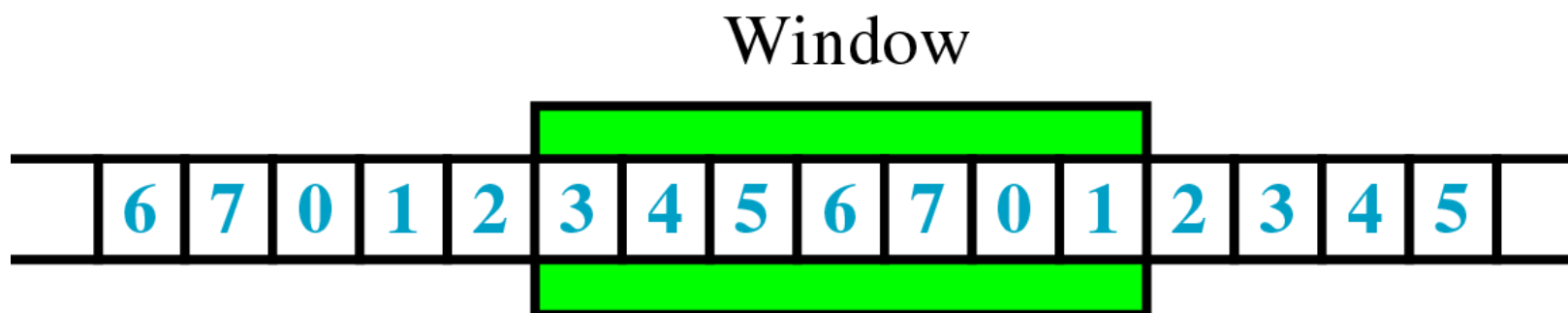


圖7.4 傳送端的滑動視窗

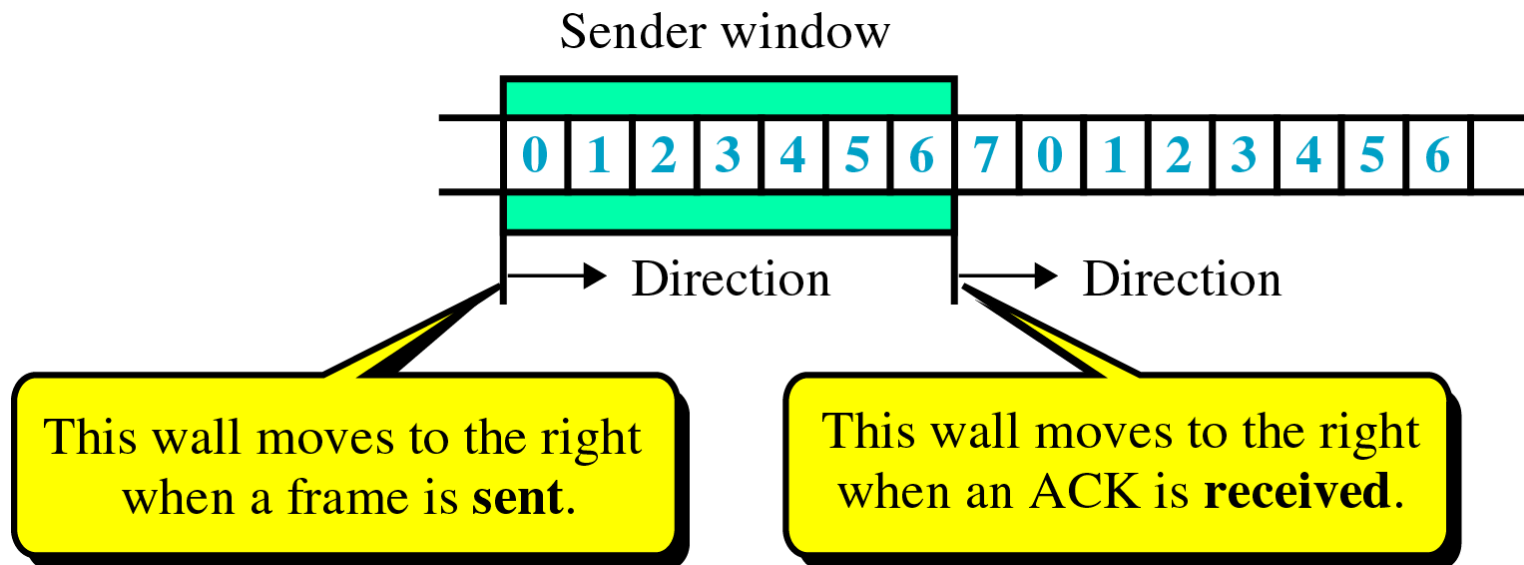


圖7.5 接收端滑動視窗

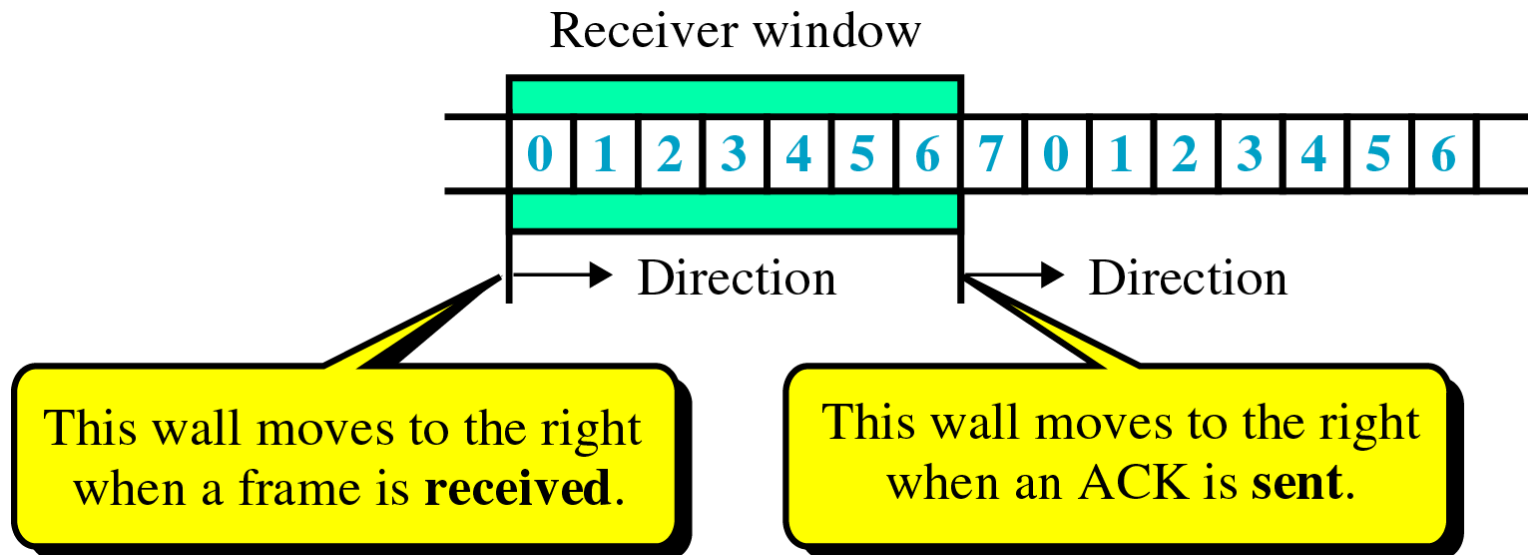
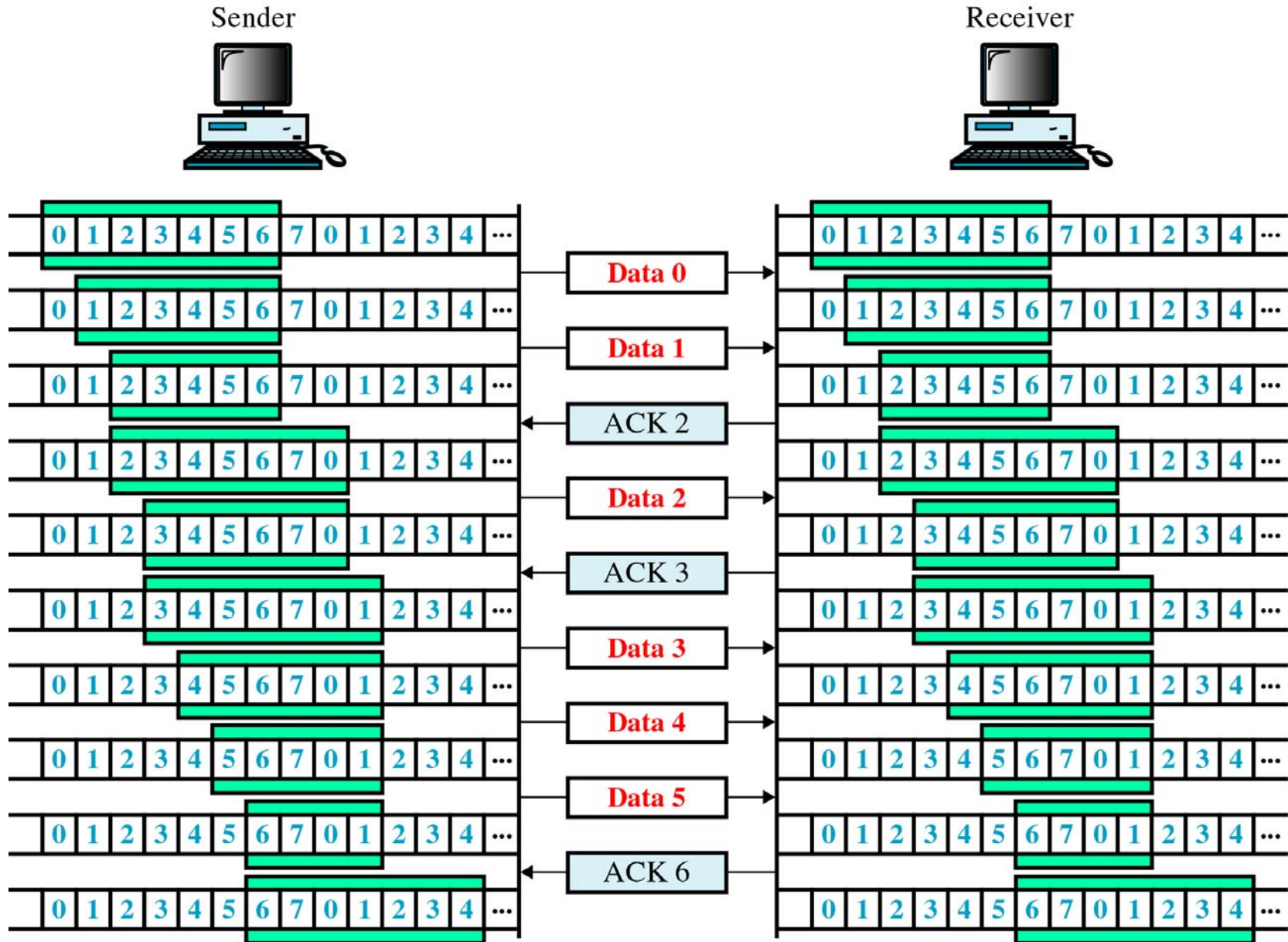


圖 7.6 滑動視窗的範例



範例

• 圖7.6顯示出一個使用7個訊框滑動視窗作為流量控制的傳輸範例。傳輸開始時，傳送端和接收端都被完全擴充而有7個訊框（在傳送端有7個可傳送的訊框，在接收端有7個訊框的空格）。視窗內的訊框被編號成0到7，而且是個更大資料緩衝記憶體的一小部分，在圖7.6中只顯示出13個。



1. Frames are numbered modulo n

2. The size of the window is $n-1$

7.2 錯誤控制

- 在資料連結層，錯誤控制主要是指錯誤偵測和重傳的方法。
- 資料連結層簡單地實作了錯誤更正的功能：任何時候在交換時偵測到錯誤，就會傳回一個負面確認 (negative acknowledgment, NAK)，而該訊框必須重傳，這個動作過程就稱為自動請求重新傳送 (automatic repeat request, ARQ)
- ARQ 錯誤控制法被實作在資料連結層，它可被視為流量控制的附屬品。事實上，停止並等候流量控制法通常會實作成停止並等候 ARQ (stop-and-wait ARQ)，而滑動視窗通常以滑動視窗ARQ (sliding window ARQ) 的兩種變形：回溯- n (go-back- n) ARQ 和選擇性拒絕 (selective-reject) ARQ來實作

圖7.7 錯誤控制的分類

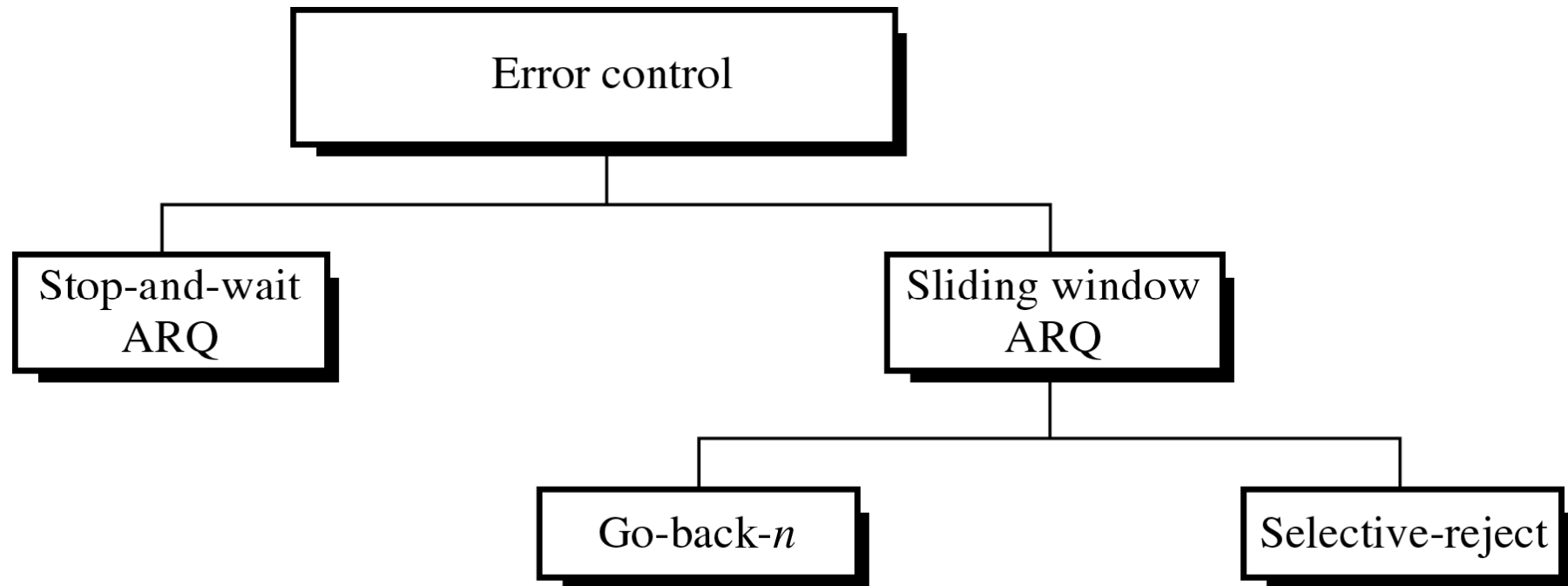


圖7.8 停止並等候ARQ，損壞的訊框

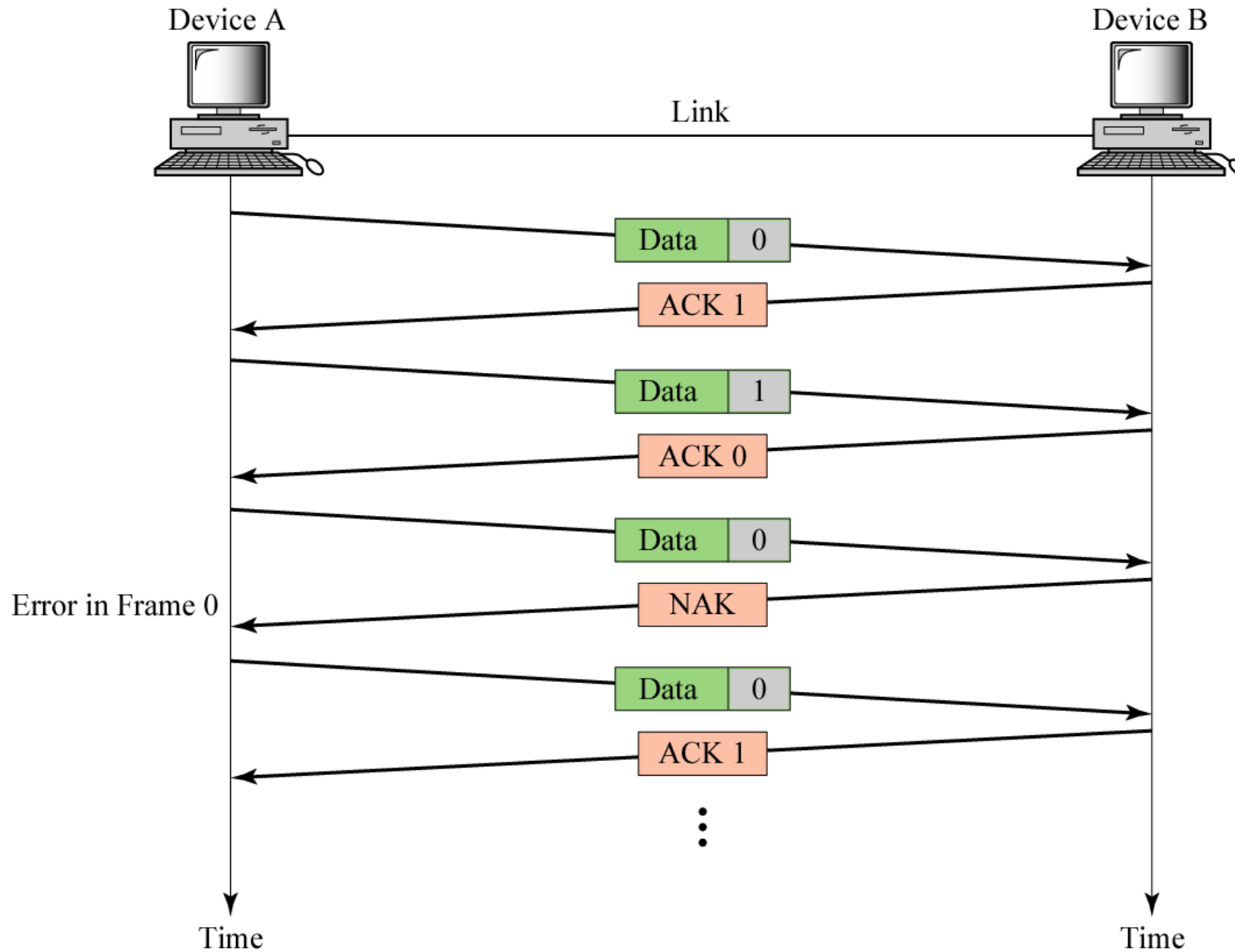


圖7.9 停止並等候ARQ，遺失資料訊框

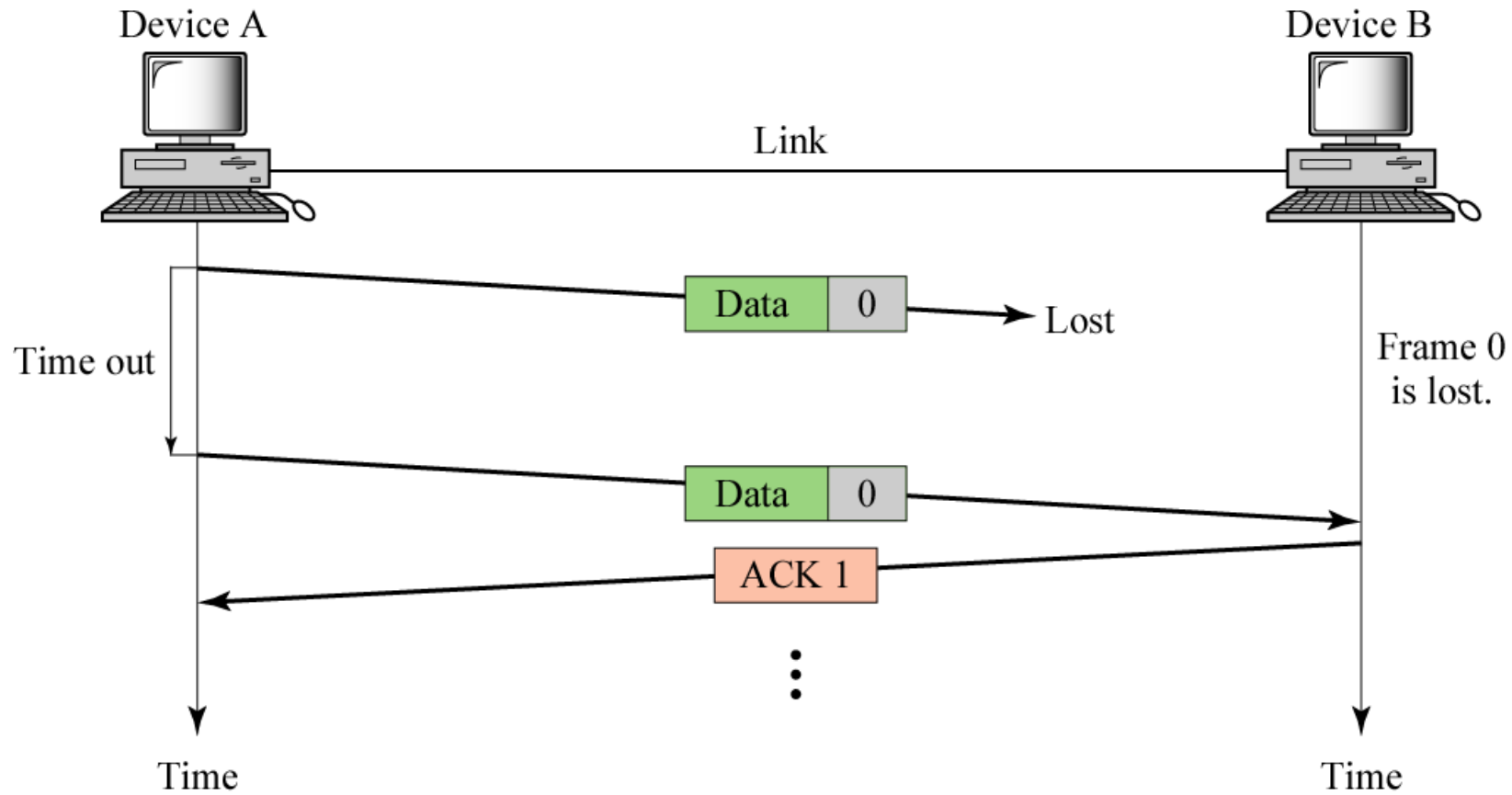
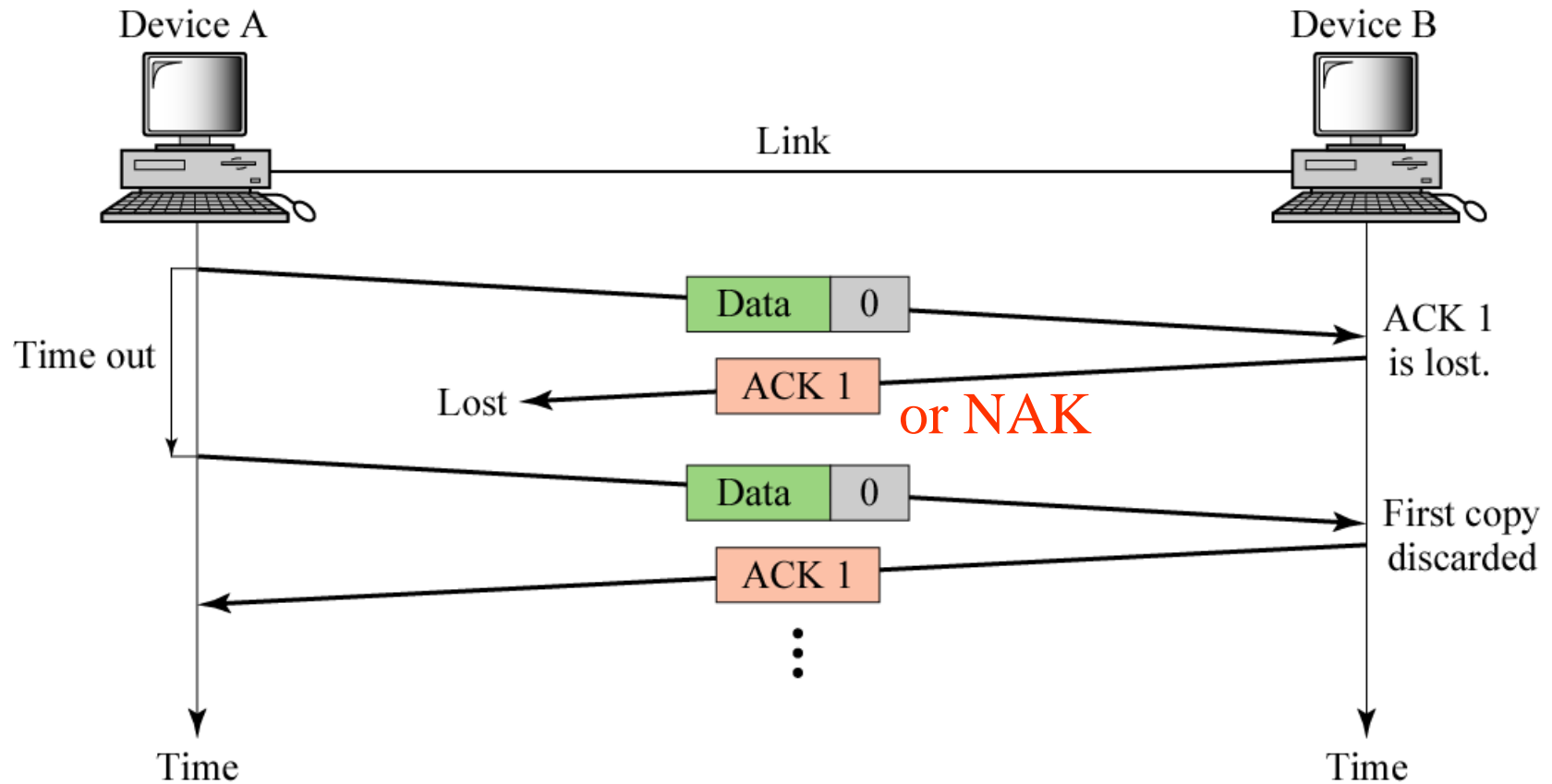


圖7.10 停止並等候ARQ，遺失ACK訊框



滑動視窗ARQ

- 在連續傳輸的多種錯誤控制機制中，有兩種協定是最普遍的：

回溯- n ARQ 以及選擇性拒絕ARQ

這兩種都是依據滑動視窗流量控制的機制

回溯- n ARQ

- ACK with number n
 - The next frame expected
- NAK with number n
 - A positive acknowledge of all frames received prior to the damaged frame of number n
 - A negative acknowledge of the frame indicated
- As soon as the receiver discovers an error, it stops accepting subsequent frames

圖7.11 回溯- n ，毀損的資料訊框

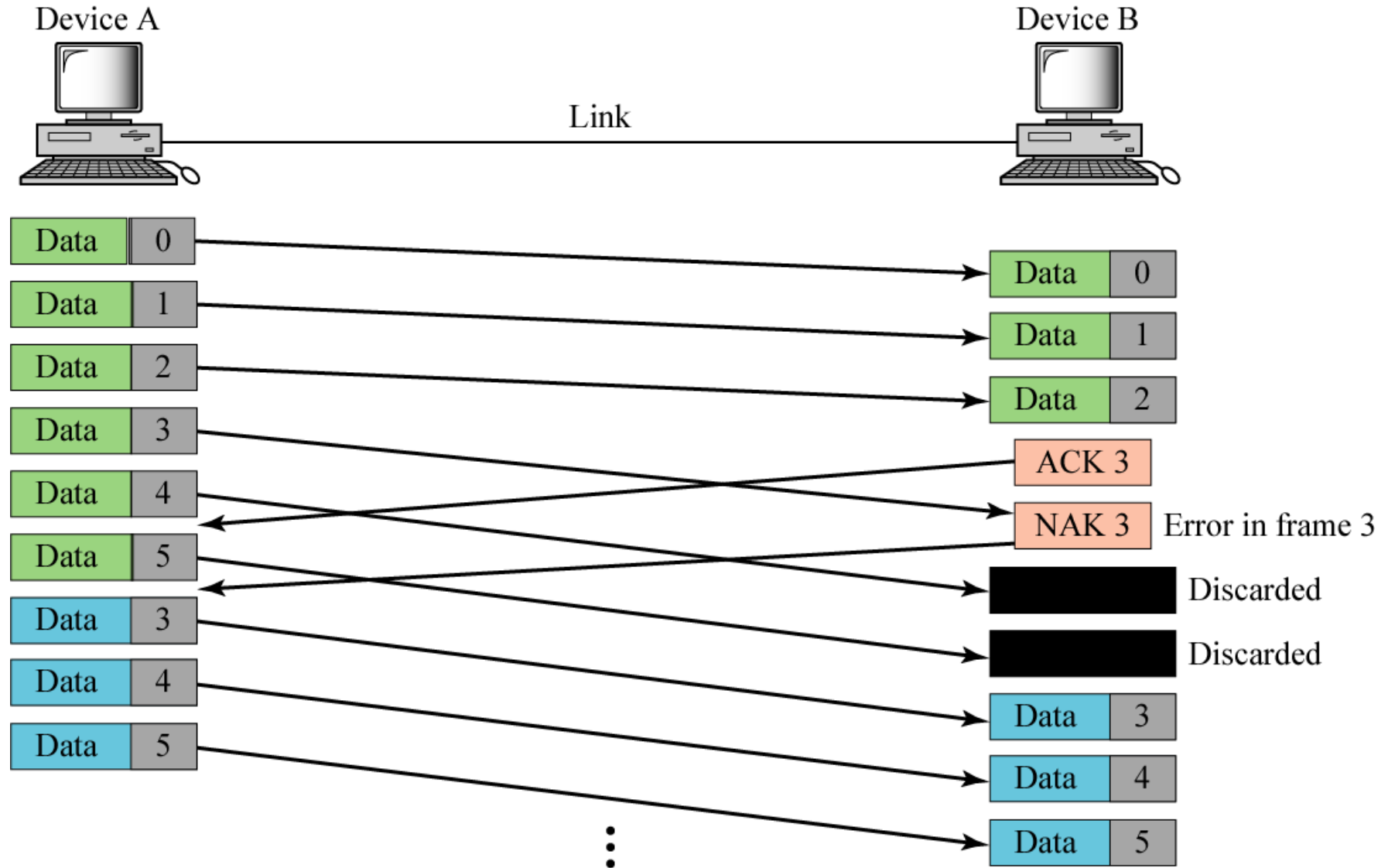


圖7.12 回溯- n ，遺失資料訊框

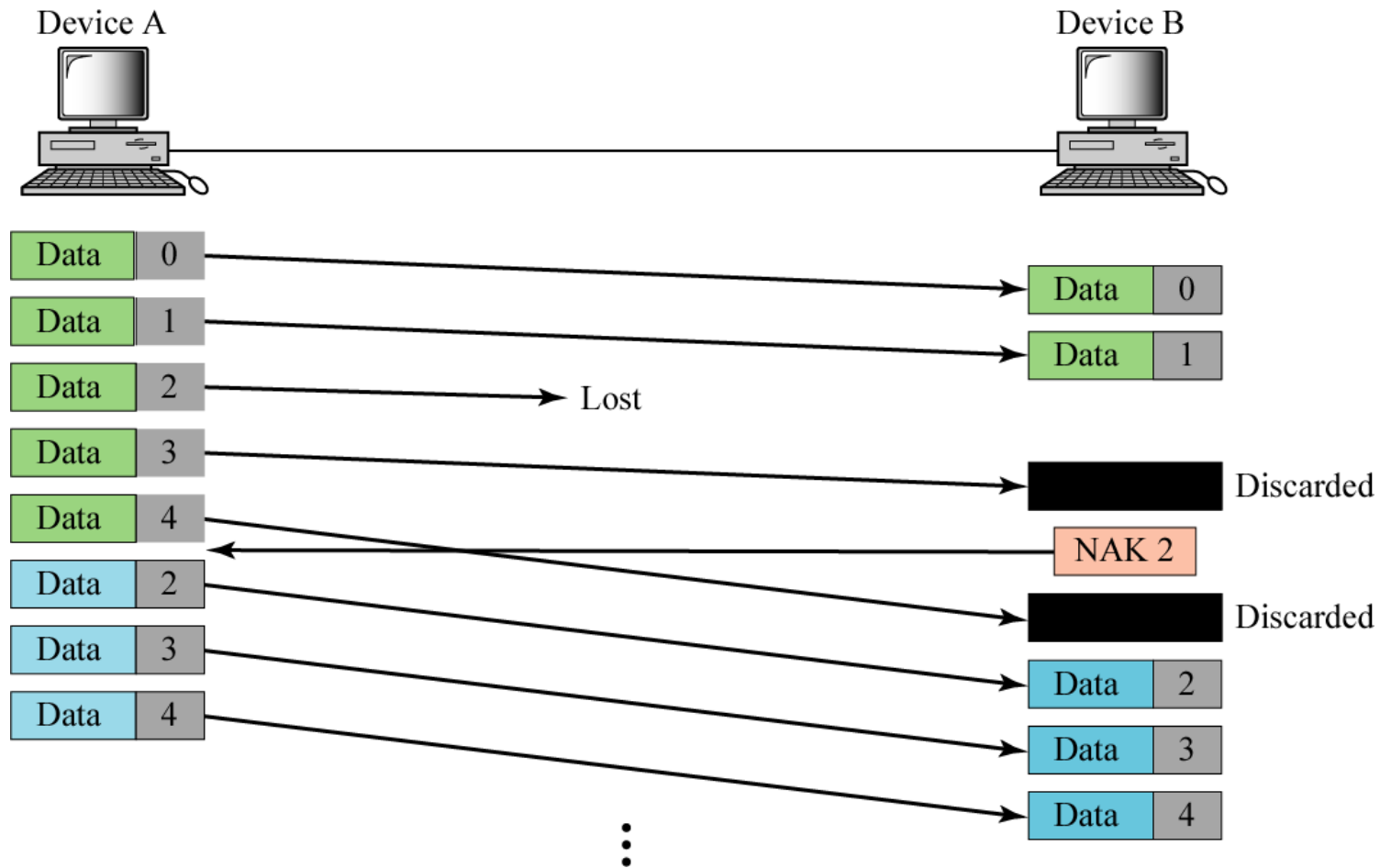
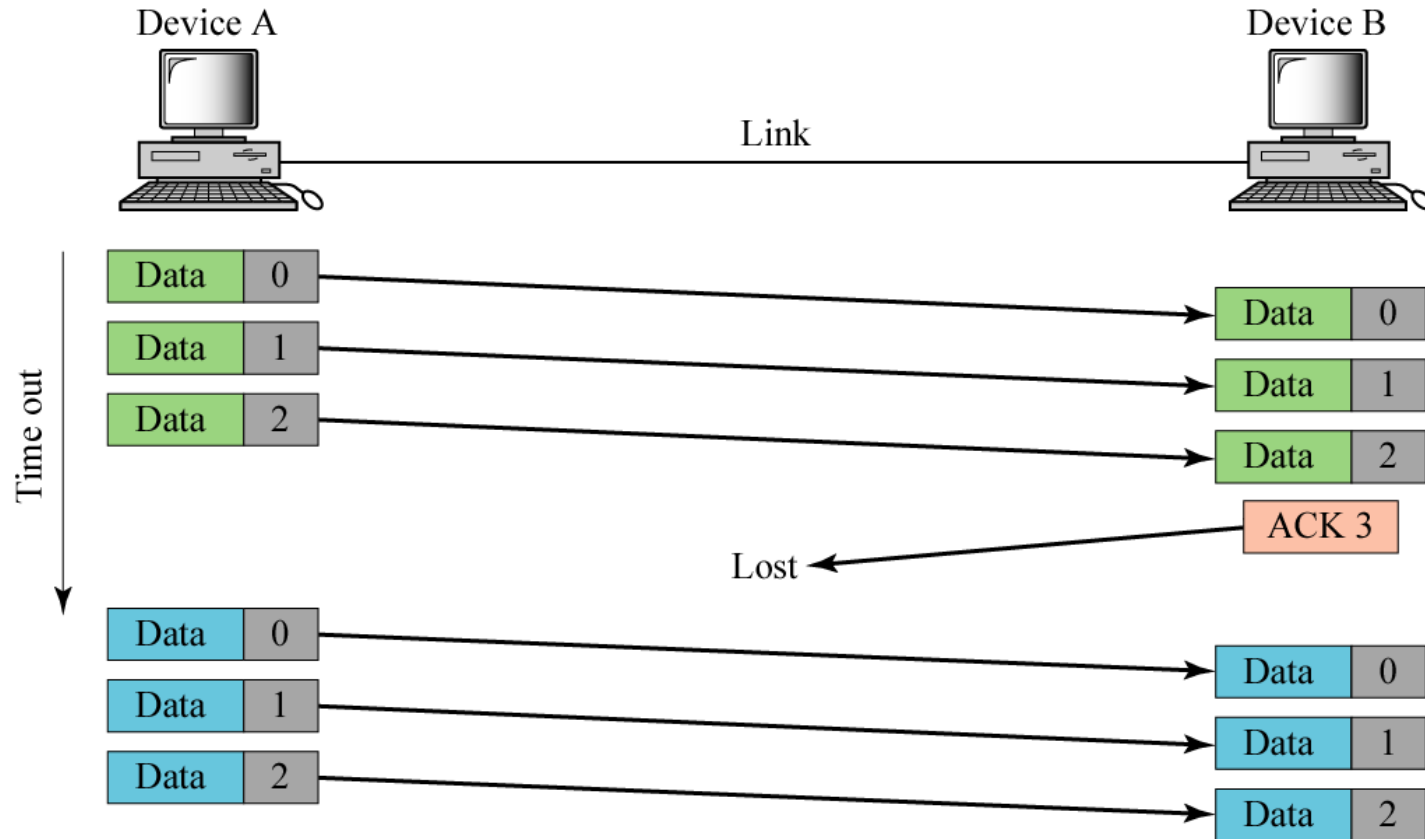


圖7.13 回溯- n ，遺失ACK

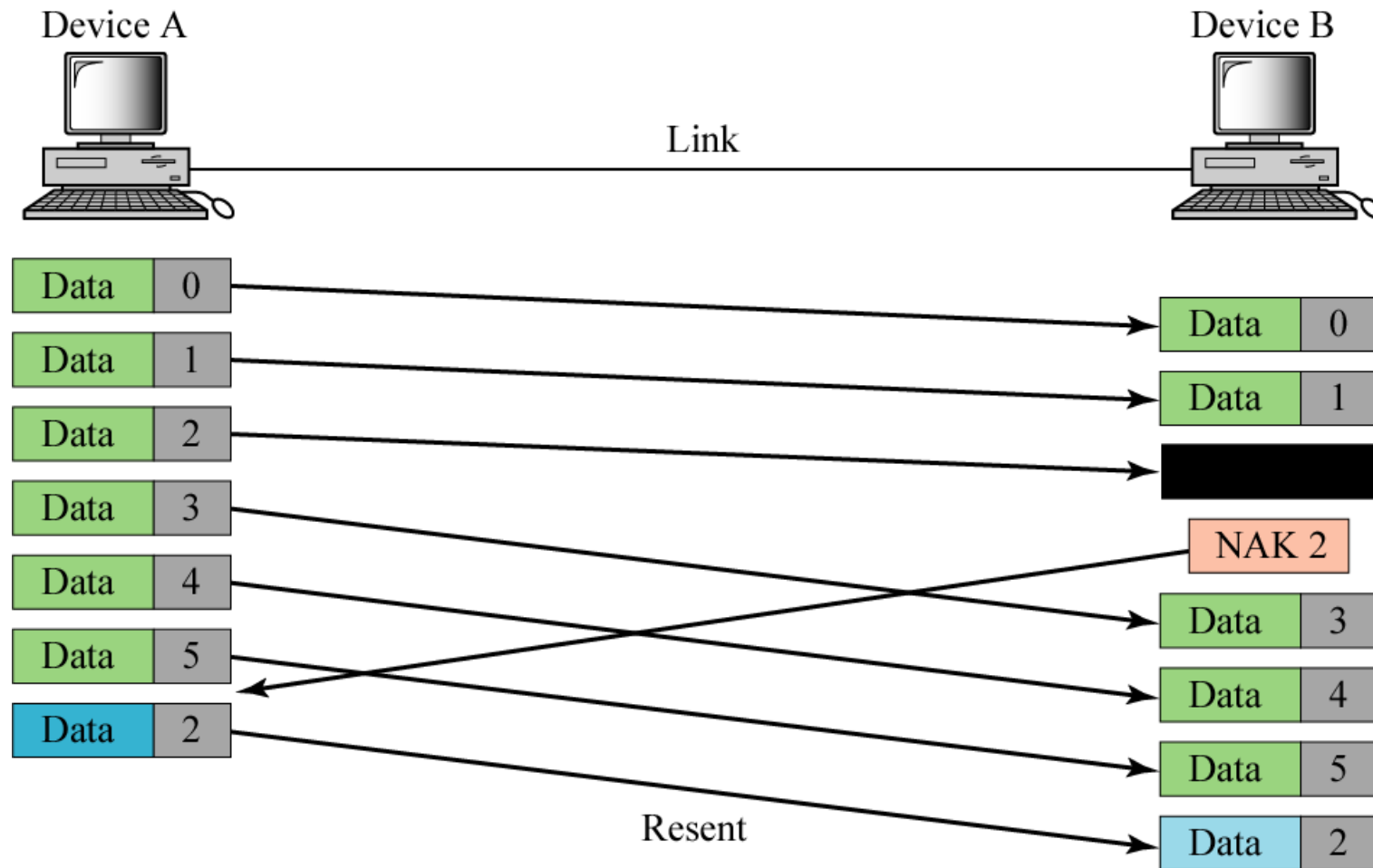


The sender waits for an ACK when the window capacity is reached or the sender has no more frames to send.

選擇性拒絕

- ACK with number n
 - The frame received
- NAK with number n
 - A positive acknowledge of all frames received prior to the damaged frame of number n
 - A negative acknowledge of the frame indicated
- The receiver can continue receiving frames when an error frame is detected.
 - **Frames can be accepted out of sequence**

圖7.14 選擇性拒絕，資料訊框毀損



摘要

- 流量控制是一套用來管理傳送端傳輸資料量的程序。
- 停止並等候和滑動視窗是兩種流量控制的方法。
- 停止並等候流量控制的方法，每個傳送的訊框都需要一個確認訊息。
- 滑動視窗流量控制方法，一個確認訊息可以確認一或多個訊框。
- 在資料連結層，「錯誤控制」這個術語主要是指錯誤偵測和更正的方法。
- 自動請求重新傳送 (ARQ) 是位於連結層，用來重傳資料的機制。
- ARQ錯誤控制是流量控制的附屬機制。

摘要

- ARQ錯誤控制會處理毀損的訊框、遺失的資料訊框，以及遺失的確認訊息（ACK和NAK）。
- 在停止並等候ARQ方法中，如果有訊框遺失或毀損，則該訊框會先被重傳，然後再傳送其他訊框。
- 滑動視窗錯誤控制中兩種常用的機制為選擇性拒絕ARQ和回溯- n ARQ。
- 在回溯- n ARQ方法中，如果訊框遺失或毀損，在最後一次確認訊息之後的所有訊框都要重傳。
- 在選擇性拒絕ARQ方法中，只有遺失或毀損的訊框才必須重傳。