分頁保護

概論

除了分段形式的保護機制之外，還有分頁的保護機制。分頁的保護機制是以分頁為單位，有兩個特權層次：一是 supervisor 等級（等級 0）、一是 user 等級（等級 1）。分頁保護和分段保護一樣，是在存取記憶體位址之前進行的。如果違反了分頁保護，則不會存取記憶體的內容，而且會導致 page-fault（#PF）的例外。
分頁保護除了等級的保護之外，還有讀寫權的保護。一個分頁若設定為唯讀，就不能把資料寫到這個分頁中了。
在分頁目錄和分頁表的 entry 中，有兩個旗標：R/W 旗標和 U/S 旗標，分別代表分頁的讀寫權和特權層次（參考「記憶體管理」的「分頁架構」）。這兩種保護機制對分頁目錄和分頁表都有效。

分頁的特權層次

在分頁目錄和分頁表的 entry 中，U/S 旗標表示一個分頁的特權層次。若 U/S 為 0，則分頁是 supervisor 等級，否則為 user 等級。所有的程序都可以存取 user 等級的分頁，但是只有 CPL 為 0、1、2 的程序才可以存取 supervisor 等級的分頁。因此，我們把 CPL 為 3 的程序稱為 user 模式；而把 CPL 為 0、1、2 的程序稱為 supervisor 模式。在一個簡單的系統中，可能會使用最簡單的分段方式，即把所有的資料、程式分段都混合在一起。這時，分頁保護就可以提供最基本的保護。把系統程式放在 supervisor 等級的分頁，而把使用者程式放在 user 等級的分頁，就可以做到最起碼的保護能力了。
分頁的特權層次，是由分頁目錄和分頁表的特權合併而成的。在分頁目錄或分頁表中，其中一個的等級是設為 supervisor 時，則分頁的等級就視為 supervisor。只有在分頁目錄和分頁表中的特權層次都是 user 時，分頁的等級才是 user。在讀寫權的設定也是一樣。只有在分頁目錄和分頁表的讀寫權都是可任意讀寫時，分頁才可以任意讀寫；否則，分頁會被視為唯讀的分頁。

分頁的讀寫權

把分頁的 R/W 旗標設為 0，表示分頁是唯讀的，否則表示分頁是可以任意寫入的。當 CR0 中的 WP 旗標（第 16 bit）設為 0 時，對 supervisor 等級的程式來說，所有的分頁都是可任意讀寫的，即分頁的 R/W 旗標只對 user 等級的程式有效。而在 WP 旗標設為 1 時，則 R/W 旗標對所有等級的程式都有效；也就是說，即使是 supervisor 等級的程式，也不能寫入唯讀的分頁。
這個功能可以在某些場合中，節省記憶體的使用。例如，在 UNIX 作業系統中，使用 fork 函式來建立子程序時，必須把資料節區複製一份給子程序。但是，利用這個功能，系統可以先不複製節區，而把母程序的節區的分頁對映到子程序，讓子程序使用，但是把子程序中的分頁設為唯讀。當子程序試圖寫入其中一個分頁時，會產生例外，這時系統才需要為子程序建立一個自己的分頁，並把資料複製一份。這樣就可以節省很多記憶體和時間。

分頁保護和分段保護

處理器在存取記憶體時，會先考慮分段保護。如果分段保護的設定允許讀取動作，處理器才會考慮分頁保護。只有在分段保護和分頁保護的檢查都通過時，處理器才會存取記憶體的內容。因此，分頁保護的設定並不能取代分段保護的設定。分頁保護可以用來加強分段保護，在一個可任意讀寫的分段中，可以把某些分頁設定為只能讀取。
在某些特殊情形下，分頁保護會被忽略，如同是由 CPL 為 0 的程式存取一般。這些情形包括：

- 存取 GDT、LDT、或 IDT 的內容。
- 呼叫權限較高的程序，或是發生中斷（或例外）時，存取內部的堆疊。