

5. 分頁失誤 (Page Fault) 的處理方式

分頁失誤發生時的處理步驟如下：

- (1) 利用虛擬記憶體在分頁表中，找到相對的分頁表項 (page table entry)，從中找出參考分頁 (referenced page) 在磁碟機的位置。
- (2) 先選定一個要被置換的實際頁面 (physical page) 出來。如果被選到的分頁是dirty，必須將此被置換的分頁寫回磁碟機中，並修改其分頁項的內容。
- (3) 將要讀的參考分頁，從磁碟機中讀至剛剛空出來的實際頁面中。
- (4) 修改分頁項的內容。

3.12 I/O 裝置

設計I/O的困難度較高，一般教科書都將此主題放在最後來介紹，使得同學在讀書時間不夠時，很容易就將它略過。這種情況是極危險的，想像一下，一部電腦沒有I/O裝置的電腦，基本上就是少了一個溝通的介面和人溝通，同時我們也學過Amdahl's Law，它提醒我們如果忽略I/O的重要性而只專注在CPU本身或其他地方的話，是十分危險且不智的。下面是一個例子。

1. I/O對系統效能的影響

假設我們有一應用程式，它全部執行時間為100秒，其中CPU時間占了80秒，其餘是I/O時間。如果未來五年內，其CPU速度總共快了4倍，但I/O時間都沒有改進，試問我們的程式在五年後能變快多少？

根據Amdahl's定律，我們知道加速公式如下：

$$\text{Speedup} = \frac{1}{\frac{\text{被改良的部分占全部多少\%}}{\text{增快多少倍}} + \text{未被改良的部分占全部多少\%}}$$

所以Speedup = 1 / (0.8/4 + 0.2) = 2.5倍，也就是CPU快了整整4倍，但是整個程式因為I/O部分沒有跟著進步，所以影響到整體速率的表現。

2. 常見的I/O裝置

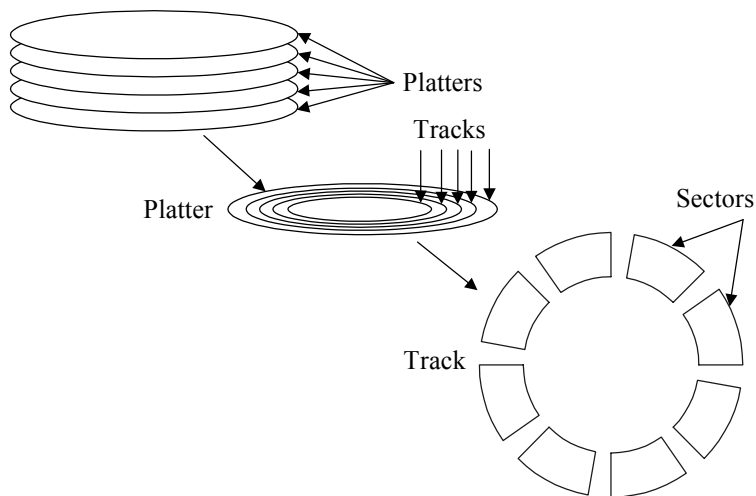
(1) 磁碟 (magnetic disk)

電腦最常見的I/O裝置有磁碟 (magnetic disk)，磁碟分為軟碟 (floppy disk) 和硬碟 (hard disk) 這兩種型態。軟碟幾乎是要淘汰了，而硬碟有下列幾個重要的優點：

- ① 硬碟的容量較大。
- ② 硬碟有較高的密度。
- ③ 硬碟有較高的資料存取速率。
- ④ 硬碟整合性高，能將數個轉盤併在一起。

硬碟構造

一個硬碟的構造如下圖：



幾個重要名詞描述如下：

► 磁盤 (platter)

兩面都有磁性物質可以記錄資料，轉速為3600~7200 RPM。

► 磁軌 (track)

每一面上分成數個磁軌。通常一面約有1000~5000個磁軌。

► 磁區 (sector)

每一個磁軌上又分成數個磁區，一般約有64~200個磁區。注

意，磁區是磁碟讀取的最小單位。

►磁叢 (cluster)

一個磁叢是由好幾個磁區來組成的。

►磁柱 (cylinder)

磁盤最外緣的磁軌為第0軌，依序往圓心累計編號。那磁柱呢？一顆硬碟中會有很多片磁盤，每一片磁盤的同一個編號磁軌所組成的一組磁軌，就叫做「磁柱」。所以，磁柱的編號和磁軌是一樣的。

►磁區號碼 (sector number)

令 t 為每一個磁盤的磁軌數目， s 為每一個磁軌的磁區數目，則第 i 個磁盤的第 j 個磁軌的第 k 個磁區的磁區號碼為 $(i \times t + j) \times s + k$ 。



綜合整理

✿ 依照磁碟的結構，各種單元所占的空間大小，由大到小依序為：

磁柱 > 磁軌 > 磁叢 > 磁區



(2)磁碟之存取時間

磁碟的存取時間分為找尋時間 (seek time)、旋轉時間 (rotational latency)、傳輸時間 (transfer time)，所以磁碟存取的總時間 = seek time + rotational latency + transfer time。

①找尋時間 (seek time)

當要做資料存取時，必須先將讀寫頭移動到資料所在的磁軌上，這段移動時間稱為找尋時間。此為機器動作，速度最慢。

②旋轉時間 (rotational latency)

也稱為旋轉延遲 (rotational delay)，這是指當讀寫頭移到適當的磁軌後，它必須等到磁碟旋轉到它所存取資料所在的磁區。這段等待旋轉至磁區的時間稱為旋轉時間。平均的旋轉時間 = $0.5 \times (1 / \text{轉速})$ 。

註：轉速單位是RPM。

③ 傳輸時間 (transfer time)

存取一個磁區所需要的時間，這通常跟磁區大小，旋轉速度，磁軌密度三者有關。

一般而言，找尋時間 \gg 旋轉時間 \gg 傳輸時間，所以磁碟的存取都以減少找尋時間為目標。



範題19

磁碟機在讀取一個檔案時占最多時間是：

- (A) 搜尋時間 (seek time) (B) 傳遞時間 (transfer time) (C) 閒置時間 (idle time) (D) 延遲時間 (latency time)。(普考)



(A)



範題20

請將磁柱 (cylinder)、磁軌 (track)、磁叢 (cluster)、磁區 (sector) 等單元，依所佔的空間大小，排列出來。



依照磁碟 (hard disk) 的結構，各種單元所佔的空間大小，由大到小依序為磁柱 (cylinder) $>$ 磁軌 (track) $>$ 磁叢 (cluster) $>$ 磁區 (sector)。



範題21

Define the following for a disk system:

- S = Seek time; average time to position head over track.
- R = Rotation speed of the disk, in revolutions per second.
- N = Capacity of a track, in bits.
- B = Number of bits per sector.
- T = Time to access a sector.

Develop a formula for T as a function of other parameters.



本題的 $T = \text{seek time} + \text{rotational latency}$

平均rotational latency所需時間 = $1/2 R$

所以 T 大約等於 $(S + 1/2 R)$ 。

(3) 磁碟陣列 (RAID)

磁碟陣列 (Redundant Arrays of Inexpensive Drives, 簡稱RAID) 是近幾年發展出來的產品, 主要利用多部低價硬碟, 組合架構成單一的大型磁碟機, 並增加了一些資料的可靠度功能在上面, 但對作業系統而言, 還是將其視為一個裝置, 而資料是分布在這些磁碟機裏, 其中會有些磁碟機當成備份磁碟 (redundant disk), 用來儲存同位元 (parity) 資訊, 這樣當有磁碟機損毀時, 資料還可以被回復回來。

RAID的特點

► 低成本

由多部平價磁碟組成, 比單一相同容量、功能硬碟的成本低。

► 讀寫效率高

多部磁碟機的磁頭可同時讀寫資料, 提高讀寫效率。

► 具容錯能力

磁碟機發生錯誤時, 系統仍可依賴正常的硬碟繼續運作。

► 資料可靠度高

具有資料修復功能, 在更換新硬碟之後, 可從其餘硬碟將資料重建回來。

RAID的種類

RAID目前的種類有RAID0~RAID5共六種, 一般主機板上的RAID都屬於最初階產品, 只提供RAID0與RAID1兩種。若要再進階, 則需要購買專用的RAID卡。常見的幾種RAID的作法說明如下: