作業說明

- 請在下列的 40 個問題中，挑選並完成其中 20 個題目。
- 其中每一章節需要完成至少 2/5 的題目(4, 2, 4, 3 題)。
- 其餘七題可以自行挑選要完成哪個章節的那些題目。
- 每一題請標明章節-題號(例如 6-3, 8-4)並按照章節-題號順序作答。
- 請上傳完成的作業 pdf 檔案，可以使用手寫或打字。
- 可以參考投影片內容回答，但請不要直接複製投影片內容。
- 繳交截止時間 2023/5/18 09:10。

Chapter 6

1. ■請舉例說明什麼是競爭情況(Race condition)。

   A:　在 shared memory communication 中，若未對共享變數的存取提供任和互斥存取控制之 Synchronization 機制，則會造成共享變數的最終結果值，會因為 Process 間的交錯執行，有不同的結果值，這種 data inconsistency 的情況稱為 Race condition。

2. ■請解釋何為臨界區間(Critical Section)。

   A:　Critical Section(CS)是解決 Race condition problem 的方法之一。

   Critical Section 是對"共享變數"之存取進行管制。當 ProcessP_i取得共享變數存取權利時，在P_i尚未完成的期間內，仍和其他 Process 都無法存取共享變數，即使取得 CPU 也一樣。

   Process 可以分成 2 個部分，Critical Section 與 Remainder Section。CS 的部分是 Process 中對共享變數進行存取敘述之集合，而 RS 則是除了 CS 之外的部分，在 CS 的前後，都需要由 Programmer 設計(加入)額外的控制程式碼，稱作 Entry Section 與 Exit Section。而 CS Design 其實是在設計 Entry\Exit Section Code。

   優點:適用 Multiprocessor System

   缺點:設計較複雜、較不適用 Uniprocessor System

   Critical Section Design 需要滿足的 3 個性質:

   1. Mutual Exclusion:在任何時間點，最多只允許一個 Process 進入他自己的 CS，不可有多個 Process 分別進入各自的 CS。
   2. Progress:
      (1) 不想進入 CS 的 Process (或在 RS 內活動的 Process)不能阻礙其他 Process 進入 CS(或不參與進入 CS 之決策)
      (2) 從那些想進入 CS 的 Process 中，決定誰可以進入 CS 的決策時間是有限的(不可無窮)，即 No Deadlock(不可 Waiting forever，不能大家皆無法進入 CS)

3. Bounded Waiting:從某 Process 提出申請到核准進入 CS 的等待時間(次數)是有限的。即若有 n 個 Process 想進入 CS，則這一個 Process 至多等待(n-1)次就可進入 CS(No Starvation，需公平)。

3. ■在某些情況下，可以將關閉系統的中斷(interrupt)以解決臨界區間問題，請問這個解法可能有什麼問題？

A: 此方法即為 Disable Interrupt，做法是 Process 在對共享變數存取之前，先 Disable Interrupt(關閉中斷)，等到完成共享變數存取後，才 Enable Interrupt(開啟中斷)，可保護 Process 存取共享變數期間，CPU 不會被 Preemptive。

而此做法的優點有:

1. Simple ,Easy to implement
2. 適用於 Uniprocessor System(單一 CPU)

缺點:

1. 不適用於 Multiprocessors System，因為 Disable 一顆 CPU 的 Interrupt，是無法防止 Race condition(其他 CPU 上執行的 Process，仍有存取共享變數的可能)，必須 Disable 「全部」CPUs 的 Interrupt，才可以防止 Race condition，但此舉會大幅降低 performance(因為無法平行處理)
2. 風險高，必須信任 User process 在 Disable Interrupt 後，短時間內會 Enable Interrupt，否則 kernel 可能會拿不到 CPU，產生極大風險。

4. ■請描述兩個程序的 Peterson's Solution 解法。

A:

1. 共享變數宣告:

   1.int turn; //= i or j

   2.Boolean flag[i…j];// 初值皆為 false

2. Code:

   [P_i部分]

```
while(1){
flag[i]=true;          //表Pi有意願
turn=j;                //權仗給對方
while(flag[j] && turn==j);
//對方有意願且權仗在對方，則卡住
/*C.S.*/
flag[i]= false; //表Pi無意願
/*R.S*/.
}
```

[P_j部分]

```
while(1){
flag[j]=true;
turn=i;
while(flag[i] && turn==i);
/*C.S.*/
flag[j]= false;
/*R.S.*/
}
```

5. ■請解釋何為記憶體屏障(Memory barrier)

   A: 在 Multiprocessors System 中，Memory model 可分為兩種:

   1. Strongly ordered:當其中一個 Processor 對 Memory 中的資料作修改時，其他 Processors 可以立即看見此修改。
   2. Weakly ordered: 當其中一個 Processor 對 Memory 中的資料作修改時，其他 Processors 可能不會立即看見此修改。

   而記憶體屏障(Memory barrier)是一個指令，用於確保對記憶體中的任何修改都能傳播（可見）給所有其他 Processors。Memory barrier 可以處理在 Weakly ordered 可能出現的資料不一致狀況。當執行 Memory barrier 指令時，系統會確保在執行後續的 read/write 操作之前，所有對記憶體的 read/write 操作都已完成。即使指令因系統最佳化等原因而導致亂序，Memory barrier 仍然能夠確保操作完成並傳播給所有其他 Processors。

6. ■請解釋 test and set()指令為何可以作為 entry section 使用。

   A: Boolean Test_and_Set(Boolean *target) 是一種 CPU 指令(硬體指令)，其指令功能為 return target 舊值，並將 target 設為 true，且保證此指令是 atomically execution(不可分割的執行)。

   而這種特性很適合作為 entry section 的使用:在共享變數宣告時將 target 初始化為 False，當一個 Process 想進入 CS 時，先執行 Test-and-Set 指令，檢查 target 變數的值並將其設置為 true，如果 target 舊值為 true 表 CS 內有 Process 在活動(擋住目前 Process)，False 則無(可順利進入 CS)，而當 Process 要離開 CS 時，需要執行 target=False(表示 CS 內無 Process，放行擋住的 Process)。

7. ■在 Bounded-waiting with compare-and-swap 的解法中，請解釋為何可以滿足 Bounded-waiting 的條件。

   A: compare_and_swap(CAS)的定義如下:

```
int compare_and_swap(int *value, int expected, int new_value){
 int temp =* value;
 if (*value == expected)
       *value = new_value;
 return temp
}
```

CAS 指令功能如下:

一律回傳舊 value 值，且如果 value == expected 成立，則 value 設成 new_value。並保證此指令是 atomically execution(不可分割的執行)。

Bounded-waiting with compare-and-swap 解法如下:

1. 共享變數宣告:int lock=0;Bloon waiting[0…n-1];初值皆為 false
2. Code:

```
while(true){
      waiting[i] = true;
      key=1;
      while(waiting[i] && key==1)
            key= compare_and_swap(&lock,0,1);
      waiting[i] = false;
            /* critical section*/
      j=(i+1)%n;
      while((j!=i) && ! waiting[j])
            j=(i+1)%n;
      if(j==1)
            lock=0;
      else
            waiting[j]=false;
            /* remainder section*/
}
```

此 Code 有滿足 CS Design 中的 Bounded-waiting。假設P_0到P_{n-1}這 n 個 Process 皆想進入 CS，即 waiting[0…(n-1)]皆 True 令P_0是第一個執行 CAS 而率先進入 CS 者，其他$P_1, P_2, P_3, \dots, P_{n-1}$都在等待中當$P_0$,離開 CS 後，必會將$P_1$之 waiting[1]設 false，讓$P_1$進入(lock 仍為 1)，依此類推，$P_1, P_2, P_3, \dots, P_{n-1}$會依序(FCFS)進入 CS，所以$P_1$至多等 n-1 次後即可進入 CS (No starvation)。

8. ■請解釋何為“busy waiting”。

A: “busy waiting”的定義如下:當有 Process 在 CS 時，其他的 Process 嘗試進入 CS 會被持續的卡在迴圈(loop)內，也稱 Spin Lock。

9. ■請解釋使用“busy waiting”的好處與壞處。

   A: “busy waiting”的好處(優點):若 Process 卡在 loop 的時間很短(i.e.小於 2 個 Context Switch Time)則 busy waiting 有利。
   “busy waiting”的壞處(缺點):等待中的 Process 會與其他 Processes 競爭 CPU，將搶到的 CPU Time 用在毫無實際進展的迴圈測試上，因此若 Process 要等待長時間才能跳出迴圈，則此舉非常浪費 CPU Time。

10. ■請解釋何為 Monitor?

    A: Monitor 是一個用來解決同步問題的高階結構，是一種 ADT(Abstract Data Type)，Monitor 之定義主要有 3 個組成:

    1. 共享變數宣告區
    2. 一個 local functions(or procedures)的集合，供外界呼叫使用
    3. Initialization(初始區)

    Monitor 內之共享資料只能被 Monitor 內的 functions 直接存取，外界不可直接存取，只能透過呼叫 Monitor 提供之 functions 來間接使用(類似 private)。

    特性: Monitor 本身保障 mutual exclusion，即在任何時間點最多只允許 1 個 Process 呼叫 Monitor 內的某個 function 執行，不會有多個 Process 同時呼叫 Monitor 內的 functions 執行(保障共享資料不會 Race Condition)，所以 Monitor 相較於 Semaphore 更讓 Programmer 易於使用。

    Condition Type : Condition 變數型別是用在 Monitor 鐘，提供給 Programmer 解決同步問題使用，令 x 是 Condition Type 變數，在 x 上提供 2 個操作:

    1. x.wait:執行此運作的 Process 會被 Blocked，且置入 x 變數所屬的 Waiting Queue 中(預設是 FCFS Queue)。
    2. x.signal:如果先前有 Process 在 Waiting Queue 中，則此操作會從此 Waiting Queue 中移出一個 Process 並恢復(resume)其執行，否則無任何作用。

    Condition Wait:通常 Condition 變數所附屬的 Waiting Queue 預設是 FCFS Queue，但有時候我們需要的是 Priority Queue。令 x 是 Condition Type 變數，x.wait(c)操作就可以將執行此操作的 Process 置入 x 變數所屬的 Priority Queue 中，其中 c 代表其優先權 Level。

Chapter 7

1. ■在 Bounded Buffer Problem 中，有三個 Semaphore，分別是 mutex，full 和 empty， 請解釋 mutex 的用途。

   A: Semaphore mutex 的用途是用來對 Buffer 變數做互斥控制，防止 Race condition。

2. ■在 reader-writer problem 中，有一般整數變數 read count，請解釋該變數的用途。

   A: 在 reader-writer problem 中，一般整數變數 read count 是用來統計目前的 reader 個數，且因可能有多個 reader，所以該變數需要 Semaphore mutex 來做互斥控制。當 read count=1 時，代表目前此 reader process 是第一個 reader，所以要執行 wait(rw_mutex)，確認有無 writer 正在寫入，若有則需等待寫入工作完成，若無則可以順利執行讀檔工作(非同時間的第一個 reader 就不需執行 wait(rw_mutex)，因為也有其他 reader 在讀，不會 Race condition)。當 read count=0 時，代表沒有 reader，執行 Signal(rw_mutex)，將檔案存取權釋放，有 writer 需要執行寫入工作就可以順利執行。

3. ■請描述哲學家餐桌(Dining-Philosophers)的問題設定。

   A: 問題描述:5 位哲學家吃中式晚餐，兩兩之間放一根筷子(chopstick)，其中哲學家的狀態分成:

   1. Thinking:思考中，不想吃飯
   2. Hungry:想吃飯，但必須可以取得左右 2 根筷子才能吃飯，否則 wait
   3. Eating:取得左右 2 根筷子，吃飯中

   其中需對筷子(chopstick)做互斥存取控制。

4. ■在最初的嘗試中，使用了 wait(chopstick[i])和 wait(chopstick[(i+1)%5]依 序檢查能否拿起左右的筷子，這種解法可能會有什麼問題？為什麼？

   A: 可能會發生 Deadlock，若每位哲學家依序取得左邊的筷子，則接下來每位皆無法取得右邊的筷子形成 Deadlock。

5. ■在 Dinig Philosopher 的解法中，test 函式在 if 條件時，會呼叫 slef[i].signal， 為什麼需要這個操作？

   A: 在哲學家晚餐問題的解法中，slef[i].signal 操作是在 test 函式中。當第 i 個哲學家想吃飯時，執行 pickup(i)，先將第 i 個哲學家的狀態改為 Hungry(表達想吃飯)，接著執行 test(i)，檢查第 i 個哲學家的狀態是否想吃飯且是否能夠取得左右兩支筷子(能否順利吃飯的條件)，如果條件全為 True，則將狀態改為 Eating(吃飯中)且呼叫 self[i].signal(先前沒有執行 self[i].wait，

不做事)，若否，則不做事。然後在 pickup(i)內接著判斷執行 test(i)後，第 i 個哲學家的狀態有無被修改成 Eating，若為 Eating 則不會被卡住，可以順利吃飯，若不為 Eating 則會被 self[i].wait 卡住(因為左 or 右有人正在吃飯)。
當第 i 個哲學家吃完飯時，執行 putdown(i)，將第 i 個哲學家的狀態改為 Thinking(不想吃飯)，並給左與右邊的哲學家測試機會，執行 test((i+4)%5)與 test((i+1)%5)，若左邊哲學家想吃飯且能夠取得他左右邊兩支筷子(代表當初左或右有人在吃飯，被 self[(i+1)%5].wait 卡住)，則讓左邊哲學家的狀態改成 Eating 且執行 self[(i+1)%5].signal 解除該哲學家等待的信號，使其可以吃飯(若左邊哲學家未通過 test，則換右邊哲學家 test)。
有此可知，需要 slef[i].signal 操作的原因是當第 i 個哲學家狀態為 Hungry 想吃飯，但未通過 test，被 self[i].wait 卡住，代表左或右有人正在吃飯，當那個正在吃飯的人吃完飯，會給他的鄰居機會 test，若通過 test 則會呼叫 self[i].signal 解救他，使他可以吃飯。

Chapter 8

1. ■有 4 個條件同時成立時，會造成 Deadlock 的發生，請列出這四個條件的名稱。

   A: Deadlock 成立的 4 個必要條件有:

   1. Mutual Exclusion(互斥存取)
   2. Hold & Wait(持有並等待)
   3. No Preemption(不可搶先)
   4. Circular Waiting(循環等待)

2. ■請解釋 Deadlock 發生條件中的 Hold and wait 是什麼意思。

   A: Deadlock 中的 Hold and wait 指的是 Process 持有部分資源，並且又在等待其他 Process 所持有的資源。

3. ■請解釋 Deadlock 發生條件中的 No preemption 是什麼意思。

   A: Process 不可任意剝奪其他 Process 所持有的資源，必須等待對方釋放資源後，才有機會取得。

4. ■可以利用 resource-allocation graph 檢查系統的狀態有無 deadlock，請問判斷的標準是什麼？

   A: 我們可以用 RAG 觀察並得到以下結論:

   1. No Cycle 則 No Deadlock
   2. 有 Cycle 不一定 Deadlock
   3. 除非每一類型資源皆是 single-instance(單一數量)，則有 Cycle⇔有 Deadlock

5. ■請解釋 Deadlock Prevention 和 Deadlock Avoidance 的差別。

   A: Deadlock Prevention(預防)的做法是要確保 Deadlock 成立的 4 個必要條件中的其一必不發生。

   而 Deadlock Avoidance(避免)的做法是當 Process 提出某些資源申請，OS 會執行銀行家演算法(Banker's Algorithm)內含 Safety Algorithm，檢查若核准申請後系統是否處於 Safe State，是則核准 Process 的申請，否則(unsafe)拒絕 Process 的申請，Process 的申請需等待一陣子後再重提申請。

6. ■請解釋何為 Safe State？

   A: 可存在(找到)≥1 組"Safe sequence"，使 OS 可以依此 Process order 分配其所需要的資源，讓所有 Process 皆可完工，稱為 Safe State(否則為 unsafe state)

7. ■在銀行家演算法(Banker's Algorithm)中，使用的變數有 Available/Max/Allocation/Need， 請分別解釋四者的用途。

   A: 假設 Process 個數為 n，資源種類數量為 m:

   1. Available:長度為 m 的向量，表示系統中目前各種資源的可用數量(即資源總量-Allocation)
   2. Max:為 n*m matrix，表示每個 Process 最多需要的資源數量才可完工
   3. Allocation: n*m matrix，表示每個 Process 目前持有的各種資源數量(已被配置給 Process 的資源數量)
   4. Need: n*m matrix，表示每個 Process 還需要多少資源數量才能完工。(Need[i,j]=Max[i,j]- Available[i,j])

8. ■請解釋 Safety Algorithm 的運作原理。

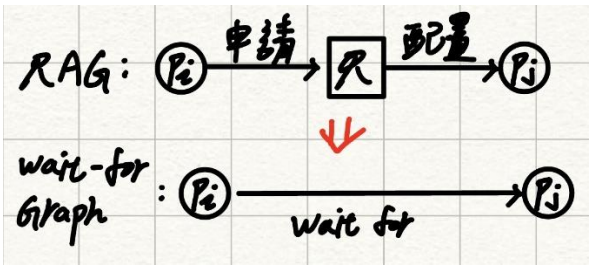
   A: Safety Algorithm:

   1. 先宣告 2 個向量:Work=Available，長度 m，表示系統中目前各資源的可用數量、Finish[i]=false for i=0,…,n-1，Finish[i]表示第 i 個 Process 是否完工
   2. 找到某個 i 使滿足 Finish[i]=false 且$Need_i \leq$Work，若不存在此 i，則跳到第 4 步
   3. Work= Work+$Allocation_i$，Finish[i]=true，回到第 2 步
   4. 如果對於所有的 i，Finish[i]=true，則為 Safe State(否則為 unsafe state)

   Safety Algorithm 的運作原理在於:若有 Process 需要的資源數小於未分配的資源數，則將資源給該 Process，使其完工並釋放資源，增加未分配資源數，若依照此作法可讓所有 Process 完工，則為 Safe State(可找到 Safe sequence)。若到了第 4 步有尚未完工(Finish 中存在 false)，則代表當初是在第 2 步，Process 的需求量都大於未分配的資源數，無法完工(unsafe state)。

9. ■請解釋 Resource-Allocation graph 和 wait-for graph 的差異。

   A: wait-for graph:從 RAG 簡化而得，若每種 Resources 皆為 Single-Instance，可以簡化 RAG，圖中的頂點種類只有 Process(無 Resources 點)，邊只有"waiting-for" edge，若在 wait-for graph 中有 Cycle，代表有 Deadlock。



10. ■請解釋如何使用 Safety Algorithm 檢查有無 Deadlock。
A:承第 8 題 ans，若 Safety Algorithm 回傳 Safe State，即可找到 Safe sequence，代表 OS 可以依此 Safe sequence 順序分配資源給 Process，保證無 Deadlock。若是 Unsafe State，表示有機會有 Deadlock，實際上不一定發生 Deadlock(Deadlock 是 Unsafe State 的一個子集)。

Chapter 9

1. ■請分別解釋 base register 和 limit register 的用途。

   A: base register 中紀錄的是 Process 在記憶體中的起始位置，相對位址加上 base register 中的值即是實體位址，在 MMU 中 base register 則稱為 relocation register。而 limit register 則是記錄 Process 的大小，用來判斷存取記憶體位址的範圍大小是否合法。

2. ■請解釋 Logical address 和 Physical address 的差別。

   A: Logical address 是由 CPU 生成的，而 Physical address 則是實際去實體記憶體(RAM)存取的位置。而 Logical address 轉為 Physical address 需要 MMU 介入。

3. ■請解釋何為動態連結(Dynamic linking)。

   A: 在 Execution Time，若 Module 被呼叫到，才將之載入，並與其他 Modules 進行 Linking 修正(外部符號之解決)，適用在 Library Linking(ex Dynamic Linking. Library,DLL)。

   優點:節省不必要之 Linking time

   缺點: Process 執行時間較久

4. ■請解釋何為連續記憶體配置(Contiguous Allocation)

   A: 即 OS 在為 Process 配置記憶體空間時，必須配給 Process 一個連續的 Free Memory Space，而每個 Process 所占的 Memory Space 稱為一個 Partition。

5. ■請解釋記憶體管理中的洞(hole)的定義。

   A: 在連續記憶體配置下，Memory 中會有一些 Free Memory Space(or Block)稱為 Hole。通常 OS 會用 Link-List 觀念管理 Holes，稱為 AV-List(Available-List)。

6. ■在選擇合適的記憶體位置配置一個程序的資料時，採用 best-fit 的好處是什麼？

   A: best-fit 的作法是:

   當 Process 大小為 n 時，check AV-List 中所有的 Holes，找出一個 Hole，滿足其 Hole size≥n 且 Hole size-n 的差值最小，將此區塊配置給 Process。

   採用 best-fit 的好處是空間利用度會是最佳的

7. ■請解釋何為外部碎裂(external fragmentation)

   A:　在 Contiguous Allocation 要求下，AV-List 中任何一個 Hole size 均小於 Process size，但這些 Hole size 總和卻大於等於 Process size。因為這些 Hole 並不連續，因此無法配置給 Process，造成空間閒置不用，Memory 利用度低。

8. ■請解釋何為記憶體的 Compaction。

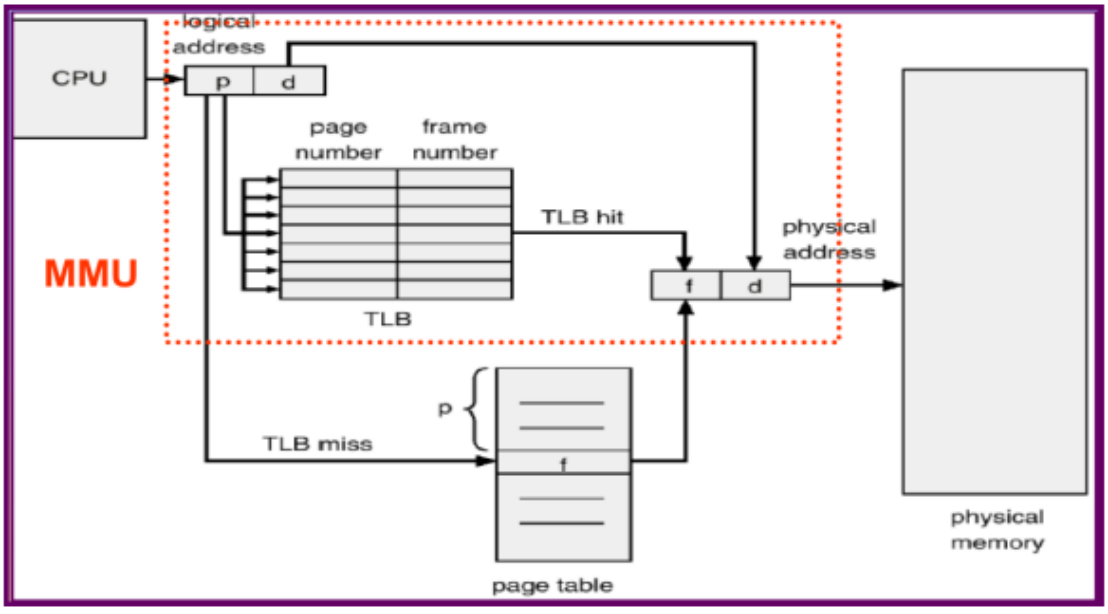
   A:　Compaction 是解決外部碎裂方法中的其中一種，做法是移動執行中的 Process，使原本非連續的 Hole 可以聚集形成一個夠大的連續 Free Memory Space。Compaction 的困難點在於不易製定最佳的 Compaction 策略、Process 必須是 Dynamic Binding 才可在執行期間移動。

9. ■請解釋何為分頁表(Page Table)

   A:　Page Table 是在 Page Memory Management 下，因為採取非連續性配置，OS 會替每個 Process 建立 Page Table，紀錄各個 Process 配置於哪個 Frame 之 Frame number(Frame 不一定要連續)。若 Process size = n 個 Pages，則他的 Page Table 就會有 n 個 entry。

10. ■請解釋 Translation lookaside buffer 的用途。

    A: Translation lookaside buffer(TLB)，或稱 Associative Registers，is a associative high-speed memory(類似 Cache)，是用來保存 Page Table 中經常被存取之 entry 內容(page number 與 Frame number)。MMU 會先到 TLB 查詢 page number 是否命中(hit)，若 hit 則直接取出 Frame number，若 miss 則仍需到 Memory 中查詢 Page Table。



11. ■請解釋 Valid-invalid bit 的用途。

A:　使用 Valid-invalid bit 是在 Memory Protection 中的其中一種作法。為了區分 page 內容是否可以被 Process 存取，可以在 Page Table 中多加一個 Valid-invalid bit 欄位，值為 V 或 I。V 表示 Process 可以存取該 page，I 則表示 Process 不能存取該 page。此外，此 bit 會用在 Virtual Memory 中，表示 page 在(V)或不在(I) Memory 中。

12. ■在分頁表的實作中，其中一種是使用階層式分頁(hierarchical paging)，請解釋使用此方法的理由。

A:　階層式分頁(hierarchical paging)也稱 MultiLevel paging、paging the page table、forward paging，此方法可以解決 Page Table size 太大的問題。

做法:不要一次將整個 Page Table 整個載入到 Memory 中，而是載入 Process 執行所需之 Page Table 內容即可，所以要對 Page Table 的組織架構調整，採多層式(階層式) Page Table 結構。

以 Two-Level paging 為例:

Logical address 格式:

Level-1(x bits)	Level-2(y bits)	d

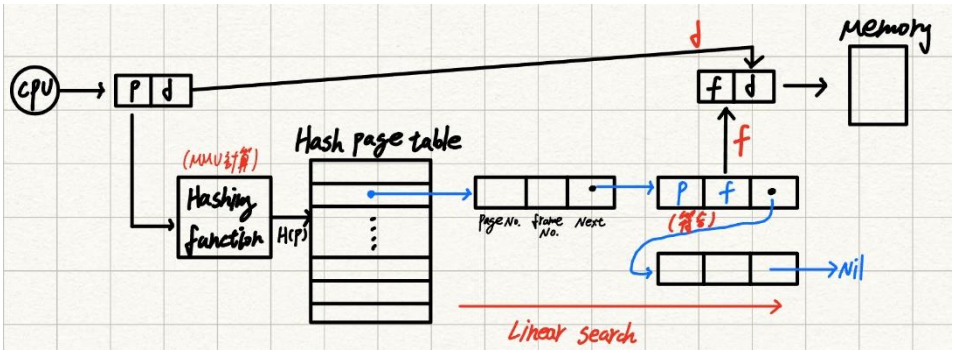
Level-1 Page Table 中有2^x個 entry，每個 entry 紀錄某個 Level-2 Page Table 位址(指標)，共可記2^x個 Level-2 Page Table。而每個 Level-2 Page Table 中有2^y個 entry，每個 entry 紀錄 Frame number。可以此類推更多層。

缺點:EMAT(Effective Memory Access Time)更久，因為需多次 Memory Access

13. ■在分頁表的實作中，其中一種是使用雜湊分頁表(Hashed Page Table)，請解釋使用此方法的理由。

A:　雜湊分頁表(Hashed Page Table)也是可以解決 Page Table size 太大的問題。作法:將 Page Table 以 Hashed Table 方式表現，且採 chain 方法處理 overflow。Page Table 與 Hashed Table 具有相同 Hashing Address 之 page number 與他們的 Frame number，並保存在 Link List 中，Node Structure 為:

Page No.	Frame No.	Next

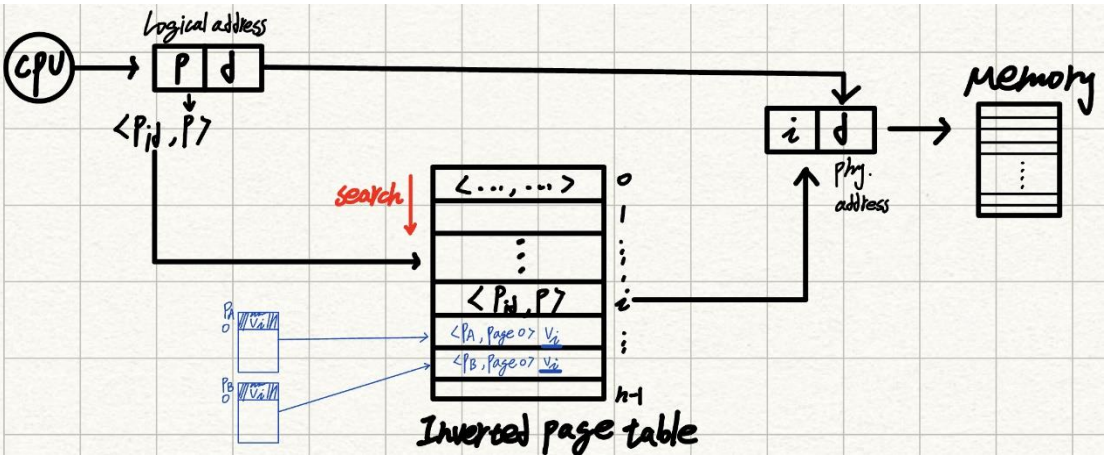


缺點:使用 Linear Search 在 Link List 中找符合的 Page number 較耗時

14. ■請解釋反向分頁表(Inverted Page Table)的運作原理。

A:　改以"Physical Memory"為記錄對象，而不是每個 Process 有各自的 Page Table。

整個系統只有一份表格(Table)，若 Physical Memory 有 n 個 Frames，則 Inverted Page Table 有 n 個 entry，每個 entry 紀錄<Process ID,Page No.>代表此 Frame 被哪個 Page 占用。



例: Physical Memory=8GB，Page size=16KB，Page Table entry 佔 4 bytes，則 Inverted Page Table size?

Physical Memory 有 8GB/16KB=2^{19}個 Frames，所以 Inverted Page Table 有 2^{19}個 entry，共2^{19}*4 bytes=2MB

優點:有效縮減 Page Table size

缺點:一一比對<Pid,P>，Search 耗時、喪失(無法支援)原本 Memory Sharing 之效益

15. ■請解釋何為 swap 空間及使用 swap 的理由。

A:　當 Memory 空間不夠時，OS 會挑選 Process，將該 Process 轉移到 swap 空間(Backing store)，並加到 ready queue 中等待，釋放 Memory 空間給其他 Process 使用。優點:使用 Memory 空間較有彈性、提高可靠性。