

CH4、Thread

Thread 之管理

目錄：

Thread(or Multithreading)定義、優缺點
Process vs Thread(Single Thread、Multithreading)
User-(level)Thread 與 kernel-(level) Thread
Multithreading Mode(3 種)
Multithreading issue
 fork()、signal/delivery、Thread pool
程式追蹤

Thread

(一)Def：又叫”Lightening Process”，是 OS 分配 CPU Time 的對象單位

[恐]It's a basic unit of CPU utilization

Thread 建立之後，其私有的(private)內容組成含有：

Process Counter、CPU registers value、Stack、Thread ID、State...等

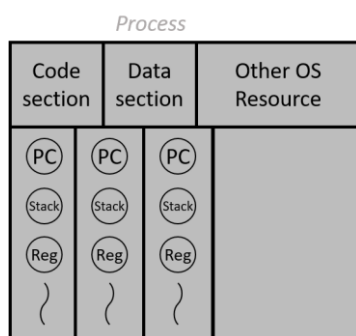
Note：record in TCB (Thread Control Block)

此外，同一個 Process 內之不同 Threads 彼此共享此 Process 的：

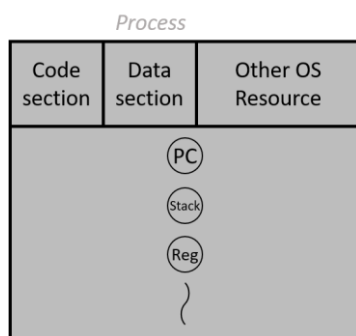
Code Section、Data Section(上二者合稱 Memory (Address) Space)、other OS

Resources(ex：open file、I/O Resources、Signal...等)(PC, Stack, Reg 不共享)

1. Multi-Threading Model



2. Process = Single-Thread Model



Note：類比：Process=飛機、Thread=引擎

(二)優點

1. Responsiveness

Def：當 Process 內執行中的 Thread 被 Blocked，則 CPU 可以切給此 Process 內其他 Available Thread 執行，故整個 Process 不會被 Blocked，仍持續 going，所以若將 Multithreading 用在 User-Interactive Application，可增加對 User 之回應程度

2. Resource sharing

Def：因為 Process 內之多條 Threads 共享此 Process Code Section，所以在同一個 Memory Space 上，可有多個工作同時執行

3. Economy

Def：因為同一個 Process 內之不同 Threads 彼此共享此 Process 的 memory 及 other OS resources，所以 Threads 之私有成份量少，故 Thread 之 Creation、Context Switching、fork...等 Thread Management Cost is cheap

4. Scalability (Utilize of Multiprocessors Architecture)

Def：可以作到同一個 Process 內之不同 Threads 可以在不同 CPUs 上平行執行，可以增加對 Multiprocessors System 之效益(平行程度)提升

Process vs Thread

Heavy Weight Process	Lightening Process
Single-Threaded Model	Multithreading Model
是 OS 分配 Resources 之對象單位	是 OS 分配 CPU Time 之對象單位
不同的 Process 不會有共享的 Memory 及 other resources (除非是採用 shared memory 溝通)	同一 Process 內之 Thread 彼此共享此 Process 之 Memory 及 other resources
若 Process 內的 single Thread 被 Blocked，整個 Process 亦被 Blocked	只要 Process 內尚有 available Thread 可執行，整個 Process 不會被 Blocked
Process 之 Creation、Context Switching 慢，管理成本高	Thread 之 Creation、Context Switching 快，管理成本低
對於 Multiprocessors 架構之效益發揮較差	對於 Multiprocessors 架構之效益發揮較佳
Process 無此議題 (除非是採用 shared memory 溝通)	因為同一個 Process 內之 Threads 彼此共享此 Process Data Section，因此必須對共享的 Data 提供互斥存取機制，防止 race condition

Process 與 Thread 並沒有功能上的差別，只有『效能』上的差別(飛機都能載人，但引擎數可能不同)

哪此功作適合用 Multi-threading？

例：同一時間可以執行多個工作：Client-Server model

反之不適合使用 Multi-threading：

例：一個時間點最多只有一個工作可執行，ex：命令解譯器(UNIX 之 shell)

Thread 分類：User Thread 與 kernel Thread

區分角度：Thread Management 工作(如：Thread creation、destroy、suspend、wakeup、scheduling、context switching)由誰負責

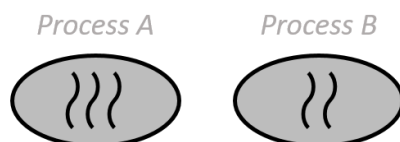
一、User Thread

1. Def：Thread Management 是由在 user site 之 Thread library 提供 APIs，供 user process 呼叫使用。
Kernel 完全不知道(is unaware of) user thread 之存在
Note：只知道有 process(single thread) Thread Management 不需 kernel 介入干預
2. 優點：Thread creation、context switching 等管理較快，成本較低
缺點：
 1. 當 process 內某條執行中的 user thread is blocked，會導致整個 process 亦被 blocked(即使 process 內還有其他 available Threads)
 2. Multiprocessors 架構效益發揮較差(因為 kernel 只看到一個 process、無法作到 Process 內之多條 user threads 平行執行)
3. 例：舉凡 Thread library 皆是 user threads
Ex：POSIX 的 PThread library、Mach 的 C-Thread library、Solaris 2 以上的 UI Thread library、Green Thread library

二、kernel Thread

1. Def：Thread 管理完全是由 kernel 負責，kernel 知道每一條 Thread 的存在，並進行管理
2. 優缺點：與 User Thread 相反
3. 例：大部分 OS 皆支持：Windows 系列(2000、NT)、UNIX、Linux、Solaris

Ex：[Modern 版]



CPU Time 依分配對象數、平均分配，則 PA、PB 各分到多少%？

CPU Time if all Threads are 1. User Thread、2. kernel Thread

1. user Thread：kernel 只知道有 2 個 Process 要分 CPU Time，所以：PA 與 PB 各為 50%、50%
2. kernel Thread：kernel 知道有 5 條 Thread 要分：PA 分到 60%、PB 分到 40%

Multithreading Mode(3 種)

1. Many-to-One Model

(一) Def : This model maps many user Thread to one kernel Thread. Thread Management is done in user space

(二) 優缺點：同 user-Thread

(三) 例：Thread library 皆是

2. One-to-One Model

(一) Def : This model maps one user Thread to one kernel Thread. Thread Management is done in user space

(二) 優缺點：同 kernel-Thread

(三) 例：現代個人電腦大都採用此 Model：Windows NT、2000、OS、"Linux"

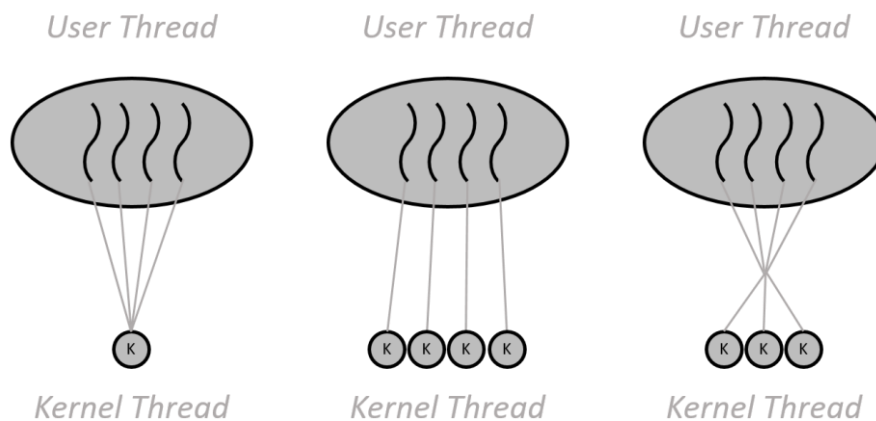
3. Many-to-Many Model

(一) Def : This model maps many user Thread to a smaller or equal number of kernel Thread. Thread Management is done in user space

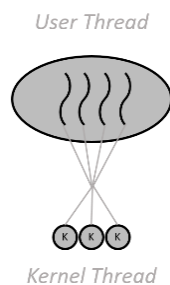
(二) 優點：User thread 的第 1、2 點，再加上 3.負擔不若 one-to-one 重

缺點：User thread 的第 1 點，再加上 2.製作設計上較複雜

(三) 例：Solaris 2 以上(two level modeling)



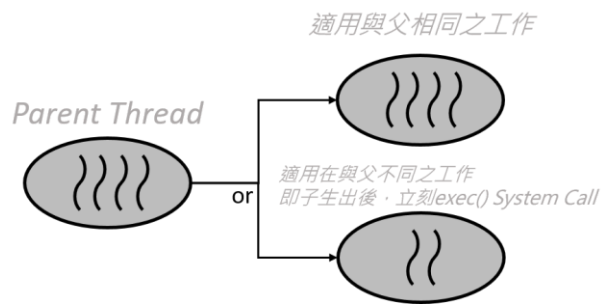
例：下圖中若有 2 個 IO-Bound thread，請問 kernel thread 使用數為何？



2 個給 IO Bound thread、剩餘 1 個給 CPU Bound thread 使用

Multithreading issues

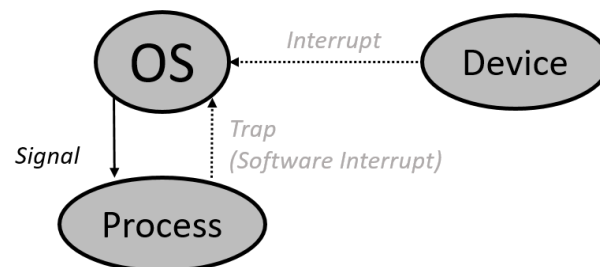
1. fork() issue



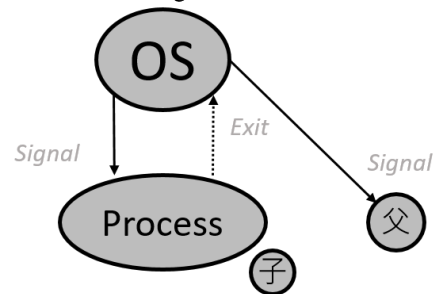
2. “Signal” delivery issue

(1) Signal : It's used in UNIX to notify the process that a particular event has occurred

1. 當 Process 要結束，或者有 Device 要結束一個 Process 時，會分別發出 Trap 與 Interrupt 給 OS，而後 OS 再 Signal 到 Process，使之結束



2. 當子行程結束時，會先發出 Exit 訊號給 OS，OS 會 Signal 通知父行程，並且也 Signal 給原本的子行程，以結束之



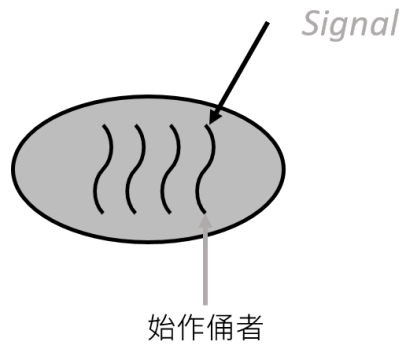
當 Process 收到 Signal 之後，它必須處理，可由 Process 自己處理、或交給 default signal handler 處理

(2) Signal 種類：

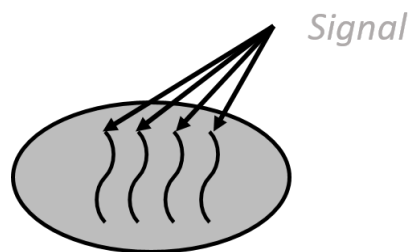
1. synchronous signal(自作自受型)：ex：Divide-by-zero、illegal Memory Access
2. Asynchronous signal(池魚之殃型)：ex：“control-c(break)” by administrator、“Time out” by Timer

(3) Signal Delivery issue 的 4 個 options

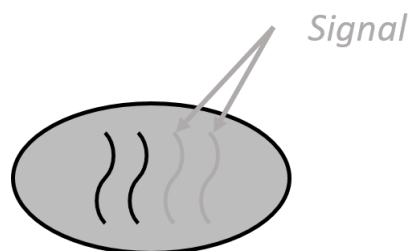
1. Ex : Synchronous signals



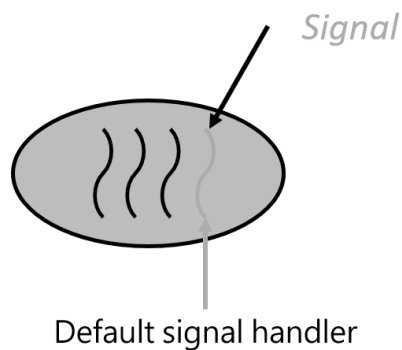
2. Ex : control-break



- 3.



4. Ex : solaris



3. Thread pool

- (一) 緣由：在 Client-Server Model 中，當 Server 收到 Client's Request 後，Server 才建立 Thread 去服務此一請求。然而 Thread Creation 仍需耗用一些時間。因此對 Client 之回應不是那麼迅速
- (二) 解法：採用"Thread Pool"機制。Process(Server)事先建立一些 Threads，置於 Thread Pools 中，當收到 Client's Request 後，就從 Thread pool 中指派一條 Available 的 Thread 去服務此請求，不需 Creation。因此回應較快

當此 Thread 完成工作後，再回 Thread pool 中 stand by。如果 Threads Pool 中無可用的 Threads，則 Client's Request 需等待

Note : 通常 OS 會限制 Thread pool size

Thread 程式追蹤(以 PThread library 為例)

例 p4-49 :

```
#include <pthread.h>
void *runner(void *param)
main()
{
    pthread_t tid;    //tid 變數表 ThreadID
    pthread_attr_t attr;    //表 Thread attributes set

    pthread_attr_init(&attr);
    pthread_create(&tid, %attr, runner argv[1]);
    //根據 attr 屬性值，建立一條 Thread。ID 記在 tid 中，執行 running 副程式
    pthread_join(tid, NULL);
    //main thread 在此，等待直到 tid thread 結束
    printf(sum);
}

void *runner(void *param)
{
    sum=0;
    for(i=0;i<upper;i++)
        summ+=i;
    pthread_exit(0);
}
```

Process

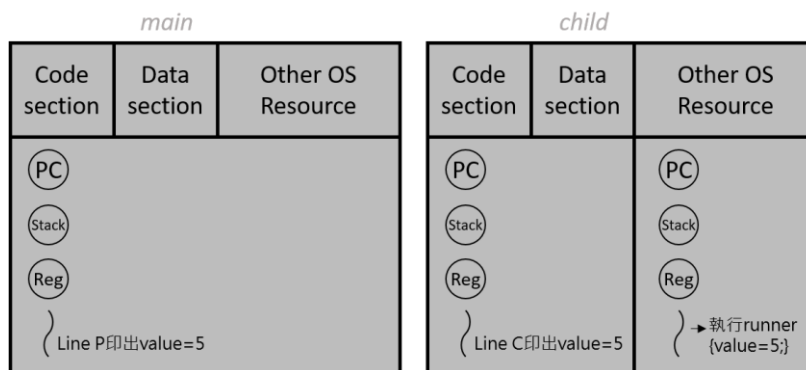
Code section	Data section	Other OS Resource
<div>PC</div> <div>Stack</div> <div>Reg</div> <div>default</div>	<div>PC</div> <div>Stack</div> <div>Reg</div> <div>→ sum=0 sum=1+2+3+4+5=15</div>	

例 p4-50 :

```
#include <pThread.h>
int value = 0;
main()
{
    int pid;
    pThread-t tid;
    pThread-attr-t attr;

    if(pid==0)
    {
        pThread-create(&tid, %attr, runner argv[1]);
        printf(value);    //line C
    }
    else if(pid>0)
    {
        wait();
        printf(value);    //line P
    }
}

void *runner()
{
    value=5;
    pThread-exit(0);
}
```



例 p4-82(43) : Shared by thread

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1. State local variables | 6. Stack Memory |
| 2. Program text/exec. Binary | 7. Open file |
| 3. Register value of CPU | 8. IO resources |
| 4. Heap Memory | 9. Local variables |
| 5. Programming Counter | 10. Global variables |

共享 : 1、2、4、7、8、10

私有 : 3、5、6、9

[補充]：Symmetric Multi-Threading

在相同的 Physical Processor 上，創造多個 Logical processor，讓多個 Threads 可以平行處理

前面有提到 Multi-Threading 之適不適用情況

哪此功作適合用 Multi-threading？

例：同一時間可以執行多個工作：Client-Server model

反之不適合使用 Multi-threading：

例：一個時間點最多只有一個工作可執行，ex：命令解譯器(UNIX 之 shell)

故當需要執行一個時間內，主要只有『單一』工作要執行時，不使用 Mutli-Threading，而是使用 Symmetric Multi-Threading(SMT) on Symmetric Multi-Processors(SMP)