

Operating Systems Project 1 Report

B06902048 資工三 李峻宇

環境和執行

OS : ubuntu16.04

GCC version : 5.4.0

輸入指令 `make` 可以編譯, `sudo make run` 可以執行, `make clean` 可以把編譯產生的檔案刪除。

為了方便助教批改, 這邊特別說明我們的 start time 紀錄的是 fork() 的那個時間點。

設計

我的程式首先從 standard input 讀進排程資訊, 接著將讀進來的資訊先做處理 (按照 ready time 排序、放進結構等等) 後, 呼叫 scheduling() 這個函式進行排程。

我的虛擬機有兩顆 CPU, 我讓 scheduling() 跑在 0 號 CPU 上面, 而被排程的 processes 都跑在 1 號 CPU 上面。我們利用調整 fork() 出來的 process 的優先度來控制目前換誰跑, 也就是說將我們目前計畫使用 CPU 的 process 的優先度調高, 其他 process 的優先度則維持是低的, 以達到讓被排程到的 process 使用 1 號 CPU。

在scheduling() 被呼叫之後, 會先把自己的 affinity 設定在 0 號 CPU 上, 接著呼叫 fork(), 創造出 default runner 並且設定 affinity 為 1 號 CPU。增加這個 default runner 用意在於, 如果沒有 process 在使用 1 號 CPU 的話, 那就是 default runner 在使用, 這樣的設計可以幫助我們確保不會有人偷跑。接著 scheduling() 會初始化一些資訊 (剩餘執行時間初始為預計執行時間、time = 0 等等) 並進入一個 while() 迴圈, 直到所有該被排程的 processes 都順利結束。在 while() 迴圈裡面, scheduling() 會依序做以下四件事：

1. 檢查是否有完成的 process。如果有, 呼叫 wait() 並且喚醒 default runner, 再把已完成的數量加一。這邊我們為了 RR 時的方便, 會在計算並記錄下一個預期跑的 process 是誰。
2. 檢查是否有剛抵達的 process, 也就是利用判斷 time 是否等於某個 ready time。如果有, 呼叫 fork() 並且設定其 affinity 為 1 號 CPU, 丟進ready queue。在第 2 步中我們呼叫 fork() 之後, 生出來的process會依序做以下事情：
 1. 利用我們自己定義的 system call 來取得系統時間(getnstimeofday()), 並且紀錄成被生出來的開始時間。
 2. 將自己的 priority 設成低的, 目的是等待別人將自己的 priority 設高之後才可以開始第 3 步。
 3. 根據自身排程資訊執行相對應次數的time unit。
 4. 利用我們自己定義的 system call 來取得系統時間(getnstimeofday()), 紀錄成完成時間。
 5. 將開始時間和完成時間依照指定的格式, 透過我們自己定義的 system call 印在 dmesg 上 (printf())。
 6. 呼叫exit()。

3. 根據 policy 檢查是否需要換別的 process 跑，也就是檢查是否需要 context switch。透過交換 priority 來完成 context switch。這邊須確保同一時間只有一個高優先度的 process，其他都會是低優先度的。根據 policy 的實作如下：
- FIFO：因為先跑的就可以一直跑到主動放棄 CPU 或是結束，在這邊基本上可以直接 return。若正在跑的是 default runner，我們會從所有 ready queue 選擇最早抵達的 process 來跑。放進 queue 的原則就是先抵達的先放進去。
 - RR：我們在這邊有特別多一個變數來紀錄這個 process 上次被喚醒的時間。若上次被喚醒的時間和目前時間相差是 500，則會喚醒 ready queue 裡的下一位。這邊我們放進 ready queue 的原則是先 ready 的先放，若是因為已經跑了 500 單位時間的 process 我們會直接放進 queue 的會後面。若正在跑的是 default runner，則將我們在 1. 紀錄的 process 喚醒。
 - SJF：因為先跑的就可以一直跑到主動放棄 CPU 或是結束，在這邊基本上可以直接 return。若正在跑的人是 default runner，我們會從 ready queue 裡選擇一個剩餘執行時間最短的 process 來跑。實際上，若是我們的 queue 維持得好(e.g. priority queue)，可以直接選擇從 queue 的最前面拿出來。若正在跑的是 default runner，我們一樣從所有 process 選出剩餘執行時間最短的 process 來跑。
 - PSJF：因為是 preemptive 的，每次在這裡我們都要檢查剩餘執行時間最短的是哪個 process。實際上，若是在這個時間點沒有新的 process 加入，我們可以相信目前正在跑的 process 還會是剩餘時間最短的。若正在跑的是 default runner，我們就像 SJF 一樣選出一個剩餘執行時間最短的 process 來跑。
4. 跑一個 time unit，並且將 time + 1，這次執行的 process 的剩餘執行時間減一。time 的用途在於紀錄目前的時間，單位為 unit time。

當所有該執行的 process 都完成後 scheduling() 會殺死 (kill) default runner，然後因為檢查條件失敗會跳出 while()，之後就馬上結束。

核心版本

Linux-4.14.25 (<https://cdn.kernel.org/pub/linux/kernel/v4.x/linux-4.14.25.tar.xz>)

實際 vs 理論

我們注意到實際跑出來的結果和理論上會有一些差異，這些差異主要反映在時間。完成的先後順序上理論上和實際是相符合的。這邊我們用以下例子來說明。

在 TIME_MEASUREMENT.txt 這份測資中，執行結果如下：

```
1 [Project1] 2183 1586682314.506135542 1586682315.250739706
2 [Project1] 2184 1586682316.040486013 1586682316.824707474
3 [Project1] 2185 1586682317.603940955 1586682318.333880845
4 [Project1] 2186 1586682319.110596108 1586682319.926268945
5 [Project1] 2187 1586682320.687035562 1586682321.435749575
6 [Project1] 2188 1586682322.406568454 1586682323.135658585
7 [Project1] 2189 1586682323.959551140 1586682324.715937854
8 [Project1] 2190 1586682325.441400061 1586682326.417525428
9 [Project1] 2191 1586682327.158623462 1586682327.961150223
10 [Project1] 2192 1586682328.736370063 1586682329.541612456
```

若我們把所有 process 的結束時間減去開始時間，我們會得到如下：

```
1 0.735394
2 0.797179
3 0.729298
4 0.797896
5 0.787567
6 0.733981
7 0.736663
8 0.789898
9 0.733799
10 0.756845
```

一個 time unit 約落在 0.73 ~ 0.8 左右，是個有點大的浮動。當電腦忙的時候，有時甚至可以看到超過 1 的數字。

再來，因為我們的測資是每 1000 單位時間送出一個要跑 500 單位時間的 process，我們可以預期若是把相鄰的 process 的抵達時間相減和完成時間相減的話，會得到結束減去開始的兩倍左右的數字，如下：

```
1 readyTime[i] - readyTime[i - 1] : finishedTime[i] - finishedTime[i - 1]
2 (2-1) 1.524375 : 1.586161
3 (3-2) 2.268221 : 2.200339
4 (4-3) 1.515597 : 1.584195
5 (5-4) 1.536851 : 1.526522
6 (6-5) 1.747371 : 1.693785
7 (7-6) 1.509945 : 1.512628
8 (8-7) 1.524678 : 1.577913
9 (9-8) 2.018142 : 1.962043
10 (10-9) 1.514866 : 1.537912
```

可以發現到每個 1000 時間單位真正的時間差都比 500 時間單位的兩倍再多了一點點。

另外，在 RR_3.txt 這份測資中，執行結果如下：

```
1 [Project1] 2725 1588267897.478446877 1588267921.726577015
2 [Project1] 2723 1588267893.589057015 1588267924.636173521
3 [Project1] 2724 1588267895.584383765 1588267925.838423525
4 [Project1] 2728 1588267900.933851868 1588267939.040827953
5 [Project1] 2727 1588267899.996820439 1588267942.791829942
6 [Project1] 2726 1588267899.353006402 1588267945.252317817
```

利用這次 RR 的執行結果算出從開始到結束的時間，和理論上的時間相比(一個 time unit 用 0.75 秒來計算)：

1	name	exepected time(second)	real time(second)
2	P1	27.75	31.05
3	P2	26.70	30.25
4	P3	21.90	24.25
5	P4	39.60	45.90
6	P5	37.50	42.80
7	P6	33.60	38.11

可以發現實際的完成所需時間都比預計來的多了許多，估計是因為RR的特性。

我們也可以在 PSJF_2.txt 這份測資中有同樣的結果：

1	name	expected time(second)	real time(second)
2	P1	6.08	6.30
3	P2	3.04	3.18
4	P3	16.72	17.37
5	P4	10.64	10.98
6	P5	12.16	12.69

事實上，我們測試了所有結果，都會得到一樣的實際的完成所需時間大於理論上完成所需時間。

因此我們有了以下三點推測，造成理論跟實際的差異：

1. 在我們的設計中，scheduling() 在每一次的 time unit 中會做四件事情，而 fork() 出去的 process 在 time unit 中只單純地跑 for loop 而已，所以會造成 fork 出去的 process 真正跑一次 time unit 跟 scheduling 覺得他跑一次 time unit 會有一些時間上的差異。簡單來說，若 fork() 出去的 process 跑一次 time unit 所需要的時間是 1，那麼 scheduling 所需要的時間大約會多一點，約是 1.02 ~ 1.04。在這樣的差異下，當跑的次數放大成 500, 1000, 2000 這麼多次以後就會變成不可忽略的差異了。
2. 我們的實作是利用調整優先度來達到排程，但是實際上在我們調整完優先度之後，CPU 也許不會馬上進行 context switch，而是等到真正的 CPU 排程將他們交換，也就是說會讓本來應該被趕出 CPU 的 process 會再多跑一下下，等到真的排程把他趕走。進而造成每個人完成時間會和預期的有一點差異，彼此也不太一樣。
3. 我們的電腦背景其實還跑了許多程式，有時候切換到這些程式，我們的 process 就沒有在跑，但是時間還是繼續流逝。也就是說當電腦比較忙的時候，我們測量出來的時間都會比預期再多一點。
4. 在RR裡面，實際和裡面差距比其他都來得多，我們推測是因為RR所造成的overhead是最大的。