운영체제

Assignment 3 과제

수업 명 : 운영체제
과제 이름 : assignment3
담당 교수님 : 최상호 교수님
학 번 : 2019202005
이 름 : 남종식

Introduction

이번 과제는 총 3 가지의 과제로 이루어져 있으며 먼저 3-1 과제는 numgen.c 를 통해 temp.txt 에 1 부터 하나씩 증가하여 프로세스 수 2 배까지 기록을 하는 것입니다. MAX_PROCESS 의 두배만큼의 숫자를 생성해 fork.c 와 thread.c 를 통해 최상단부터 process/thread 마다 2 개의 숫자의 값을 읽고 덧셈 연산을 진행합니다. 최종적으로 나온 값과 전체 프로그램의 수행시간도 측정합니다.
다음은 3-2 과제입니다. 각 프로세스에서 CPU 스케쥴링 정책을 변경하는 과제입니다. 일단 temp.txt 를 MAX_PROCESSES 의 수만큼 생성하여 무작위로 9 보다 작거나 같은 interger 형 양수를 저장합니다. 이를 filegen.c 에서 실행하고 schedtest.c 에서는 일단 fork 를 통해 MAX_PROCESSES 만큼의 프로세스를 생성합니다. 그리고 cpu scheduling 정책을 변경합니다. 그 후 각 i 번째 프로세스에 만들어져 있는 파일에서 저장되어 있는 값을 읽어옵니다. 이때 테스트할 cpu scheduling 으로는 The standard round-robin time-sharing policy, first-in first-out policy, round robin 등이 있습니다. 각 스케쥴링 정책과 priority, nice 값을 설정한 후 이에 대한 수행시간 차이를 비교하는 과제입니다.
마지막으로 3-3 과제입니다. PID 를 바탕으로 8 가지의 프로세스 정보를 출력하는 module 을 작성하는 과제입니다. 프로세스 이름, 현재 프로세스 상태, 프로세스 다음은 출력해야 할 8 가지 정보입니다. 그룹 정보, 해당 프로세스를 실행하기 위해 수행된 context switching 횟수, fork()호출한 횟수, 부모 프로세스 정보, 형제자매 프로세스 정보, 자식 프로세스 정보가 있습니다. 2 차 과제에서 작성한 ftrace 시스템 콜(336 번)을 다음 함수로 wrapping 하여 사용해야합니다.

Result

3-1 과제

```
all:
	gcc -o numgen numgen.c
	gcc -o fork fork.c
	gcc -o thread thread.c -pthread

remove:
	rm -rf tmp*
	sync
	echo 3 | sudo tee /proc/sys/vm/drop_caches

~
~
```

먼저 매 실험 전에 캐시 및 버퍼를 비워서 실험에 영향을 주는 요소를 제거해줘야 하기 때문에 명령어 make remove 를 통해 지울 수 있도록 Makefile 에 추가하였습니다. 그리고 numgen.c, fork.c , thread.c 을 모두 컴파일 하도록 작성하였습니다.

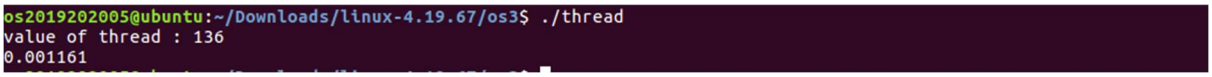
```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ make remove
rm -rf tmp*
sync
echo 3 | sudo tee /proc/sys/vm/drop_caches
3
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ make
gcc -o numgen numgen.c
gcc -o fork fork.c
gcc -o thread thread.c -pthread
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ ./numgen
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ cat temp.txt
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
```

먼저 MAX_PROCESS 의 수 가 8 일 때 상황입니다. Numgen,c 를 통해 temp.txt 를 생성하여 이 파일에 1 부터 MAX_PROCESS*2 인 16 까지의 숫자를 순서대로 저장하였습니다. 파일을 실행 후 cat temp.txt 를 통해 숫자가 잘 저장된 모습을 확인할 수 있습니다.

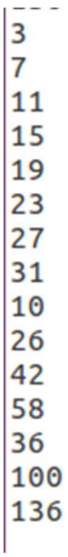
```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ ./fork
value of fork : 136
0.002177
```

다음은 fork.c 를 실행한 결과입니다. 일단 최종적으로 나온 값과 전체 프로그램

수행시간이 출력된 모습을 확인할 수 있습니다. fork.c 와 thread.c 에서 덧셈을 진행할 때 각 숫자들을 읽은 후 덧셈을 진행하여 이를 부모 프로세스와 스레드에게 값을 전달합니다. 그 후 최종적으로 하나의 값을 가지게 됩니다. 그리고 수행시간을 계산하기 위해서는 clock_gettime()함수를 사용하여 끝난 시간에서 처음 시작한 시간을 뺀 값으로 구할 수 있었습니다.



다음은 thread.c 를 실행한 결과입니다. 덧셈을 통해 최종적으로 나온 값은 fork.c 를 실행했을 때와 같은 값이 나온 것을 확인할 수 있으며 수행시간은 더 짧게 측정된 것을 확인할 수 있습니다. 이를 통해 thread 로 실행했을 때 더 빠른 것을 알 수 있으며 이유를 생각해 보았을 때 fork 를 통해 실행했을 때는 data 영역 이외의 영역을 복사하여 생성하므로 시간적으로 overhead 가 발생하여 시간이 더 오래 걸리지 않을까라고 생각했습니다. thread 는 메모리를 공유하여 실행하기 때문에 시간이 더 빠르게 나온 것이라고 생각합니다.



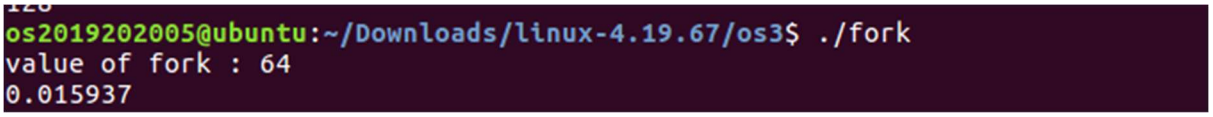
다음은 2 개씩 숫자를 덧셈한 결과입니다. temp.txt 에 저장된 모습을 확인할 수 있습니다.

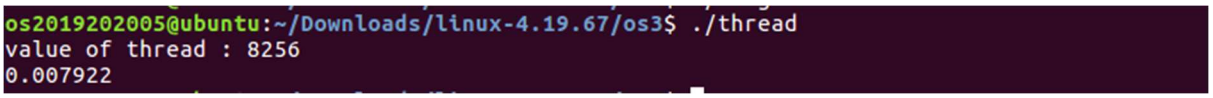
다음은 MAX_PROCESS 가 64 일 때 실행한 결과입니다.

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ make remove
rm -rf tmp*
sync
echo 3 | sudo tee /proc/sys/vm/drop_caches
[sudo] password for os2019202005:
3
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ make
gcc -o numgen numgen.c
gcc -o fork fork.c
gcc -o thread thread.c -pthread
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ ./numgen
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$ cat temp.txt
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
```

```
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3$
```

실행과정은 MAX_PROCESS 가 8 일 때와 똑같은 방식으로 진행했습니다. 먼저 캐시 및 버퍼를 비워서 실험에 영향을 주는 요소를 제거하고 make 후 numgen.c 를 실행시켜 temp.txt 에 MAX_PROCESS*2 의 값인 128 까지 숫자가 잘 저장되었는 지 확인하였습니다.





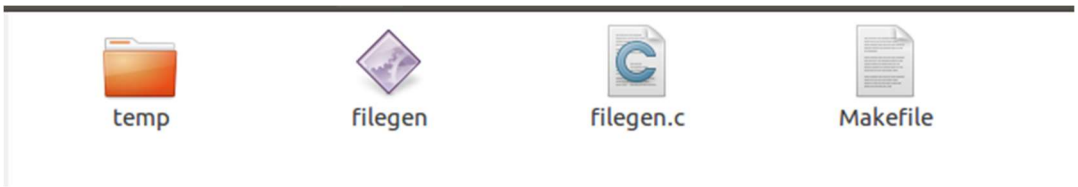
위 두 사진을 비교했을 때 fork.c 를 실행했을 때와 thread.c 를 실행했을 때 최종적으로 나온 값이 서로 다른 것을 확인할 수 있으며 thread.c 를 실행했을 때 정확한 값이 나온 것을 알 수 있습니다. 그리고 수행시간은 역시 thread 로 실행했을 때 더 빠른 것을 확인할 수 있습니다.

값이 잘못 출력된 이유를 생각해보자면, 부모 프로세스가 자식 프로세스를 fork() 함수를 사용하여 생성하면, 부모와 자식 프로세스 간에 상태 및 반환 값을 전달하기 위한 프로세스 종료 상태를 관리하는데 16 비트가 사용됩니다. 이 16 비트를 나누어서 사용하는데, 상위 8 비트는 자식 프로세스가 exit() 함수로 반환한 값이 저장되고, 하위 8 비트는 부모 프로세스가 자식 프로세스의 종료 상태 status 값을 저장합니다. status 값은 자식 프로세스가 종료될 때 exit() 함수를 통해 전달됩니다. 반환 값은 해당 프로세스가 종료될 때 exit() 함수에 전달한 값입니다.
이러한 구조 때문에, 반환 값은 하위 8 비트의 제한을 받으므로 0 부터 255 까지의 값을 가질 수 있습니다. 만약 반환 값이 256 이상이라면 하위 8 비트만 사용되므로, 결과값이 잘릴 수 있습니다. MAX_PROCESS 가 8 일 때는 결과 값이 255 이하이기 때문에 정상적으로 값이 나온 것이고, 64 일 때는 8256 으로 255 을 넘기 때문에 정확한 값이 나오지 않은 것입니다.

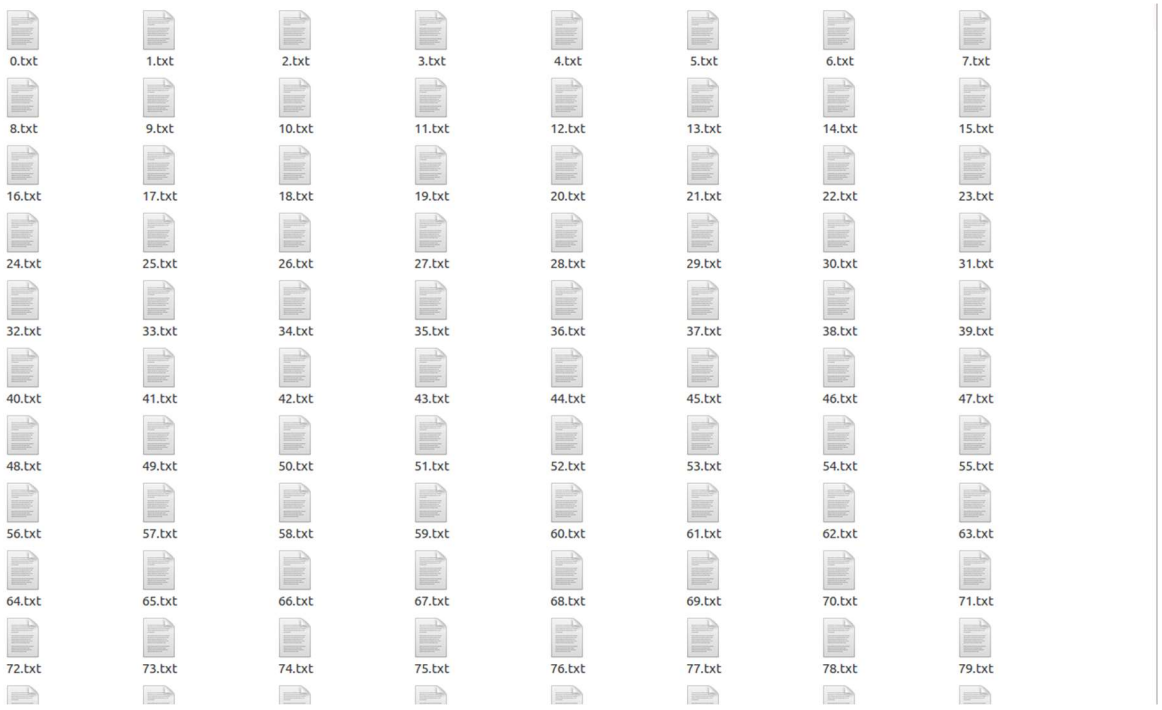
3-2 과제

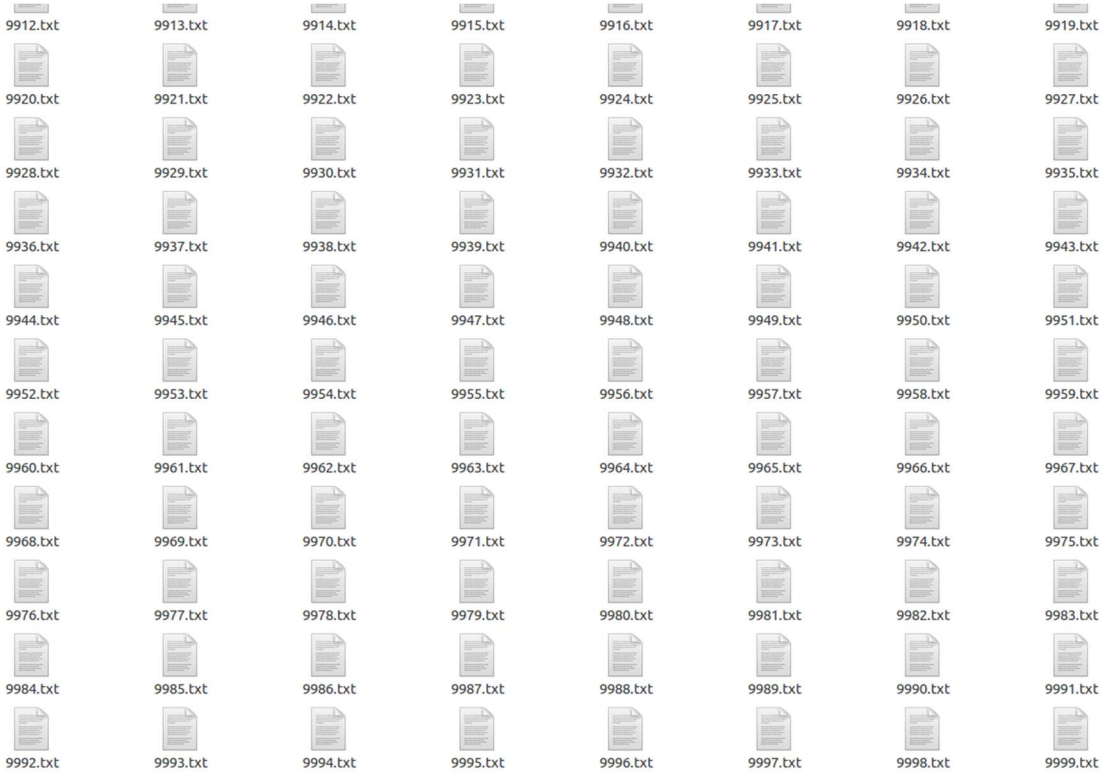
```
all:
	gcc -o filegen filegen.c
	gcc -o schedtest schedtest.c
remove:
	$ rm -rf tmp*
	$ sync
	$ echo 3 | sudo tee /proc/sys/vm/drop_caches
~
~
~
~
```

3-1 과제와 동일하게 명령어 make remove 를 통해 캐시 및 버퍼를 지울 수 있게 하였고 filegen.c 와 schedtest.c 를 모두 컴파일할 수 있도록 하였습니다.

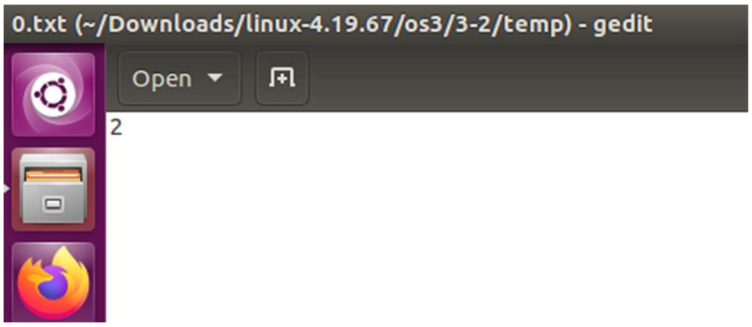


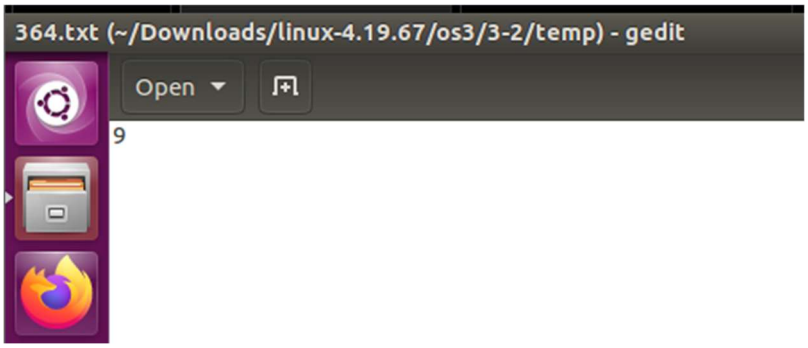
해당 디렉토리 안에 temp 디렉토리가 생긴 것을 확인할 수 있습니다.

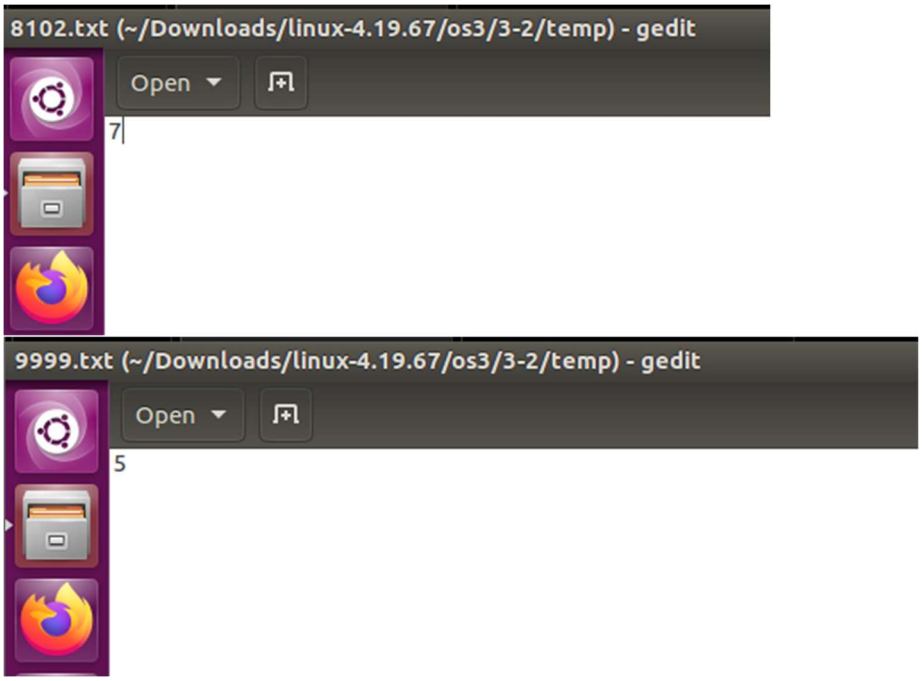




MAX_PROCESSES 가 10000 이므로 0 부터 9999 까지 총 10000 개의 txt 파일이 생긴 것을 확인할 수 있습니다.







각 파일 안에 9 이하의 값이 잘 저장된 모습을 확인할 수 있습니다.

The standard round-robin time-sharing policy & Highest

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 1

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 1

==========================
Execution Time: 2.052429
```

일단 schedtest.c 를 실행시키면 CPU 스케줄러 3 개를 선택할 수 있게 했습니다. 3 개의 알고리즘 중 하나를 선택하면 우선순위를 선택할 수 있게 했습니다. The standard round-robin time-sharing policy 는 nice 값을 통해 우선순위를 매겼으며 Highest 는 -20, Default 는 0 그리고 Lowest 는 19 로 설정하였습니다.
위 사진에서 우선순위가 Highest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

The standard round-robin time-sharing policy & Default

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 1

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 2

=========================
Execution Time: 1.044829
```

다음은 우선순위가 Default 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

The standard round-robin time-sharing policy & Lowest

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 1

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 3

=========================
Execution Time: 1.091297
```

다음은 우선순위가 Lowest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A first-in first-out policy & Highest

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 2

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 1

=========================
Execution Time: 2.048775
```

A first-in first-out policy 는 Real time priority 에 따라 우선순위를 나눴으며 Highest 는 99, Default 는 50, Lowest 는 1 로 설정했습니다.
위 사진에서 우선순위가 Highest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A first-in first-out policy & Default

다음은 우선순위가 Default 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A first-in first-out policy & Lowest

다음은 우선순위가 Lowest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A round-robin policy & Highest

A round-robin policy 또한 fifo 와 동일하게 Real time priority 에 따라 우선순위를 나눴으며 Highest 는 99, Default 는 50, Lowest 는 1 로 설정했습니다.
위 사진에서 우선순위가 Highest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A round-robin policy & Default

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 3

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 2

==========================
Execution Time: 1.045371
```

다음은 우선순위가 Default 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

A round-robin policy & Lowest

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler: 3

==========PRIORITY==========
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority : 3

==========================
Execution Time: 1.050969
```

다음은 우선순위가 Lowest 일 때 실행시간을 확인할 수 있습니다.

위 테스트 이외에도 더 많은 결과를 보고 싶어 테스트를 많이 진행했습니다.

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 1

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 1

==========================
Execution Time: 1.039228
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 1

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 2

==========================
Execution Time: 1.015930
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 1

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 3

==========================
Execution Time: 1.024062
```

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 2

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 1

==========================
Execution Time: 1.017354
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 2

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 2

==========================
Execution Time: 1.018365
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 2

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 3

==========================
Execution Time: 1.009787
```

```
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 3

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 1

=========================
Execution Time: 0.997377
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 3

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 2

=========================
Execution Time: 1.011035
os2019202005@ubuntu:~/Downloads/linux-4.19.67/os3/3-2$ sudo ./schedtest
==========CPU SCHEDULER==========
1. The standard round-robin time-sharing policy
2. A first-in first-out policy
3. A round-robin policy

Select CPU Scheduler(1,2,3): 3

============PRIORITY============
1. Highest
2. Default
3. Lowest

Select Priority(1,2,3): 3

=========================
Execution Time: 1.013262
```

우선순위가 높게 부여되면 먼저 실행이 되는 것은 당연하다고 생각합니다. 하지만 실험을 여러 번 계속 하면서 우선순위가 높다고 해서 실행시간 이 더 짧은가 라는 의문점이 생겼습니다. 그리고 실험에서도 우선순위가 높다고 해서 실행시간이 더 짧고 우선순위가 낮다고 해서 실행시간이 더 길게 결과가 나오지 않았습니다. 또한, 결과를 확인했을 때 실행시간이 조금씩은 차이가 있지만 큰 차이는 나타나지 않았습니다.

3-3 과제

```
1200          /* Used by LSM modules for access restriction: */
1201          void                                *security;
1202  #endif
1203          long fork_count;
1204          /*
1205           * New fields for task struct should be added above here, so that
```

먼저 cscope 를 통해 sched.h 를 찾아서 이를 수정했습니다. 과제에서 fork() 호출 횟수를 출력하는 부분이 있어 이를 세기 위해 fork_count 라는 변수를 하나 추가했습니다.

```
2171 long _do_fork(unsigned long clone_flags,
2172                 unsigned long stack_start,
2173                 unsigned long stack_size,
2174                 int __user *parent_tidptr,
2175                 int __user *child_tidptr,
2176                 unsigned long tls)
2177 {
2178         struct completion vfork;
2179         struct pid *pid;
2180         struct task_struct *p;
2181         int trace = 0;
2182         long nr;
2183
2184         /*
2185          * Determine whether and which event to report to ptracer.  When
2186          * called from kernel_thread or CLONE_UNTRACED is explicitly
2187          * requested, no event is reported; otherwise, report if the event
2188          * for the type of forking is enabled.
2189          */
2190         if (!(clone_flags & CLONE_UNTRACED)) {
2191                 if (clone_flags & CLONE_VFORK)
2192                         trace = PTRACE_EVENT_VFORK;
2193                 else if ((clone_flags & CSIGNAL) != SIGCHLD)
2194                         trace = PTRACE_EVENT_CLONE;
2195                 else
2196                         trace = PTRACE_EVENT_FORK;
2197
2198                 if (likely(!ptrace_event_enabled(current, trace)))
2199                         trace = 0;
2200         }
2201
2202         current->fork_count+=1;
2203         p = copy_process(clone_flags, stack_start, stack_size,
2204                          child_tidptr, NULL, trace, tls, NUMA_NO_NODE);
2205
2206         p->fork_count = 0;
2207
2208         add_latent_entropy();
2209
2210         if (IS_ERR(p))
2211                 return PTR_ERR(p);
2212
2213
2214         /*
2215          * Do this prior waking up the new thread - the thread pointer
2216          * might get invalid after that point, if the thread exits quickly.
2217          */
2218         trace_sched_process_fork(current, p);
2219
2220         pid = get_task_pid(p, PIDTYPE_PID);
2221         nr = pid_vnr(pid);
```

다음으로 cscope 를 통해 fork.c 를 찾아서 수정했습니다. 기존의 코드를 보았을 때 copy_process 함수를 사용하고 있는 것을 확인할 수 있는데 이는 fork 시스템 호출에서 호출되며 새로운 자식 프로세스를 생성하는 데 사용됩니다.

```
2201
2202        current->fork_count+=1;
2203        p = copy_process(clone_flags, stack_start, stack_size,
2204                         child_tidptr, NULL, trace, tls, NUMA_NO_NODE);
2205
2206        p->fork_count = 0;
2207
2208        add_latent_entropy();
2209
2210        if (IS_ERR(p))
2211                return PTR_ERR(p);
2212
```

현재 프로세스의 task_struct 를 의미하는 current 를 통해 부모 프로세스는 fork()호출 횟수를 1 증가하고 자식 프로세스의 fork()호출 횟수는 0 으로 초기화 시켜줍니다.

```
/* Used in tsk->state: */
#define TASK_RUNNING                    0x0000
#define TASK_INTERRUPTIBLE              0x0001
#define TASK_UNINTERRUPTIBLE            0x0002
#define __TASK_STOPPED                  0x0004
#define __TASK_TRACED                   0x0008
/* Used in tsk->exit_state: */
#define EXIT_DEAD                       0x0010
#define EXIT_ZOMBIE                     0x0020
```

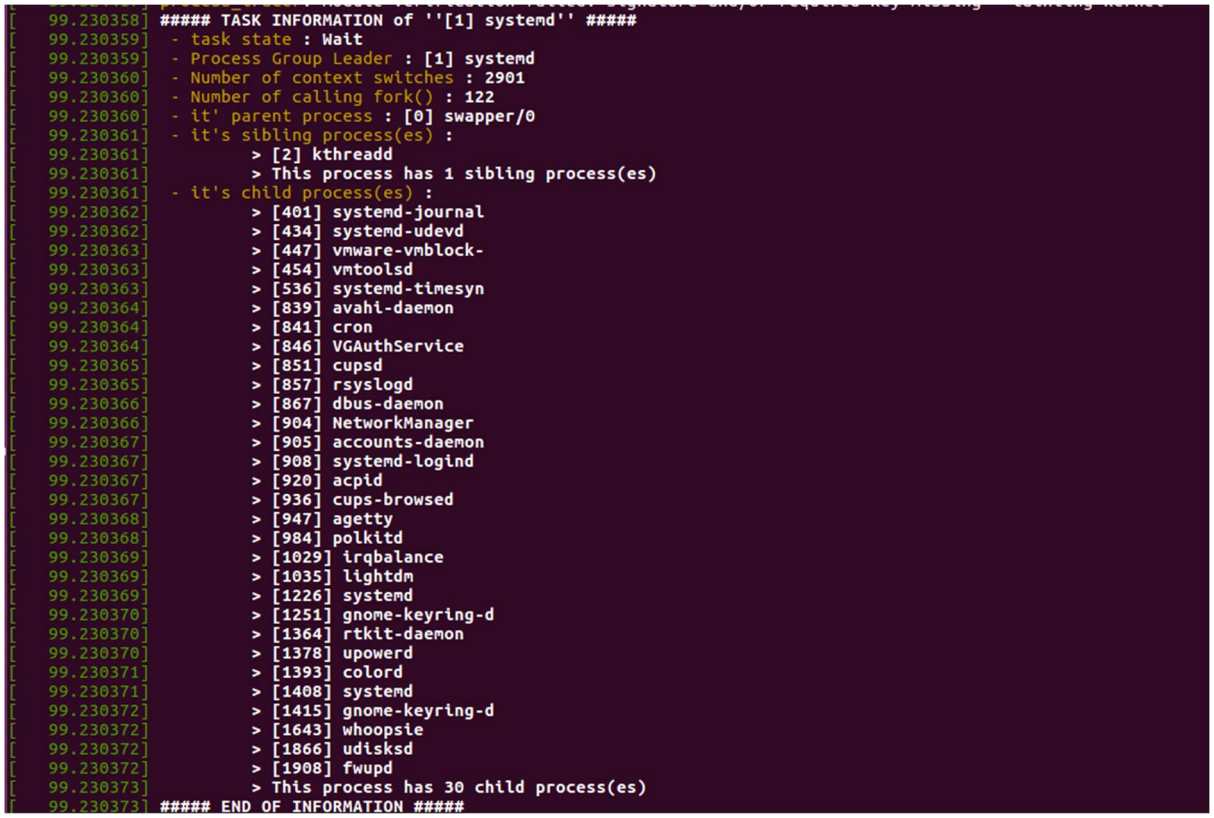
각각의 프로세스 상태에 따라 define 된 값을 확인할 수 있습니다.

```
810         /* Context switch counts: */
811         unsigned long                   nvcsw;
812         unsigned long                   nivcsw;
813
```

Context switch count 를 출력하기 위해 필요한 정보도 찾을 수 있습니다.

```
759         /* Real parent process: */
760         struct task_struct __rcu        *real_parent;
761
762         /* Recipient of SIGCHLD, wait4() reports: */
763         struct task_struct __rcu        *parent;
764
765         /*
766          * Children/sibling form the list of natural children:
767          */
768         struct list_head                children;
769         struct list_head                sibling;
770         struct task_struct              *group_leader;
771
```

Parent & siblings & child 를 출력하기 위한 정보를 위 사진에서 확인할 수 있습니다. 이때 sibling 과 child 프로세스는 모두 출력해야 하는데 list_for_each 와 list_entry 를 사용해서 출력하였습니다.



모듈을 적재하는 과정과 컴파일 하는 과정을 통해 출력문을 확인한 결과입니다. Pid 의 값이 1 인 프로세스를 통해 결과를 얻었습니다. 첫째줄에 프로세스의 이름을 나오고 다음 줄에 현재 상태를 확인할 수 있습니다. 다음으로 프로세스의 그룹 리더가 누구인지 출력하며 context switch 횟수와 fork()를 호출한 횟수를 출력합니다. 다음으로 부모 프로세스를 출력하고 sibling 프로세스와 child 프로세스를 모두 출력해줍니다. 총 1 개의 sibling 프로세스와 29 개의 child 프로세스가 출력된 모습을 확인할 수 있습니다.

고찰

먼저 3-1 과제를 진행하면서 저번 학기 시스템프로그래밍 수업시간에 배운 내용들이 생각도 났고 도움이 많이 되었습니다. 그리고 thread 를 사용하여 프로그램을 실행할 때가 fork 를 통해 실행하는 것보다 더 빠르게 실행시킬 수 있다는 점을 알게 되었습니다. 3-1 과제는 다른 과제들 보다 수월하게 할 수 있었던 것 같습니다.

솔직히 지금까지의 운영체제 과제를 진행하면서 운영체제 수업에서 배우는 내용과 과제를 진행하는 부분에 있어서 조금 이질감이 있다고 생각했었습니다. 이론에서 배웠던 내용을 과제에서 거의 보지 못했던 것 같아 그랬었는데 이번 3-2 과제를 진행하면서는 이론에서 배웠던 내용들이 과제를 이해하는 데 있어서 굉장히 많은 도움이 되었으며 과제를 하면서 일반 task 와 특수 task 를 처리하는 cpu 스케줄러, nice 와 real time priority 등 이런 내용들은 추가로 알 수 있어서 굉장히 좋았습니다. 수업시간에 배운 내용들과 이번 시험기간에 공부했던 내용들이라서 이해도 빨랐고 좀 더 찾아보기도 했던 것 같습니다.

3-3 과제에서는 저번 2 차 과제에서 모듈 관련에서 과제를 진행했던 부분이 많이 도움이 되었습니다. 하지만 과제를 하면서 아직 모듈 프로그래밍이 익숙하지 않다는 점을 많이 느꼈고 그래서 유독 3-3 과제를 하면서는 많이 찾아보면서 했던 것 같습니다. 커널을 수정하는 데에 있어서 특히 cscope 를 많이 사용하였는데 이를 통해 쉽게 원하는 파일을 찾을 수 있었고 수정할 수 있었습니다. 그리고 출력해야 하는 프로세스 정보들을 모두 task_struct 에서 가져올 수 있어서 수월하게 출력할 수 있었습니다. 그리고 sibling 과 child 프로세스를 모두 출력해야 하는데 어떻게 출력할 지 고민하던 중 list_for_each 와 list_entry 함수를 알게 되어 이를 사용하여 출력할 수 있었습니다. 그리고 fork 호출 횟수를 출력할 때 커널 파일을 건드렸기 때문에 커널 컴파일을 진행했어야 하는데 처음에 이 과정을 진행하지 않고 다음 과정들을 진행해서 다른 것들은 다 잘 출력되는데 fork 호출 횟수만 계속 0 이 출력되어서 이 부분이 의심이 갔습니다. 다행히 이유를 찾아 커널 컴파일을 진행하였고 그 후 fork 호출 횟수까지 잘 출력할 수 있었습니다.

Reference

강의자료 2023-2_OSLab_09_CPU_Scheduling

강의자료 2023-2_OSLab_Assignment_3

Real-time 개념 및 리눅스에서의 RT Scheduling 이해하기

https://blog.naver.com/alice_k106/221149061940

[모듈프로그래밍] - task_struct 이용하여 프로세스 정보 확인하기

https://riucc.tistory.com/208

모듈프로그램을 이용하여 리눅스 커널 분석하기(1)

https://url.kr/tq9biv

모듈프로그램을 이용하여 리눅스 커널 분석하기(2)

https://url.kr/vzldbk

모듈프로그램을 이용하여 리눅스 커널 분석하기(3)

https://url.kr/hnbgt4

C/C++ list_for_each_entry() 함수

https://tear94fall.github.io/lecture/2020/01/30/list-for-each.html