운영체제론 실습 5주차

CPS LAB

프로세스 목록 나타내는 모듈 프로그래밍

목차

1. task struct
   ① 프로세스 정보를 나타내는 구조체 설명

2. 프로세스 목록 출력 프로젝트 설명
   ① 프로젝트 설명
   ② 프로젝트에 필요한 함수
   ③ 프로젝트 결과화면

ps 명령어

- 실행중인 프로세스들의 정보를 출력하는 명령어

```
os@os-virtual-machine:~$ ps aux
USER         PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root           1  0.3  0.2 225660  9184 ?        Ss   22:40   0:14 /sbin/init splash
root           2  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [kthreadd]
root           3  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [rcu_gp]
root           4  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [rcu_par_gp]
root           6  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [kworker/0:0H-ev]
root           9  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [mm_percpu_wq]
root          10  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [ksoftirqd/0]
root          11  0.0  0.0      0     0 ?        I    22:40   0:00 [rcu_sched]
root          12  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [migration/0]
root          13  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [idle_inject/0]
root          14  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [cpuhp/0]
root          15  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [cpuhp/1]
root          16  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [idle_inject/1]
root          17  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [migration/1]
root          18  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [ksoftirqd/1]
root          20  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [kworker/1:0H-kb]
root          21  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [cpuhp/2]
root          22  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [idle_inject/2]
root          23  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [migration/2]
root          24  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [ksoftirqd/2]
root          26  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [kworker/2:0H-ev]
root          27  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [cpuhp/3]
root          28  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [idle_inject/3]
root          29  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [migration/3]
root          30  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [ksoftirqd/3]
root          32  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [kworker/3:0H-ev]
root          33  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [kdevtmpfs]
root          34  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [netns]
root          35  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [rcu_tasks_rude_]
root          36  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [rcu_tasks_trace]
root          37  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [kauditd]
root          39  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [khungtaskd]
root          40  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [oom_reaper]
root          41  0.0  0.0      0     0 ?        I<   22:40   0:00 [writeback]
root          42  0.0  0.0      0     0 ?        S    22:40   0:00 [kcompactd0]
```

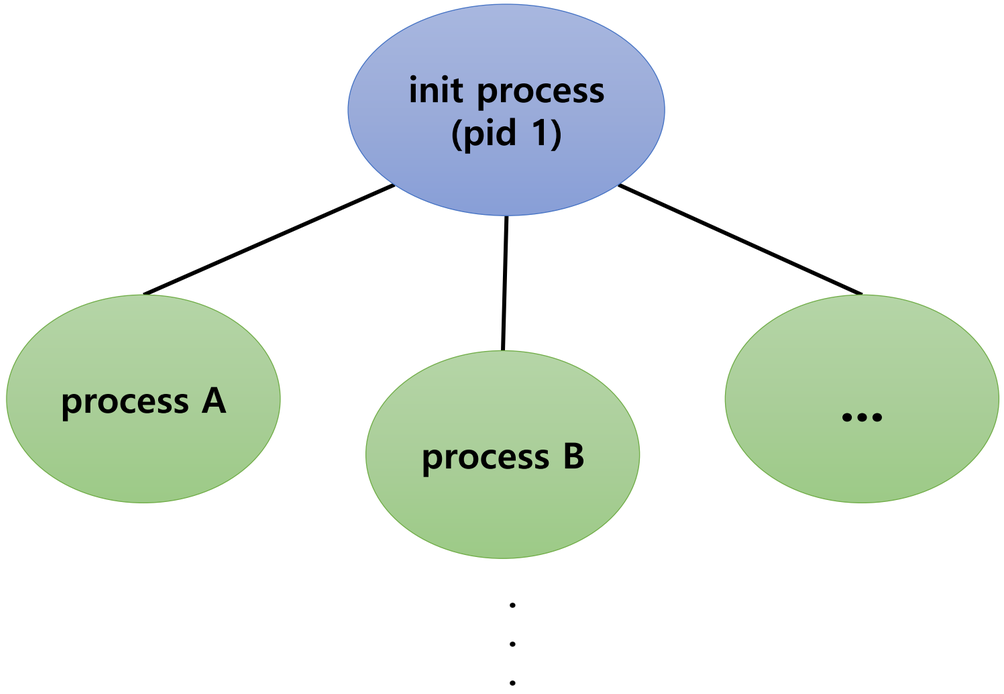
CHAPTER 1.

task struct

- 프로세스 정보를 나타내는 구조체 설명

task_struct (1)

- 프로세스가 생기면서 이를 관리하기 위해 같이 만들어지는 구조체
- 프로세스에 관한 모든 정보를 보관하는 프로세스 서술자
  - 사용중인 파일, 프로세스의 주소 공간, 프로세스 상태 등
- Linux가 fork를 통해서 모든 프로세스를 생성하기 때문에 가장 처음 생기는 프로세스인 init process에서 모든 프로세스들이 만들어짐



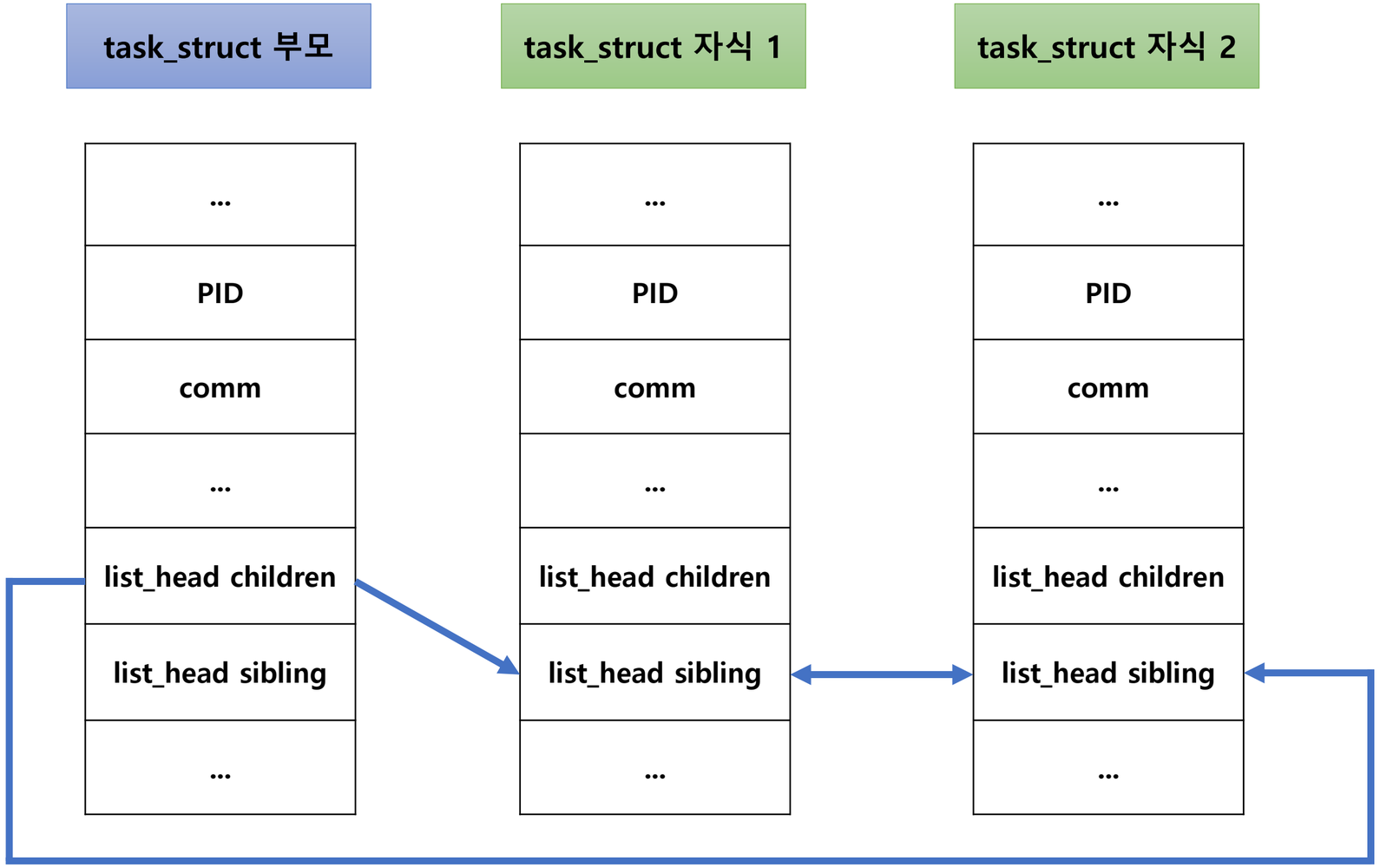
- **init process와 process A는 부모-자식 관계**
- **process A와 process B는 형제자매(sibling) 관계**

task_struct (2)

- https://elixir.bootlin.com/linux/v5.10.8/source/include/linux/sched.h#L640
  - 본 실습에 필요한 속성 :

```
struct task_struct {

    /* process id */
1   pid_t       pid;

    /* executable name, excluding path. */
2   char        comm[TASK_COMM_LEN];

    /* -1 unrunnable, 0 runnable, >0 stopped: */
3   volatile long     state;

    /* Children/sibling form the list of natural children */
4   struct list_head    children;
    struct list_head    sibling;
    struct task_struct    *group_leader;

}
```

task_struct (3)



for_each_process

- https://elixir.bootlin.com/linux/v5.10.8/source/include/linux/sched/signal.h#L589

/ include / linux / sched / signal.h

```
542  #define for_each_process(p) \
543          for (p = &init_task ; (p = next_task(p)) != &init_task ; )
```

- init process를 시작으로 프로세스 리스트를 탐색

예제 1 : for_each_process

week5/1_for_each_process/all_pid_with_macro.c

- for_each_process 매크로 함수를 사용해

  init process부터 실행된 모든 프로세스들의 command와 pid, 그리고 state 출력

```c
#include <linux/kernel.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/init.h>
#include <linux/sched.h>
#include <linux/sched/signal.h>

int module_start(void) {
        struct task_struct *task;

        printk(KERN_INFO "Init Module....");

        // Init Process 부터 실행된 모든 프로세스 정보 출력
        for_each_process(task) {
                printk("%s[%d] : %ld\n", task->comm, task->pid, task->state);
        }
        return 0;
}

void module_end(void) {
        printk("Module removing...");
}

module_init(module_start);
module_exit(module_end);
```

예제 1 : for_each_process 실행 결과

week5/1_for_each_process/all_pid_with_macro.c

- 모듈 컴파일 후, 설치하고 커널 메시지 확인

```
$ make
$ sudo insmod all_pid_with_macro.ko
$ dmesg
```

```
[ 7656.178611] Init Module....
[ 7656.178617] systemd[1] : 1
[ 7656.178620] kthreadd[2] : 1
[ 7656.178621] rcu_gp[3] : 1026
[ 7656.178623] rcu_par_gp[4] : 1026
[ 7656.178625] kworker/0:0H[6] : 1026
[ 7656.178626] kworker/0:1[7] : 1026
[ 7656.178628] mm_percpu_wq[9] : 1026
[ 7656.178629] ksoftirqd/0[10] : 1
[ 7656.178631] rcu_sched[11] : 1026
[ 7656.178633] migration/0[12] : 1
[ 7656.178634] idle_inject/0[13] : 1
[ 7656.178636] cpuhp/0[14] : 1
[ 7656.178638] cpuhp/1[15] : 1
[ 7656.178639] idle_inject/1[16] : 1
[ 7656.178641] migration/1[17] : 1
[ 7656.178642] ksoftirqd/1[18] : 1
[ 7656.178644] kworker/1:0H[20] : 1026
[ 7656.178646] cpuhp/2[21] : 1
```

. . .

```
[ 7656.179765] cups-browsed[3830] : 1
[ 7656.179767] kworker/2:0[4537] : 1026
[ 7656.179768] kworker/3:1[4614] : 1026
[ 7656.179770] kworker/u256:0[4660] : 1026
[ 7656.179771] kworker/u256:2[4685] : 1026
[ 7656.179773] kworker/2:2[4693] : 1026
[ 7656.179774] dhclient[4913] : 1
[ 7656.179775] kworker/3:2[4930] : 1026
[ 7656.179778] gnome-terminal-[5009] : 1
[ 7656.179779] bash[5020] : 1
[ 7656.179780] kworker/0:0[5308] : 1026
[ 7656.179782] kworker/1:8[5313] : 1026
[ 7656.179783] kworker/1:9[5314] : 1026
[ 7656.179784] kworker/3:0[6417] : 1026
[ 7656.179785] kworker/u256:1[6420] : 1026
[ 7656.179787] sudo[6433] : 1
[ 7656.179788] insmod[6434] : 0
```

예제 2 : process의 부모-자식 관계 파악해보기

week5/2_parent_child_relationship/parent_child.c

- 어떤 프로세스가 어떤 자식 프로세스를 생성했는지 출력

  (부모 및 자식 프로세스의 pid, command 출력)

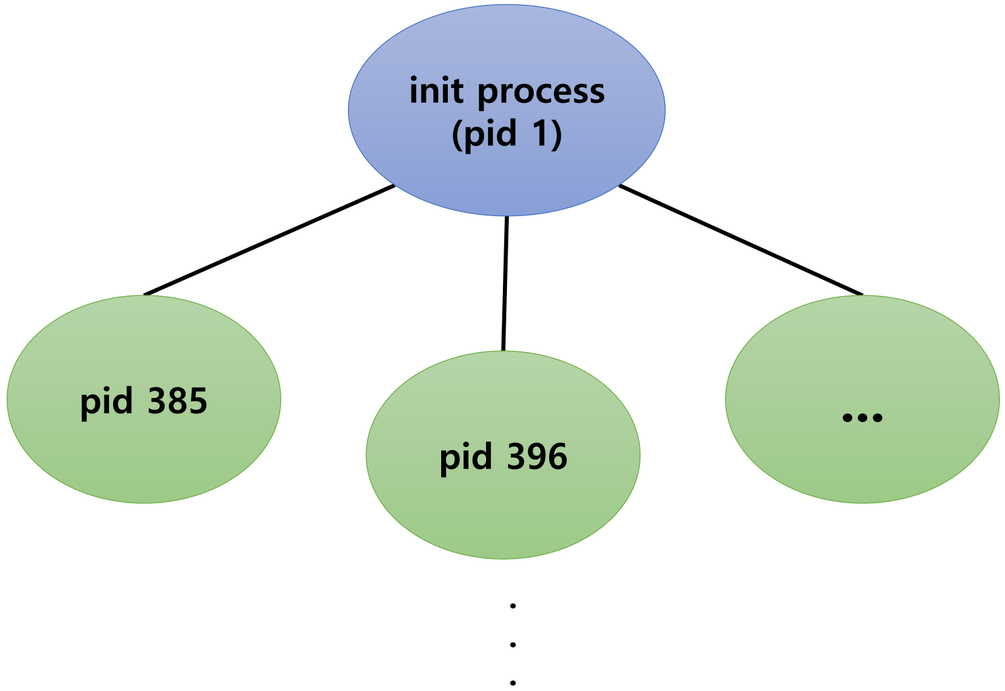
```c
#include <linux/kernel.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/init.h>
#include <linux/sched.h>
#include <linux/sched/signal.h>

int module_start(void) {
        struct task_struct *task;
        struct task_struct *child;
        struct list_head *list;

        printk("INSTALL: parent_child");
        // 1) init process로 시작해서 모든 프로세스를 탐색한다.
        for_each_process(task) {
                // 2) 해당 프로세스의 task 구조체 정보를 출력한다.
                printk("\n %4d task %s\n children: ", task->pid, task->comm);
                // 3) 해당 task의 자식 head를 가져온다.
                list_for_each(list, &task->children) {
                        // 4) 자식 head를 기준으로 형제 관계(sibling)에 있는 모든 자식들을 불러온다.
                        child = list_entry(list, struct task_struct, sibling);
                        // 5) 자식의 정보를 출력한다.
                        printk(" %4d %s", child->pid, child->comm);

                        /* 결과적으로 task의 모든 자식들이 출력된다. */
                }
        }
        return 0;
}

void module_end(void) {
        printk("REMOVE: parent_child");
}

module_init(module_start);
module_exit(module_end);
```

예제 2 : process의 부모-자식 관계 파악해보기

week5/2_parent_child_relationship/parent_child.c

- 어떤 프로세스에 의해 어떤 자식 프로세스가 생성되었는지 확인
- e.g) systemd에 의해 init process (pid 1)이 실행되었고,
  pid 385, 396, ... 등 많은 프로세스들이 init process의 자식 프로세스로 생성됨을 확인

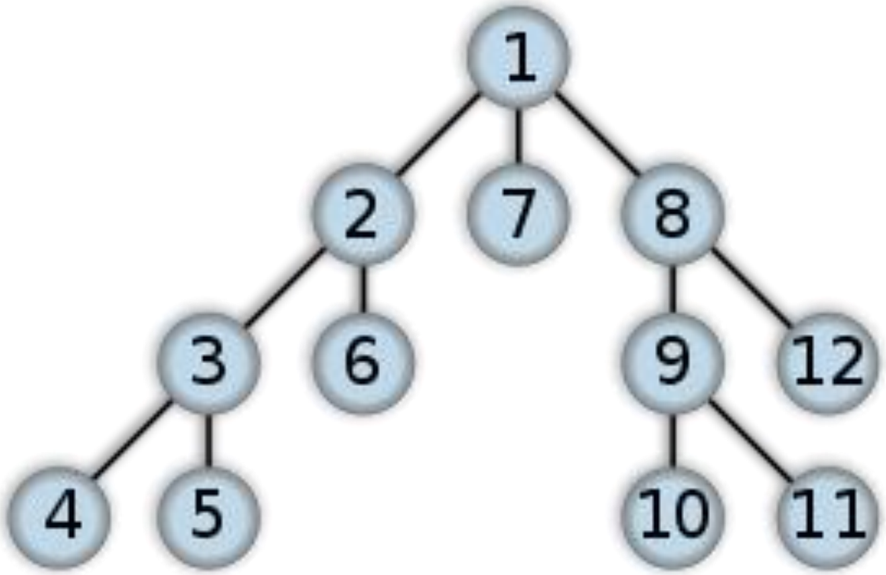
```
[ 2378.542729] INSTALL: parent_child
[ 2378.542732]
                  1 task systemd
                children:
[ 2378.542733]    385 systemd-journal
[ 2378.542734]    396 systemd-udevd
[ 2378.542735]    645 systemd-resolve
[ 2378.542736]    651 systemd-timesyn
[ 2378.542736]    776 udisksd
[ 2378.542737]    784 irqbalance
[ 2378.542738]    786 dbus-daemon
[ 2378.542738]    815 rsyslogd
[ 2378.542739]    821 NetworkManager
[ 2378.542739]    822 cron
[ 2378.542740]    824 acpid
[ 2378.542741]    827 accounts-daemon
[ 2378.542742]    829 systemd-logind
[ 2378.542742]    830 ModemManager
[ 2378.542743]    832 avahi-daemon
[ 2378.542744]    838 networkd-dispat
[ 2378.542745]    839 wpa_supplicant
[ 2378.542745]    873 polkitd
[ 2378.542746]    893 unattended-upgr
[ 2378.542747]    909 gdm3
[ 2378.542748]    947 systemd
[ 2378.542748]    961 gnome-keyring-d
```



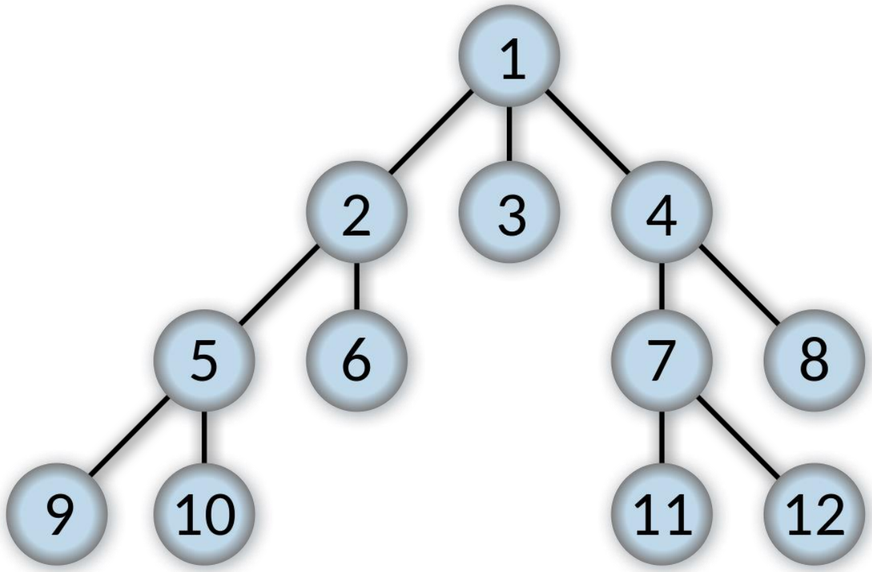
Depth-First Search

- **깊이를 우선 탐색**하는 알고리즘
- 비교 대상으로는 너비 우선 탐색이 있음

Depth-First Search



Breadth-First Search



Depth-First Search

- **PSEUDO CODE**

```
dfs(i) {
        print information of i
        for each s ∈ siblings of child of i
            dfs(s);
}

init() {
        initial   task t
        dfs(t)
}
```

- **구현 시 필요한 함수와 속성**

- **list_for_each**

  or

- **list_for_each_entry**

- **task_struct -> children**
- **task_struct -> sibling**

 # PSEUDO CODE 는 PSEUDO CODE 일 뿐,
각 함수에서 요구하는 타입은 이해를 바탕으로
구현해야 함

CHAPTER 2.

프로세스의
pid 데이터를
출력하는 모듈

- 프로젝트 설명
- 프로젝트에 필요한 함수
- 프로젝트 결과화면

프로젝트 : ps lite

week5/ps_lite/list_tasks_dfs.c

- **목표 : <u>기존 ps 명령의 lite 버전 구현</u>**
  - init process부터 모든 프로세스의 pid 데이터를 출력하는 모듈 구현

```
  /* SOLUTION 1 : list_for_each 사용할 경우 */
  list_for_each(/* TODO 1. 매개변수 채우기 */) {
    /* TODO 2. 빈칸 채우기 */
    dfs(child);
  }

  /* SOLUTION 2 : list_for_each_entry 사용할 경우 */
  /* TODO 1. task의 children 주소 값을 list 포인터에 할당  */
  list_for_each_entry(/* TODO 2. 매개변수 채우기 */) {
    dfs(child);
  }
}

static int __init list_task_init(void) {

  struct task_struct *init_task;

  /* SOLUTION 1 : pid를 통해 프로세스를 불러오기 */

  /* TODO 1. init 프로세스의 pid 구조체 가져오기 (find_get_pid 사용) */

  /* TODO 2. 가져온 pid를 통해 해당 프로세스의
  task_struct 구조체 가져오기 (pid_task 사용) */

  printk(KERN_INFO "INSTALL: list_tasks_dfs\n");

  /* SOLUTION 2 : 현재 수행중인 프로세스의 조상을 찾아가기 */

  /* TODO 1. sched.h로부터 init_task로 현재 실행중인 프로세스 가져오기 */

  // pid가 1이 될 때 빠져나오는 조건이다.
  while (init_task->pid != 1){
    /* TODO 2. init 프로세스(pid = 1)를 가리킬때까지 부모 프로세스 탐색하기 */
  }

  dfs(init_task); // 깊이 우선 탐색을 통해 init 프로세스를 기점으로 모든
```

프로젝트 : ps lite 결과 예시

```
os@os-virtual-machine:~/os-week/week5/ps_lite_answer$ dmesg
[ 8032.498197] INSTALL: list_tasks_dfs
[ 8032.498212] COMM: systemd              STATE: 1      PID: 1
[ 8032.498216] COMM: systemd-journal      STATE: 1      PID: 383
[ 8032.498218] COMM: systemd-udevd        STATE: 1      PID: 397
[ 8032.498219] COMM: systemd-resolve      STATE: 1      PID: 658
[ 8032.498221] COMM: systemd-timesyn      STATE: 1      PID: 659
[ 8032.498224] COMM: rsyslogd             STATE: 1      PID: 800
[ 8032.498225] COMM: networkd-dispat      STATE: 1      PID: 803
[ 8032.498227] COMM: udisksd              STATE: 1      PID: 806
[ 8032.498229] COMM: bluetoothd           STATE: 1      PID: 808
[ 8032.498231] COMM: ModemManager         STATE: 1      PID: 811
[ 8032.498233] COMM: systemd-logind       STATE: 1      PID: 812
[ 8032.498234] COMM: cron                 STATE: 1      PID: 816
[ 8032.498236] COMM: avahi-daemon         STATE: 1      PID: 826
[ 8032.498238] COMM: avahi-daemon         STATE: 1      PID: 836
[ 8032.498240] COMM: acpid                STATE: 1      PID: 830
[ 8032.498242] COMM: irqbalance           STATE: 1      PID: 831
[ 8032.498244] COMM: accounts-daemon      STATE: 1      PID: 845
[ 8032.498247] COMM: dbus-daemon          STATE: 1      PID: 862
[ 8032.498249] COMM: wpa_supplicant       STATE: 1      PID: 875
[ 8032.498250] COMM: NetworkManager       STATE: 1      PID: 876
[ 8032.498254] COMM: dhclient             STATE: 1      PID: 4913
[ 8032.498255] COMM: snapd                STATE: 1      PID: 878
[ 8032.498258] COMM: polkitd              STATE: 1      PID: 893
[ 8032.498260] COMM: unattended-upgr      STATE: 1      PID: 911
[ 8032.498262] COMM: gdm3                 STATE: 1      PID: 920
[ 8032.498264] COMM: gdm-session-wor      STATE: 1      PID: 956
[ 8032.498265] COMM: gdm-x-session        STATE: 1      PID: 985
[ 8032.498267] COMM: Xorg                 STATE: 1      PID: 987
[ 8032.498269] COMM: gnome-session-b      STATE: 1      PID: 1157
[ 8032.498271] COMM: ssh-agent            STATE: 1      PID: 1252
[ 8032.498273] COMM: gnome-shell          STATE: 1      PID: 1328
[ 8032.498277] COMM: ibus-daemon          STATE: 1      PID: 1631
[ 8032.498278] COMM: ibus-dconf           STATE: 1      PID: 1635
```

감사합니다.

CPS LAB