운영체제론 실습 4주차

CPS LAB

UNIX 쉘 기능 구현 (History 기능 제외)

목차

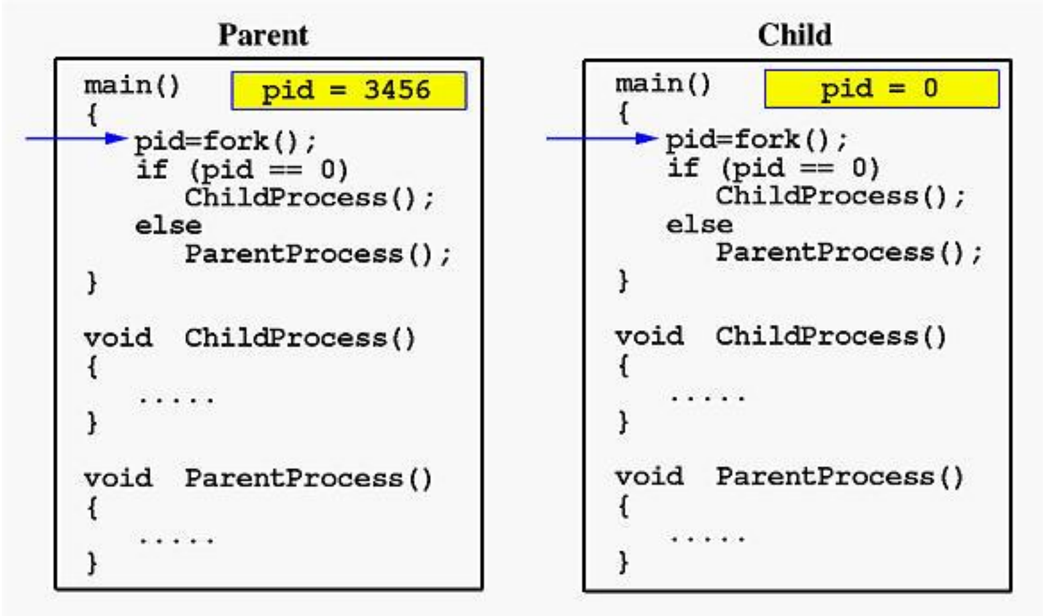
CHAPTER 1.

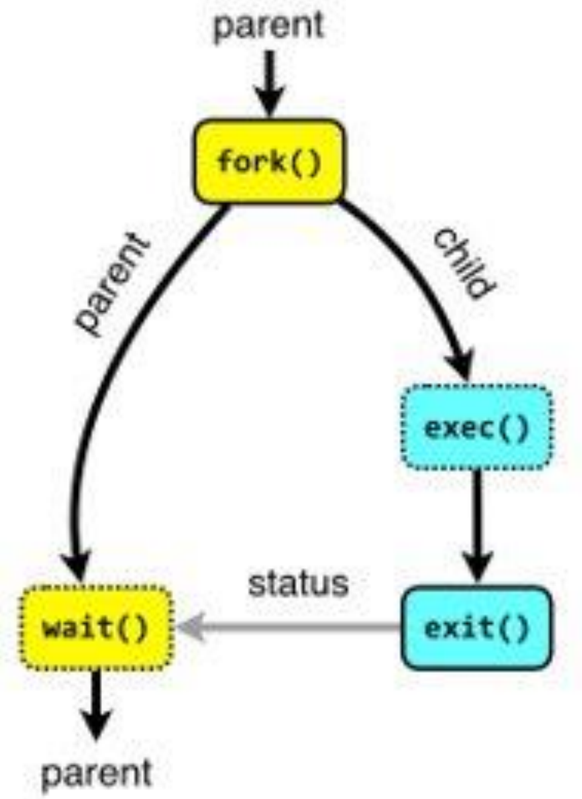
프로세스

- 프로세스 생성 (pid, fork(), execv(), wait())
- 프로세스 관련 linux 명령어 (ps, pgrep)

프로세스 생성 : fork()

- pid_t **fork**(void) : 자식 프로세스를 생성하는 함수
- fork()를 기점으로 **부모 프로세스로부터 자식 프로세스가 분기함**
- 또한 fork()가 반환하는 pid 값은 다음과 같다. (실패 시, pid = -1)
  - 부모 프로세스에서 본 pid 값 : 자식 프로세스의 pid
  - 자식 프로세스에서 본 pid 값 : 0





프로세스 생성 : fork() 코드

week4/fork/create_child.c

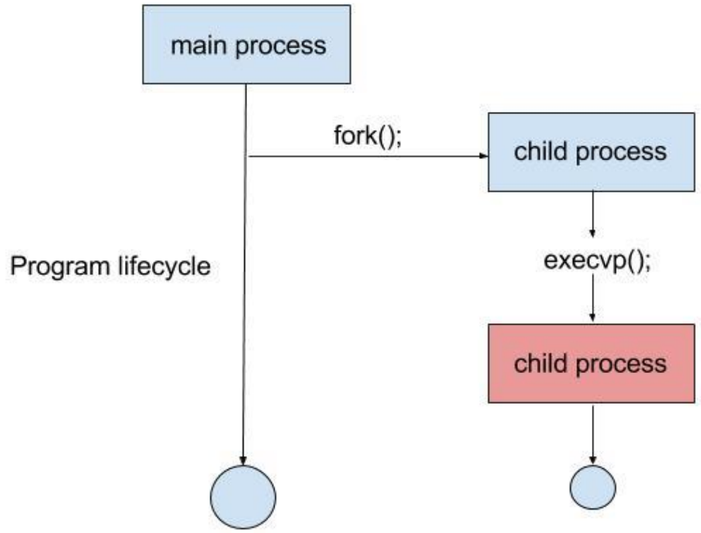
```c
int main()
{
        pid_t pid;

        /* 새로운 자식을 fork 한다. */
        pid = fork();

        if (pid < 0) { /* 에러가 발생한 경우 */
                fprintf(stderr, "Fork failed");
                return 1;

        }else if(pid == 0) { /* 자식 프로세스 */
                printf("================================\n");
                printf("CHILD: ls command\n");
                execlp("/bin/ls","ls",NULL);
                printf("/'execlp/' call was unsuccessful\n"); /* 해당 줄의 코드는 출력되지 않는다. 왜? *
/

        }else { /* 부모 프로세스 */
                /* parent will wait for the child to complete */
                wait(NULL);
                /* 해당 pid에 대해서 wait하도록 다음 명령어로 대체하여 수행해본다.
                 *
                 * waitpid(pid, NULL, 0);
                 *
                 * 같은 결과를 가져오지만 항상 같은 것은 아니다.
                 */
                printf("--------------------------------\n");
                printf("PARENT: Child Complete\n");
                printf("--------------------------------\n");
        }

        return 0;
}
```

프로그램 실행 : execv()

week4/fork/execv.c

- int **execv**(const char *path, char *const argv[])
- 어떤 프로그램 경로, 이름, 그리고 옵션을 인자로 받아 실행하는 함수
  - 1st Argument : 실행될 프로그램의 경로/명령어
  - 2nd Argument : argv, 인자들의 모음 (배열)
- **현재의 프로세스를 새로운 프로세스로 대체하는 방식**으로 수행됨

```c
int main()
{
        pid_t pid;
        char *const paramList[] = {"/bin/ls", "-l", ".", NULL};
        if ((pid = fork()) == -1)
                perror("Fork Error");
        else if (pid == 0) {
                execv("/bin/ls", paramList);
        }
}
```



exec 함수 참고

함수 이름
int execl(**const char** *path, **const char** *arg, ...)
int execlp(**const char** *file, **const char** *arg, ...)
int execle(**const char** *path, **const char** *arg ,..., **char** * **const** envp[])
int execv(**const char** *path, **char** ***const** argv[])
int execvp(**const char** *file, **char** ***const** argv[])
int execve (**const char** *filename, **char** ***const** argv [], **char** ***const** envp[])

함수 이름	프로그램 지정	명령라인 인수	함수 설명
execl	디렉토리와 파일 이름이 합친 전체 이름	인수 리스트	환경 설정 불가
execlp	파일 이름	인수 리스트	환경 설정 불가
execle	디렉토리와 파일 이름이 합친 전체 이름	인수 리스트	환경 설정 가능
execv	디렉토리와 파일 이름이 합친 전체 이름	인수 배열	환경 설정 불가
execvp	파일 이름	인수 배열	환경 설정 불가
excve	전제 경로 명	인수 배열	환경 설정 가능

자식 프로세스의 종료를 기다림 : wait()

week4/fork/wait_child.c

- pid_t **wait**(int *status) : 자식 프로세스의 종료를 기다린다.
  - 반환값 : 종료된 자식 프로세스의 pid
  - **status는 자식 프로세스의 상태를 나타냄**
    - 프로세스가 끝나서 종료되는 경우와 시그널에 의해 종료되는 것을 시도해볼 것
- pid_t **waitpid**(pid_t pid, int *status, int options)
  - 해당 pid를 갖는 자식 프로세스의 종료를 기다림
  - 자식이 다수일 경우, **명시적으로 지정**하여 기다릴 수 있는 장점을 가짐

```
// 자식 프로세스가 어떤 정보를 반환하며 종료되었느지 확인한다.
if (retval > 0) { // 자식 프로세스가 에러 없이 정상적으로 종료했다.
  if (WIFEXITED(status)) { // 자식 프로세스가 정상종료되었을 때
    printf("Child exited by process completeion : %d\n", WEXITSTATUS(status));
  }
  if (WIFSIGNALED(status)) { // 자식 프로세스가 시그널에 의해 종료되었을 때
    printf("Child exited by signal : %d\n", WTERMSIG(status));
```

https://unabated.tistory.com/entry/wait-waitpid

wait()의 status를 통해 프로세스의 종료 정보 불러오기 (1)

1) 외부 입력 없이 **정상적인 종료** status를 확인

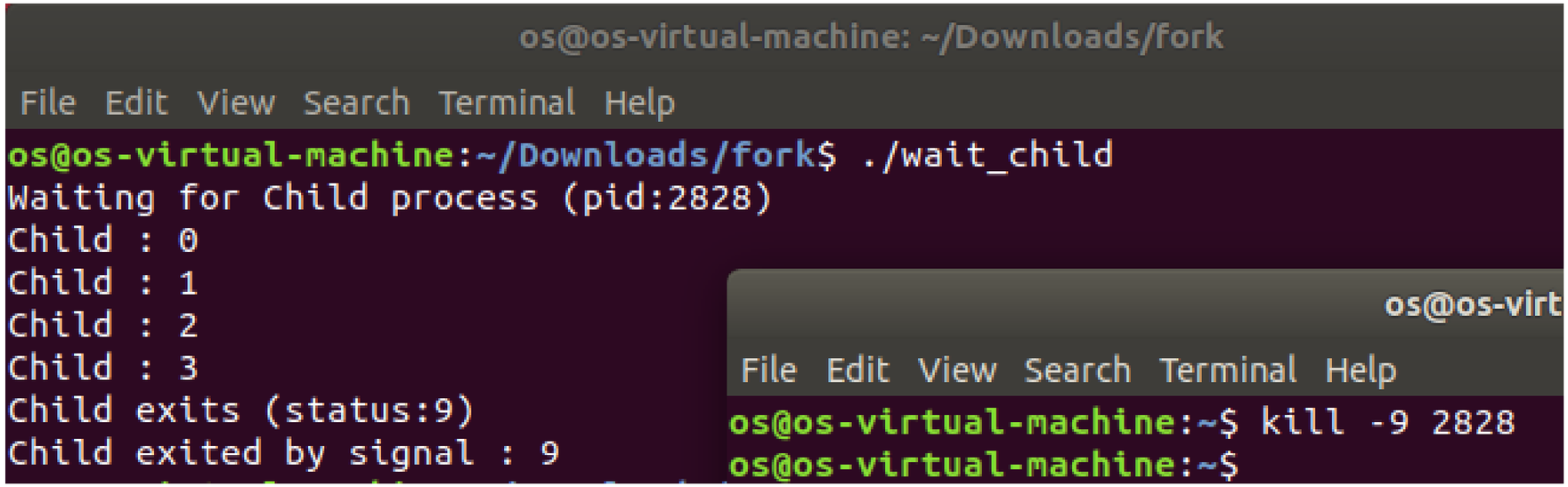
```
$ ./wait_child
```

```
os@os-virtual-machine:~/Downloads/fork$ ./wait_child
Waiting for Child process (pid:2784)
Child : 0
Child : 1
Child : 2
Child : 3
Child : 4
Child : 5
Child : 6
Child : 7
Child : 8
Child : 9
Child exits (status:768)
Child exited by process completeion : 3
```

wait()의 status를 통해 프로세스의 종료 정보 불러오기 (2)

2) **Signal**을 보내서 프로세스를 kill

```
$ ./wait_child
$ kill -9 {pid}    // 다른 터미널을 열어서 pid 정보를 가지고 프로세스를 kill
```



프로세스 명령어 사용 (1)

week4/ex/num_of_process.c

- Question : 과연 몇 개의 프로세스가 생성되었을까?

```c
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
        int i;

        for (i = 0; i < 4; i++)
                fork();

        sleep(120);

        return 0;
}
```

- 4번 loop 하였으니 4개?
- 부모까지 포함하여 5개?
- **<u>자식이 자식을 낳는 경우는?</u>**

※ 프로세스 명령어를 통해 확인

→ ***pstree, ps, pgrep***

프로세스 명령어 사용 (2)

- **pstree** : 프로세스의 부모자식 관계를 트리 구조로 나타내 주는 도구

```
$ ./num_of_process &
$ pstree {pid}
```

```
os@os-virtual-machine:~/Downloads/ex$ ./num_of_process &
[1] 3414
os@os-virtual-machine:~/Downloads/ex$ pstree 3414
num_of_process─┬─num_of_process─┬─num_of_process─┬─num_of_process──num_of_process
               │                │                └─num_of_process
               │                ├─num_of_process──num_of_process
               │                └─num_of_process
               ├─num_of_process─┬─num_of_process──num_of_process
               │                └─num_of_process
               ├─num_of_process──num_of_process
               └─num_of_process
```

프로세스 명령어 사용 (3)

- **ps** : 프로세스 정보 보기

```
$ ps aux | grep num_of_process
```

```
os@os-virtual-machine:~/Downloads/ex$ ps aux | grep num_of_process
os          3414  0.0  0.0   4388   764 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3415  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3416  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3417  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3418  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3419  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3420  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3421  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3422  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3423  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3424  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3425  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3426  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3427  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3428  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3429  0.0  0.0   4388    68 pts/0    S    01:58   0:00 ./num_of_process
os          3446  0.0  0.0  15732  1076 pts/0    S+   01:59   0:00 grep --color=auto num_of_process
```

프로세스 명령어 사용 (4)

- **pgrep** : 프로세스 검색하기

```
$ pgrep num_of_process | wc -l
```

```
File  Edit  View  Search  Terminal  Help
os@os-virtual-machine:~/Downloads/ex$ pgrep num_of_process | wc -l
16
os@os-virtual-machine:~/Downloads/ex$
```

CHAPTER 2.

UNIX shell 프로젝트

- 프로젝트 설명
- 프로젝트에 필요한 함수 (fgets, goto, string 함수)
- 프로젝트 결과화면

프로젝트 : UNIX shell 기능 구현

A. 사용자에게 문자열(shell 명령어)를 입력 받는다. (fgets 사용)

B. 입력 받은 문자열을 “ ₩n" 단위로 쪼갠다. (strtok 사용)

- 만약, 입력 받은 문자열이 비어 있다면, **goto**문을 써서 while 문 내에서 마지막으로 jump시킨다.

C. 쪼개진 문자열을 비교한다. (strcmp 사용)

- 쪼개진 문자열이 "exit"와 같다면, 프로그램을 종료 시킨다.
- 쪼개진 문자열이 "&"로 마무리 된다면, background 프로세스로 실행하기 위해 flag를 활성화한다.

D. 현재 process의 자식 프로세스를 생성한다. (fork 사용)

- 만약 pid가 음수이면, fork 과정에 문제가 발생한 것임으로 error를 출력하고 빠져나온다.
- 만약 pid가 0이면, 자식 프로세스를 실행시킨다.
  - 자식 프로세스가 쪼개진 문자열(명령 한 줄)을 수행한다. **(execvp 사용)**
- 만약 pid가 0보다 크면, 부모 프로세스를 실행시킨다.
  - 만약 background flag가 활성화되어 있지 않다면, 자식 프로세스의 종료를 기다린다. **(waitpid 사용)**
  - 그렇지 않다면, 부모 프로세스(프로그램)를 바로 종료 시킨다.

프로젝트 관련 함수 (1)

week4/etc/fgets.c

- **fgets** : shell 명령어를 입력 받기 위한 함수

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MAX_LEN 100

int main(void)
{
        char *input = (char*)malloc(MAX_LEN*sizeof(char));
        // 고정된 공간을 활용하고 싶은 경우 다음과 같이 배열로 대체 가능:
        // char input[MAX_LEN];

        fgets(input, MAX_LEN, stdin);
        // scanf는 제약이 많기 때문에 본 예제에서는 fgets를 사용하는 것이 유리
        // 표준 입력으로부터 읽을 때 stdin 사용

        printf("INPUT: %s\n", input);
        // 출력해보면 한줄이 띄워질텐데 '\n'이라는 줄바꿈 문자를 입력받게 되서 그런 것임

        free(input);
        // 모든 처리가 완료되면, malloc을 통해 할당한 메모리를 해제해줌

        return 0;
}
```

프로젝트 관련 함수 (2)

week4/etc/goto.c

- **goto** : 빈 입력을 했을 경우, 하위 처리 과정을 건너뛰기 위한 함수

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main() {
  /*
   * 랜덤한 숫자를 돌리다가 특별히 좋아하는 3의 배수가
   * 나오면 더 이상 코드를 수행하지 않고 건너뛰고
   * 무한루프를 빠져나오도록 하고 싶다.
   */
  int r;
  while (1) { /* 무한루프 */
    srand(time(NULL));
    r = rand();
    if (r % 3 == 0) {
      goto got_my_number;
    }

    /* 이 사이에는 건너뛰고 싶은 여러 코드들이 있다고 가정 */
  }
got_my_number:
  printf("My Favorite number: %d\n", r);
  return 0;
}
```

프로젝트 관련 함수 (3)

week4/etc/strtok.c

- **strtok** : 입력 받은 명령어/옵션/백그라운드(&) 등의 다수 입력이 있는데, 이를 잘게 쪼개어 주는 함수

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main(void) {
  char str[] = "This is a sample string, just testing.";
  char *p;
  // strtok을 할 때마다 커서처럼 사용
  // 상위 str 문자열을 탐색하며
  // 부분적인 문자열을 출력하는데 사용

  printf("str[]=\"%s\"\n", str);

  p = strtok(str, " ");

  while (p != NULL) {
    printf("%s\n", p);
    /*
     * 출력을 받아와서 따로 복사를 해둬야 함
     * p는 일시적으로만 값을 가리키기 때문
     *
     * (1) 공간확보: 배열 혹은 메모리할당
     * (2) 일시적으로 p가 가리키고 있는 문자열을 확보한 공간에 복사:
     *
     *          strcpy() 사용
     *
     */

    p = strtok(NULL, " ,");
  }

  printf("str[]=\"%s\"\n", str);
  // strtok을 사용하면 원본 문자열을 잘라버리기 때문에 주의할 것!

  return 0;
}
```

프로젝트 관련 함수 (4)

week4/etc/strcpy.c

- **strcpy** : 쪼개진 shell 명령어들을 일시적으로 가리키는 것이 아니라,
  실제 공간을 확보하여 복사하기 위함

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main () {
   char src[50];
   char dest[100];

   memset(dest, '\0', sizeof(dest));
   // Garbage 값이 들어있을 수 있으니, null로 초기화를 해줌

   strcpy(src, "Operating Systems are Amazing, aren't they?");

   printf("Before strcpy:\nSRC: %s\nDEST: %s\n\n", src, dest);

   strcpy(dest, src); // 방향주의! 왼쪽으로 <- 오른쪽에서 복사

   printf("After strcpy:\nSRC: %s\nDEST: %s\n", src, dest);

   return(0);
}
```

프로젝트 관련 함수 (5)

week4/etc/strcmp.c

- **strcmp** : shell 명령어가 exit, & 등의 정보를 가지고 있는지 검사하기 위한 함수

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main() {
  char str1[20];
  char str2[20];
  int result;

  strcpy(str1, "hello");

  strcpy(str2, "hEllo");

  result = strcmp(str1, str2);

  if (result > 0) {
    printf("ASCII value of first unmatched character of str1 is greater than "
           "str2");
  } else if (result < 0) {
    printf(
        "ASCII value of first unmatched character of str1 is less than str2");
  } else if (result == 0) {
    // strcmp는 ASCII 값 비교를 하고 같으면 0을 반환한다.
    printf("Both the strings str1 and str2 are equal");
  }

  return 0;
}
```

실습 : Skeleton code

week4/shell/simple_shell.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <sys/wait.h>
#include <unistd.h>

#define MAX_LEN 100 /* The maximum length command */

int main(void) {
  char *args[MAX_LEN / 2 + 1]; /* command line arguments */
  int should_run = 1;          /* flag to determine when to exit program */
  int background = 0;

  while (should_run) {
    printf("my_shell> ");
    fflush(stdout);
    /**
     * 표준입출력으로부터 문자열을 입력 받은 후:
     * (1) fork()를 통해 자식 프로세스를 생성
     * (2) 자식 프로세스가 execvp()를 호출하도록 할 것
     * (3) 만약 입력받은 문자에 &가 포함되어 있으면,
     *     부모 프로세스는 wait() 호출하지 않음
     */
  }
  return 0;
}
```

실습 : UNIX shell 결과화면

week4/shell/simple_shell

```
os@os-virtual-machine:~/os-week/week4/shell$ ./simple_shell_answer
my_shell> ls -al
waiting for child, not a background process
total 36
drwxrwxr-x 2 os os  4096  3월 31 02:46 .
drwxrwxr-x 6 os os  4096  3월 31 02:40 ..
-rw-rw-r-- 1 os os   121  4월  3  2019 Makefile
-rwxrwxr-x 1 os os 13072  3월 31 02:46 simple_shell_answer
-rw-rw-r-- 1 os os  1482  4월  3  2019 simple_shell_answer.c
-rw-rw-r-- 1 os os   761  4월  3  2019 simple_shell.c
child process complete
my_shell> ls -al &
background process
my_shell> total 36
drwxrwxr-x 2 os os  4096  3월 31 02:46 .
drwxrwxr-x 6 os os  4096  3월 31 02:40 ..
-rw-rw-r-- 1 os os   121  4월  3  2019 Makefile
-rwxrwxr-x 1 os os 13072  3월 31 02:46 simple_shell_answer
-rw-rw-r-- 1 os os  1482  4월  3  2019 simple_shell_answer.c
-rw-rw-r-- 1 os os   761  4월  3  2019 simple_shell.c

my_shell>
my_shell> pwd
waiting for child, not a background process
/home/os/os-week/week4/shell
child process complete
my_shell>
my_shell>
my_shell> exit
os@os-virtual-machine:~/os-week/week4/shell$
```

감사합니다.

CPS LAB

Lim Jiseoup

jseoup@hanyang.ac.kr