

**시스템 프로그래밍 실습**

# **FTP 1-3**

**Class : D**  
**Professor : 최상호 교수님**  
**Student ID : 2020202090**  
**Name : 최민석**

# Introduction

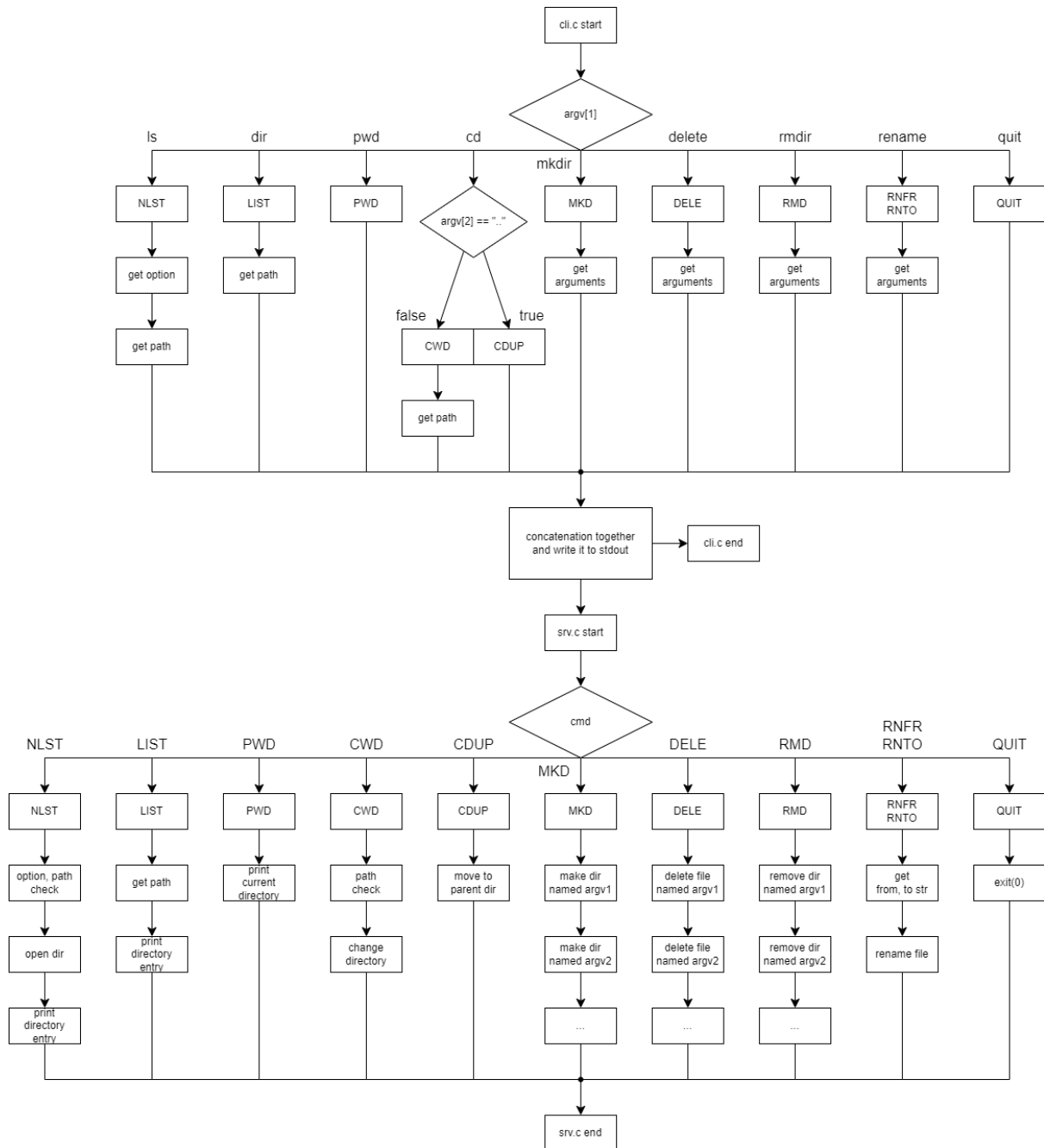
이번 Assignment 1-3 에선 클라이언트에서 명령어를 입력하면 이를 FTP 명령어로 변환한 뒤 서버로 전송해 파일을 조작할 수 있는 시스템을 구현하고 테스트해볼 것이다.

이전에 구현한 ls 명령어와 -a, -l, -al 옵션, ls -al 과 동치인 dir 명령어, 현재 디렉토리를 출력하는 pwd 명령어, 작업 디렉토리를 변경하는 cd 명령어, 디렉토리를 만드는 mkdir 명령어, 파일을 삭제하는 delete 명령어, 디렉토리를 삭제하는 rmdir 명령어, 파일의 이름을 변경하는 rename 명령어, 그리고 프로그램을 종료하는 quit 명령어를 구현할 것이다.

각 명령어는 클라이언트에서 입력 받고, 클라이언트는 이를 FTP 명령어로 변환하여 서버에 전송한다. 클라이언트에서 서버로 명령어를 전송하는 것은 표준 입출력을 이용한 read, write 시스템 콜을 사용하여 진행한다. 서버에서는 읽어 들인 명령어에 따라 대응되는 파일 시스템 동작을 수행하고 결과를 write 시스템 콜을 사용해 출력한다.

이번 assignment 에선 위 기능을 모두 수행할 수 있는 FTP 파일 시스템을 구현하는 코드를 작성해볼 것이다.

# Flow chart



cli 에서 먼저 argument 를 ftp command 로 변환하고 srv 에서 이를 처리한다.

# Pseudo code

cli.c

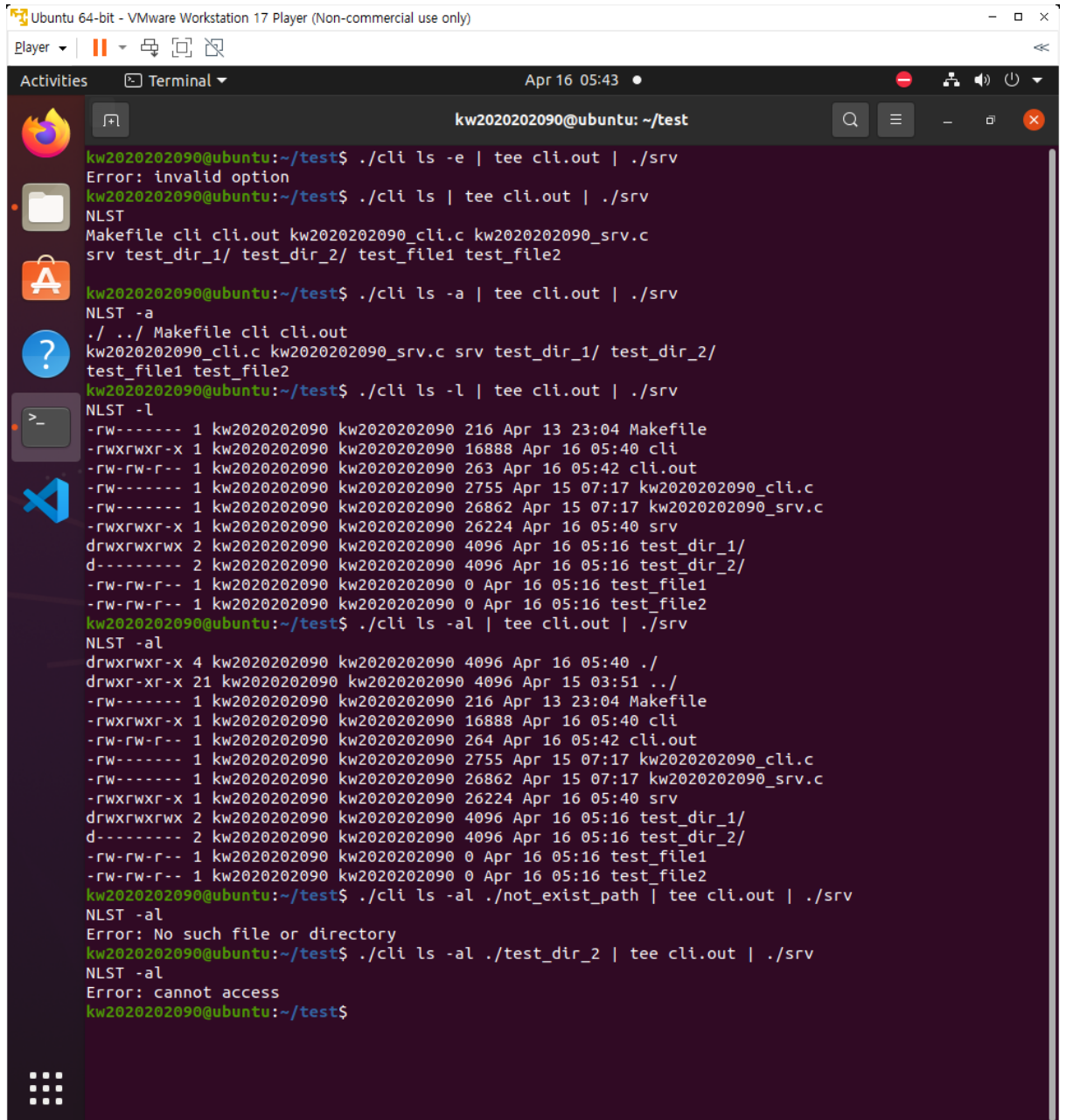
```
define string ftpcmd;  
if(argv[1] == "ls") ftpcmd = "NLST" + arguments;  
else if(argv[1] == "dir") ftpcmd = "LIST";  
else if(argv[1] == "pwd") ftpcmd = "PWD";  
else if(argv[1] == "cd ..") ftpcmd = "CDUP";  
else if(argv[1] == "cd") ftpcmd = "CWD" + arguments;  
else if(argv[1] == "mkdir") ftpcmd = "MKD" + arguments;  
else if(argv[1] == "delete") ftpcmd = "DELE" + arguments;  
else if(argv[1] == "rmdir") ftpcmd = "RMD" + arguments;  
else if(argv[1] == "rename") ftpcmd = "RNFR" + argument + "RNT0" + argument;  
else if(argv[1] == "quit") ftpcmd = "QUIT"  
transfer ftpcmd to srv.c;
```

srv.c

```
define string cmd = ftpcmd.split();  
define string argv1 = ftpcmd.split();  
...  
if(cmd == "NLST") do ls + [option] + [path];  
else if(cmd == "LIST") do ls -al + [path];  
else if(cmd == "PWD") do ls -al + [path];  
else if(cmd == "CDUP") do cd parent directory;  
else if(cmd == "CWD") do cd [path]  
else if(cmd == "MKD") do mkdir arguments...;  
else if(cmd == "DELE") do delete arguments...;  
else if(cmd == "RMD") do rmdir arguments...;  
else if(cmd == "RNFR") do rename argv1, argv2;  
else if(cmd == "QUIT") exit(0);
```

# 결과화면

- NLST



```
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -e | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls | tee cli.out | ./srv
NLST
Makefile cli cli.out kw2020202090_cli.c kw2020202090_srv.c
srv test_dir_1/ test_dir_2/ test_file1 test_file2
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -a | tee cli.out | ./srv
NLST -a
./ ../ Makefile cli cli.out
kw2020202090_cli.c kw2020202090_srv.c srv test_dir_1/ test_dir_2/
test_file1 test_file2
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -l | tee cli.out | ./srv
NLST -l
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 216 Apr 13 23:04 Makefile
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 16888 Apr 16 05:40 cli
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 263 Apr 16 05:42 cli.out
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 2755 Apr 15 07:17 kw2020202090_cli.c
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 26862 Apr 15 07:17 kw2020202090_srv.c
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 26224 Apr 16 05:40 srv
drwxrwxrwx 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test_dir_1/
d----- 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test_dir_2/
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test_file1
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test_file2
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -al | tee cli.out | ./srv
NLST -al
drwxrwxr-x 4 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:40 ./
drwxr-xr-x 21 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 15 03:51 ../
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 216 Apr 13 23:04 Makefile
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 16888 Apr 16 05:40 cli
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 264 Apr 16 05:42 cli.out
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 2755 Apr 15 07:17 kw2020202090_cli.c
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 26862 Apr 15 07:17 kw2020202090_srv.c
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 26224 Apr 16 05:40 srv
drwxrwxrwx 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test_dir_1/
d----- 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test_dir_2/
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test_file1
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test_file2
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -al ./not_exist_path | tee cli.out | ./srv
NLST -al
Error: No such file or directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli ls -al ./test_dir_2 | tee cli.out | ./srv
NLST -al
Error: cannot access
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

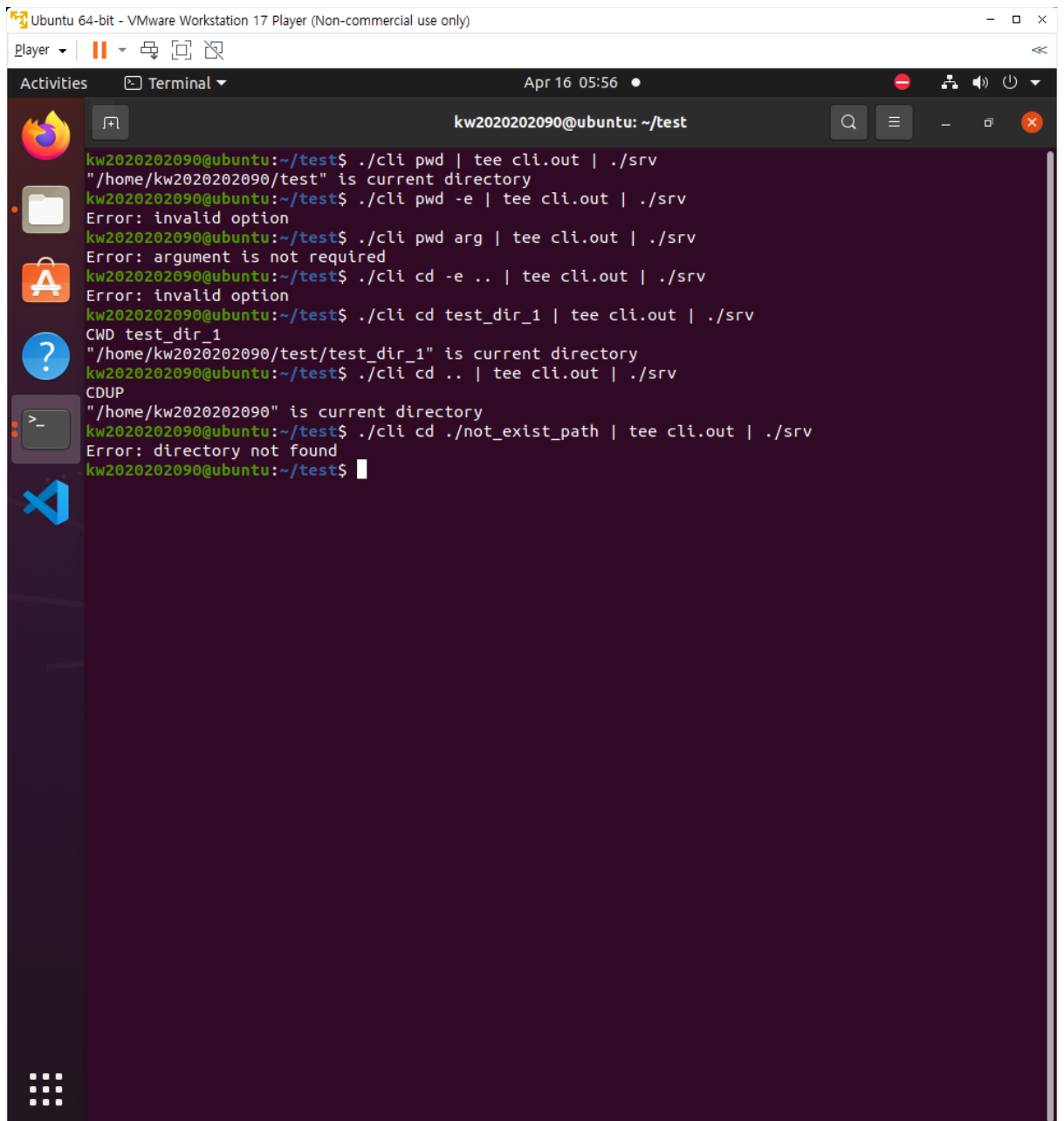
2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다.  
존재하지 않는 옵션인지 구분하고, 입력 받은 argument 가 디렉토리인지  
파일인지 구분하여 접근하고 존재하지 않는 디렉토리, 파일에 대한 예외처리를  
수행할 수 있다.

- LIST

kw2020202090@ubuntu: ~/test  
kw2020202090@ubuntu:~/test\$ make  
gcc -o cli kw2020202090\_cli.c  
gcc -o srv kw2020202090\_srv.c  
kw2020202090@ubuntu:~/test\$ ./cli dir | tee cli.out | ./srv  
LIST  
drwxrwxr-x 4 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:48 ./  
drwxr-xr-x 21 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 15 03:51 ../  
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 216 Apr 13 23:04 Makefile  
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 16888 Apr 16 05:48 cli  
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 260 Apr 16 05:48 cli.out  
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 2755 Apr 16 05:48 kw2020202090\_cli.c  
-rw----- 1 kw2020202090 kw2020202090 26850 Apr 16 05:48 kw2020202090\_srv.c  
-rwxrwxr-x 1 kw2020202090 kw2020202090 26224 Apr 16 05:48 srv  
drwxrwxrwx 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test\_dir\_1/  
d----- 2 kw2020202090 kw2020202090 4096 Apr 16 05:16 test\_dir\_2/  
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test\_file1  
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 05:16 test\_file2  
kw2020202090@ubuntu:~/test\$ ./cli dir -e | tee cli.out | ./srv  
LIST  
Error: invalid option  
kw2020202090@ubuntu:~/test\$ ./cli dir ./not\_exist\_path | tee cli.out | ./srv  
LIST  
Error: cannot access "./not\_exist\_path" : No such file or directory  
kw2020202090@ubuntu:~/test\$

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다. NLST -  
al 과 동일한 동작을 수행한다.

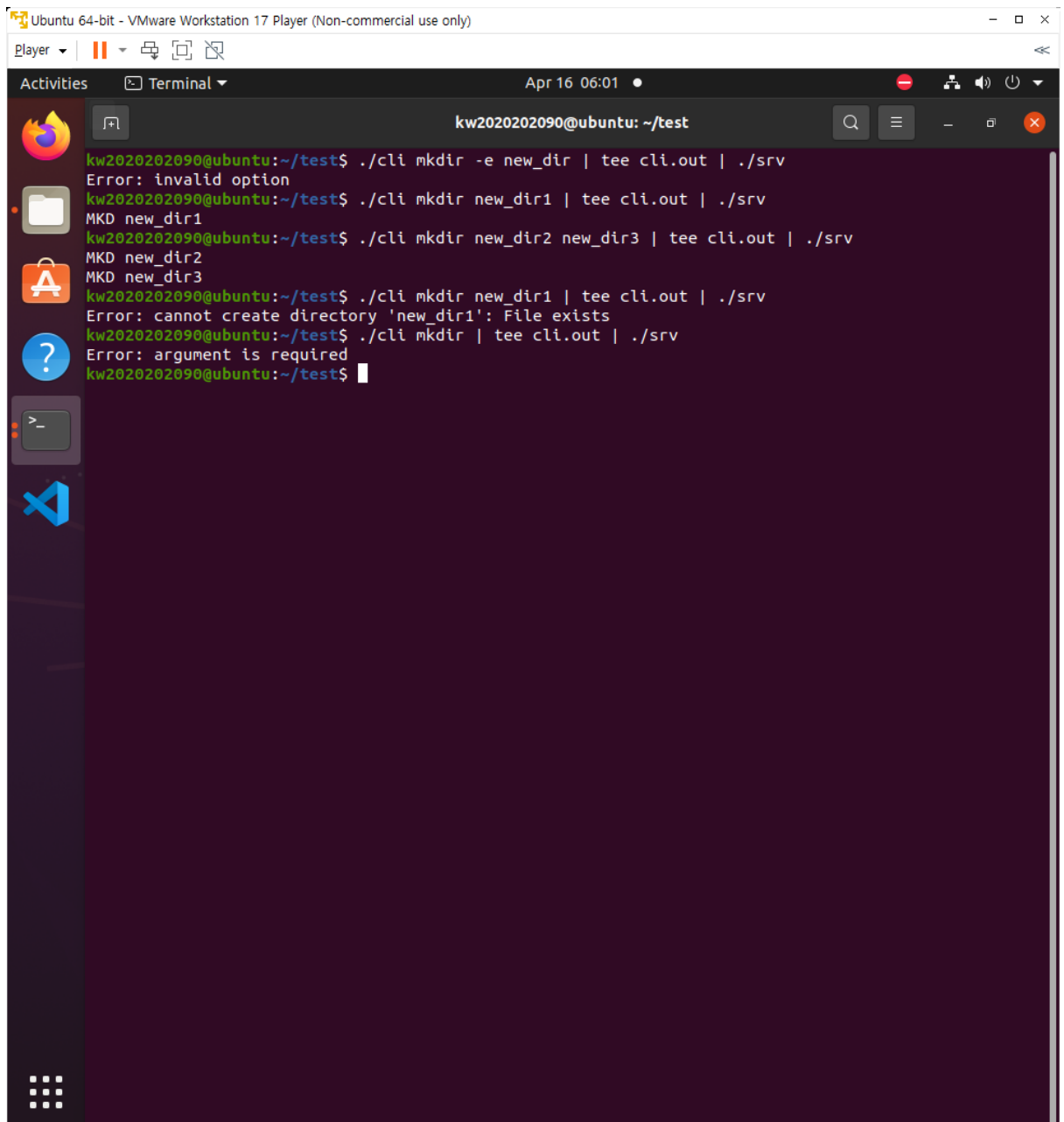
- PWD, CWD, CDUP



```
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli pwd | tee cli.out | ./srv
"/home/kw2020202090/test" is current directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli pwd -e | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli pwd arg | tee cli.out | ./srv
Error: argument is not required
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli cd -e .. | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli cd test_dir_1 | tee cli.out | ./srv
CWD test_dir_1
"/home/kw2020202090/test/test_dir_1" is current directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli cd .. | tee cli.out | ./srv
CDUP
"/home/kw2020202090" is current directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli cd ./not_exist_path | tee cli.out | ./srv
Error: directory not found
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다. 현재 디렉토리를 표시하고 디렉토리를 변경하거나 상위 디렉토리로 이동할 수 있다.

- MKD

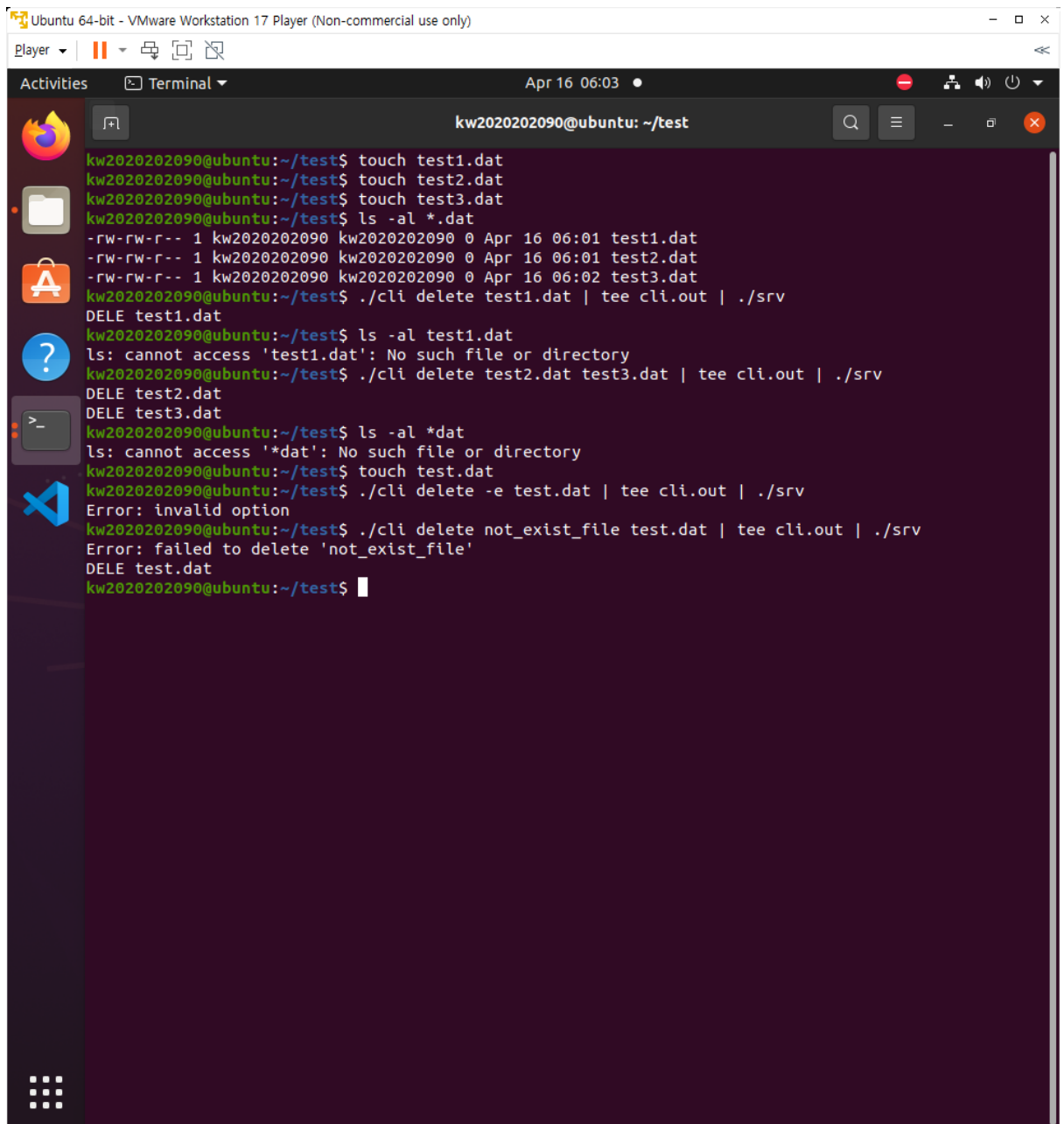


```
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli mkdir -e new_dir | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli mkdir new_dir1 | tee cli.out | ./srv
MKD new_dir1
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli mkdir new_dir2 new_dir3 | tee cli.out | ./srv
MKD new_dir2
MKD new_dir3
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli mkdir new_dir1 | tee cli.out | ./srv
Error: cannot create directory 'new_dir1': File exists
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli mkdir | tee cli.out | ./srv
Error: argument is required
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다.  
디렉토리를 생성하고 예외처리를 수행할 수 있다. 각 argument 에 대해  
독립적으로 실행이 이루어진다.



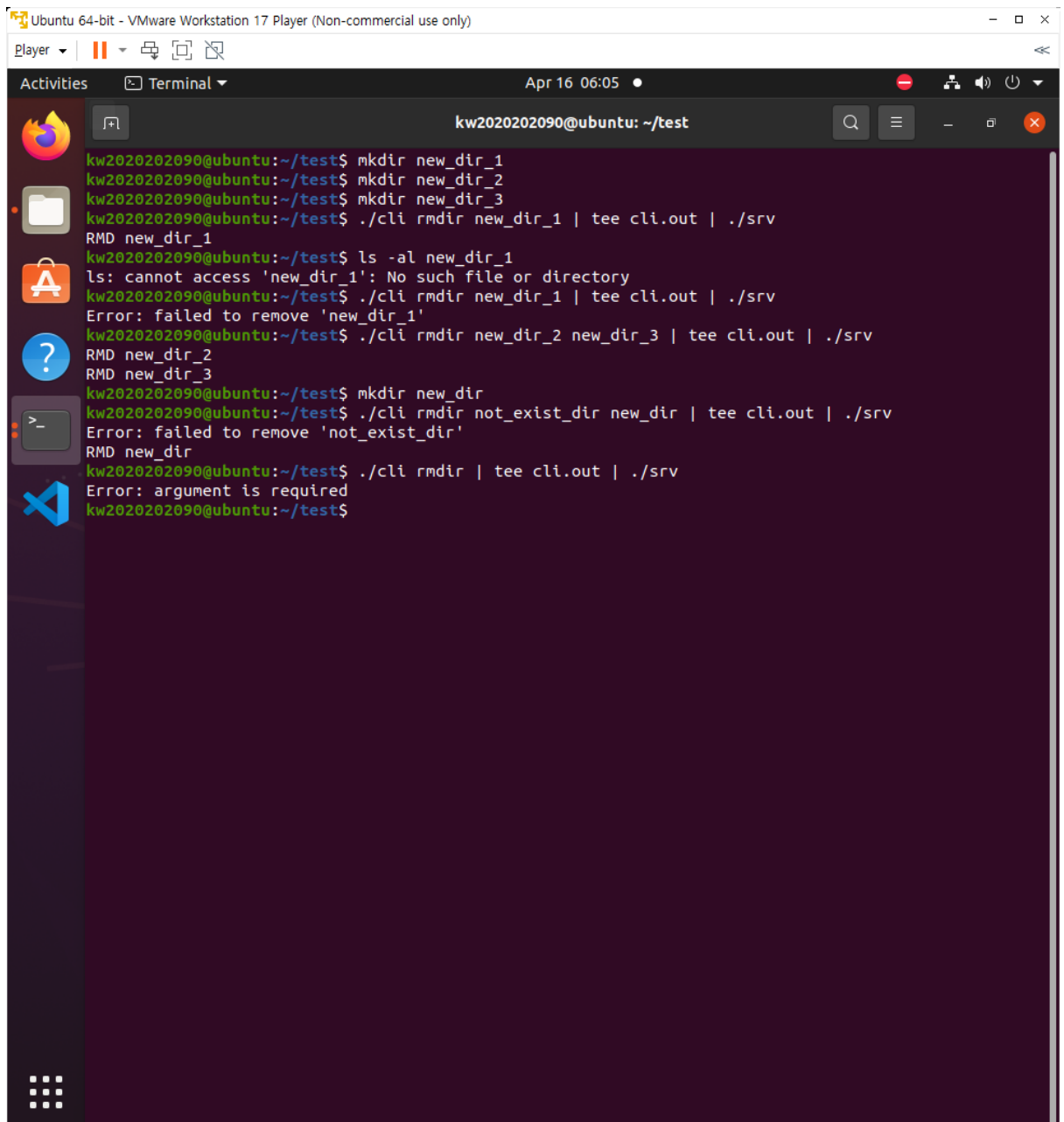
- DELE



```
Ubuntu 64-bit - VMware Workstation 17 Player (Non-commercial use only)
Player
Activities Terminal Apr 16 06:03
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ touch test1.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ touch test2.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ touch test3.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al *.dat
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:01 test1.dat
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:01 test2.dat
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:02 test3.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli delete test1.dat | tee cli.out | ./srv
DELE test1.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al test1.dat
ls: cannot access 'test1.dat': No such file or directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli delete test2.dat test3.dat | tee cli.out | ./srv
DELE test2.dat
DELE test3.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al *.dat
ls: cannot access '*.dat': No such file or directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ touch test.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli delete -e test.dat | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli delete not_exist_file test.dat | tee cli.out | ./srv
Error: failed to delete 'not_exist_file'
DELE test.dat
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다. 입력 받은 argument 들에 대해 delete 를 독립적으로 수행할 수 있다.

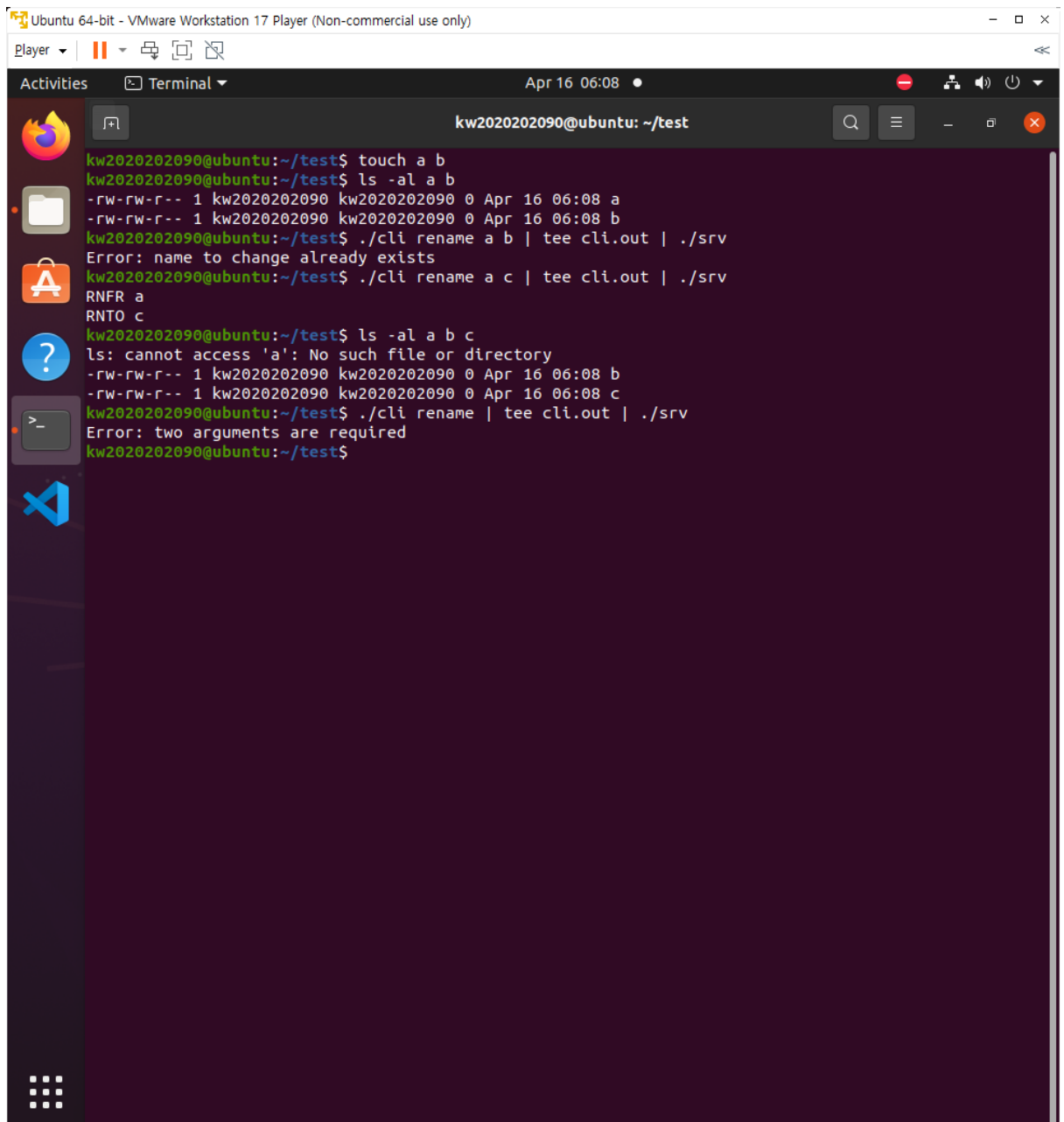
- RMD



```
Ubuntu 64-bit - VMware Workstation 17 Player (Non-commercial use only)
Player
Activities Terminal Apr 16 06:05
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ mkdir new_dir_1
kw2020202090@ubuntu:~/test$ mkdir new_dir_2
kw2020202090@ubuntu:~/test$ mkdir new_dir_3
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rmdir new_dir_1 | tee cli.out | ./srv
RMD new_dir_1
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al new_dir_1
ls: cannot access 'new_dir_1': No such file or directory
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rmdir new_dir_1 | tee cli.out | ./srv
Error: failed to remove 'new_dir_1'
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rmdir new_dir_2 new_dir_3 | tee cli.out | ./srv
RMD new_dir_2
RMD new_dir_3
kw2020202090@ubuntu:~/test$ mkdir new_dir
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rmdir not_exist_dir new_dir | tee cli.out | ./srv
Error: failed to remove 'not_exist_dir'
RMD new_dir
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rmdir | tee cli.out | ./srv
Error: argument is required
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다. 입력 받은 argument 들에 대해 독립적으로 디렉토리 삭제를 수행할 수 있다.

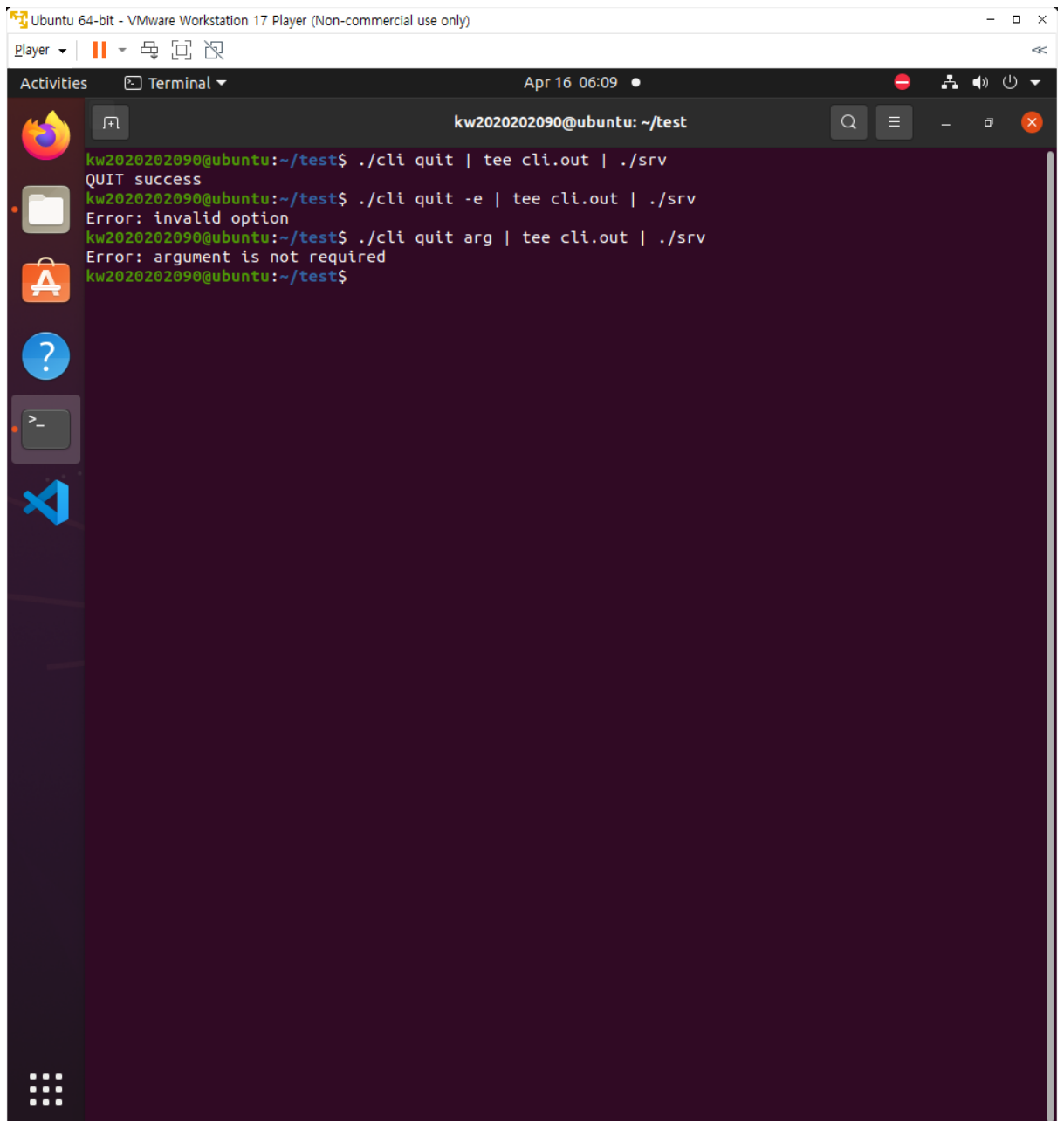
- RNFR, RNTO



```
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ touch a b
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al a b
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:08 a
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:08 b
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rename a b | tee cli.out | ./srv
Error: name to change already exists
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rename a c | tee cli.out | ./srv
RNFR a
RNTO c
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ls -al a b c
ls: cannot access 'a': No such file or directory
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:08 b
-rw-rw-r-- 1 kw2020202090 kw2020202090 0 Apr 16 06:08 c
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli rename | tee cli.out | ./srv
Error: two arguments are required
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다. 입력 받은 argument 에 따라 예외처리 이후 파일 이름을 변경한다.

- QUIT



```
kw2020202090@ubuntu: ~/test
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli quit | tee cli.out | ./srv
QUIT success
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli quit -e | tee cli.out | ./srv
Error: invalid option
kw2020202090@ubuntu:~/test$ ./cli quit arg | tee cli.out | ./srv
Error: argument is not required
kw2020202090@ubuntu:~/test$
```

2024-1\_SPLab\_FTP\_Assginment1\_3\_v2 의 테스트 케이스를 수행하였다.  
프로그램을 종료하고 존재하지 않는 옵션, argument 에 대한 예외처리를 수행할 수 있다.

## 고찰

클라이언트에서는 입력 받은 명령어에 따라 FTP 명령어로 변환 및 파싱하고 이를 write 를 이용해 stdout 으로 출력하고 서버에서 read 로 stdin 으로 입력 받아 명령어에 대한 동작을 수행한다.

read, write 시스템 콜은 첫번째 파라미터로 stdin, stdout, stderr 외에도 파일 디스크립터를 넘겨줄 수 있는데 파일 디스크립터와 소켓이 유사하게 작동한다는 것을 알면 이를 이용해 다른 장치로의 데이터 전송도 가능할 것 같다고 생각한다.

ls 명령어의 옵션을 구현할 때는 ftp1-2 과제 파일에서 주어진 다양한 파일 시스템 기능에 접근할 수 있는 시스템 콜을 사용했다. 예를 들어 ls -l의 경우 디렉토리 엔트리의 정보를 자세하게 표시하는 옵션이라 파일의 접근 권한, 파일과 연결된 링크의 개수, 소유자 및 그룹 이름, 용량, 마지막 수정 시간, 파일 이름 등을 표시하는데 statbuffer 에 stat 시스템 콜로 이 정보들을 받아와서 출력하였다.

앞으로 이 코드를 기반으로 외부 장치 프로세스와 커뮤니케이션이 가능하도록 기능을 확장한다면 FTP 서버 시스템을 구현할 수 있을 것이라고 생각한다.

## Reference

- 강의 자료를만 참고하였음.