Programming Assignment #0

컴퓨터구조 수업 수강을 환영합니다!

이번 과제는 컴퓨터구조 수업과 이후의 과제를 수행하기 전에 필요한 C programming Skill에 대해 평가 및 복습을 하는 것이 주 내용입니다. 과제는 A, B 두 개의 파트로 나누어져 있으며, 각 섹션에서는 각자 다른 부분을 평가합니다.

- Part A: 기본적인 포인터에 대한 이해와 응용 Skill
- Part B: File 입출력에 대한 이해와 문자열을 parsing할 수 있는 Skill

준비사항: 리눅스 환경 숙지! (아주BB 2주차 2회 및 3회 설명 동영상 듣고 시작하시길 바랍니다.)
마감기한: 3월 26일 오후 11:59
숙제제출: PAsubmit 이용

Part A: 기본적인 포인터에 대한 이해와 응용 Skill

담당조교: 김종현

1. 개요

Part A에서는 포인터(pointer)에 대한 기본 개념과 이를 응용하여 구조체 포인터, 구조체 내부 변수에 포인터가 있는 경우 등을 알고있는지를 묻습니다.

구현해야 할 프로그램은 (x, y) 좌표 두개의 값을 인자로 받아서 x값들의 합, y값들의 차를 각각 출력(P1~P2)하고 두 점사이에 거리를 대각선으로 하는 직사각형의 넓이를 계산(P3~P6)하는 프로그램입니다. 추가적으로 문자열의 순서를 반대로 바꾸는 문제(P7)가 있습니다.

본 과제의 목표인 포인터의 개념을 잘 알고 있는지를 판단하기 위해서 첫번째 좌표는 `int`형 변수를 담고 있는 `struct Point_val`이라는 구조체를 사용하고, 두번째 좌표는 `int*`형 변수를 담고 있는 `struct Point_ref` 구조체를 사용해서 문제를 풀어야 합니다.

```
struct Point_val {
      int x;
      int y;
}
```

```
struct Point_ref {
      int *x;
      int *y;
}
```

프로그램을 실행할 때 두 점의 좌표 (x1, y1), (x2, y2)와 문자열이 쓰여져 있는 파일을 전달인자로 받아서 실행이 됩니다.

각 문제들은 main.c의 main 함수에 정의되어 있으며 문제를 해결하기 위한 함수들은 util.c에 작성되어 있습니다. util.c의 함수에 적절한 코드를 작성하여 문제들을 해결하는 프로그램을 작성하세요. (**main.c의 main 함수를 수정하는 것이 아닙니다.**)

2. 구현 사항

- `P1`: x1 + x2의 결과를 Call-by-Value로 구현하기
- `P2`: y1 - y2의 결과를 Call-by-Reference로 구현하기
- `P3`: struct Point_ref 구조체 변수를 struct Point_val 구조체 변수로 변환하기
- `P4`: struct Point_val 구조체 변수를 기반으로 한 직사각형의 면적을 계산하는 함수 구현
- `P5`: struct Point_val 구조체 변수를 struct Point_ref 구조체 변수로 변환하기
- `P6`: struct Point_ref 구조체 변수를 기반으로 한 직사각형의 면적을 계산하는 함수 구현
- `P7`: 문자열을 반대로 뒤집는 함수 구현(e.g. “abcd” → “dcba”)
- 참고 사항: 두 점 사이에 생기는 사각형의 경우의 수는 가로와 세로가 좌표축에 평행한 경우로 제한한다.

  예시) P1=(1, 3), P2=(4, 1)인 경우
  가로: 두 점 간의 x좌표 값 차이 (e.g. x1=1, x2=4이므로, 가로 길이 = 3)
  세로: 두 점 간의 y좌표 값 차이 (e.g. y1=3, y2=1이므로, 세로 길이 = 2)
  면적 계산: 3 * 2 = 6

3. 예시

3.1 제공되는 코드 다운로드

```
$] git clone https://github.com/csl-ajou/sce212-project0.git
Cloning into 'sce212-project0'...
remote: Enumerating objects: 48, done.
remote: Counting objects: 100% (48/48), done.
remote: Compressing objects: 100% (42/42), done.
remote: Total 48 (delta 1), reused 48 (delta 1), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (48/48), done.
Checking connectivity... done.
```

`git`을 통한 코드 다운로드 방법

3.2 소스 코드 컴파일

```
$] pwd
/home/csl
$] cd sce212-project0/PA0-A
$] pwd
/home/csl/sce212-project0/PA0-A
```

코드가 있는 위치로 이동

```
$] make
gcc  -std=c99 -g -I ./ -Werror   -c -o main.o main.c
gcc  -std=c99 -g -I ./ -Werror   -c -o util.o util.c
gcc  -o pa0_a main.o util.o
```

`make` 명령어를 이용하여 소스 코드를 컴파일 하여 `pa0_a` 실행 파일을 생성한다.

3.3 결과 비교

```
$] make test_0
Testing example1
--- sample_output/example1.out  2021-03-10 14:58:01.478646992
+0000
+++ sample_input/example1.out   2021-03-10 15:02:35.209438611
+0000
@@ -1,6 +1,6 @@
 x1: 1, y1: 2, x2: 4, y2: 8, word:erutcetihcrA retupmoC ekil I
-sum_x: 5
-sub_y: -6
-calc_area1: 18
-calc_area2: 18
-The reverse is I like Computer Architecture
+sum_x: 0
+sub_y: 0
+calc_area1: 0
+calc_area2: 0
+The reverse is erutcetihcrA retupmoC ekil I
        Results not identical, check the diff output
```

`Makefile`에 정의해놓은 테스트 케이스 (example1 ~ example5)를 이용하여 reference 프로그램의 sample_output(---)과 비교하여 자신의 출력결과(+++)가 어디서 잘못되었는지 알 수 있다. '`make test`' 명령어를 이용하면 테스트케이스 1번 부터 5번까지 모두 테스트한 결과를 보여준다.

만약 자신의 출력결과가 reference 프로그램의 출력과 동일하면 아래와 같이 나타난다. 아래는 `test_1` 에 대해서 수행한 결과 이고 이런식으로 5개의 test를 개별적으로 실행해볼 수도 있다.

```
$] make test_1
Testing example1
     Test seems correct
```

3.4 참고: make test를 이용하지 않고 직접 실행파일을 이용하여 결과 확인

```
# Check your current directory path
$] pwd
/home/sce212/st201924165/PA0-A

# Execute your binary file with input arguments.
$] ./pa0_a sample_input/example1.in

# Output (This is not answer)
```

```
x1: 1, y1: 2, x2: 4, y2: 8, word:erutcetihcrA retupmoC ekil I
sum_x: 0
sub_y: 0
calc_area1: 0
calc_area2: 0
The reverse is erutcetihcrA retupmoC ekil I
```

4. 결과 제출

본 숙제에서 작성한 `util.c` 파일만 https://sslab.ajou.ac.kr/pasubmit에서 제출한다. 제출하고 나서 반드시 Test를 통해서 본인이 테스트한 결과와 동일한 결과가 나오는지 확인을 진행한다.

Part B: File 입출력에 대한 이해와 문자열을 parsing할 수 있는 Skill

담당조교: 정진우

1. 개요

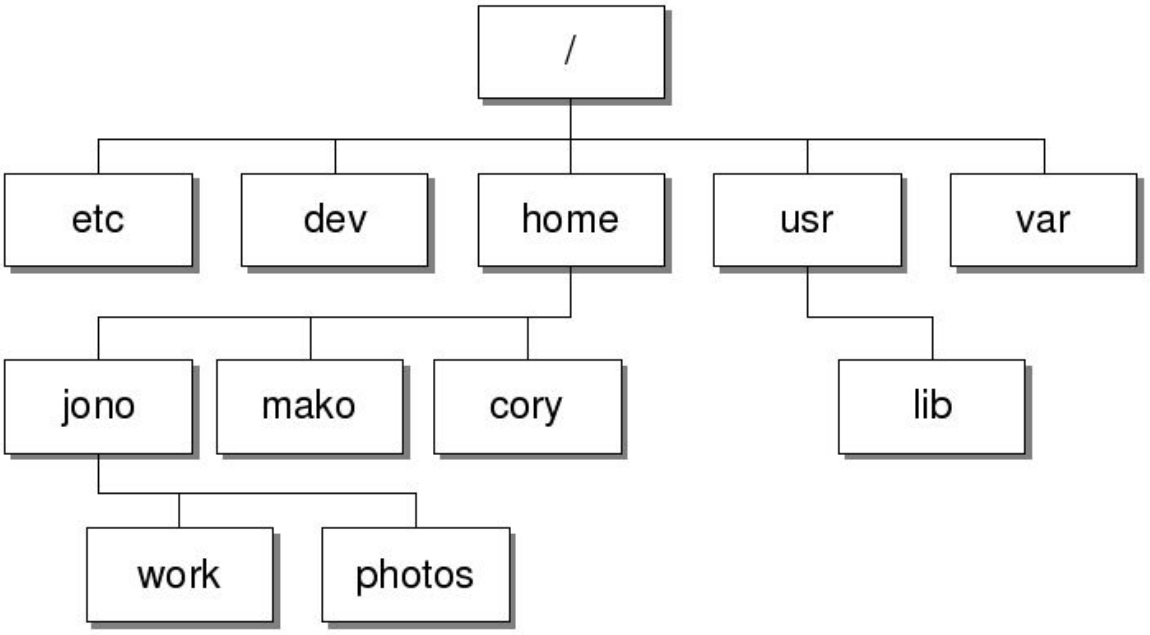
해당 프로젝트는 특정 디렉토리의 파일들을 출력하는 프로그램을 구현하는 것입니다. 이 프로젝트의 주 목적은 학생들에게 C programming language 에서의 문자열 파싱(parsing), 포인터(pointer), 구조체(structure)에 대한 이해를 돕기 위해서 준비하였습니다.

간략하게 구현할 프로그램을 설명하자면, 입력으로 파일들의 경로(path)가 주어지고, 이 정보를 가지고 특정 디렉토리 안에 있는 파일들을 출력하는 프로그램입니다.

2. 배경지식

2.1 디렉토리(directory) 구조

Linux는 기본적으로 사용자가 볼 수 있는 모든 것부터 보이지 않는 운영체제 및 하드웨어가 구성하고 있는 모든 것까지 모두 파일(file) 형태로 이루어져있습니다. (Linux 자체가 파일의 총 집합체라고 말해도 과언이 아닙니다.) 아래는 Linux kernel 이 구성하고 있는 디렉토리 구조입니다.



몇 가지 생략된 디렉토리 가 있지만 일반적으로 그림과 같은 계층적 구조를 이루고 있습니다. 모든 파일이나 디렉토리들은 `root`라고 불리는 디렉토리에서 부터 시작하며, `'/'` 로 표현됩니다.

2.2 경로 (Path)

Linux에는 Windows 와 동일하진 않지만 거의 비슷한 개념으로 경로(Path) 라는 것이 있습니다. 예를 들어 Windows 에서 "`C:\Program files\AppData\`" 로 path 를 나타낼 수 있다면 Linux 에선 비슷하게 "`/home/user/application`" 의 형태로 나타낼 수 있습니다. 경로를 나타내는 방식은 두 가지가 있는데 각각 표기하는 방법에 따라 불려지는 이름이 다릅니다.

- `Absolute path`: 직역하면 절대 경로라는 뜻으로 `root`부터 선택된 파일, 디렉토리까지의 전체 경로를 뜻합니다. 예를 들어 앞의 예제와 같은 것이 absolute Path 입니다.

- `Relative path`: 직역하면 상대 경로라는 뜻으로 선택된 파일 및 디렉토리의 시점에서 보여지는 경로를 의미합니다.

이번 과제에서는 Path를 상대 경로 없이 **절대 경로**만을 사용하여 표현하였습니다.

3. 구현 사항

- `P1`: `utils.c`의 `parse_str_to_list()` 작성.
  이 함수는 입력 버퍼를 '/' 문자 또는 개행문자를 단위로 하여 tokenize시키고, 그 결과로 만들어진 token을 `token_list`에 넣는 함수이다.

  hint: strtok() 함수를 사용하면 쉽게 문자열을 tokenize할 수 있으며, `token_list`의 마지막 인덱스는 파일 이름, 나머지 인덱스는 디렉토리 이름이 담긴다.

예시)
파일 입력: "`/home/user/text.txt`"

`token_list:`

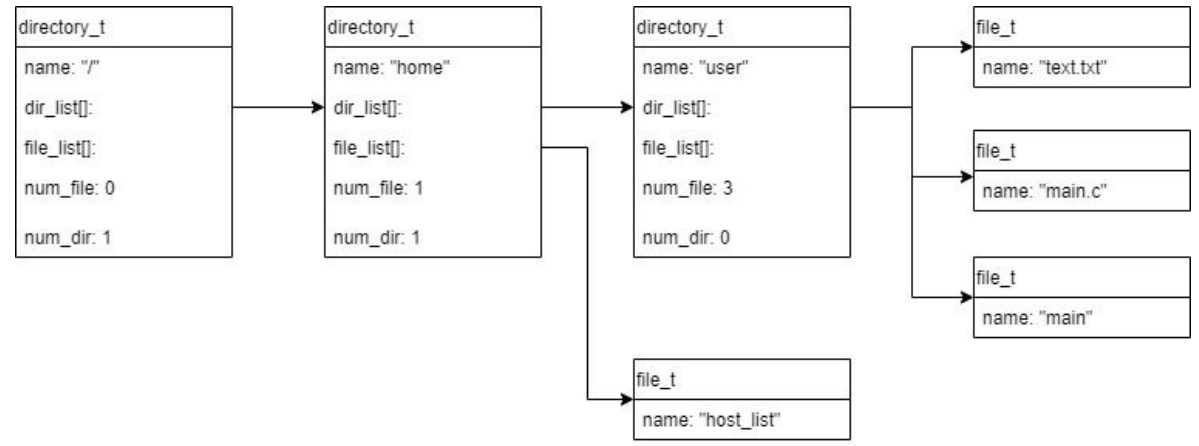
"home"	"user"	"text.txt"

- `P2`: `dir_file.c`의 `make_dir_and_file()` 작성.
  이 함수는 `root_dir` 디렉토리를 시작으로하여 `token_list`에 있는 token을 이용하여 디렉토리와 파일들의 계층적 구조로 만드는 함수이다.

예시)

```
/home/user/text.txt
/home/user/main.c
/home/user/main
/home/host_list
```

〈파일들의 경로〉



〈프로그램에서 설계된 구조〉

3.1 입력

dir_input	file_input
/home/user /home/	/home/user/text.txt /home/user/main.c /home/user/main /home/host_list

입력은 두 개의 텍스트 파일로 받으며, dir_input과 file_input이 있습니다.

- dir_input: 디렉토리들의 절대 경로를 담은 텍스트 파일
- file_input: 파일들의 절대 경로를 담은 텍스트 파일

위 예제의 경우, '/home/user/' 디렉토리안에 text.txt, main.c, main 파일이 존재하고, '/home/' 디렉토리안에는 host_list 파일이 존재하는 경우입니다.

3.2 출력

3.1에서 사용한 예시를 입력으로 하였을 때, 나오는 출력은 아래와 같습니다.

```
text.txt
main.c
main
host_list
```

여기서 주의할 점은 **디렉토리가 아닌 파일만을 출력한다는 점입니다.** 또한, 디렉토리는 존재하지만 그 안에 파일이 존재하지 않을 경우에는 출력하지 않습니다.

출력 순서는 다음과 같습니다.

1. dir_input에 적힌 디렉토리 순서로 출력
2. 디렉토리 내부에 여러 파일이 존재하는 경우, file_input에 적힌 순서로 출력 (알파벳 순서가 아님)

4. 예시

4.1 제공되는 코드 다운로드 (PA0-A에서 했다면 무시하고 넘어감)

```
$] git clone https://github.com/csl-ajou/sce212-project0.git
Cloning into 'sce212-project0'...
remote: Enumerating objects: 48, done.
remote: Counting objects: 100% (48/48), done.
remote: Compressing objects: 100% (42/42), done.
remote: Total 48 (delta 1), reused 48 (delta 1), pack-reused 0
Unpacking objects: 100% (48/48), done.
Checking connectivity... done.
```

`git`을 통한 코드 다운로드 방법

4.2 소스 코드 컴파일

```
$] pwd
/home/csl

$] cd sce212-project0/PA0-B
$] pwd
/home/csl/sce212-project0/PA0-B
```

코드가 있는 위치로 이동

```
$] make
gcc -std=c99 -g -I ./ -I ./include   -c -o utils.o utils.c
gcc -std=c99 -g -I ./ -I ./include   -c -o main.o main.c
gcc -std=c99 -g -I ./ -I ./include   -c -o dir_file.o dir_file.c
gcc -g -o pa0_b ./utils.o ./main.o ./dir_file.o
```

코드를 `make`를 이용하여 컴파일 하여 `pa0_b` 실행파일을 생성한다.

4.3 결과 비교

```
$] make test_0
Testing example0
--- my_outputs/output0     2020-03-20 14:37:18.789646635 +0900
+++ sample_outputs/output0 2020-03-20 14:37:09.329573792 +0900
@@ -0,0 +1,5 @@
+main.c
+README.md
+.gitignore
+figure1.png
+figure2.png
     Results not identical, check the diff output
```

`Makefile`에 정의해놓은 테스트 케이스 (test_0 ~ test_4)를 이용하여 reference 프로그램의 output과 비교하여 자신의 출력결과가 어디서 잘못되었는지 알 수 있다. '`make test`' 명령어를 이용하면 테스트케이스 0번 부터 4번까지 모두 테스트한 결과를 보여준다.

만약 자신의 출력결과가 reference 프로그램의 출력과 동일하면 아래와 같이 나타난다.

```
$] make test_0
Testing example0
     Test seems correct
```

4.4 `Make`를 이용하지 않고 직접 실행파일을 이용하여 테스트

```
$] ./pa0_b sample_inputs/input0/file_input \
> sample_inputs/input0/dir_input

main.c
README.md
.gitignore
figure1.png
figure2.png
```

5. 결과 제출

본 숙제에서 작성한 utils.c 그리고 dir_file.c 파일 2개를 zip 혹은 tar.gz 형태로 압축하여 제출한다.

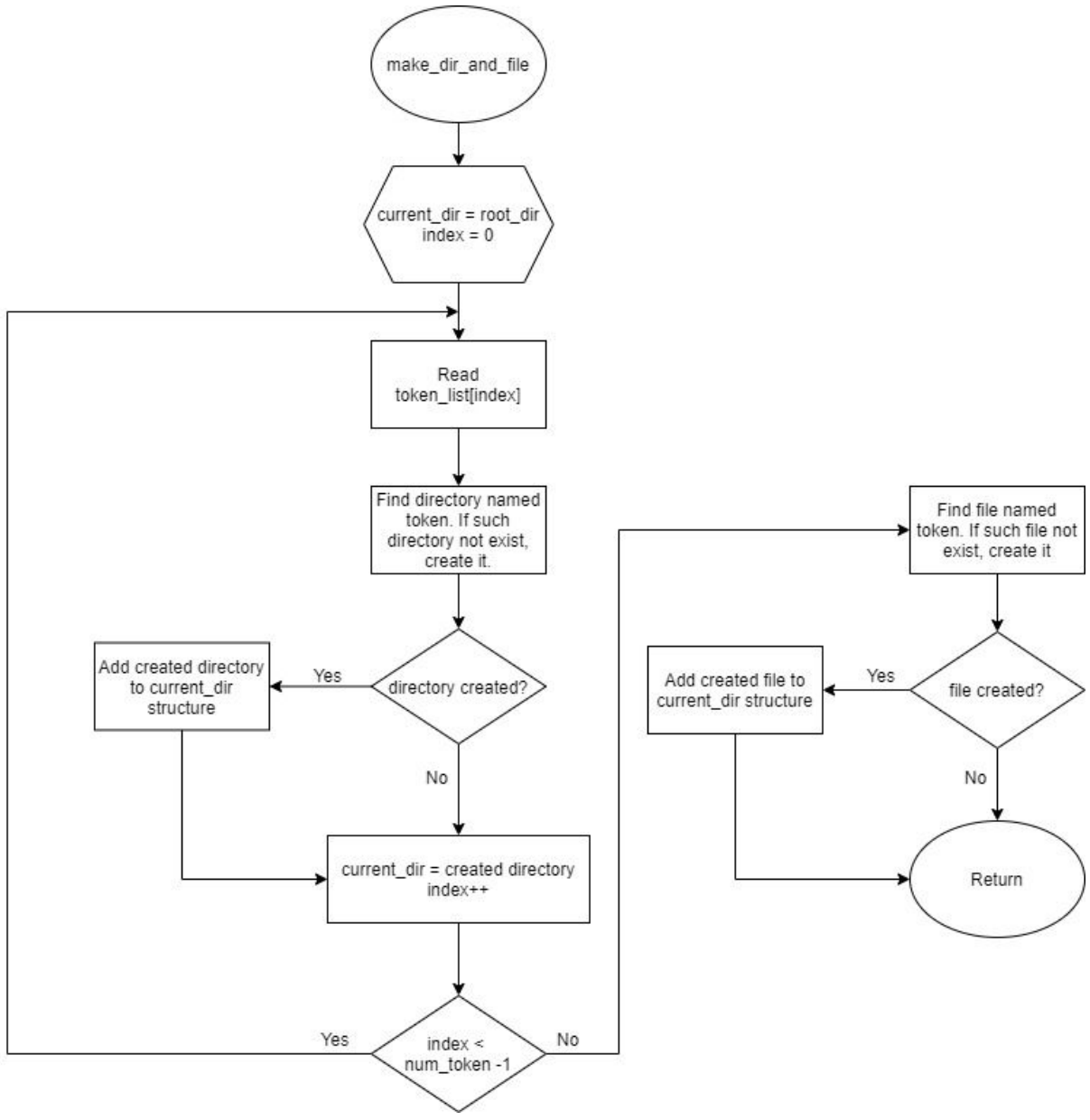
```
$] pwd
/home/csl/sce212-project0/PA0-B

$] make submission
Generating a compressed file (pa0-b-submission.tar.gz) including
utils.c and dir_file.c
a utils.c
a dir_file.c

$] ls pa0-b-submission.tar.gz
pa0-b-submission.tar.gz
```

만들어진 pa0-b-sumission.tar.gz 파일을 https://sslab.ajou.ac.kr/pasubmit에서 제출하고 나서 반드시 Test를 통해서 본인이 테스트한 결과와 동일한 결과가 나오는지 확인을 진행한다.

6. 참고

아래는 구현을 할 때 참고하면 되는 부분이고 본인의 방법대로 진행해도 상관 없음

6.1 `make_dir_and_file`에 대한 Flow Chart



6.2 Segmentation Fault가 발생했을 때, 디버깅 방법

코드를 작성하다 보면 `Segmentation Fault` 라는 에러를 만나실 수 있는데, 해당 에러가 발생했을 때 디버깅하는 법을 알려드리려고 합니다. 우선 `Segmentation Fault`에 대해서 소개한 뒤 디버깅 방법에 대해서 설명하겠습니다.

6.2.1 Segmentation Fault 이란?

Segmentation Fault는 컴퓨터 소프트웨어의 실행 중에 일어날 수 있는 특수한 오류이며, 발생 원인은 프로그램이 허용되지 않은 메모리 영역에 접근을 시도하거나, 허용되지 않은 방법으로 메모리 영역에 접근을 시도할 경우 발생합니다.

예를 들어, 포인터 변수로 부터 할당하지 않은 메모리를 접근했을 때 또는 할당 범위를 넘어서 접근했을 때 주로 발생합니다.

6.2.2 Segmentation Fault 발생 원인 찾기

Ubuntu Linux를 사용할 경우 아래의 명령어를 통해서 valgrind[1] 를 설치해야합니다.

```
$] sudo apt-get update && sudo apt-get install valgrind
```

설치가 완료됐으면 아래 명령어를 통해서 오류 원인과 오류가 발생된 코드 라인을 확인할 수 있습니다.

```
$] pwd
/home/csl/sce212-project0/PA0-B
$] make memory_check test=<example number>

# 만약 example 0번에 대해서 디버깅하고 싶다면, make memory_check
test=0 으로 입력하고, example 1번에 대해서 디버깅하고 싶다면, make
memory check test=1 를 입력하면 됩니다.
```

실행 예시)

```
$] make memory_check test=1
valgrind ./pa0_b sample_inputs/input1/file_input
sample_inputs/input1/dir_input
==12621== Memcheck, a memory error detector
==12621== Copyright (C) 2002-2017, and GNU GPL'd, by Julian
Seward et al.
==12621== Using Valgrind-3.13.0 and LibVEX; rerun with -h for
copyright info
==12621== Command: ./pa0_b sample_inputs/input1/file_input
sample_inputs/input1/dir_input
==12621==
==12621== Use of uninitialised value of size 8
==12621==    at 0x4C32E00: strcpy (in
/usr/lib/valgrind/vgpreload_memcheck-amd64-linux.so)
==12621==    by 0x108D16: parse_str_to_list (utils.c:34)
==12621==    by 0x108F76: main (main.c:40)
==12621==
```

[1] Valgrind는 C/C++ 프로그램에서 발생 할 수 있는 메모리 누수 또는 오류 등의 문제를 찾을 수 있는 tool

```
==12621== Invalid write of size 1
==12621==    at 0x4C32E00: strcpy (in
/usr/lib/valgrind/vgpreload_memcheck-amd64-linux.so)
==12621==    by 0x108D16: parse_str_to_list (utils.c:34)
==12621==    by 0x108F76: main (main.c:40)
==12621==  Address 0x0 is not stack'd, malloc'd or (recently)
free'd
==12621==
==12621==
==12621== Process terminating with default action of signal 11
(SIGSEGV)
==12621==  Access not within mapped region at address 0x0
==12621==    at 0x4C32E00: strcpy (in
/usr/lib/valgrind/vgpreload_memcheck-amd64-linux.so)
==12621==    by 0x108D16: parse_str_to_list (utils.c:34)
==12621==    by 0x108F76: main (main.c:40)
==12621==  If you believe this happened as a result of a stack
==12621==  overflow in your program's main thread (unlikely but
==12621==  possible), you can try to increase the size of the
==12621==  main thread stack using the --main-stacksize= flag.
==12621==  The main thread stack size used in this run was
8388608.
==12621==
==12621== HEAP SUMMARY:
==12621==     in use at exit: 10,072 bytes in 5 blocks
==12621==   total heap usage: 6 allocs, 1 frees, 14,168 bytes
allocated
==12621==
==12621== LEAK SUMMARY:
==12621==    definitely lost: 0 bytes in 0 blocks
==12621==    indirectly lost: 0 bytes in 0 blocks
==12621==      possibly lost: 0 bytes in 0 blocks
==12621==    still reachable: 10,072 bytes in 5 blocks
==12621==         suppressed: 0 bytes in 0 blocks
==12621== Rerun with --leak-check=full to see details of leaked
memory
==12621==
==12621== For counts of detected and suppressed errors, rerun
with: -v
==12621== Use --track-origins=yes to see where uninitialised
values come from
==12621== ERROR SUMMARY: 2 errors from 2 contexts (suppressed: 0
from 0)
Makefile:63: recipe for target 'memory_check' failed
make: *** [memory_check] Segmentation fault
```