Introduction to Software Design

C07. More about Array & Pointer, Command-line Arguments, Preprocessor

Yoonsang Lee
Spring 2020

기말고사 과제 대체

- 코로나 재확산 사태가 심상치 않다는 판단에 대면 기말고사를 취소하고 과제로 대체하도록 하겠습니다.
- 여전히 기말고사를 원하는 학생들이 있을 수도 있겠지만, 조교 및 수강생 여러분 모두와 여러분의 가족 모두의 안전을 위해 내린 결정이니 이에 대한 이해를 구합니다.

- 과제는 종강 직후 주말에 24시간 동안 진행됩니다. (20일 오전 10시 ~ 21일 오전 10시)
- 과제의 구제적인 형태는 아직 결정되지 않았습니다.
- 해당 시간의 일정을 미리 조정해두기 바랍니다.

Topics Covered

- More about Array & Pointer
  - 포인터의 배열
  - 함수 포인터 (function pointer)
  - 다차원 배열
  - 포인터의 포인터 (이중 포인터)
- Command-line Arguments
- 선행처리기 (preprocessor)

More about Array & Pointer

포인터 배열

- 포인터 변수를 여러 개 모아놓은 배열

- int* arr[3]; // int*형 변수 3개를 저장하는 배열

  – 참고) int arr[3]; // int형 변수 3개를 저장하는 배열

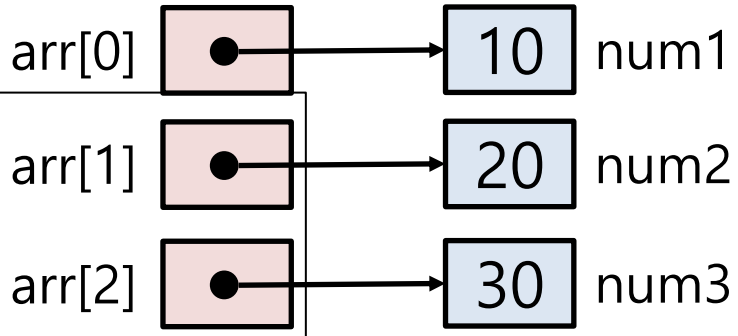
C Example

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int i;
    int num1=10, num2=20, num3=30;
    int* arr[3] = {&num1, &num2, &num3};

    for(i=0; i<3; ++i)
        printf("%p %d\n", arr[i], *arr[i]);

    return 0;
}
```



포인터 배열로 문자열도 여러 개 저장할 수 있다!

- const char* strArr[3]; // 이런 식으로..

- 왜? 문자열 하나는 아래처럼 const char*형 변수로 표현될 수 있으니까.
- const char* str1 = “string”;

- **const char*형 배열**은 **문자열(const char*형)**을 여러 개 저장할 수 있는 배열이다.

- “문자열 배열”이라고도 불림.

문자열 배열의 초기화

- 문자열의 초기화

```
const char* str = "aaa";
```

- 배열의 초기화

```
int arr1[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
```

- 문자열 배열의 초기화

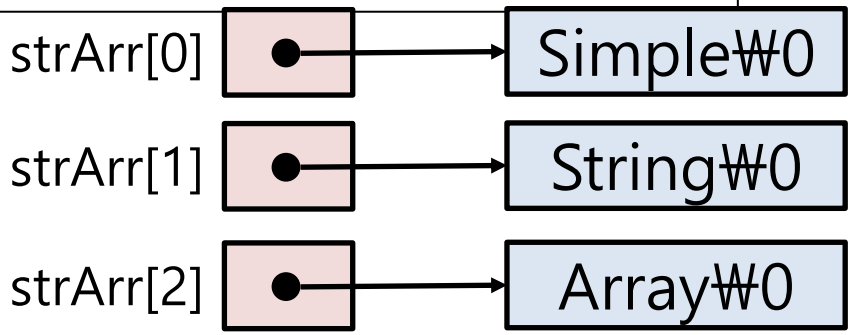
```
const char* strings[4] = {
        "aaa",
        "bbb",
        "ccc",
        "ddd"
    };
```

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    char* strArr[3] = {"Simple", "String", "Array"};
    for(int i=0; i<3; ++i)
        printf("%s\n", strArr[i]);
    return 0;
}
```

앞의 int*형 배열과 구조적으로 차이가 없다! – 모두 동일하게 각 요소가 각기 다른 메모리 공간을 가리킨다.



- Python

```python
strArr = ['Simple', 'String', 'Array']

for i in range(len(strArr)):
    print(strArr[i])

for s in strArr:
    print(s)
```

함수 포인터

- 함수의 컴파일 된 바이너리 코드도 메모리 공간에 저장되어 실행된다.
- C에서 **함수의 이름**은 **함수가 저장된 메모리 공간의 주소 값**을 의미한다.
- 이러한 함수의 주소 값을 포인터 변수에 저장할 수 있다 : 함수 포인터
- 함수 포인터 변수를 선언하려면 함수 포인터의 형(type)을 알아야 한다.

함수 포인터의 형(type)

- → 반환형과 매개변수 선언에 의해 결정된다.

- int add(int n1, int n2)
- → 반환형 int, 매개변수 int, int

- void scale2x(Point* pp)
- → 반환형 void, 매개변수 Point*

이것이 함수
포인터의 형이다.

함수 포인터의 선언

- 반환형 int, 매개변수 int, int 인 함수의 주소를 저장할 수 있는 포인터 변수 fptr의 선언
- int **(*fptr)**(int, int);

- 위의 fptr 변수에 add 함수의 주소값을 대입할 수 있다.
- **fptr** = add;

- 함수 포인터를 통해 함수를 호출할 수도 있다.
- int num3 = **fptr**(num1, num2);

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>
int add(int n1, int n2)
{
    return n1+n2;
}
int sub(int n1, int n2)
{
    return n1-n2;
}
int main()
{
    int (*fptr)(int, int);

    fptr = add;
    printf("%d\n", fptr(3, 5));

    fptr = sub;
    printf("%d\n", fptr(3, 5));
    return 0;
}
```

- Python

```python
def add(n1, n2):
    return n1 + n2

def sub(n1, n2):
    return n1 - n2

fobj = add
print(fobj(3, 5))

fobj = sub
print(fobj(3, 5))
```

- Python은 함수도 일종의 객체(object) 이다.
- 동적으로 변수의 타입이 결정되기 때문에 자유롭게 임의의 변수에 임의의 함수를 대입할 수 있다.

Quiz #1

- Go to https://www.slido.com/
- Join #isd-hyu
- Click “Poll”

- Submit your answer in the following format:
  - **Student ID: Your answer**
  - **e.g. 2017123456: 4)**

- Note that you must submit all quiz answers in the above format to be checked as “attendance”.

2차원 배열

- int arr1d[10];
  - // int형 데이터를 10개 가지는 배열 (1차원)
- int arr2d[3][4];
  - // **행의 개수 3, 열의 개수 4인 2차원 int형 배열**
  - // (실제로는 [길이 4인 int형 배열]을 3개 가지는 배열이다)
- TYPE arr[**행의 개수**][**열의 개수**];

2차원 배열 요소의 접근

- arr1d[index] = 10; // 1차원 배열에서 각 요소에 접근

- arr2d[**행** 방향 index][**열** 방향 index] = 10;
- // 2차원 배열은 이렇게 각 요소에 접근할 수 있다.

	col 0	col 1	col 2	col 3
row 0	[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]
row 1	[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]
row 2	[2][0]	[2][1]	[2][2]	[2][3]

int arr[3][4];

	col 0	col 1	col 2	col 3	col 4	col 5
row 0	[0][0]	[0][1]	[0][2]	[0][3]	[0][4]	[0][5]
row 1	[1][0]	[1][1]	[1][2]	[1][3]	[1][4]	[1][5]

int arr[2][6];

2차원 배열 요소의 접근 예

int arr[3][3];

	col 0	col 1	col 2
row 0	0	0	0
row 1	0	0	0
row 2	0	0	0

(모든 배열 요소가 0으로 초기화 된 상태라고 가정)

arr[0][0] = 1;

	col 0	col 1	col 2
row 0	**1**	0	0
row 1	0	0	0
row 2	0	0	0

2차원 배열 요소의 접근 예

arr[0][1] = 2;

	col 0	col 1	col 2
row 0	1	**2**	0
row 1	0	0	0
row 2	0	0	0

arr[2][1] = 5;

	col 0	col 1	col 2
row 0	1	2	0
row 1	0	0	0
row 2	0	**5**	0

2차원 배열을 선언과 동시에 초기화

```
int arr[3][3] = {
    {1, 2, 3},
    {4, 5, 6},
    {7, 8, 9}
};
```

	col 0	col 1	col 2
row 0	1	2	3
row 1	4	5	6
row 2	7	8	9

초기화 리스트 안에 여러 개의 초기화 리스트가 들어간다.

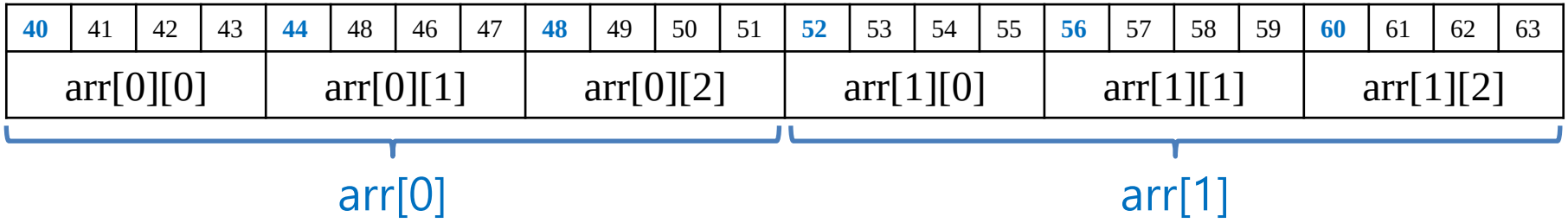
(구조체 배열의 초기화와 비슷)

메모리 공간은 1차원이라고 하지 않았나요?

- 그런데 어떻게 “2차원 배열”을 저장하죠?
- int arr[2][3]; 배열의 각 요소 주소를 출력해보면…

	1열	2열	3열
1행	5503240	5503244	5503248
2행	5503252	5503256	5503260

- 2차원 배열도 메모리상에는 1차원의 형태로 저장된다.



→ int arr[2][3] : [길이 3인 int형 배열]을 2개 가지는 배열

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr2d[2][3] = {
        {1,2,3},
        {4,5,6}
    };

    for(int row=0; row<2; row++)
    {
        printf("row[%d] ", row);
        for(int col=0; col<3; col++)
            printf("%d ",
arr2d[row][col]);
        printf("\n");
    }
    return 0;
}
```

- Python

```python
arr2d = [[1,2,3],
         [4,5,6]]

for row in range(2):
    print('row[%d] '%row, end='')
    for col in range(3):
        print('%d '%arr2d[row][col],
end='')
    print()
```

2차원 배열을 함수의 인자로 전달

```c
#include <stdio.h>

void printArray(int (*arr)[3], int len_row, int len_col)
//void printArray(int arr[][3], int len_row, int len_col)
//void printArray(int arr[2][3], int len_row, int len_col)
{
    printf("Array:\n");
    for(int row=0; row<len_row; row++)
    {
        for(int col=0; col<len_col; col++)
            printf("[%d][%d]:%d, ", row, col, arr[row][col]);
        printf("\n");
    }
    printf("\n");
}
int main()
{
    int arr[2][3] = {
        {5, 10, 15},
        {20, 25, 30}
    };
    printArray(arr, 2, 3);
    return 0;
}
```

포인터의 포인터?

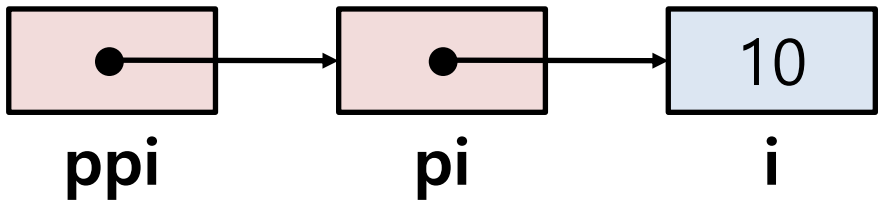
- `int* pi;`
- **int형** 변수의 주소를 저장할 수 있는 포인터

- `int** ppi;`
- **int*형** 변수(포인터)의 주소를 저장하는 포인터

- 포인터의 포인터 혹은 **이중 포인터**라 부른다.

이중 포인터

```
int  i = 10;
int* pi = &i;
int** ppi = &pi;
```



- *pi : 변수 i를 의미함
- *ppi : 변수 pi를 의미함
- **ppi : **변수 i**를 의미함

- 하지만 &&같은 연산자는 없다.

C Example

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    int i = 10;
    int* pi = &i;
    int** ppi = &pi;

    // 아래 세 문장은 같은 일을 한다.
    i = 20;
    *pi = 20;
    **ppi = 20;

    // 아래 세 문장은 같은 일을 한다.
    printf("%d\n", i);
    printf("%d\n", *pi);
    printf("%d\n", **ppi);

    return 0;
}
```

이중 포인터는 어디에 쓸까? - 1

- **포인터의 값을 바꾸는 함수를 만든다면 매개변수 타입으로 써야 한다.**

- const char* str1 = “aaa”; const char* str2 = “bbb”;
- str1이 가리키는 문자열과 str2가 가리키는 문자열을 바꾸는 함수?
- 다시 말하면 str1에 저장되어 있는 주소값과 str2에 저장되어 있는 주소값을 바꾸는 함수

- (비교) int형 변수 2개의 값을 서로 바꾸는 함수
- void swap(int* pi1, int* pi2)

- const char*형 변수 2개의 값을 서로 바꾸는 함수
- void swap(const char** pstr1, const char** pstr2)

C Example

```c
#include <stdio.h>

void swap(const char** pstr1,
const char** pstr2)
{
    const char* temp = *pstr1;
    *pstr1 = *pstr2;
    *pstr2 = temp;
}

int main()
{
    const char* str1 = "aaa";
    const char* str2 = "bbb";

    printf("%s %s\n", str1, str2);

    swap(&str1, &str2);

    printf("%s %s\n", str1, str2);

    return 0;
}
```

예전에 작성했던 int형 변수값을 바꾸는 swap함수와 비교해보자

```c
#include <stdio.h>

void swap(int* p1, int* p2)
{
    int temp = *p1;
    *p1 = *p2;
    *p2 = temp;
}

int main()
{
    int num1=10, num2=20;
    swap(&num1, &num2);
    printf("%d %d\n", num1,
num2);
    return 0;
}
```

이중 포인터는 어디에 쓸까? - 2

- **포인터 배열을 함수의 인자로 넘길 때**

- const char* strArr[] = {“aaa”, “bbb”, “ccc”};
- 이것을 함수의 인자로 어떻게 넘겨야 할까?

- (비교) int형 배열의 내용을 출력하는 함수
- void printArray(int* arr, int len)

- const char*형 배열의 내용을 출력하는 함수
- void printArray(const char** strArr, int len)

C Example

```c
#include <stdio.h>

void printArray(const char**
arr, int len)
{
    printf("Array ");
    for(int i=0; i<len; i++)
        printf("[%d]:%s, ", i,
arr[i]);
    printf("\n");
}

int main()
{
    const char* strArr[] =
{"aaa", "bbb", "ccc"};
    printArray(strArr,
sizeof(strArr)/sizeof(char*));

    return 0;
}
```

예전에 작성했던 int형 배열을 출력하는 printArray함수와 비교해보자

```c
#include <stdio.h>

void printArray(int* arr, int len)
{
    printf("Array ");
    for(int i=0; i<len; i++)
        printf("[%d]:%d, ", i,
arr[i]);
    printf("\n");
}

int main()
{
    int arr[] = {5, 10, 15, 20,
25};
    printArray(arr,
sizeof(arr)/sizeof(int));

    return 0;
}
```

Quiz #2

- Go to https://www.slido.com/
- Join #isd-hyu
- Click “Poll”

- Submit your answer in the following format:
  - **Student ID: Your answer**
  - **e.g. 2017123456: 4)**

- Note that you must submit all quiz answers in the above format to be checked as “attendance”.

Command-line Arguments

Command-line Arguments

- 프로그램 실행 시 main함수로 전달할 인자를 나열할 수 있다.

- 아래와 같이 main함수를 만들면 된다.

```
int main(int argc, char* argv[])
```

Command-line Arguments

```
int main(int argc, char* argv[])
```

- argc: 전달된 인자의 개수 (실행파일 이름 포함)
- argv: 문자열 배열(포인터 배열)의 시작주소 (이중포인터)
  - 참고) 함수 인자로 포인터 전달 시 func(int* p) 혹은 func(int p[]) 사용 가능
- 인자는 공백을 기준으로 구분된다.
- 공백을 포함한 문자열을 하나의 인자로 입력하고 싶으면, 큰 따옴표로 묶으면 된다.

```
$ ./hello_world 1 abc 0.00 "see you later."

-> argc: 5
   argv[0]: "./hello_world"
   argv[1]: "1"
   argv[2]: "abc"
   argv[3] = "0.00"
   argv[4] = "see you later."
```

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char* argv[])
{
    printf("argc: %d\n", argc);

    for (int i = 0; i < argc; ++i)
        printf("argv[%d]: %s\n", i, argv[i]);

    return 0;
}
```

```
$ ./a.out aaa bb "hello world"
10 2.1
argc: 6
argv[0]: ./a.out
argv[1]: aaa
argv[2]: bb
argv[3]: hello world
argv[4]: 10
argv[5]: 2.1
```

- Python

```python
import sys

print('len(argv): %d'%len(sys.argv))

for i in range(len(sys.argv)):
    print('argv[%d]: %s'%(i, sys.argv[i]))
```

```
$ python test.py aaa bb "hello
world" 10 2.1
len(argv): 6
argv[0]: test.py
argv[1]: aaa
argv[2]: bb
argv[3]: hello world
argv[4]: 10
argv[5]: 2.1
```

Quiz #3

- Go to https://www.slido.com/
- Join #isd-hyu
- Click “Poll”

- Submit your answer in the following format:
  - **Student ID: Your answer**
  - **e.g. 2017123456: 4)**

- Note that you must submit all quiz answers in the above format to be checked as “attendance”.

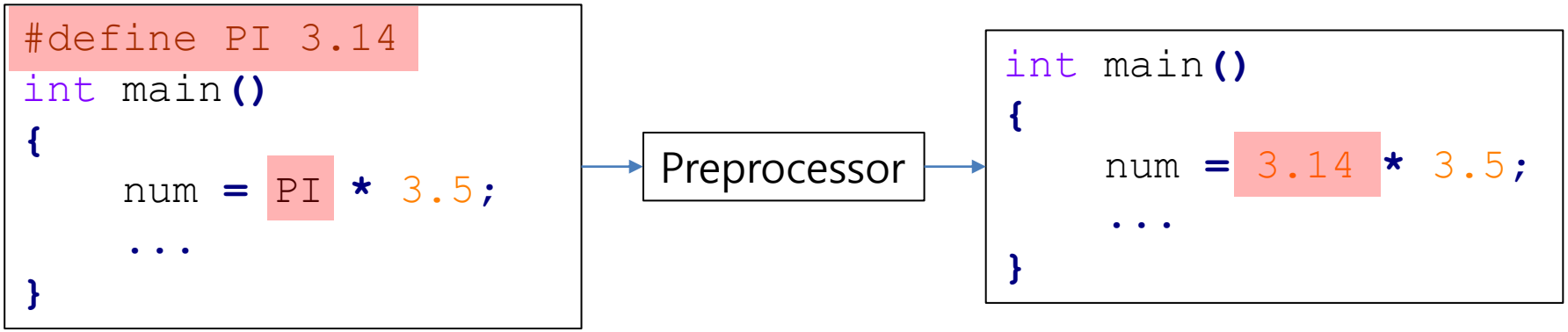
Preprocessor

선행처리기(Preprocessor, 전처리기)

- 컴파일러는 source file을 컴파일해서 object file을 만든다.

- 실제로는 컴파일러는 프로그래머가 작성한 source file이 아닌, preprocessor를 거친 source file을 컴파일 한다.

간단한 예



- 선행처리 지시자 : '#'으로 시작한다
- #define, #include, #ifdef…

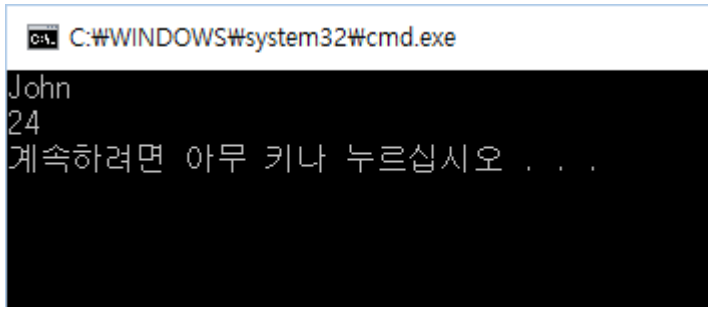
#define : 무엇인가를 '정의'한다

- #define PI 3.14
  - : PI를 3.14이라고 정의한다. (코드에서 PI를 3.14로 바꾼다.)
  - 미리 정의해놓은 상수처럼 쓸 수 있다 (매크로 상수라고 불림)
  - 관례적으로 **대문자**로 이름을 정한다.

```c
#include <stdio.h>

#define NAME "John"
#define AGE 24

int main()
{
    printf("%s\n", NAME);
    printf("%d\n", AGE);
    return 0;
}
```



(참고) 매크로 상수와 전역 상수

- 매크로 상수는.. (예: #define PI 3.14)
  - 자료형을 지정하지 않기 때문에 찾기 어려운 버그를 만들 수 있음.
  - 디버깅 시 값을 확인할 수 없기 때문에 디버깅이 까다롭다.

- #define PI 3.14
- : 그렇기 때문에 매크로 상수 대신

- const double PI = 3.14;
- : 전역 상수를 쓰는 것도 한 방법.
- 하지만 C에서는 여러 .c 파일에서 걸쳐 동일한 이름의 전역 상수가 정의되는 경우에는 에러가 발생하므로 사용에 제한이 있다 (하나의 .c 파일에서만 정의되는 경우에는 문제 없음).
- (참고) C++에서는 위의 사용상 제한이 없기 때문에 매크로 상수 대신 전역 상수를 사용하는 것이 권장된다.

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>

#define PI 3.14
#define NAME "John"
#define AGE 24

int main()
{
    printf("%f\n", PI);
    printf("%s\n", NAME);
    printf("%d\n", AGE);
    return 0;
}
```

- Python

```python
PI = 3.14
NAME = 'John'
AGE = 24

print('%f'%PI)
print('%s'%NAME)
print('%d'%AGE)
```

- Python은 compiled language가 아니기 때문에 preprocessor의 개념 자체가 없다.
- Python에는 상수(const)의 개념도 없다.
- 프로그래머가 변수를 만든 후 값을 변경하지 않고 쓰면 된다.

#define을 함수처럼 쓰는 법

- #define SQUARE(x) ((x)*(x))
  - : 코드에서 SQUARE(x)를 ((x)*(x))로 바꾼다. (x는 함수의 인자처럼 쓰인다.) – 매크로 함수라고 불림

- #define SQUARE(x) x*x - 만일 이렇게 쓰면?

```
int num = SQUARE(3+2);
```

```
int num = 3+2*3+2; // 11
```

```
int num = 120 / SQUARE(2);
```

```
int num = 120 / 2 * 2;  // 120
```

매크로 함수의 사용은 권장하지 않음

- 단점
  - 구현 및 수정이 번거롭고 실수를 하기 쉽다.
  - 자료형을 지정하지 않기 때문에 찾기 어려운 버그를 만들 수 있음.
  - 디버깅이 어렵다.

- 장점
  - 함수 호출의 오버헤드가 없다. (호출 및 리턴 시 점프, 인자와 반환값을 복사하는 오버헤드)

- (참고) 위의 장점은 가지지만, 단점은 없는 방법이 있다! – 인라인(inline) 함수

(참고) 인라인(inline) 함수

- 인라인 함수
  - 함수 호출 시 분리된 위치의 함수 코드로 점프하는 것이 아니라, 함수 호출 부분을 함수 전체 코드(컴파일된 코드)로 치환하여 컴파일하는 함수.
  - 치환은 전처리 단계가 아니라 컴파일 단계에서 일어남.

- gcc에서는 함수 앞에 inline이라는 키워드를 붙이면 된다.

```
inline void print99()
{
    …
}
```

C & Python Examples

- C

```c
#include <stdio.h>

#define ADD(a,b) ((a)+(b))
#define SQUARE(x) ((x)*(x))

int main()
{
    double a = 3.14, b = 2.25;

    printf("%f\n", SQUARE(a));
    printf("%f\n", ADD(a, b));

    return 0;
}
```

- Python

```python
def add(a, b):
    return a + b

def square(x):
    return x * x

a = 3.14
b = 2.25
print('%f'%square(a))
print('%f'%add(a, b))
```

- Python에는 macro function 혹은 inline function의 개념이 없다.

#ifdef, #else, #endif

- 조건부 컴파일 - 특정한 이름이 define 되어 있는지 여부에 따라 다른 코드가 컴파일 되도록 함.

```
#define TEST // 이렇게 하는 것도 가능. 말 그대로
TEST라는 이름을 define만 한다는 의미.
…
#ifdef TEST
    printf("test mode₩n"); // 이 문장이 컴파일 & 실행됨
#else
    printf("production mode₩n");
#endif
…
```

- #ifndef – 특정한 이름이 define되어 있지 않을 경우 해당 코드 컴파일

C Example

```c
#include <stdio.h>

#define TEST

int main()
{
#ifdef TEST
    printf("test mode\n");
#else
    printf("production mode\n");
    printasdfasdf("production mode\n"); // 컴파일이 안 되기 때문에 빌드 에러도 발생하지 않음
#endif

// 참고
#ifdef _WIN32
    printf("This is a windows machine.\n");
#else
    printf("This is a unix / linux / mac machine.\n");
#endif

    return 0;
}
```

- Python은 compiled language가 아니기 때문에 preprocessor의 개념 자체가 없다.
- 비슷한 것을 하려면 if, else를 이용해 runtime에 분기를 하면 된다.

Preprocessor 정리

- 매크로 상수 #define PI 3.14
  - 전역 상수를 써도 됨: const double PI = 3.14; (파일 하나에서만 쓸 때)

- 매크로 함수 #define SQUARE(x) ((x)*(x))
  - 쓰지 말 것!

- #ifdef, #else, #endif – 조건부 컴파일

Next Time

- Labs in this week:
  - Lab1: 과제 12-1
  - Lab2: 과제 12-2

- Next lecture:
  - 13-C08. Dynamic Allocation