

Data Structure

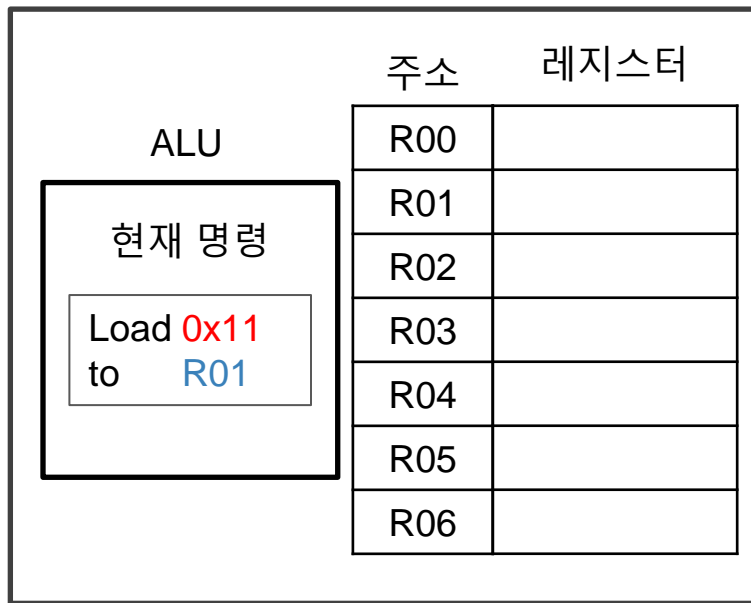
실습 3

0. 이번 주 실습 내용

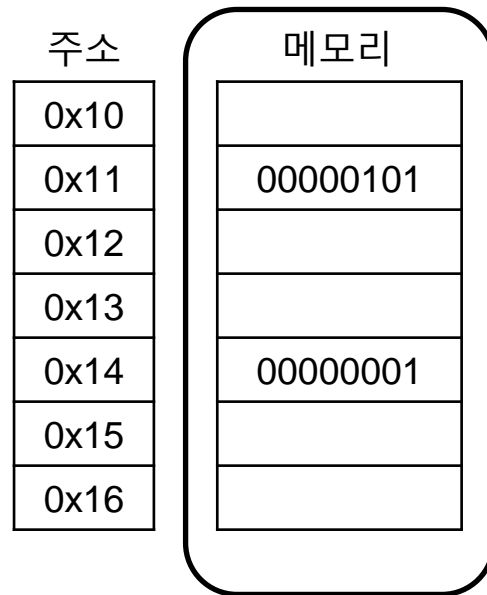
- 'C' Review
 - 포인터(pointer)
 - 메모리(memory)
 - 구조체(structure)
 - 재귀함수(recursive function)
- 실습 과제
 - 하노이 탑(Hanoi tower)

1. 포인터 (Pointer)

- 컴퓨터의 동작구조(간략화, 참고만 하세요)



CPU



C 프로그램

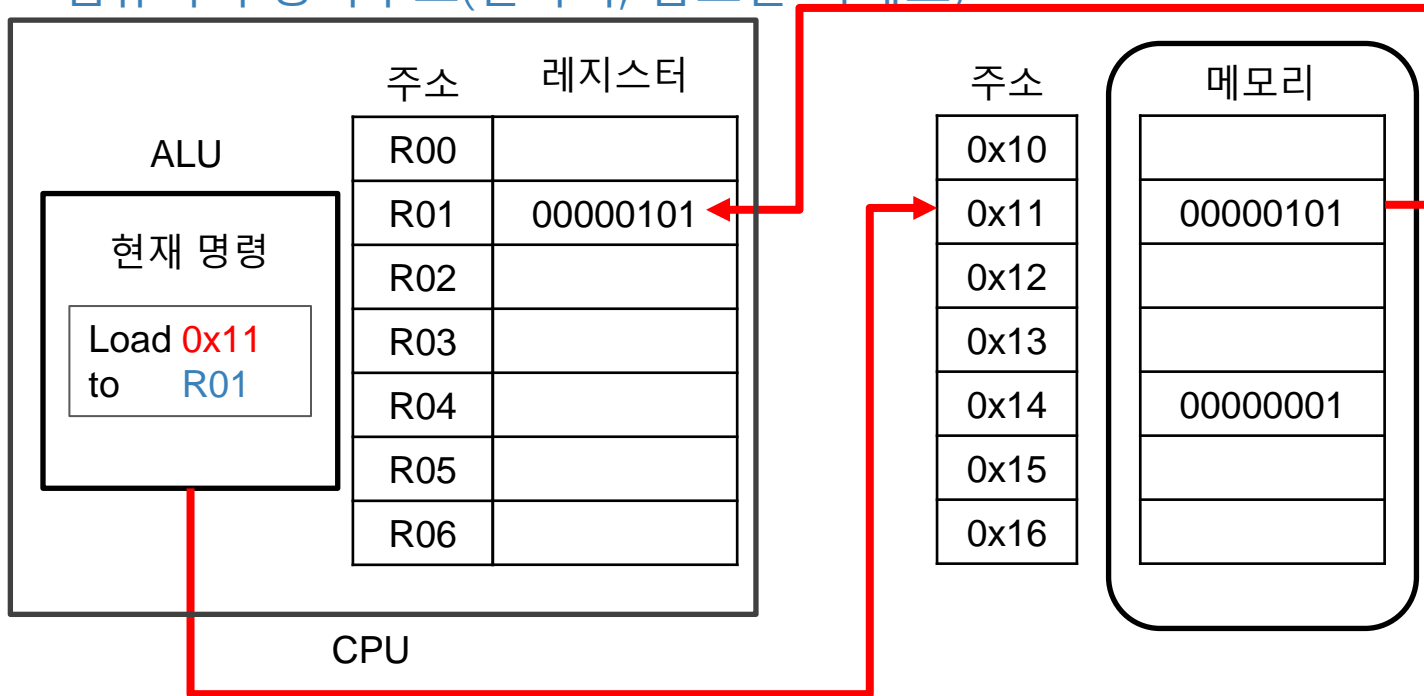
```
int a = 5;
int b = 1;
a = a+b;
```

변수주소 테이블

```
a: 0x11
b: 0x14
```

1. 포인터 (Pointer)

- 컴퓨터의 동작구조(간략화, 참고만 하세요)



C 프로그램

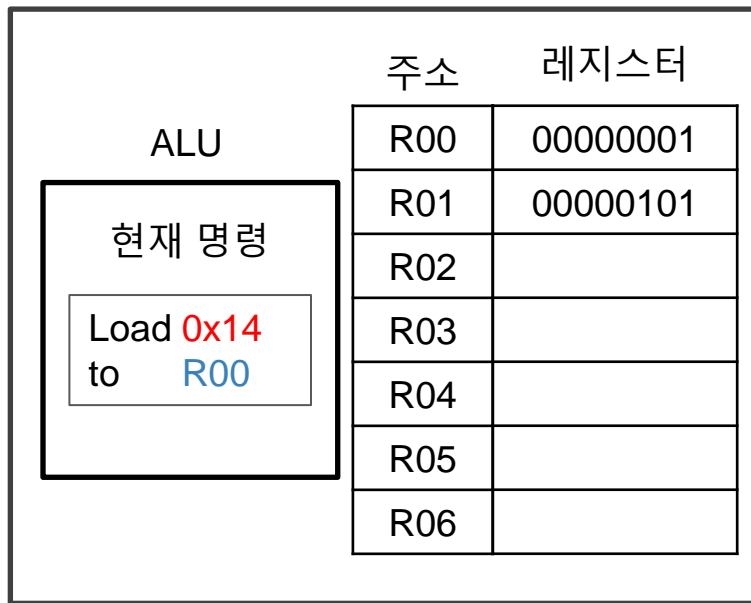
```
int a = 5;
int b = 1;
a = a+b;
```

변수주소 테이블

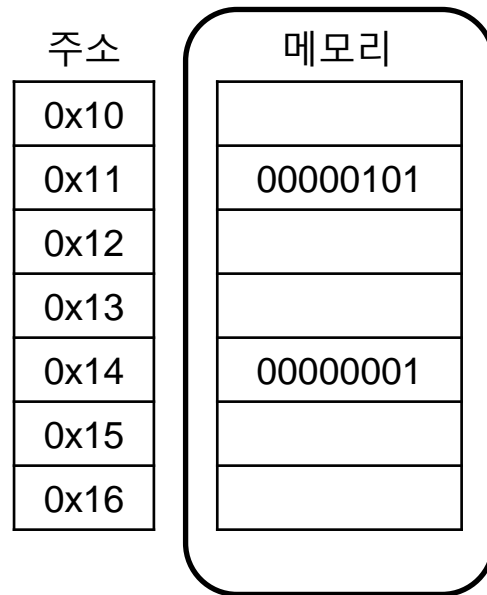
```
a: 0x11
b: 0x14
```

1. 포인터 (Pointer)

- 컴퓨터의 동작구조(간략화, 참고만 하세요)



CPU



C 프로그램

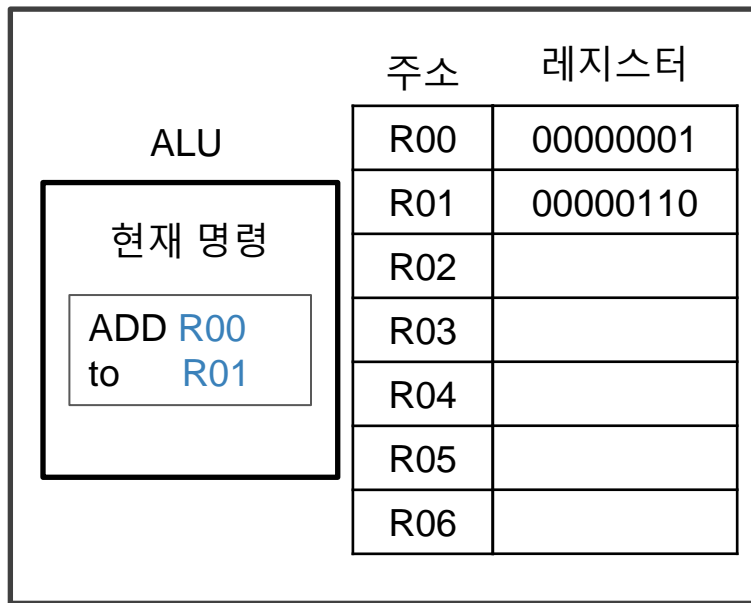
```
int a = 5;
int b = 1;
a = a+b;
```

변수주소 테이블

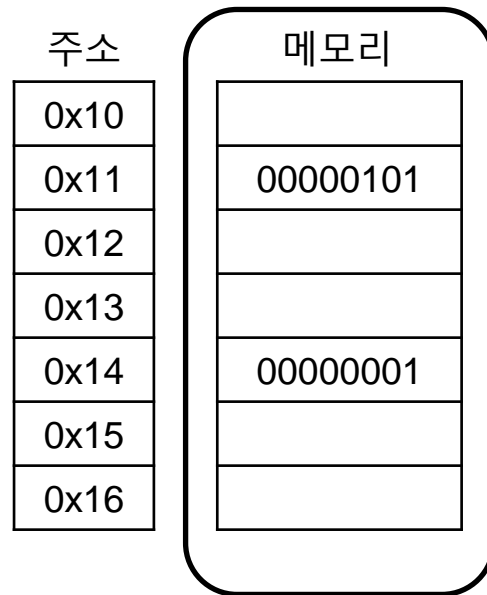
a: 0x11
b: 0x14

1. 포인터 (Pointer)

- 컴퓨터의 동작구조(간략화, 참고만 하세요)



CPU



C 프로그램

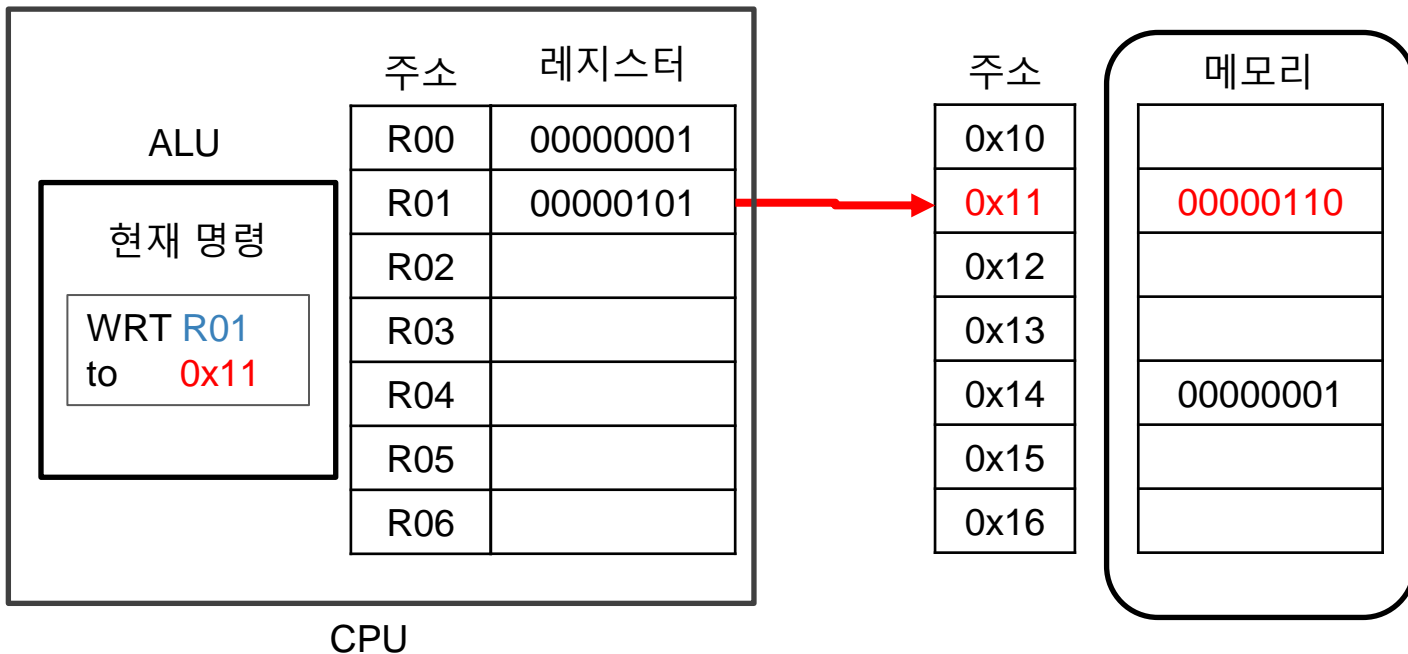
```
int a = 5;
int b = 1;
a = a+b;
```

변수주소 테이블

```
a: 0x11
b: 0x14
```

1. 포인터 (Pointer)

- 컴퓨터의 동작구조(간략화, 참고만 하세요)



C 프로그램

```
int a = 5;
int b = 1;
a = a+b;
```

변수주소 테이블

a: 0x11
b: 0x14

- 관련된 정확한 이론은 '컴퓨터구조론', '오토마타 및 계산이론', '컴파일러' 수업을 수강바랍니다.

1. 포인터 (Pointer)

- **정의:** 메모리 상의 임의의 주소를 저장하는 변수
- 역할: 변수들이 저장된 위치(메모리 주소)정보를 이용하여 직접 접근
- * 기호로 선언
 - EX) `int *ptr;` //int형 변수의 주소값을 저장하는 변수 ptr
 - EX) `char *cp;` //char형 변수의 주소값을 저장하는 변수 cp
- 포인터 관련 연산자
 - 연산자 `&` : 변수에 할당된 메모리의 시작 주소
 - 연산자 `*` : 포인터 변수가 가리키는 곳의 내용

주소	메모리
0x10	01101011
0x11	00000101
0x12	11010101
0x13	01001101
0x14	00000001
0x15	00010111
0x16	10110000

1. 포인터 (Pointer)

Example

```
int main()  
{  
    int num, *ptr;  
    num = 10;  
    ptr = &num;  
  
    printf("nNum = %d, &nNum = %d\n", num, &num);  
    printf("*pNum = %d, pNum = %d, &pNum = %d\n", *ptr, ptr, &ptr);  
  
    return 0;  
}
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
nNum = 10, &nNum = 15727592  
*pNum = 10, pNum = 15727592, &pNum = 15727580  
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

1. 포인터 (Pointer)

Example

```
num = 10;
```

...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

1. 포인터 (Pointer)

Example

```
num = 10;
```



...	...
num	10
...	...
...	...
...	...

1. 포인터 (Pointer)

Example

```
ptr = &num;
```

변수에 할당된 메모리의 시작
주소값을 나타내는 연산자



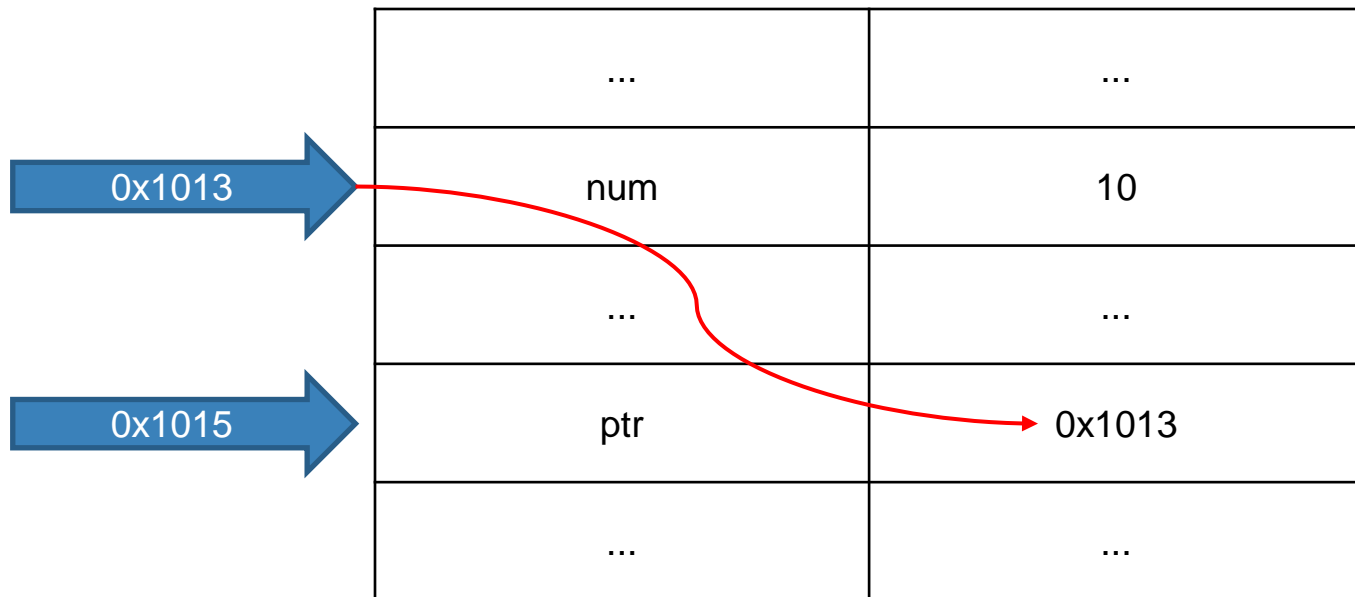
...	...
num	10
...	...
...	...
...	...

1. 포인터 (Pointer)

Example

```
ptr = &num;
```

변수에 할당된 메모리의 시작
주소값을 나타내는 연산자



1. 포인터 (Pointer)

Example

&ptr

변수에 할당된 메모리의 시작
주소값을 나타내는 연산자

0x1013 →	num	10

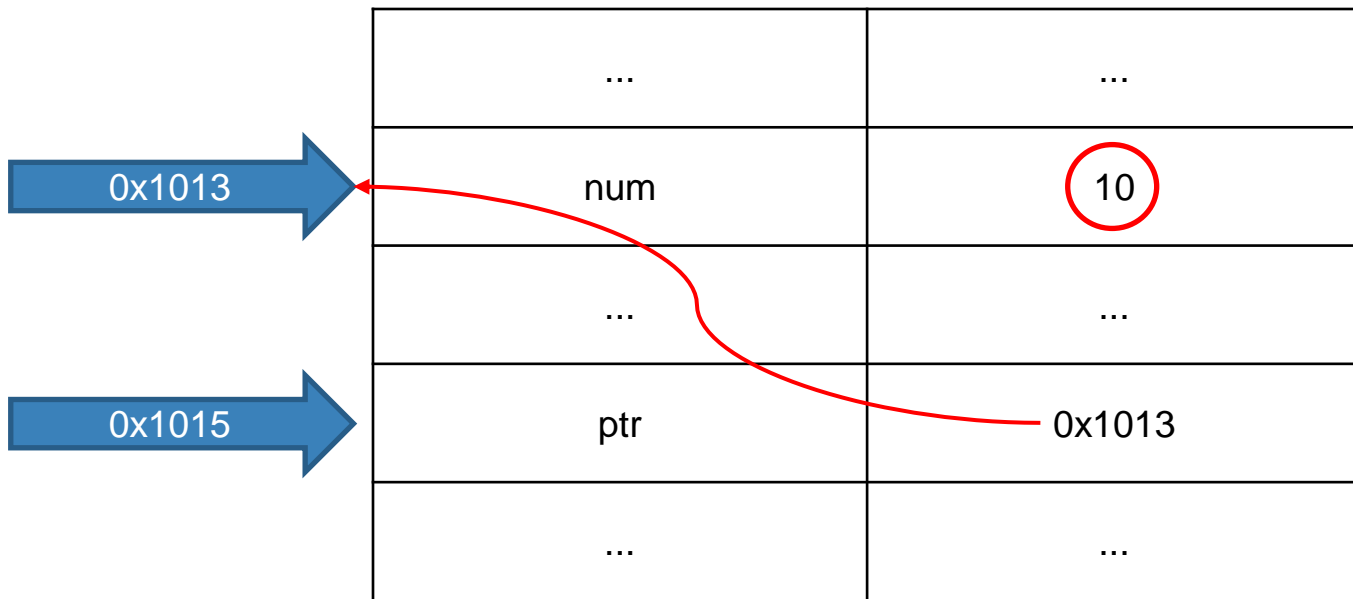
0x1015 →	ptr	0x1013

1. 포인터 (Pointer)

Example

*ptr

포인터 변수가 가리키는 곳의
내용(변수값)



1. 포인터 (Pointer)

코딩 시 주의할 몇 가지 팁

```
int *ptr;  
*ptr = 100;
```

// 상수는 주소를 갖지 않기 때문에 포인터 변수로 참조할 수 없다.

```
double dNum = 15.55;  
int *pNum = &dNum;
```

// 포인터 자료형이 일치해야 한다.(권장)

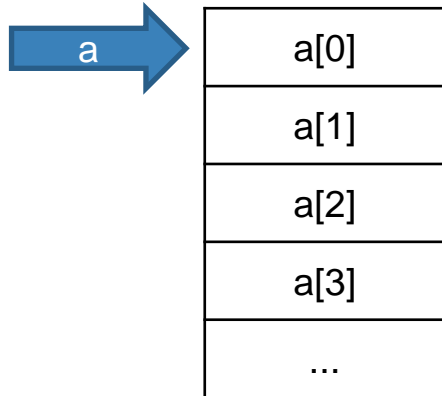
```
int num;  
*num = 100;
```

// 포인터 변수가 아닌 경우 *(메모리 접근 연산자)를 사용할 수 없다.

```
int pNum = NULL; //포인터 변수를 사용할 때는 NULL('\0')로 초기화 하는 것이 좋다.  
int num; // NULL: 아무 것도 가리키지 않는 포인터  
if (pNum == '\0') pNum = &num;  
else *pNum = 100;
```


1. 포인터 (Pointer)

- 포인터 연산
 - 포인터 값, 즉 주소 값을 대상으로 하는 연산
 - `+, -, ++, --`를 이용하여 연산이 가능함
 - 포인터 연산을 통해 배열의 각 값에 접근할 수 있음



배열의 이름은 배열의 시작 주소와 같다.

- `a = &a[0]`
- `*a = *&a[0] = a[0]`

1. 포인터 (Pointer)

- 포인터 연산

```
int num[5] = {10,20,30,40,50};
```

num	num[0]	10	*(num)
num + 1	num[1]	20	*(num + 1)
num + 2	num[2]	30	*(num + 2)
num + 3	num[3]	40	*(num + 3)
num + 4	num[4]	50	*(num + 4)

1. 포인터 (Pointer)

- 포인터 연산

```
int num[5] = {10,20,30,40,50};
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
num[0]=10, num=004FFEC0, &(num[0])=004FFEC0, *(num+0)=10  
num[1]=20, num=004FFEC0, &(num[1])=004FFEC4, *(num+1)=20  
num[2]=30, num=004FFEC0, &(num[2])=004FFEC8, *(num+2)=30  
num[3]=40, num=004FFEC0, &(num[3])=004FFEC4, *(num+3)=40  
num[4]=50, num=004FFEC0, &(num[4])=004FFED0, *(num+4)=50  
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

2. 메모리 (Memory)

- 메모리 관련 함수 (#include <stdlib.h>)
 - `void* malloc (size_t size);`
 - size 만큼 메모리 블록을 할당한다.
 - return: a pointer to the beginning of the block
 - `void* free (void* ptr);`
 - 할당한 메모리를 해제한다.
 - `void* memset (void* ptr, int val, size_t num);`
 - ptr의 시작부터 num만큼 val로 메모리를 설정한다.
 - `void* memcpy (void* dest, void* src, size_t size);`
 - src의 메모리를 dest로 size만큼 복사

```
int *buffer = 0;
```

```
buffer = (int*)malloc(100 * sizeof(int));
```

```
free(buffer);
```

0x1010	...	
0x1011	buffer	0x1013
0x1012		
0x1013	(buffer[0])	
0x1014	(buffer[1])	
0x1015	(buffer[2])	
0x1016	(buffer[3])	
0x1017	...	

100개의 블록

2. 메모리 (Memory)

- 메모리 관련 함수를 이용한 동적 할당의 예

```
void main()
{
    int a = 10;
    int numbers[a];
    //int numbers[10];
}
```

Error



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

int main()
{
    int a, i;
    int * numbers;
    printf("input a: ");
    scanf("%d", &a);
    numbers = malloc(a * sizeof(int));

    for (i = 0; i < 10; i++)
        numbers[i] = i;

    for (i = 0; i < 10; i++)
        printf("numbers[%d]: %d\n", i, numbers[i]);

    free(numbers);

    return 0;
}
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
input a: 10
numbers[0]: 0
numbers[1]: 1
numbers[2]: 2
numbers[3]: 3
numbers[4]: 4
numbers[5]: 5
numbers[6]: 6
numbers[7]: 7
numbers[8]: 8
numbers[9]: 9
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

what if i want to enter numbers that are bigger than 10?

2. 메모리 (Memory)

- 이중 포인터와 동적 할당을 이용한 2차원 배열 만들기

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
input the row: 5
input the col: 4
      [1]      [2]      [3]      [4]
[1]:    0        1        2        3
[2]:    4        5        6        7
[3]:    8        9       10       11
[4]:   12       13       14       15
[5]:   16       17       18       19
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

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

```
int main()
{
    int** matrix;
    int row, col, i, j;
    printf("input the row: ");
    scanf("%d", &row);
    printf("input the col: ");
    scanf("%d", &col);

    matrix = (int **)malloc(row * sizeof(int*));
    for (i = 0; i < row; i++)
        matrix[i] = (int*)malloc(col * sizeof(int));

    for (i = 0; i < row; i++)
        for (j = 0; j < col; j++)
            matrix[i][j] = i*col + j;

    for (i = 0; i < row; i++)
    {
        for (j = 0; j < col; j++)
            printf("%d\t", matrix[i][j]);
        printf("\n");
    }

    for (i = 0; i < row; i++)
        free(matrix[i]);
    free(matrix);

    return 0;
}
```

3. 구조체 (Structure)

- 정의: 하나 이상의 변수(포인터 포함)를 묶어서 새로운 자료형을 정의하는 도구
- 구조체를 선언 및 정의하는 3가지 방법

```
struct student {  
    int id;  
    char* name;  
};  
  
int main()  
{  
    struct student mike;  
  
    return 0;  
}
```

```
struct student {  
    int id;  
    char* name;  
};  
  
typedef struct student STU;  
  
int main()  
{  
    STU mike;  
  
    return 0;  
}
```

```
typedef struct student {  
    int id;  
    char* name;  
}STU;  
  
int main()  
{  
    STU mike;  
  
    return 0;  
}
```

typedef : 사용자가 새로운
자료형을 정의

```
typedef int INTEGER;  
  
INTEGER num;
```

3. 구조체 (Structure)

- 구조체를 활용한 동적할당의 예

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
[0] name: hi
[1] name: my
[2] name: name
[3] name: is
[4] name: lee
[5] name: jae
[6] name: hoon
[7] name: nice
[8] name: to
[9] name: meet

[0] name: hi, age: 15
[1] name: my, age: 7
[2] name: name, age: 16
[3] name: is, age: 6
[4] name: lee, age: 7
[5] name: jae, age: 20
[6] name: hoon, age: 12
[7] name: nice, age: 4
[8] name: to, age: 0
[9] name: meet, age: 24
```

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

```
typedef struct person {
    char* name;
    int age;
}PERSON;
```

```
int main()
{
    int size, k;
    PERSON *pPerson = NULL;
    char temp[256];
    size = 10;

    pPerson = (PERSON*)malloc(sizeof(PERSON)*size);

    for (k = 0; k < size; k++)
    {
        printf("[%d]name: ", k);
        scanf("%s", temp);

        pPerson[k].name = (char*)malloc(sizeof(temp));
        strcpy(pPerson[k].name, temp);

        pPerson[k].age = rand() % 26;
    }
    printf("\n");
    for (k = 0; k < size; k++)
    {
        printf("[%d]name: %s, age: %d\n", k, pPerson[k].name, pPerson[k].age);
    }
    for (k = 0; k < size; k++)
        free(pPerson[k].name);
    free(pPerson);
    return 0;
}
```


3. 구조체 (Structure)

- 구조체 멤버 변수에 접근하는 방법
 - . 연산자: 이름으로 구조체의 멤버 변수에 접근할 때
 - > 연산자: 주소로 구조체의 멤버 변수에 접근할 때

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
(mike, 17)
(mike, 17)
(mike, 17)
(mike, 17)
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

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

typedef struct person {
    char* name;
    int age;
}PERSON;

int main()
{
    PERSON p1 = { "mike", 17 };
    PERSON *p2 = &p1;
    PERSON **p3 = &p2;

    printf("( %s, %d )\n", p1.name, p1.age);
    printf("( %s, %d )\n", p2->name, p2->age);
    printf("( %s, %d )\n", (*p2).name, (*p2).age);
    printf("( %s, %d )\n", (*p3)->name, (*p3)->age);
}
```

3. 구조체 (Structure)

- 구조체 멤버 변수에 접근하는 방법

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

typedef struct person {
    char* name;
    int age;
}PERSON;

int main()
{
    PERSON p1 = { "mike", 17 };
    PERSON *p2 = &p1;
    PERSON **p3 = &p2;

    printf("( %s, %d)\n", p1.name, p1.age);
    printf("( %s, %d)\n", p2->name, p2->age);
    printf("( %s, %d)\n", (*p2).name, (*p2).age);
    printf("( %s, %d)\n", (*p3)->name, (*p3)->age);
}
```

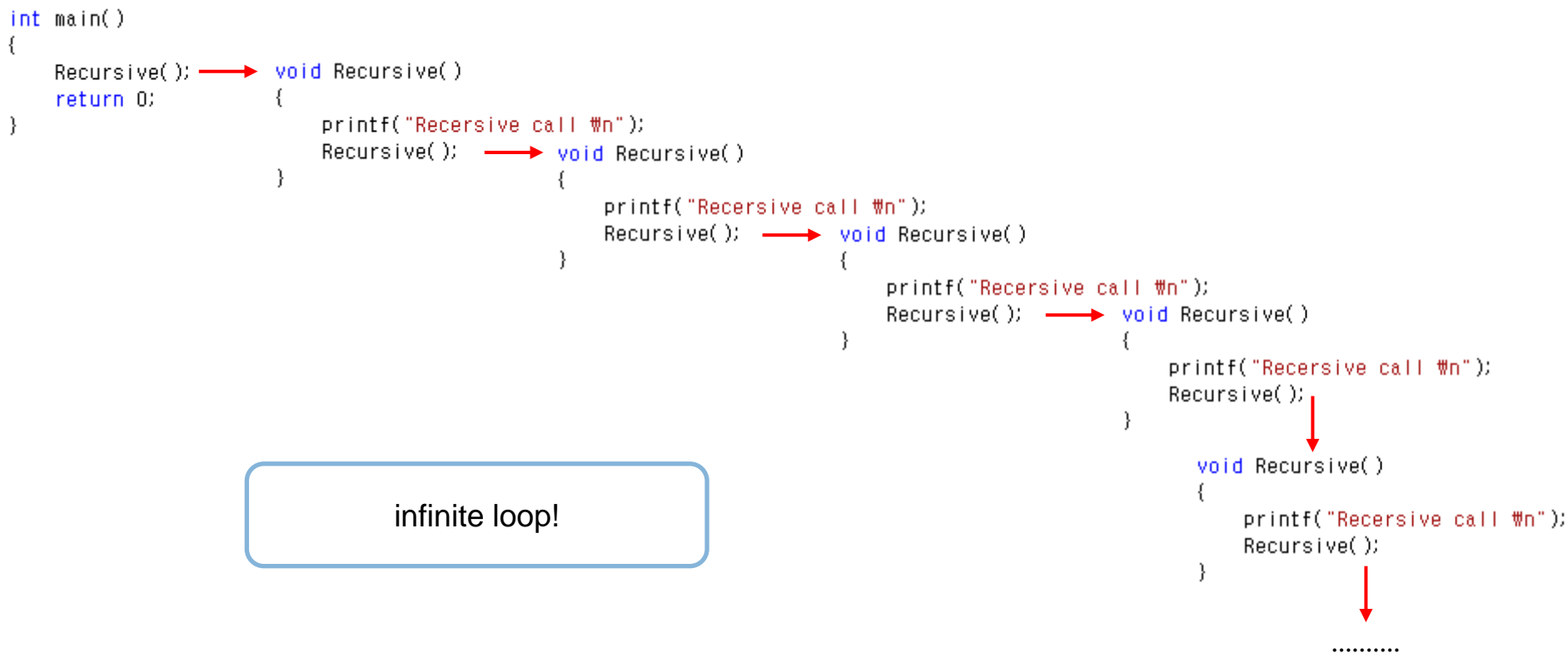
0x1015

0x1013

...		...
p3		0x1015
...		...
p2		0x1013
...		...
p1	p1.name	"mike"
	p1.age	17

- <http://mr.hanyang.ac.kr>

4. 재귀함수 (recursive function)



4. 재귀함수 (recursive function)

원하는 횟수 만큼만 실행 되는 재귀함수를 만들려면?

```
#include <stdio.h>

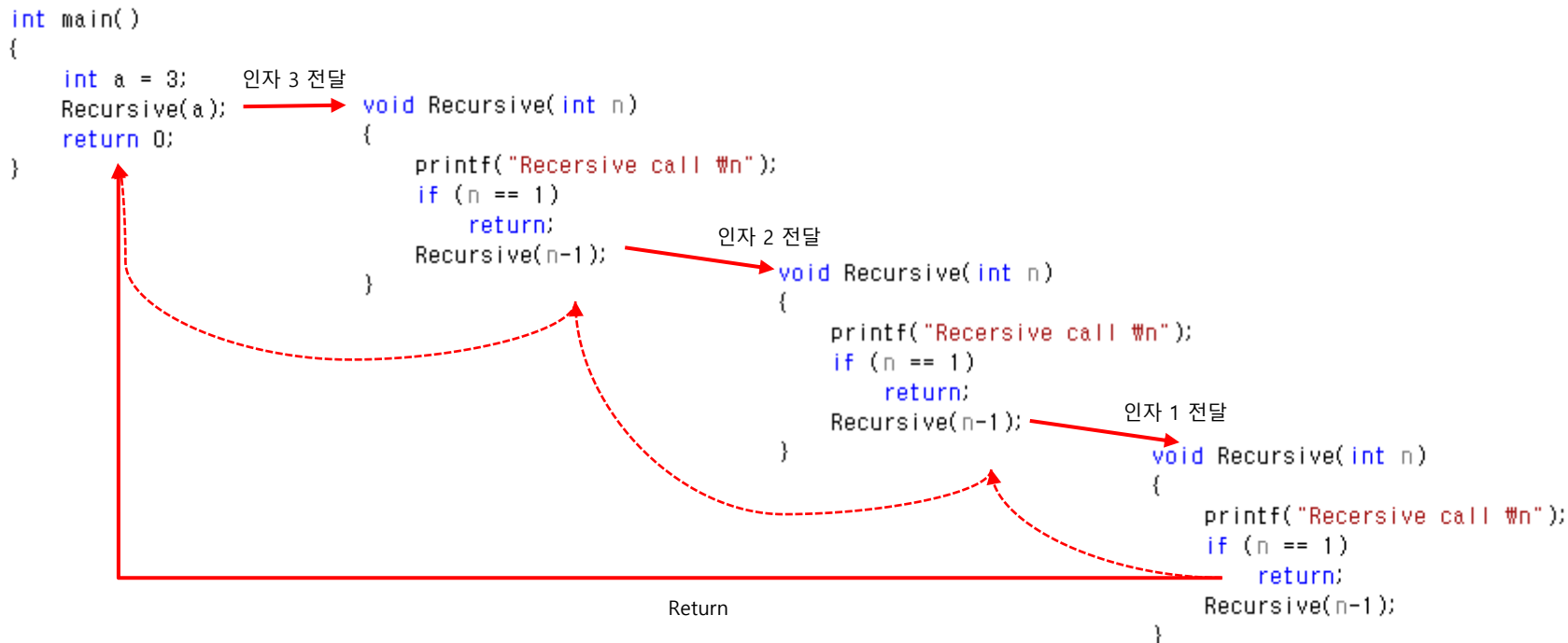
void Recursive(int n)
{
    printf("Recersive call %d\n", n);
    if (n == 1)
        return;
    Recursive(n-1);
}

int main()
{
    int a = 3;
    Recursive(a);
    return 0;
}
```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
Recersive call
Recersive call
Recersive call
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

4. 재귀함수 (recursive function)



4. 재귀함수 (recursive function)

- 재귀함수를 이용한 팩토리얼(factorial) 계산

C:\> C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
정수 입력: 10
10!의 계산 결과: 3628800
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

C:\> C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
정수 입력: -5
00이상의 정수를 입력하십시오
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

```
#include <stdio.h>

int factorial(int n)
{
    if (n == 0)
        return 1;
    else
        return n*factorial(n - 1);
}

int main()
{
    int val;
    int result;

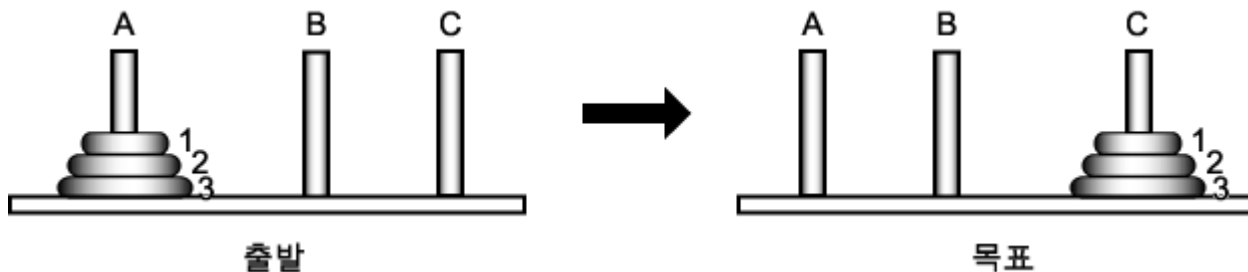
    printf("정수 입력: ");
    scanf("%d", &val);
    if (val < 0)
    {
        printf("00이상의 정수를 입력하십시오\n");
        return -1;
    }

    result = factorial(val);
    printf("%d!의 계산 결과: %d\n", val, result);
    return 0;
}
```

5. 하노이 탑(Hanoi tower)

- 세 개의 기둥과 다양한 크기의 원판이 존재
- 초기 상태: 한 기둥(A)에 작은 원판들이 위로 오도록 순서대로 쌓여 있다.
- 목표 상태: 다른 기둥(C)로 원판들을 모두 옮겨야 하며 이 때 두 가지 조건이 만족되어야 한다.
 - 한번에 하나의 원판만 옮길 수 있다.
 - 큰 원판은 항상 작은 원판 아래에 있어야 한다.

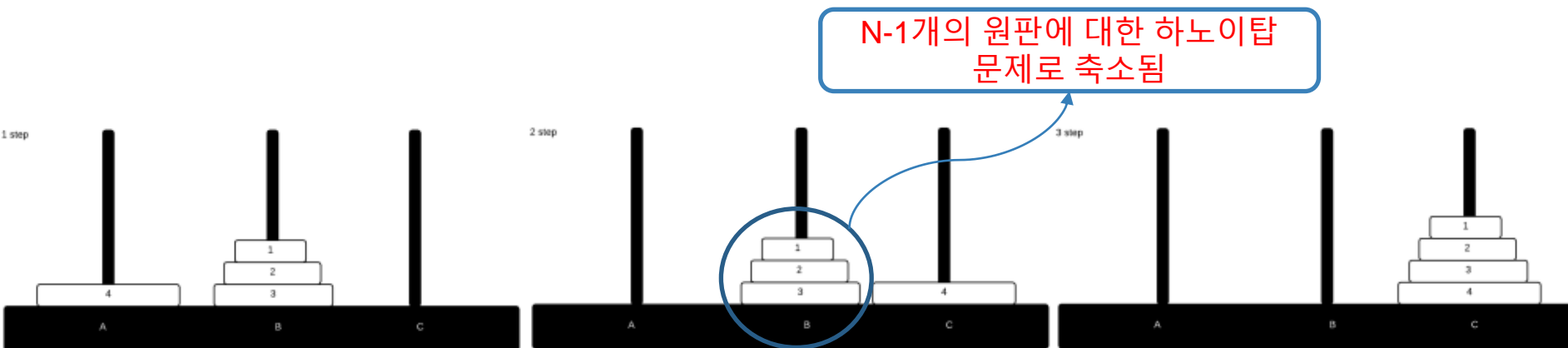
⇒ Recursive를 이용해 풀 수 있는 대표적인 문제이다.



5. 하노이 탑(Hanoi tower)

• 기본 원리

- A(출발 막대), B(중간 막대), C(목표 막대), 1~N개의 원판(1이 가장 작은 원판, N이 가장 큰 원판)
- A에서 C로 모든 원판을 옮기기 위한 기본적인 방법
 - A에서 B로 1~(N-1)번 원판을 옮긴다.
 - A에서 C로 N번 원판을 옮긴다.
 - B에서 C로 1~(N-1)번 원판을 옮긴다.



5. 하노이 탑(Hanoi tower)

- 과제
 - 하노이의 탑 구현하기
 - hanoi 함수의 인자는 임의로 변경이 가능하나 아래의 출력은 동일해야 함

```
int main()
{
    int n;
    printf("원판의 개수를 입력하시오:");
    scanf("%d", &n);
```

```
hanoi(n, 'A', 'B', 'C');
```

총 이동 횟수 출력

```
}
```

```
void hanoi(int n, char from, char middle, char to)
{
```

재귀함수를 활용하여 구현

왼쪽 출력 화면처럼
이동 상황 출력

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
원판의 개수를 입력하시오:3
1번 원판을 A에서 C로 이동
2번 원판을 A에서 B로 이동
1번 원판을 C에서 B로 이동
3번 원판을 A에서 C로 이동
1번 원판을 B에서 A로 이동
2번 원판을 B에서 C로 이동
1번 원판을 A에서 C로 이동
총 이동 횟수: 7
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

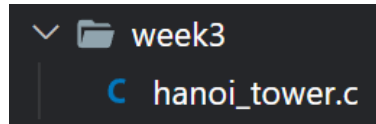
```
}
```

감사합니다.

과제 제출 기한: 2023년 3월 23일 23:59분

*기한 내에 본인의 원격 저장소에 push된 건에 대해서만 인정

제출형식: 본인의 프로젝트 디렉토리 안에 week3 디렉토리를 생성 후,
week3 디렉토리 내에 소스코드를 저장하여 commit후 원격저장소에 push.
소스코드의 이름은 `hanoi_tower.c`로 작성



궁금한 것이 생기면 언제든지 질문하시면 됩니다 ☺

- 공업센터본관 304호로 방문하시거나
- hameli@hanyang.ac.kr 로 연락 바랍니다.
- 담당조교: 백승한