

쉽게 풀어쓴 C언어 Express

2ND
EDITION

제11장 포인터



Prof. Jung Guk Kim
CESE, HUFS
jgkim@hufs.ac.kr

이번 장에서 학습할 내용



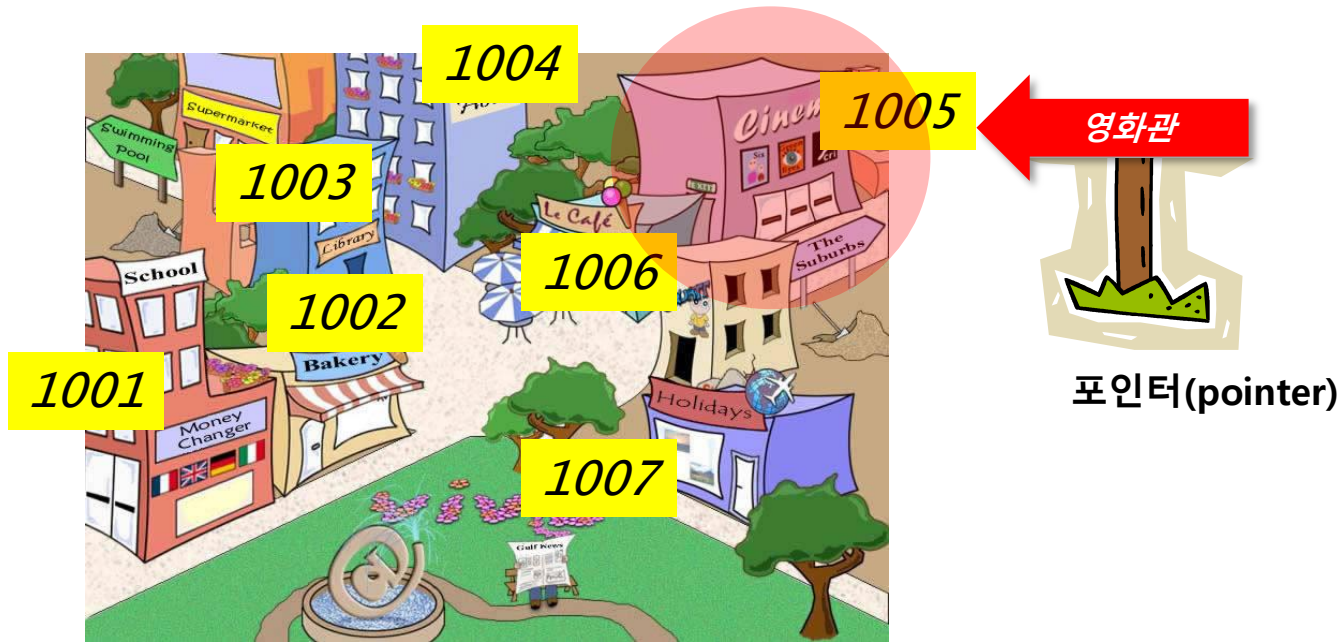
- 포인터이란?
- 변수의 주소
- 포인터의 선언
- 간접 참조 연산자
- 포인터 연산
- 포인터와 배열
- 포인터와 함수



이번 장에서는
포인터의 기초적인
지식을 학습한다.

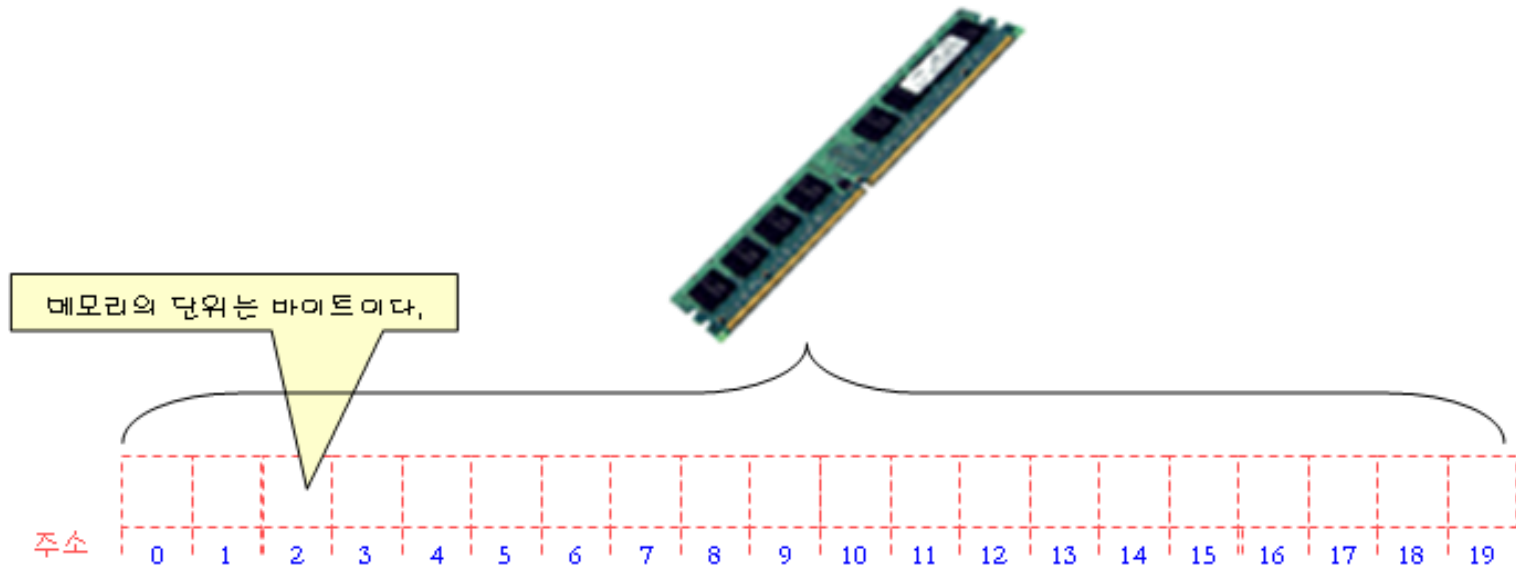
포인터란?

- 포인터(pointer): 주소를 가지고 있는 변수



메모리의 구조

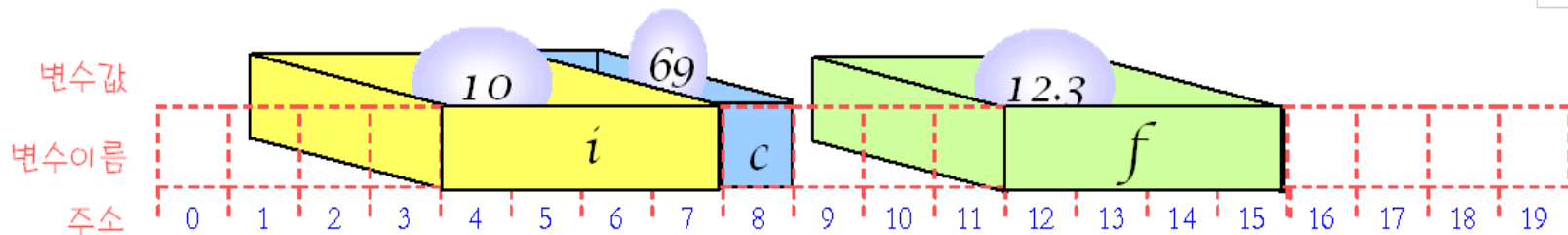
- 변수는 (대부분)메모리에 저장된다.
- 메모리는 바이트 단위로 액세스된다. (linear address / byte)
 - 첫 번째 바이트의 주소는 0, 두 번째 바이트는 1,...



변수와 메모리

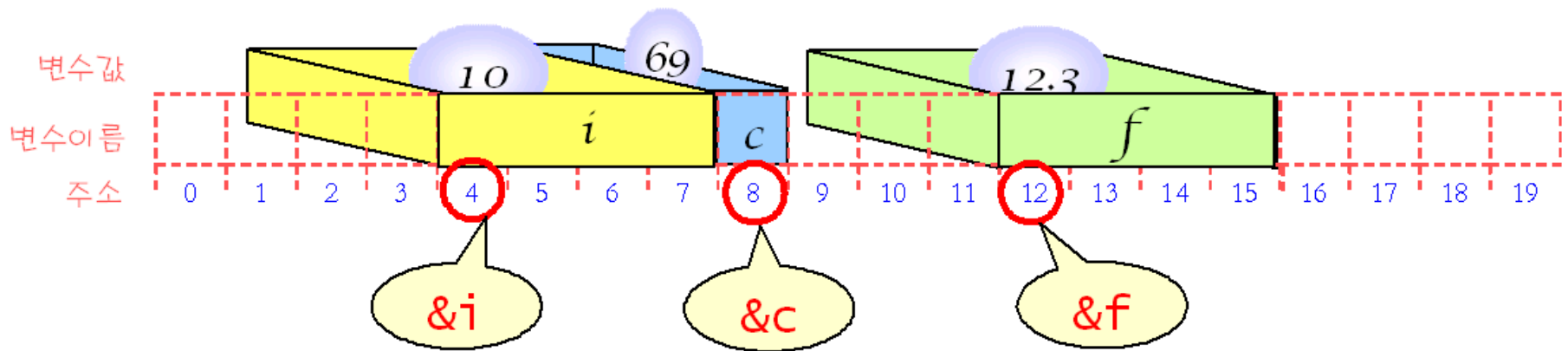
- 변수의 크기에 따라서 차지하는 메모리 공간이 달라진다.
- char형 변수: 1바이트, int형 변수: 4바이트,...

```
int main(void)
{
    int i = 10;
    char c = 69;
    float f = 12.3;
}
```



변수의 주소

- 변수의 주소를 계산하는 연산자: &
- 변수 i의 주소: &i



변수의 주소

```
int main(void)
{
    int i = 10;
    char c = 69;
    float f = 12.3;

    printf("i의 주소: %u\n", &i);    // 변수 i의 주소 출력
    printf("c의 주소: %u\n", &c);    // 변수 c의 주소 출력
    printf("f의 주소: %u\n", &f);    // 변수 f의 주소 출력
    return 0;
}
```



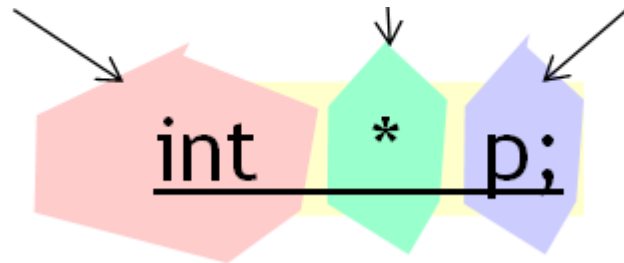
i의 주소: 1245024
c의 주소: 1245015
f의 주소: 1245000

포인터의 선언

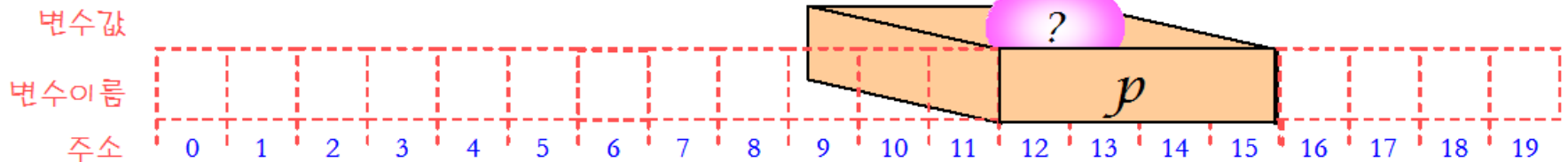
◆ 포인터: 변수의 주소를 가지고 있는 변수

*p가 가리키는 내용은
정수가 된다.

*가 우선순위가 높아서
p는 포인터가 된다.

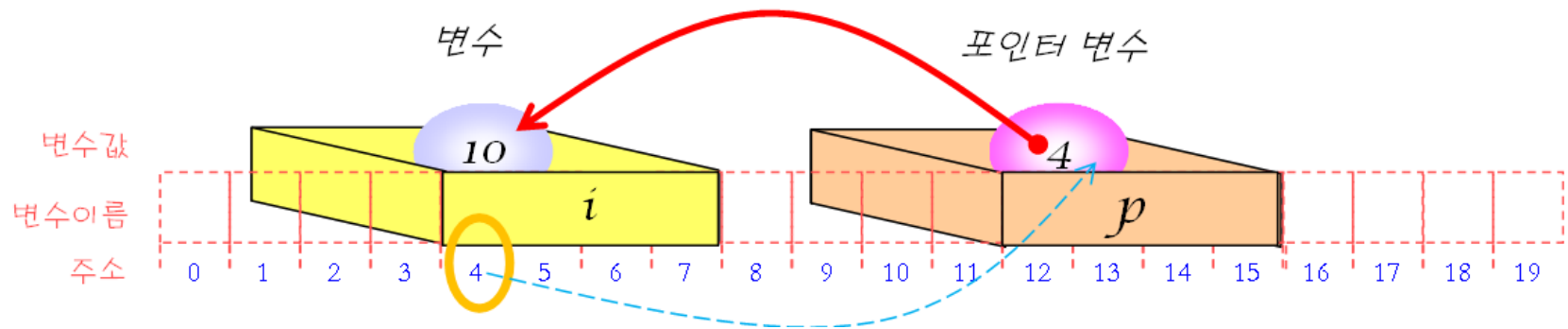


포인터 변수



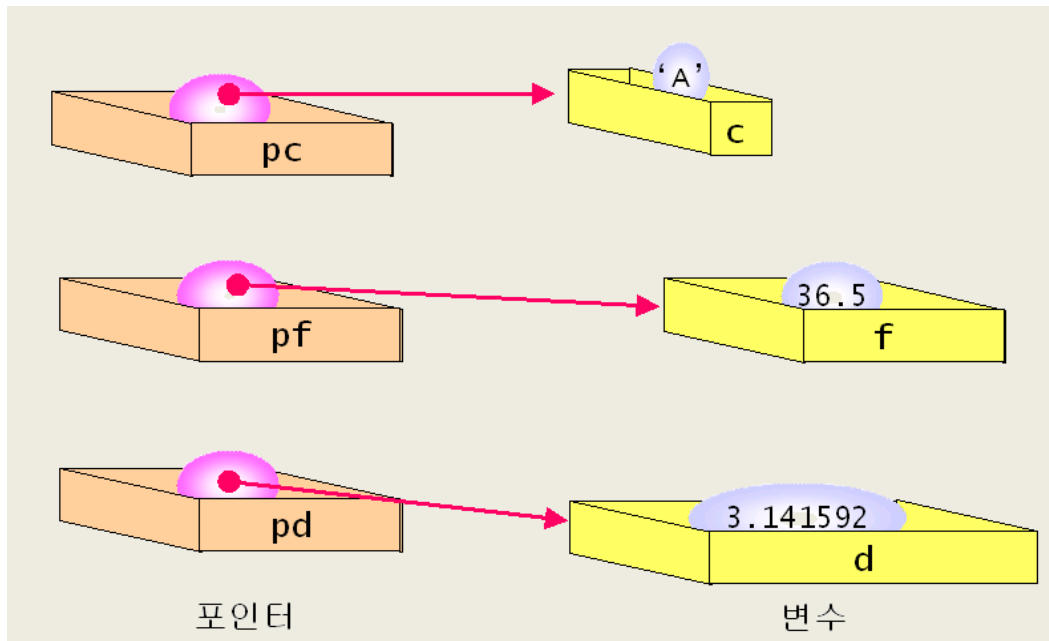
포인터와 변수의 연결

```
int i = 10;    // 정수형 변수 i 선언  
int *p;        // 포인터 변수 p 선언  
p = &i;        // 변수 i의 주소가 포인터 p로 대입
```



다양한 포인터의 선언

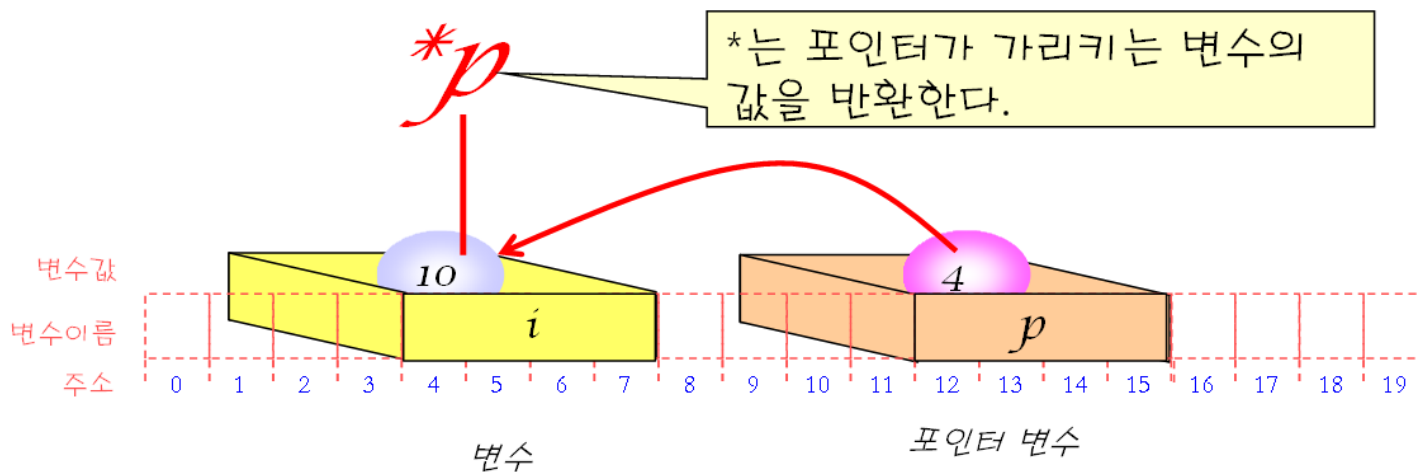
<code>char c = 'A';</code>	// 문자형 변수 c
<code>float f = 36.5;</code>	// 실수형 변수 f
<code>double d = 3.141592;</code>	// 실수형 변수 d
<code>char *pc = &c;</code>	// 문자를 가리키는 포인터 pc
<code>float *pf = &f;</code>	// 실수를 가리키는 포인터 pf
<code>double *pd = &d;</code>	// 실수를 가리키는 포인터 pd



간접 참조(Indirect Addressing) 연산자

- 간접 참조 연산자 *: 포인터가 가리키는 값을 가져오는 연산자

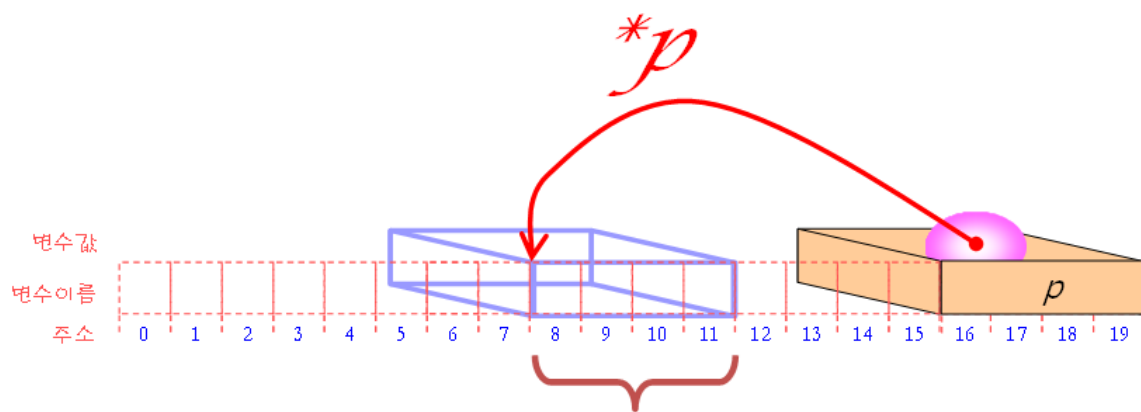
```
int i=10;  
int *p;  
p = &i;  
printf("%d", *p);
```



간접 참조 연산자의 해석

- 간접 참조 연산자: 지정된 위치에서 포인터의 타입에 따라 값을 읽어 들인다.

<code>int *p = 8;</code>	// 위치 8에서 정수를 읽는다.
<code>char *pc = 8;</code>	// 위치 8에서 문자를 읽는다.
<code>double *pd = 8;</code>	// 위치 8에서 실수를 읽는다.

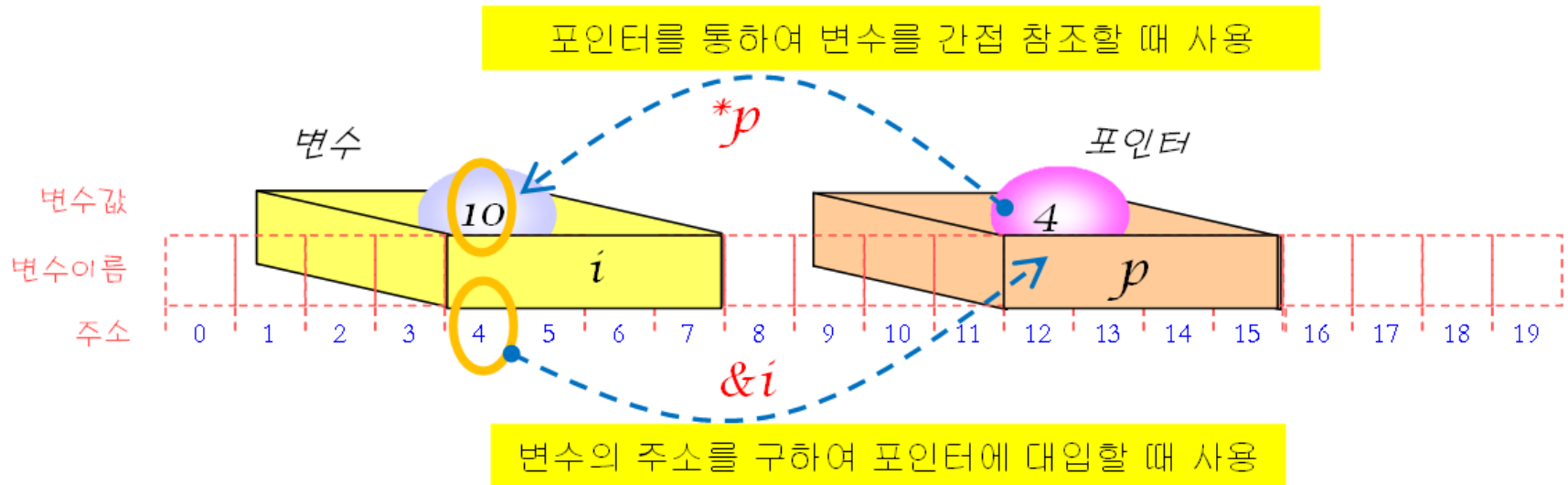


*p하면 p가 가리키는 위치에서 4 바이트를 읽어옵니다.



& 연산자와 * 연산자

- & 연산자: 변수의 주소를 반환한다
- * 연산자: 포인터가 가리키는 곳의 내용을 반환한다.



포인터 예제 #1

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

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i = 3000;
```

```
    int *p = &i;
```

```
    printf("&i = %u\n", &i);
```

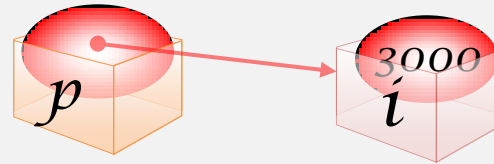
```
    printf("i = %d\n", i);
```

```
    printf("*p = %d\n", *p);
```

```
    printf("p = %u\n", p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```



// 변수와 포인터 연결

// 변수의 주소 출력

// 변수의 값 출력

// 포인터를 통한 간접 참조 값 출력

// 포인터의 값 출력



```
&i = 1245024
```

```
i = 3000
```

```
*p = 3000
```

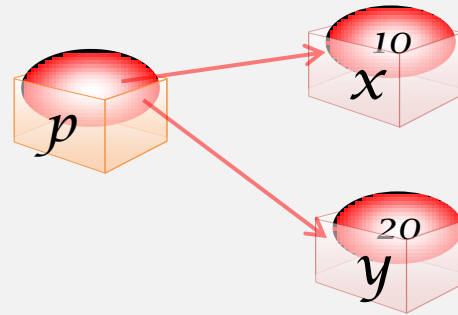
```
p = 1245024
```

포인터 예제 #2

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int x=10, y=20;
    int *p;

    p = &x;
    printf("p = %d\n", p);
    printf("*p = %d\n\n", *p);

    p = &y;
    printf("p = %d\n", p);
    printf("*p = %d\n", *p);
    return 0;
}
```



```
p = 1245052
*p = 10
p = 1245048
*p = 20
```

포인터 예제 #3

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

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i=10;
```

```
    int *p;
```

```
    p = &i;
```

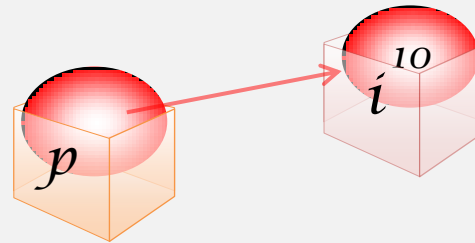
```
    printf("i = %d\n", i);
```

```
    *p = 20;
```

```
    printf("i = %d\n", i);
```

```
    return 0;
```

```
}
```



포인터를 통하여 변수의 값을 변경한다.



```
i = 10  
i = 20
```


중간 점검

- 메모리는 어떤 단위를 기준으로 주소가 매겨지는가?
- 다음의 각 자료형이 차지하는 메모리 공간의 크기를 쓰시오.
- (a) char (b) short (c) int (d) long (e) float (f) double
- 포인터도 변수인가?
- 변수의 주소를 추출하는데 사용되는 연산자는 무엇인가?
- 변수 x의 주소를 추출하여 변수 p에 대입하는 문장을 쓰시오.
- 정수형 포인터 p가 가리키는 위치에 25를 저장하는 문장을 쓰시오.



포인터 사용시 주의점

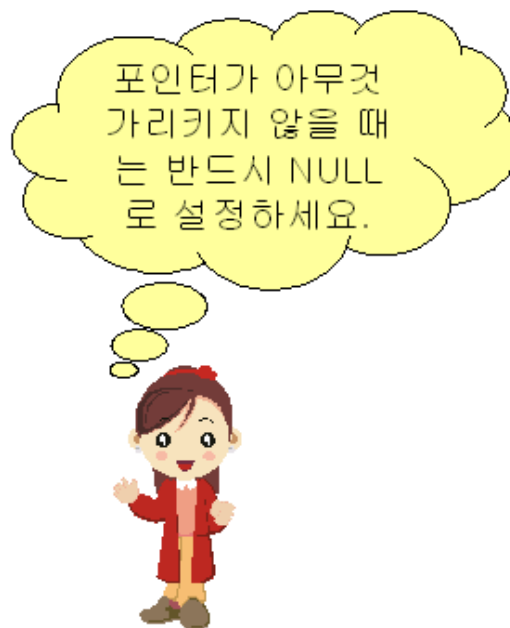
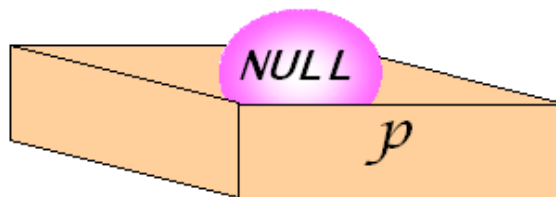
- 초기화가 안된 포인터를 사용하면 안 된다.

```
int main(void)
{
    int *p;           // 포인터 p는 초기화가 안됨
    *p = 100;         // 위험한 코드
    return 0;
}
```



포인터 사용시 주의점

- 포인터가 아무것도 가리키고 있지 않는 경우에는 NULL로 초기화
- NULL 포인터를 가지고 간접 참조하면 하드웨어로 감지할 수 있다.
- 포인터의 유효성 여부 판단이 쉽다.



포인터 사용시 주의점

- 포인터의 타입과 변수의 타입은 일치하여야 한다.

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

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    double *pd;
```

```
    pd = &i;
```

```
    *pd = 36.5;
```

```
    return 0;
```

```
}
```

// 오류! double형 포인터에 int형 변수의 주소를 대입

중간 점검


- 초기값이 결정되지 않은 포인터에는 어떤 값을 넣어두는 것이 안전한가?
- char형 변수에 double형 포인터로 값을 저장한다면 어떤 문제가 발생하는가?



포인터 연산 (Pointer Arithmetic)

- 가능한 연산: 증가, 감소, 덧셈, 뺄셈 연산
- 증가 연산의 경우 증가되는 값은 포인터가 가리키는 객체의 크기

포인터 타입	++연산후 증가되는 값
char	1
short	2
int	4
float	4
double	8


p++

포인터의 증가는
일반 변수와는 약간
다릅니다. 가리키는 객체의
크기만큼 증가합니다.

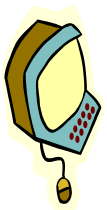


증가 연산 예제

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    char *pc;
    int *pi;
    double *pd;

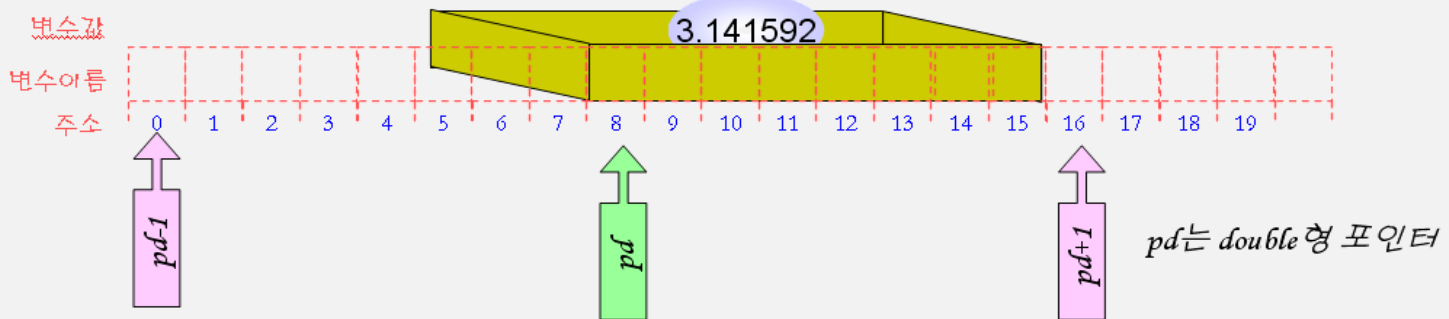
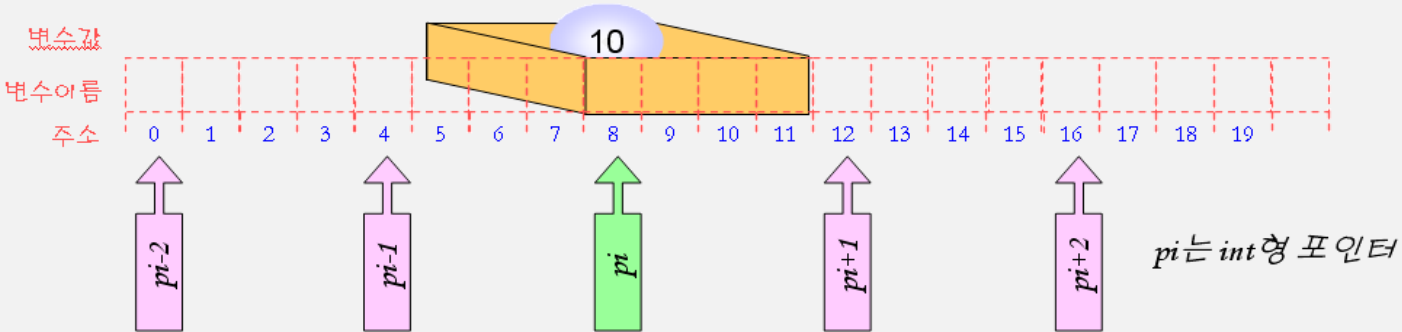
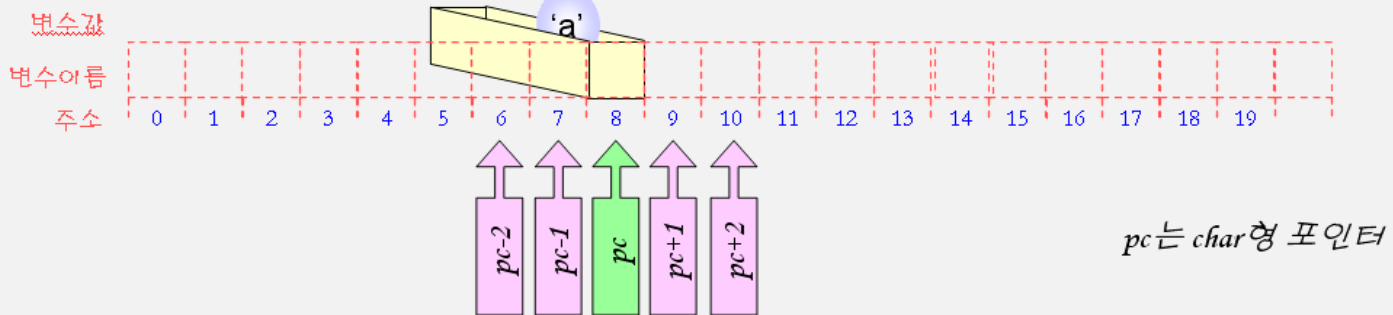
    pc = (char *)10000;
    pi = (int *)10000;
    pd = (double *)10000;
    printf("증가 전 pc = %d, pi = %d, pd = %d\n", pc, pi, pd);

    pc++;
    pi++;
    pd++;
    printf("증가 후 pc = %d, pi = %d, pd = %d\n", pc, pi, pd);
    return 0;
}
```



증가 전 pc = 10000, pi = 10000, pd = 10000
증가 후 pc = 10001, pi = 10004, pd = 10008

포인터의 증감 연산



간접 참조 연산자와 증감 연산자

- ***p++;**
 - p가 가리키는 위치에서 값을 가져온 후에 p를 증가한다.
- **(*p)++;**
 - p가 가리키는 위치의 값을 증가한다.

수식	의미
$v = *p++$	p가 가리키는 값을 v에 대입한 후에 p를 증가한다.
$v = (*p)++$	p가 가리키는 값을 v에 대입한 후에 가리키는 값을 증가한다.
$v = *++p$	p를 증가시킨 후에 p가 가리키는 값을 v에 대입한다.
$v = ++*p$	p가 가리키는 값을 가져온 후에 그 값을 증가하여 v에 대입한다.

간접 참조 연산자와 증감 연산자

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

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i = 10;
```

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

```
    printf("i = %d, pi = %p\n", i, pi);
```

```
    (*pi)++;
```

```
    printf("i = %d, pi = %p\n", i, pi);
```

```
    printf("i = %d, pi = %p\n", i, pi);
```

```
    *pi++;
```

```
    printf("i = %d, pi = %p\n", i, pi);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

pi가 가리키는 위치의 값을 증가한다.

pi가 가리키는 위치에서 값을 가져온 후에 pi를 증가한다.



```
i = 10, pi = 0012FF60
```

```
i = 11, pi = 0012FF60
```

```
i = 11, pi = 0012FF60
```

```
i = 11, pi = 0012FF64
```

포인터의 형 변환

- C언어에서는 필요한 경우에, 명시적으로 포인터의 타입을 변경할 수 있다.

```
double *pd = &f;
```

```
int *pi;
```

```
pi = (int *)pd;
```

간접 참조 연산자와 증감 연산자

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

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    char buffer[8];
```

```
    double *pd;
```

```
    int *pi;
```

```
    pd = (double *)buffer;
```

```
    *pd = 3.14;
```

```
    printf("%f\n", *pd);
```

```
    pi = (int *)buffer;
```

```
    *pi = 123;
```

```
    *(pi+1) = 456;
```

```
    printf("%d %d\n", *pi, *(pi+1));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

char형 포인터를 double형 포인터로 변환, 배열의 이름은 char형 포인터이다.

char형 포인터를 int형 포인터로 변환

3.140000

123 456

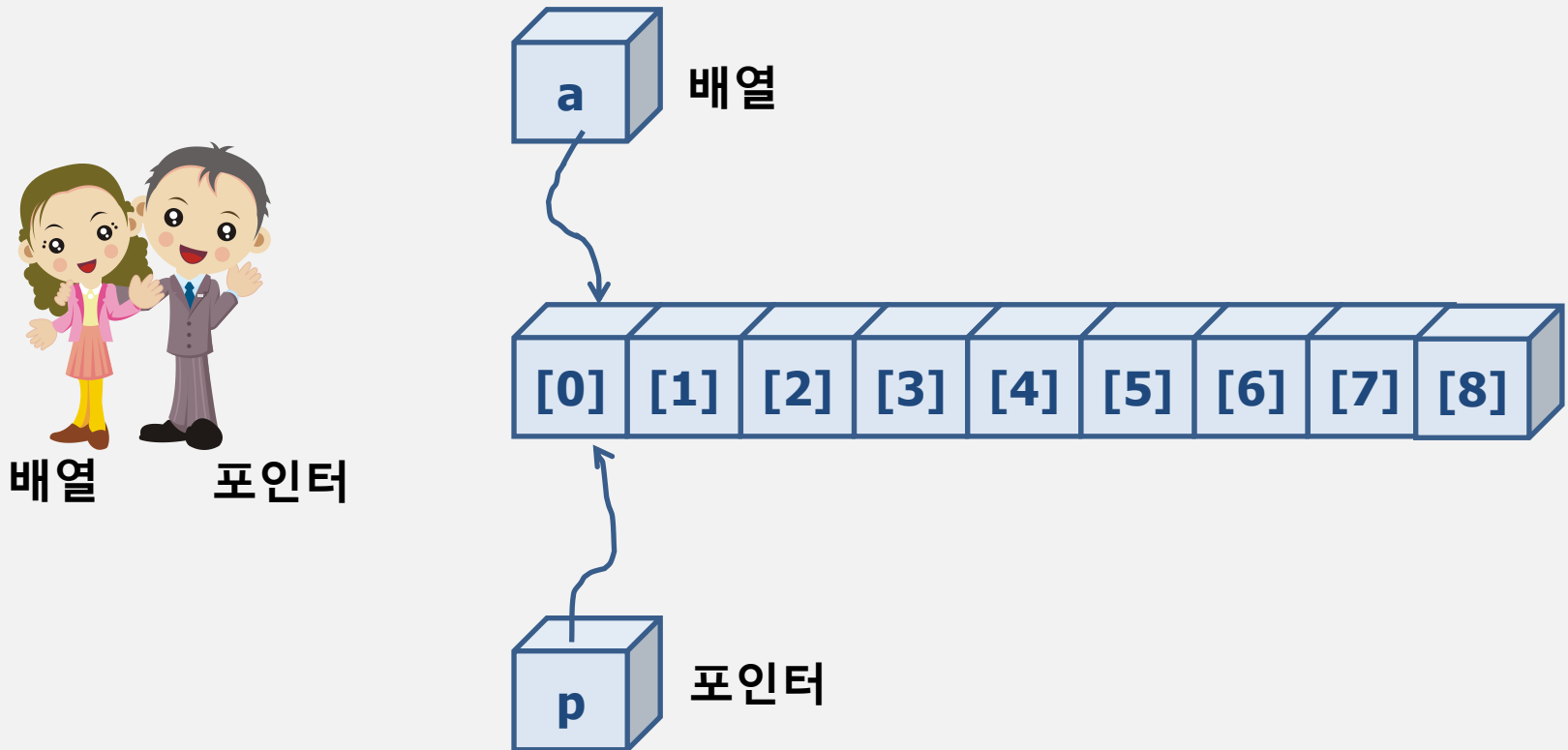
중간 점검

- 포인터에 대하여 적용할 수 있는 연산에는 어떤 것들이 있는가?
- int형 포인터 p가 80번지를 가리키고 있었다면 (p+1)은 몇 번지를 가리키는가?
- p가 포인터라고 하면 *p++와 (*p)++의 차이점은 무엇인가?
- p가 포인터라고 하면 *(p+3)의 의미는 무엇인가?



포인터와 배열

- 배열과 포인터는 아주 밀접한 관계를 가지고 있다.
- 배열 이름이 바로 포인터이다.
- 포인터는 배열처럼 사용이 가능하다.



포인터와 배열

// 포인터와 배열의 관계

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

```
int main(void)
```

```
{
```

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

```
    printf("&a[0] = %u\n", &a[0]);
```

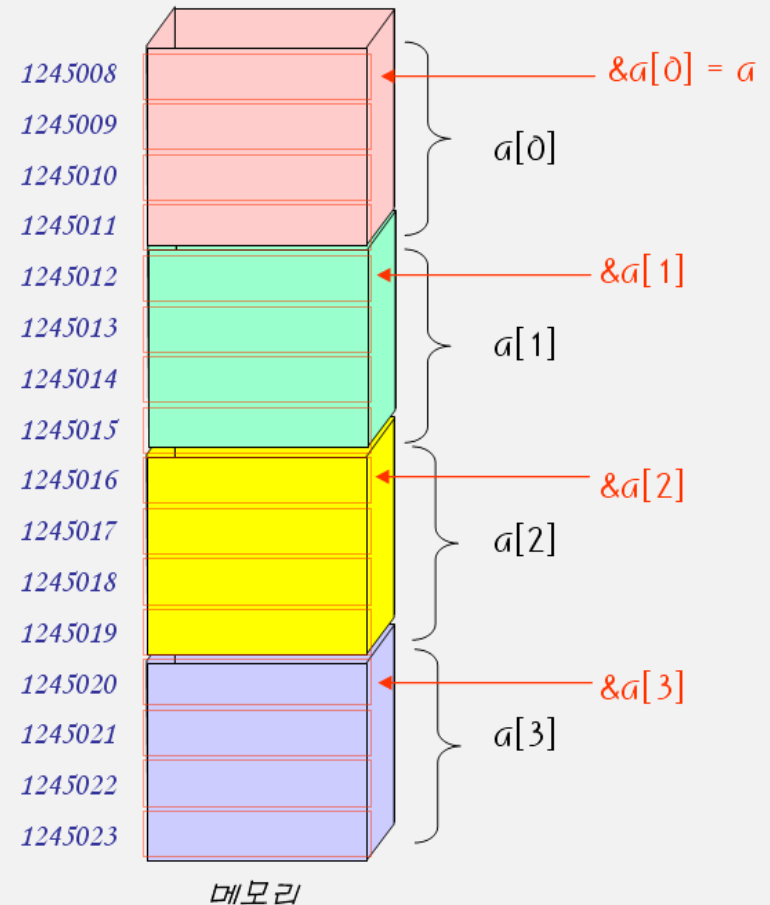
```
    printf("&a[1] = %u\n", &a[1]);
```

```
    printf("&a[2] = %u\n", &a[2]);
```

```
    printf("a = %u\n", a);
```

```
    return 0;
```

```
}
```



&a[0] = 1245008

&a[1] = 1245012

&a[2] = 1245016

a = 1245008

포인터와 배열

```
// 포인터와 배열의 관계
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int a[] = { 10, 20, 30, 40, 50 };

    printf("a = %u\n", a);
    printf("a + 1 = %u\n", a + 1);
    printf("*a = %d\n", *a);
    printf("*(a+1) = %d\n", *(a+1));

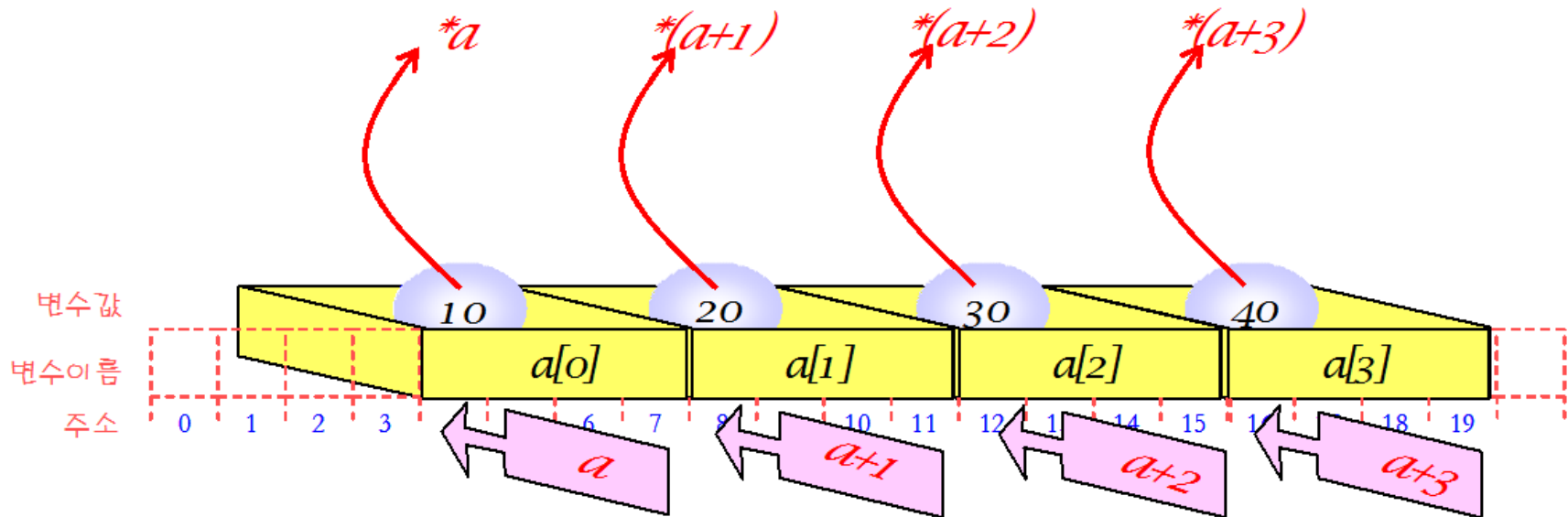
    return 0;
}
```



```
a = 1245008
a + 1 = 1245012
*a = 10
*(a+1) = 20
```


포인터와 배열

- 포인터는 배열처럼 사용할 수 있다.
- 인덱스 표기법을 포인터에 사용할 수 있다.



포인터를 배열처럼 사용

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

```
int main(void)
```

```
{
```

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

```
    int *p;
```

```
    p = a;
```

```
    printf("a[0]=%d a[1]=%d a[2]=%d \n", a[0], a[1], a[2]);
```

```
    printf("p[0]=%d p[1]=%d p[2]=%d \n\n", p[0], p[1], p[2]);
```

```
    p[0] = 60;
```

```
    p[1] = 70;
```

```
    p[2] = 80;
```

```
    printf("a[0]=%d a[1]=%d a[2]=%d \n", a[0], a[1], a[2]);
```

```
    printf("p[0]=%d p[1]=%d p[2]=%d \n", p[0], p[1], p[2]);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

배열은 결국 포인터로
구현된다는 것을 알 수
있다.

포인터를 통하여 배열
원소를 변경할 수 있다.

```
a[0]=10 a[1]=20 a[2]=30
```

```
p[0]=10 p[1]=20 p[2]=30
```

```
a[0]=60 a[1]=70 a[2]=80
```

```
p[0]=60 p[1]=70 p[2]=80
```



포인터를 사용한 방법의 장점

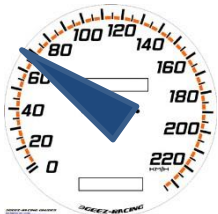
- 포인터가 인덱스 표기법보다 빠르다.
 - Why?: 인덱스를 주소로 변환할 필요가 없다. (곱하기 필요)

```
int get_sum1(int a[], int n)
{
    int i;
    int sum = 0;

    for(i = 0; i < n; i++)
        sum += a[i]; // 실 주소 계산 필요
                    // a + (4 * i)

    return sum;
}
```

인덱스 표기법 사용



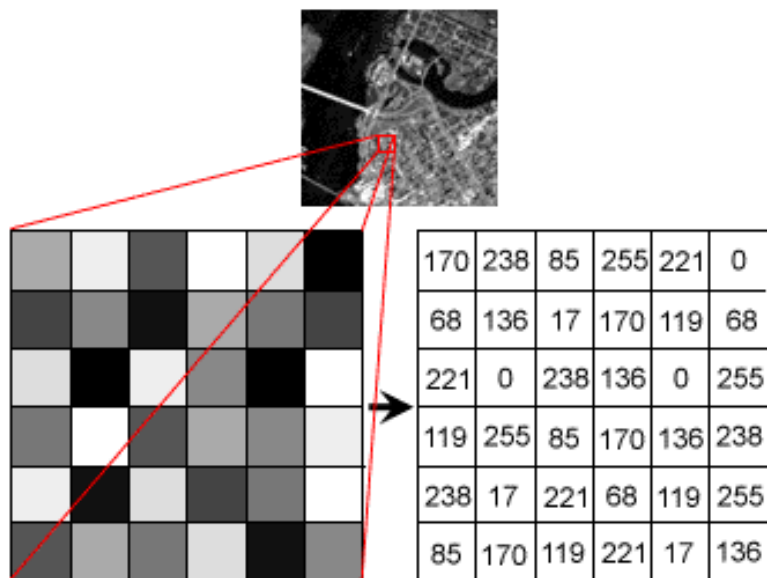
```
int get_sum2(int a[], int n)
{
    int i, sum = 0;
    int *p;
    p = a;
    for(i = 0; i < n; i++)
        sum += *p++;
    return sum;
}
```

포인터 사용

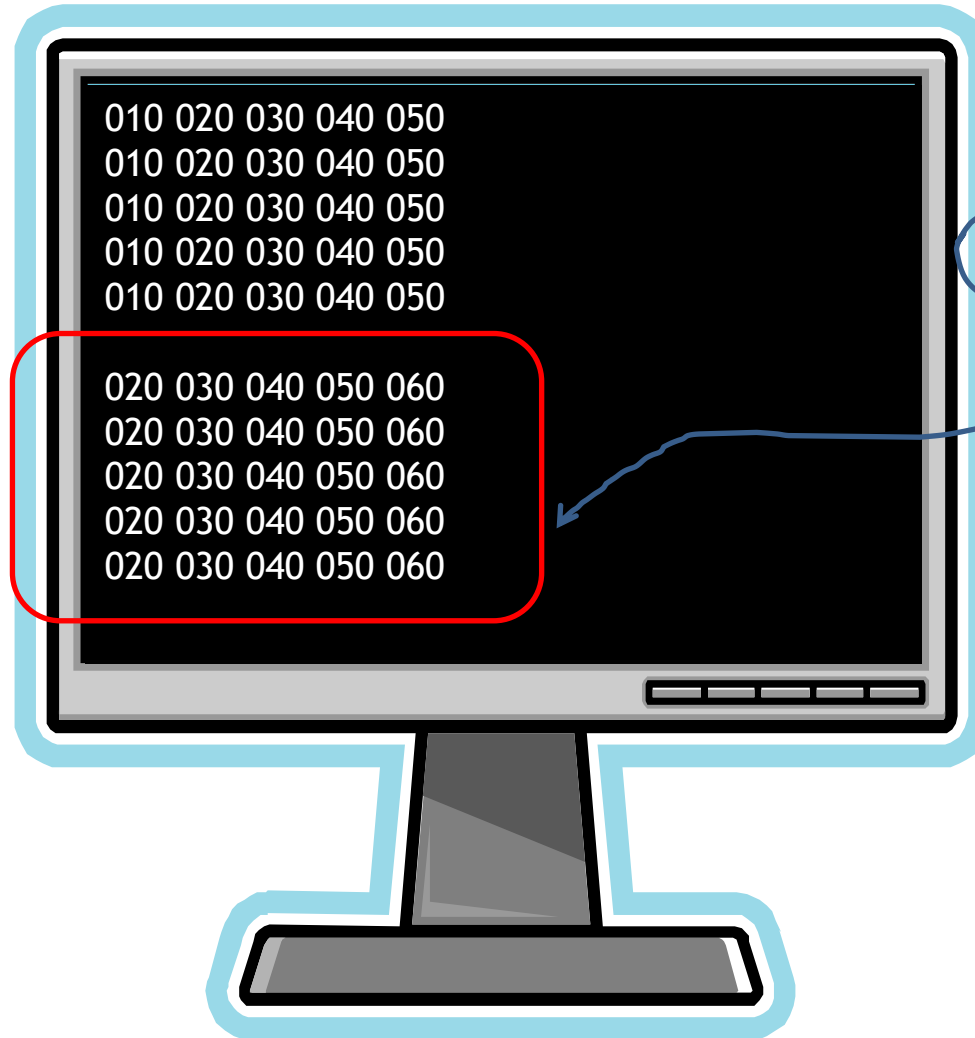


실습: 영상 처리

- 디지털 이미지는 배열을 사용하여 저장된다.
- 이미지 처리를 할 때 속도를 빠르게 하기 위하여 포인터를 사용한다.
- 이미지 내의 모든 픽셀(pixel)의 값을 10씩 증가시켜보자.



실행 결과



모든 픽셀
의 값이
10씩 증가
되었다.

실습: 영상 처리

```
#include <stdio.h>
#define SIZE 5
void print_image(int image[][SIZE])
{
    int r,c;
    for(r=0;r<SIZE;r++){
        for(c=0;c<SIZE;c++){
            printf("%03d ", image[r][c]);
        }
        printf("\n");
    }
    printf("\n");
}
```

실습: 영상 처리

```
void brighten_image(int image[][SIZE])
{
    int r,c;
    int *p;
    p = &image[0][0];
    for(r=0;r<SIZE;r++){
        for(c=0;c<SIZE;c++){
            *p += 10;
            p++;
        }
    }
}
```

실습: 영상 처리

```
int main(void)
{
    int image[5][5] = {
        { 10, 20, 30, 40, 50},
        { 10, 20, 30, 40, 50},
        { 10, 20, 30, 40, 50},
        { 10, 20, 30, 40, 50},
        { 10, 20, 30, 40, 50}};

    print_image(image);
    brighten_image(image);
    print_image(image);
    return 0;
}
```


도전 문제

- 포인터를 이용하지 않는 버전도 작성하여 보자. 즉 배열의 인덱스 표기법으로 위의 프로그램을 변환하여 보자.



배열의 원소를 역순으로 출력

```
#include <stdio.h>
void print_reverse(int a[], int n);

int main(void)
{
    int a[] = { 10, 20, 30, 40, 50 };

    print_reverse(a, 5);
    return 0;
}

void print_reverse(int a[], int n)
{
    int *p = a + n - 1;                // 마지막 노드를 가리킨다.

    while(p >= a)                      // 첫번째 노드까지 반복
        printf("%d\n", *p--);          // p가 가리키는 위치를 출력하고 감소
}
```



50
40
30
20
10

중간 점검

- 배열의 첫 번째 원소의 주소를 계산하는 2가지 방법을 설명하라.
- 배열 `a[]`에서 `*a`의 의미는 무엇인가?
- 배열의 이름에 다른 변수의 주소를 대입할 수 있는가?
- 포인터를 이용하여 배열의 원소들을 참조할 수 있는가?
- 포인터를 배열의 이름처럼 사용할 수 있는가?



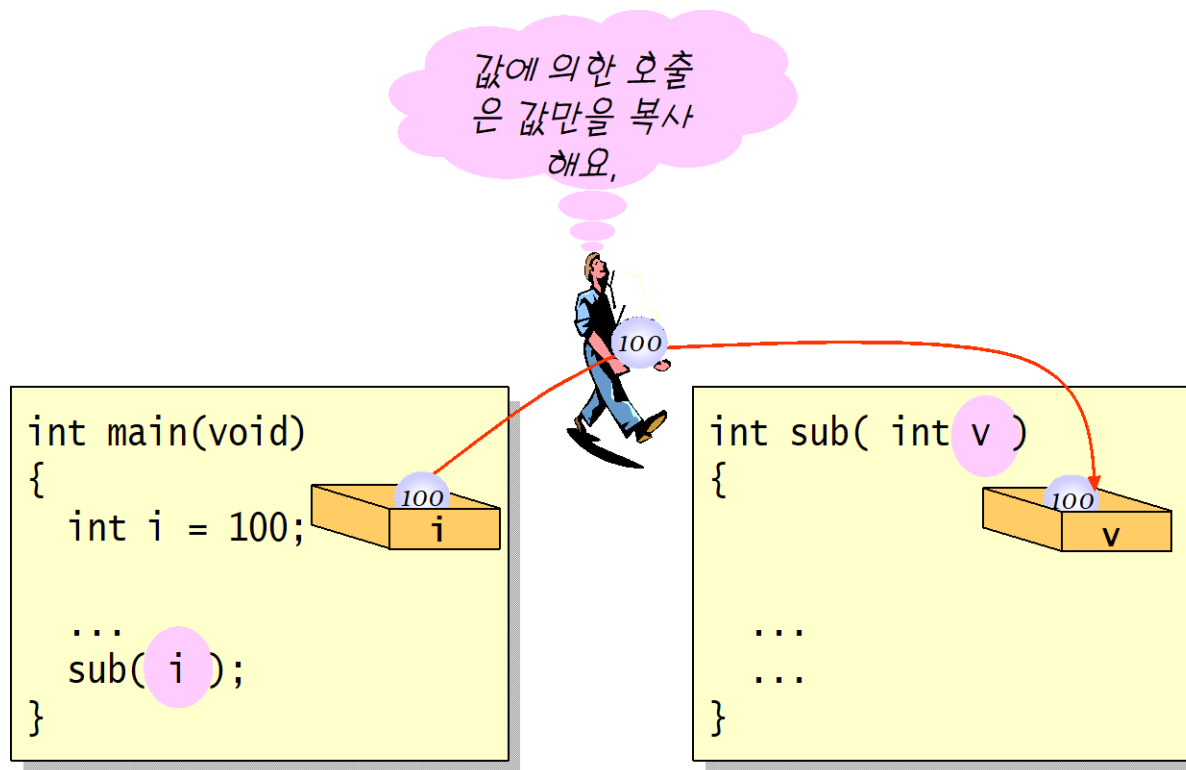
인수 전달 방법

- 함수 호출 시에 인수 전달 방법
 - 값에 의한 호출(call by value)
 - C에서 기본적인 방법
 - 참조에 의한 호출(call by reference)
 - C에서는 포인터를 이용하여 흉내 낼 수 있다.



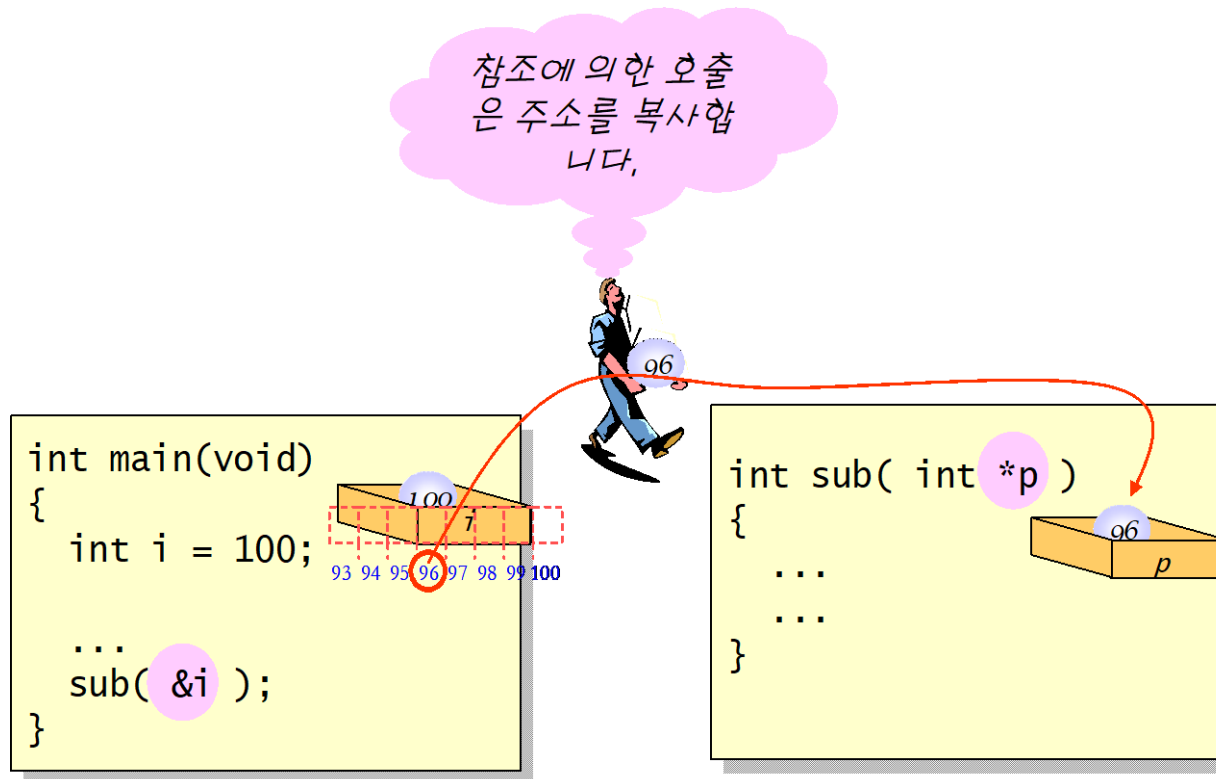
값에 의한 호출 (Call by value)

- 함수 호출 시에 변수의 값을 함수에 전달



참조에 의한 호출 (Call by reference)

- 함수 호출 시에 변수의 주소를 함수의 매개 변수로 전달



swap() 함수 #1 (틀린 예)

- 변수 2개의 값을 바꾸는 작업을 함수로 작성

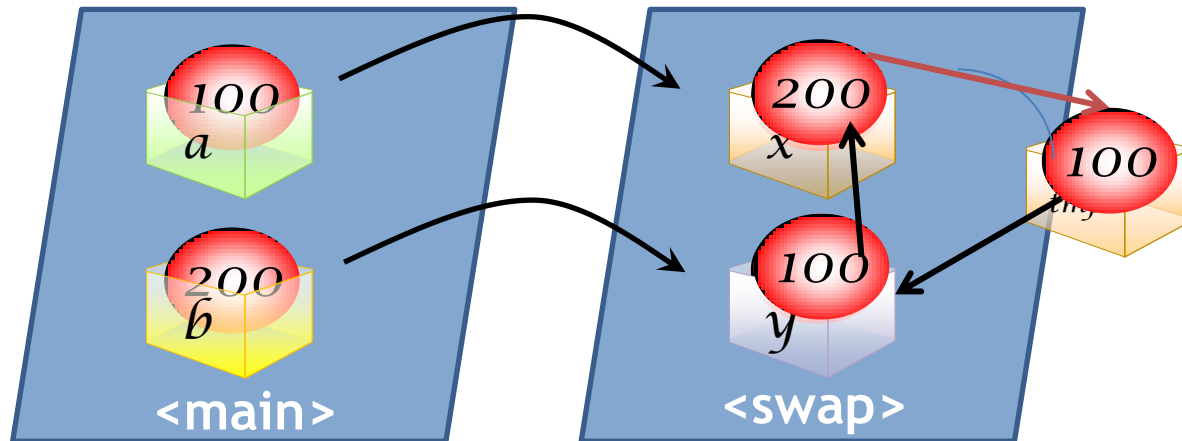
```
#include <stdio.h>
void swap(int x, int y);
int main(void)
{
    int a = 100, b = 200;

    swap(a, b);
    return 0;
} // a, b는 변하지 않는다.
```

```
void swap(int x, int y)
{
    int tmp;

    tmp = x;
    x = y;
    y = tmp;
}
```

함수 호출 시에 값만 복사된다.



swap() 함수 #2 (올바른 예)

■ 포인터를 이용

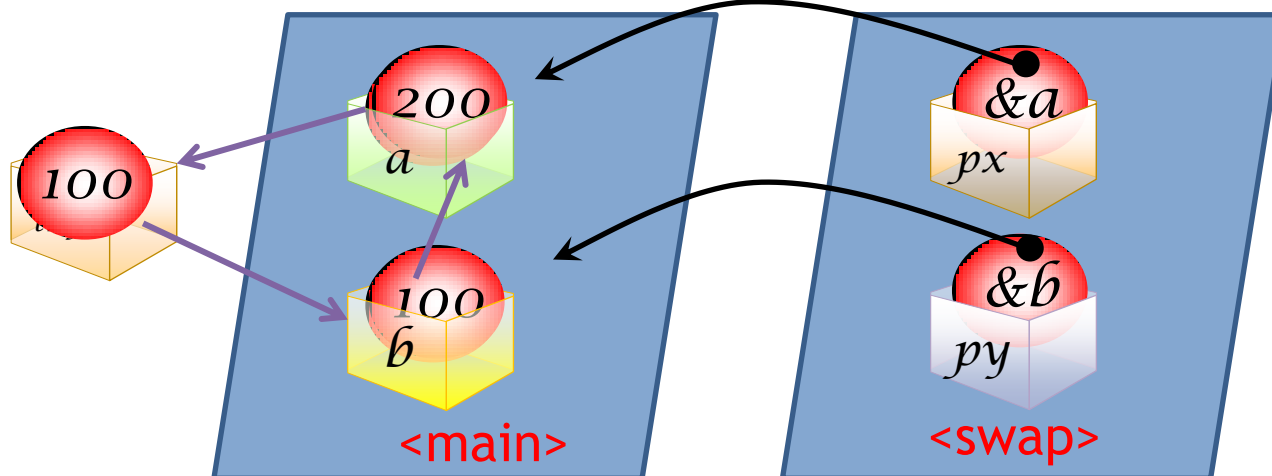
```
#include <stdio.h>
void swap(int x, int y);
int main(void)
{
    int a = 100, b = 200;
    swap(&a, &b);

    return 0;
}
```

```
void swap(int *px, int *py)
{
    int tmp;

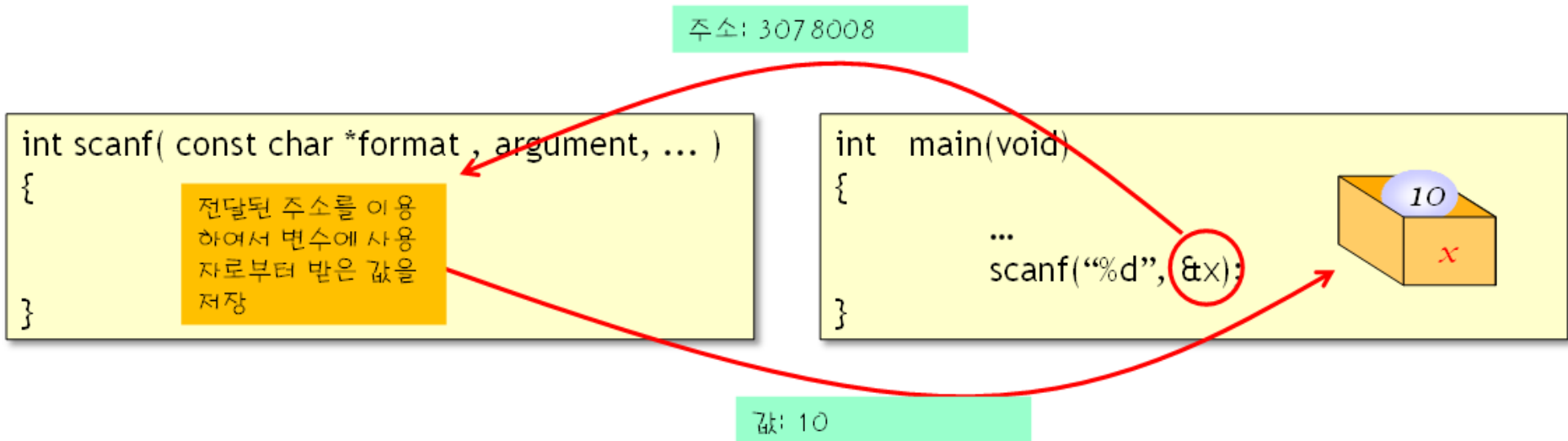
    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;
}
```

함수 호출 시에 주소가 복사된다.



scanf() 함수

- 변수에 값을 저장하기 위하여 변수의 주소를 받는다.



2개 이상의 결과를 반환

```
#include <stdio.h>
// 기울기와 y 절편을 계산
int get_line_parameter(int x1, int y1, int x2, int y2, float *slope, float *yintercept)
{
    if( x1 == x2 )
        return -1; // 실패
    else {
        *slope = (float)(y2 - y1)/(float)(x2 - x1);
        *yintercept = y1 - (*slope)*x1;
        return 0;    // 성공
    }
}

int main(void)
{
    float s, y;
    if( get_line_parameter(3,3,6,6,&s,&y) == -1 )
        printf("에러\n");
    else
        printf("기울기는 %f, y절편은 %f\n", s, y);
    return 0;
}
```

기울기와 Y절편을 인수로 전달



기울기는 1.000000, y절편은 0.000000

배열 매개 변수

■ 일반 매개 변수 vs 배열 매개 변수

```
// 매개 변수 x에 기억 장소가 할당  
void sub (int x)  
{  
    ...  
}
```

```
// b에 기억장소가 할당되지 않는다.  
// base addr.가 passing 되어 calling 함수  
// 내의 array를 직접 access 한다.  
void sub ( int b[ ] )  
{  
    ...  
}
```

■ Why? -> 배열을 함수로 복사하려면 많은 시간 소모

배열 매개 변수

화물이 너무 크면 주소
만 전달하는 수밖에...

```
main()
{
    int a[10000];
```



```
    sub(a, 10000);
```

```
}
```



```
void sub(int b[], int n)
{
```

```
    ...
```

```
}
```

예제

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

```
void sub(int b[], int n);
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int a[3] = { 1,2,3 };
```

```
    printf("%d %d %d\n", a[0], a[1], a[2]);
```

```
    sub(a, 3);
```

```
    printf("%d %d %d\n", a[0], a[1], a[2]);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

```
void sub(int b[], int n)
```

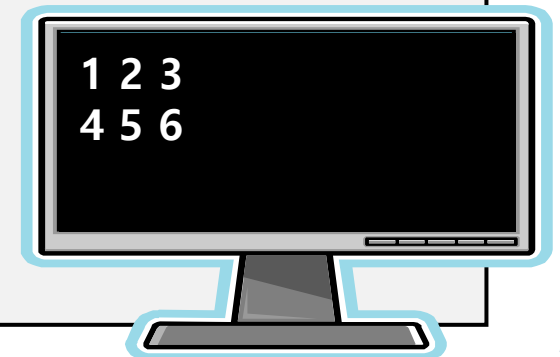
```
{
```

```
    b[0] = 4;
```

```
    b[1] = 5;
```

```
    b[2] = 6;
```

```
}
```



포인터를 반환할 때 주의점

- 함수가 종료되더라도 남아 있는 변수의 주소를 반환하여야 한다.
- 지역 변수의 주소를 반환하면 , 함수가 종료되면 사라지기 때문에 오류

```
int *add(int x, int y)
{
    int result;

    result = x + y;
    return &result;
}
```

지역변수 result는
함수가 종료되면
소멸되므로 그 주소를
반환하면 안된다!



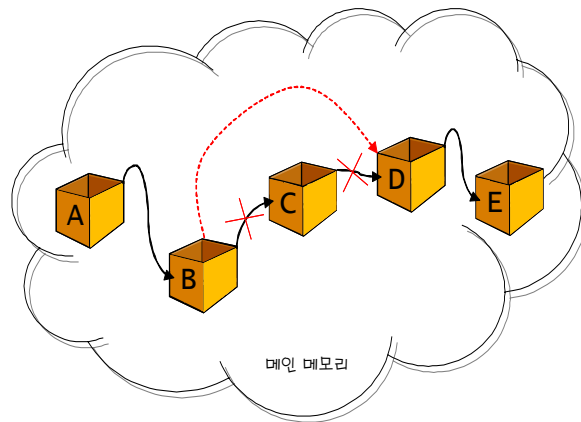
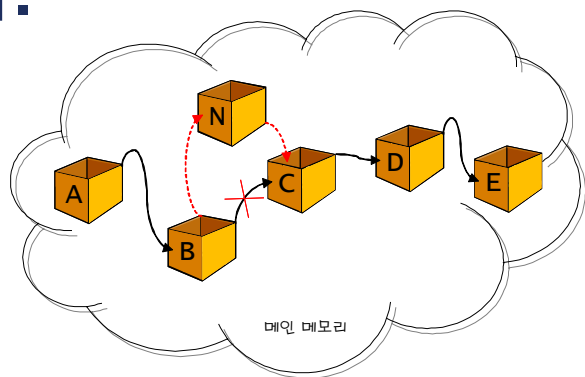
중간 점검

- 함수에 매개 변수로 변수의 복사본이 전달되는 것을 _____라고 한다.
- 함수에 매개 변수로 변수의 원본이 전달되는 것을 _____라고 한다.
- 배열을 함수의 매개 변수로 지정하는 경우, 배열의 복사가 일어나는가?



포인터 사용의 장점

- 연결 리스트나 이진 트리 등의 향상된 자료 구조를 만들 수 있다.



- 참조에 의한 호출

- 포인터를 매개 변수로 이용하여 함수 외부의 변수의 값을 변경할 수 있다.

- 동적 메모리 할당

- 17장에서 다룬다.