

3장. 포인터, 배열, 구조체

포인터, 배열, 구조체

- 기본적인 데이터 타입
- 기본 데이터 타입 위에서 더욱 복잡한 자료구조가 형성됨
- 활성화 레코드는 재귀호출의 이해하기 위해 필요

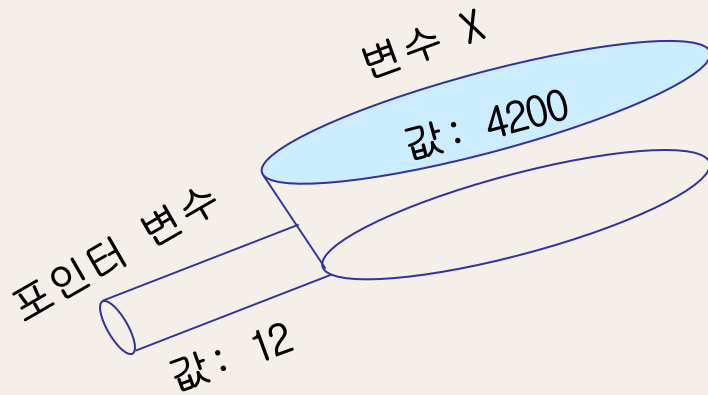
학습목표

- 포인터, 배열, 구조체의 기본 정의를 이해한다.
- 동적 메모리의 할당 및 반납, 주소 연산자 등에 대해 이해한다.
- 참조호출과 값 호출의 차이점을 이해한다.
- 함수 호출시에 배열, 구조체의 전달 메커니즘을 이해한다.
- 복사생성자가 필요한 근본적인 이유를 이해한다.
- 활성화 레코드가 필요한 이유과 그 구성요소를 이해한다.
- 어서트 매크로를 사용하는 방법을 익힌다.

Section 01 포인터 - 포인터

👤 포인터 변수

- 주소값만을 저장할 수 있는 변수
- 팬 핸들을 통한 변수 접근 cf. 변수명을 통한 접근



주소	값	변수
12	4200	X
16	8600	Y
48	9400	Z
49	12	p

A second table below the first one shows memory addresses 48 and 49. The value 12 at address 49 is highlighted in blue. A vertical blue arrow points from this 12 up to the value 4200 at address 12 in the first table, demonstrating pointer arithmetic.

[그림 3-1] 포인터, 변수, 변수 값

포인터 선언

```
int Date, Month;  
int *p;  
float *q;
```

Date Month 변수는 정수 타입
p가 가리키는 것은 정수 타입
q가 가리키는 것은 부동소수 타입

👤 int *p;

- “p가 가리키는 것은 정수 타입”
- “Something pointed by p is of type integer”
- 애스터리스크(Asterisk, *)는 참조의 대상을 찾아내는(Dereference, Indirection) 연산자

주소	값	변수
200		Date
204		Month
404	?	p
408	?	q

[그림 3-2] 포인터 값 할당

- 현재 상태에서 *p = 15; 명령은 오류. *p가 정의되어 있지 않음

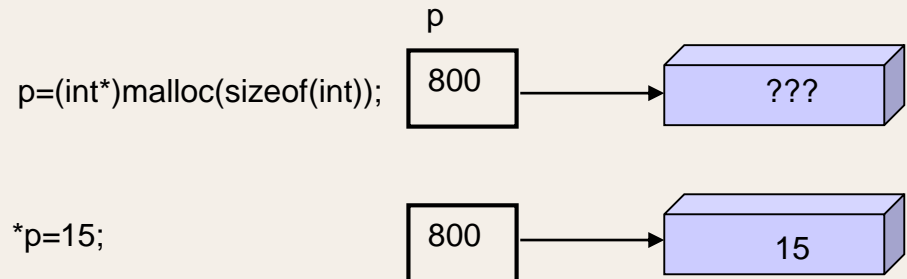
동적 변수 공간 할당

동적 변수 공간 할당

- `p = (int *) malloc(sizeof(int));`
- `*p = 15;`
- `*p`는 힙 메모리 변수, `p`는 스택 메모리 변수

주소	값	변수
200		Date
204		Month
404	800	p
408		q

800	15	?
-----	----	---



[그림 3-4] 명령어별 상태 변화

C/C++의 동적 변수 할당

👤 C/C++의 동적 변수 할당

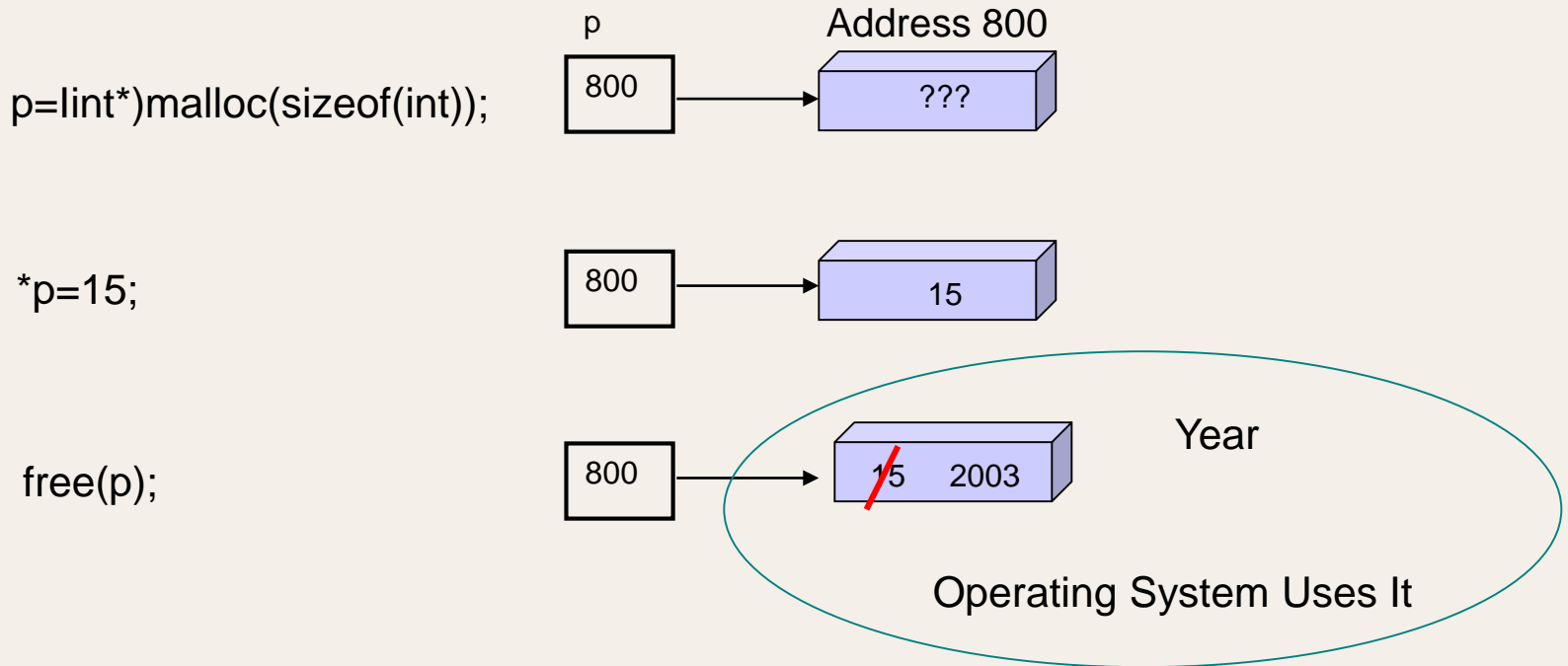
	C	C++
동적변수 할당	<code>p = (int *)malloc(sizeof(int));</code>	<code>p = new int;</code>
동적변수 해제	<code>free p;</code>	<code>delete p;</code>

[표 3-1] C와 C++의 동적 변수 명령 비교

동적 변수 공간의 반납

👤 공간반납

- *p 공간은 반납
- p 공간은 그대로 유지. 값도 그대로 유지
- p를 따라가는 것은 문제가 됨

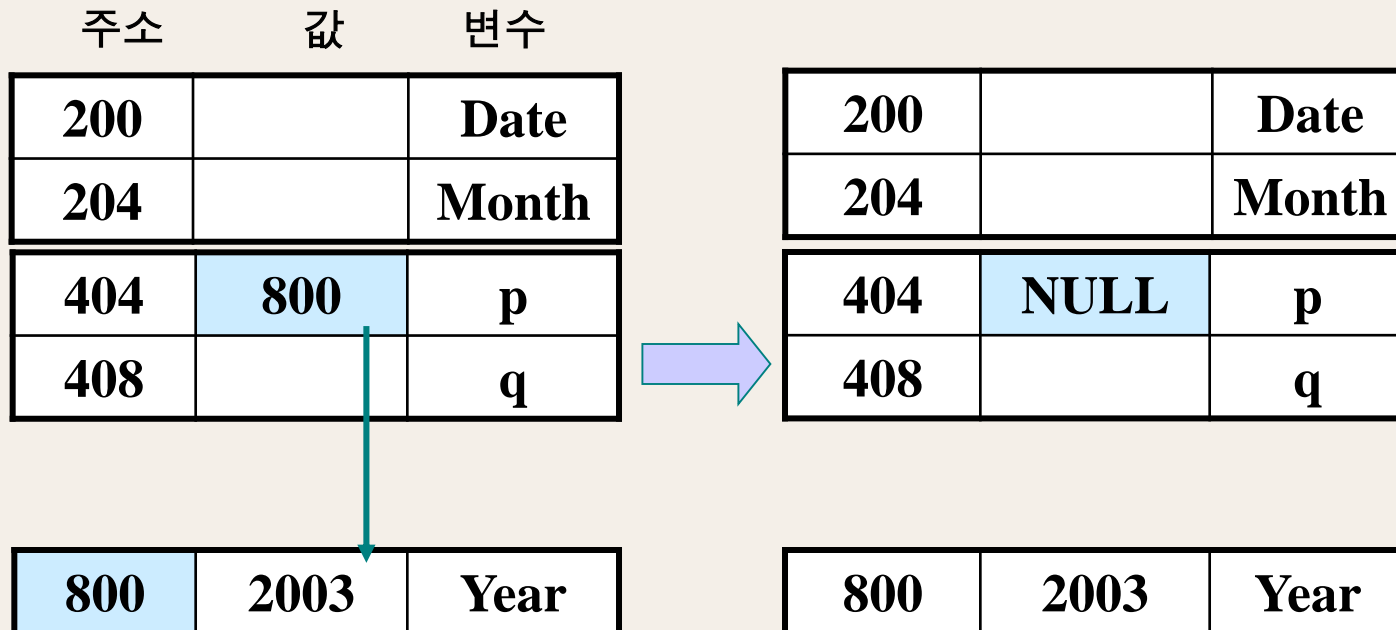


[그림 3-5] 동적 메모리의 반납

동적 변수 공간의 반납

널 포인터

- ‘현재 아무 것도 가리키지 않고 있다’는 의미
- 값이 정의가 안 된(Undefined) 포인터와는 의미가 다름
- `free (p);` `p`가 가리키는 변수 공간을 반납
- `p = NULL;` `p`를 따라가지 않도록



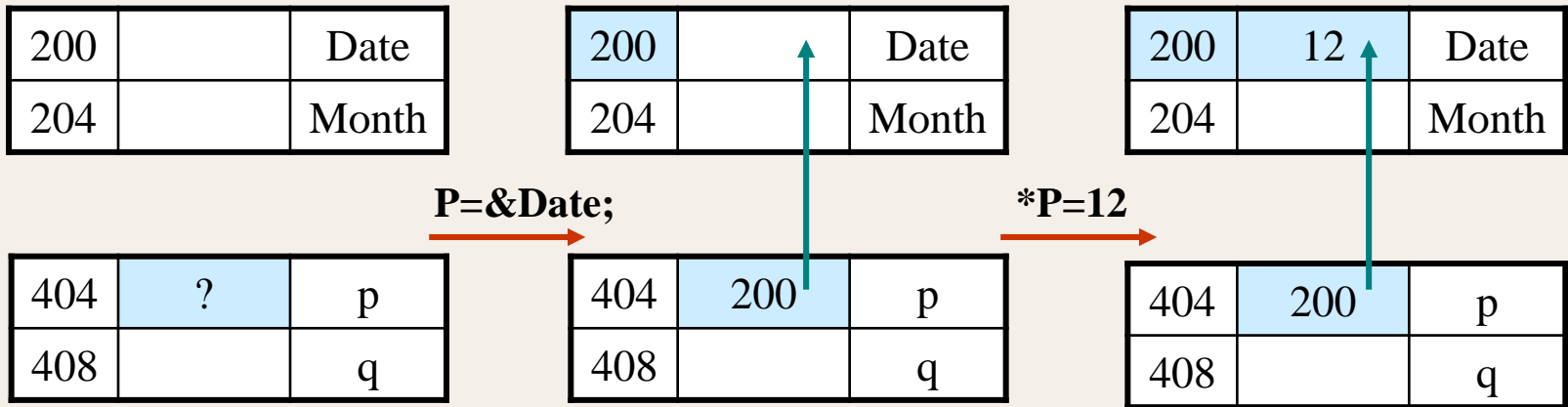
[그림 3-6] 메모리 반납 후 널 처리

주소 연산자

```
int date, month;  
int *p;  
p = &date;
```

주소 연산자 앰퍼샌드 (Ampersand, &)

- ‘Address of’
- 변수 Date의 주소 값을 포인터 변수 p에 할당
- 변수에 대한 두가지 접근 방법: `Date = 12;` 또는 `*p = 12;`

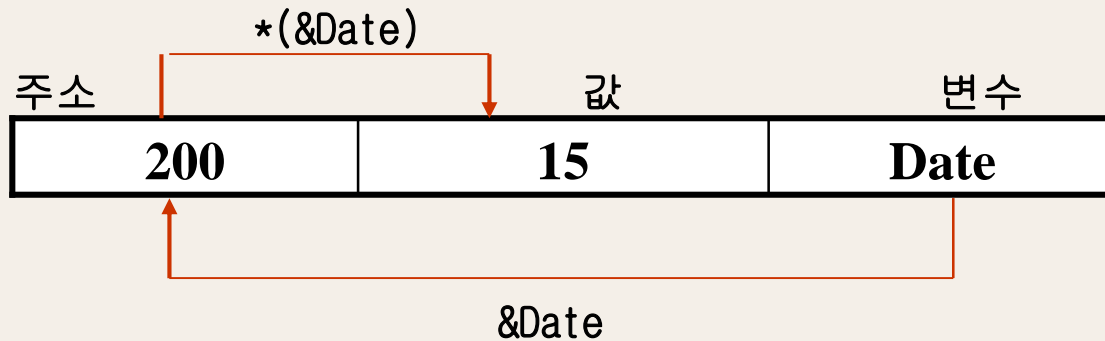


[그림 3-7] 포인터 변수 사용

Reference, Dereference

👤 ***&date** = 15;

- ***(&date)**는 ‘변수 **date**의 주소 값이 가리키는 것’
- 변수 **date**의 주소 값이 가리키는 것은 변수 자체
- 변수를 주소 값으로 매핑(**Mapping**)시키는 함수가 **앰퍼샌드(&)**
- 주소 값을 그 주소가 가리키는 변수로 매핑시키는 함수가 **에스터리스크(*)**.
- 역함수이므로 *****&date** = date**와 동일한 의미



[그림 3-8] 포인터 매핑

👤 **Lvalue, Rvalue**

- ***p = 15;** *p는 등식의 좌변 값(**Lvalue**)으로 사용가능
- **Data = *p;** *p는 등식의 우변 값(**Rvalue**)으로도 사용가능

👤 Generic Pointer

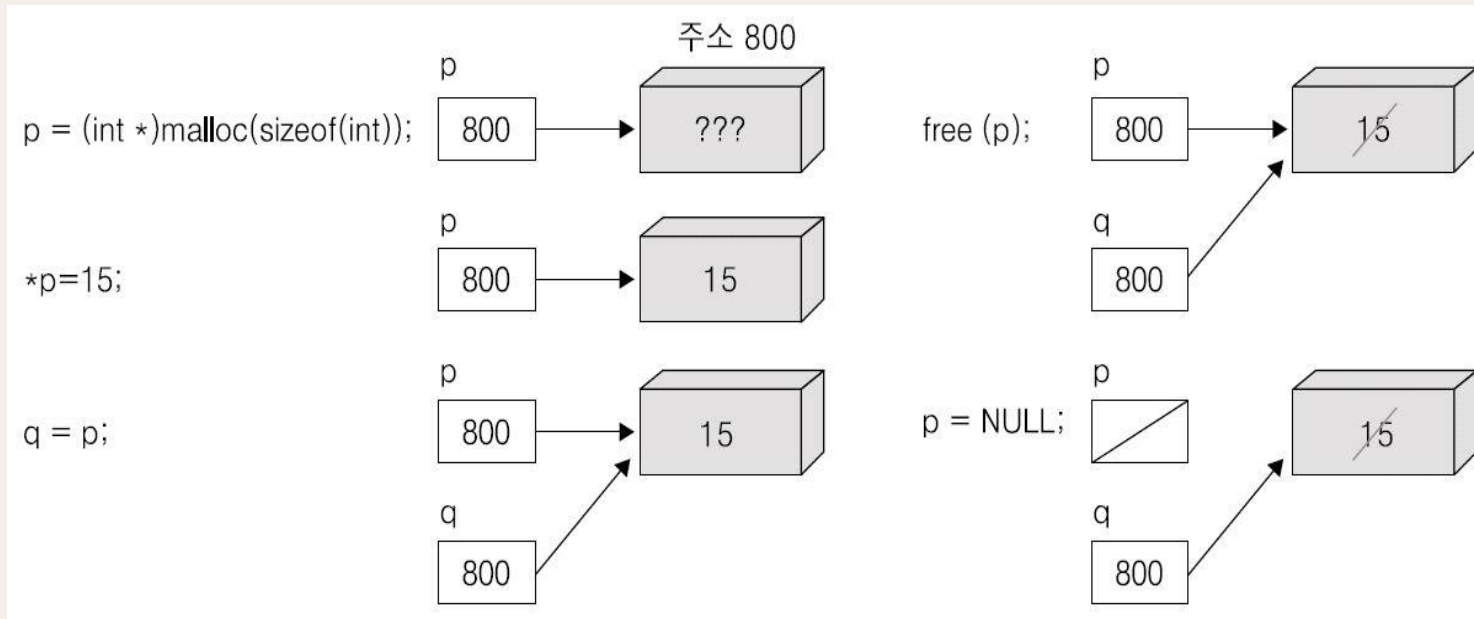
- 포인터는 그것이 가리키는 변수의 타입에 따라 분류
- 가리키는 변수에 따라 읽어와야 할 데이터의 분량이 달라짐
- `Void *Ptr;` 선언시에는 가리키는 대상을 명시하지 않음

👤 `Ptr = (float *)malloc(sizeof(float));`

- 타입변환 연산자에 의해 실행시 포인터의 타입을 할당
- `float *Ptr;` 로 선언되었다면 `(float *)`는 없어도 된다
- 단, 커멘트 효과를 기대하기 위해 사용할 수는 있다

땀글리 포인터(Dangling Pointer)

```
int *p, *q;  
p = (int *) malloc(sizeof(int));  
*p = 15;  
q = p;  
free (p);  
p = NULL;  
*q = 30;
```



[그림 3-9] 땀글리 포인터

가비지(Garbage)

반납도 접근도 할 수 없는 공간

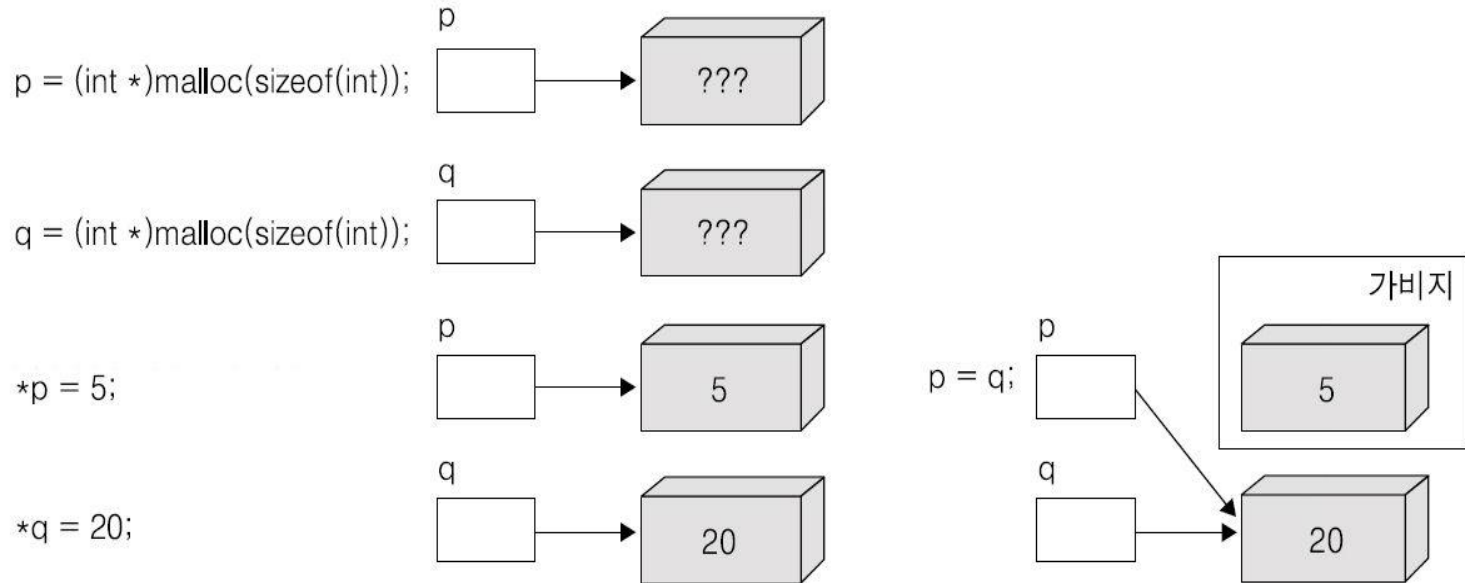
```
int *p; *q;
```

```
p = (int *)malloc(sizeof(int));
```

```
q = (int *)malloc(sizeof(int));
```

```
*p = 5; *q = 20;
```

```
p = q;
```



[그림 3-10] 가비지

상수 변수, 상수 포인터, 배열

👤 상수 변수

- `int a = 24; const int* Ptr = &a;`

👤 상수 포인터

- 포인터가 항상 일정한 메모리 주소를 가리킴
- `int* const Ptr = new int; *Ptr = 25;`
- `int a; *Ptr = &a;` (이것은 오류)

👤 배열

- 배열 이름은 배열의 시작 주소 값을 지님. 즉 포인터에 해당
- 배열은 프로그램 시작 시에 메모리 위치가 고정
- 따라서 배열변수는 일종의 상수 포인터에 해당

👤 참조 호출

- Call by Reference
- Call by Variable
- 원본전달 호출

👤 값 호출

- Call by Value
- 사본전달 호출

👤 실제 파라미터, 형식 파라미터

- `CallMe(int a);`가 있을 때, 호출 함수가 `CallMe(n);`으로 호출
- 호출 함수의 `n` = 실제 파라미터(Actual Parameter)
- 피호출 함수의 `a` = 형식 파라미터(Formal Parameter)
- 참조호출에서는 실제 파라미터와 형식 파라미터가 완전히 일치
- 값 호출에서는 실제 파라미터와 형식 파라미터가 서로 다른 변수

Section 02 참조 호출과 값 호출 - 값 호출

👤 C/C++은 기본적으로 값 호출만을 지원

```
void fcn(int i)
```

```
{ i = 5;
```

```
}
```

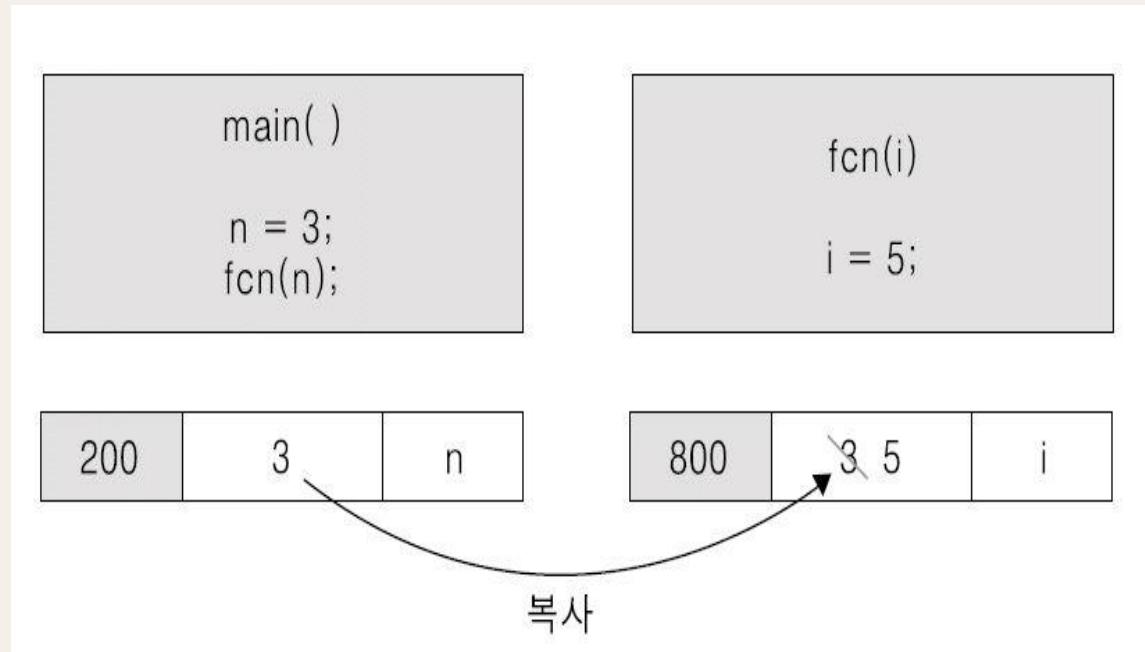
```
void main( )
```

```
{ int n = 3;
```

```
  fcn(n);
```

```
  printf("%d", n);
```

```
}
```



[그림 3-11] 값 호출

함수의 리턴 값

```
int fcn(int& a)
{ int b = a;
  ...
  return b;
}
```

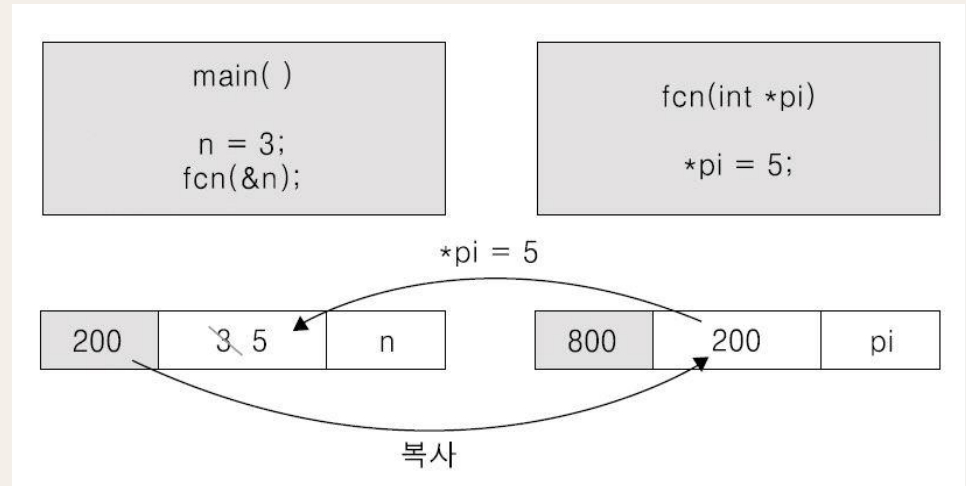
함수실행 결과 리턴 값

- 복사에 의해 전달 됨
- 호출함수에게 리턴 되는 것은 변수 b가 아니고, 변수 b를 복사한 값
- 지역변수는 함수 실행 종료와 함께 그 수명이 끝남.
- 호출함수로 되돌아 온 순간에는 더 이상 존재하지 않음
- 따라서 지역변수를 리턴 할 수는 없음

참조 호출

```
void fcn(int *pi)
{ *pi = 5;
}

void main( )
{ int n = 3;
  fcn(&n);
  printf(“%d”,n);
}
```



[그림 3-12] 포인터의 값 호출

- 👤 포인터 변수의 값 호출에 의해 참조 호출 효과를 이룸
- 👤 C/C++은 기본적으로 참조호출을 지원하지 않음

C++ 객체의 전달

값 호출

```
void fcn(bookclass b)
{ cout << b.Number;
}
void main( )
{ bookclass MyBook;
  fcn(MyBook);
}
```

책의 일련번호를 프린트하기
C++의 cout은 C의 printf에 해당

bookclass에 속하는 MyBook 객체 선언

참조 호출 (실제로는 포인터 변수의 값 호출)

```
void fcn(bookclass *b)
{ cout << (*b).Number;
}
void main( )
{ bookclass MyBook;
  fcn(&MyBook);
}
```

b는 객체의 시작주소를 가리키는 포인터
b가 가리키는 객체의 상태변수 중 Number를 프린트

객체 MyBook의 시작주소를 넘김

대용량 데이터: 참조 호출에 의해 복사에 소요되는 시간을 줄임

```
void fcn(int &pi)
{ pi = 5;
}
void main( )
{ int n = 3;
  fcn(n);
  cout << n;
}
```

앰퍼샌드(&)

- Address 연산자가 아님.
- 에일리어스(Alias, Reference, 별명)을 의미
- 호출함수에서 던져준 변수 n을 '나로서는 일명 pi'로 부르겠다.
- 참조호출의 효과(본명이나 별명이나 동일한 대상)

왜 에일리어스를 사용하는가

- 포인터 기호 없이 간단하게 참조 호출
- 호출함수에서는 무심코 변수 자체를 전달
- 피호출 함수에서 에일리어스로 받으면 참조 호출, 그냥 받으면 값 호출

잘못 된 스왑

```
void swap (int x, int y)
```

```
{ int temp;  
  temp = x; x = y; y = temp;  
}
```

```
void main( )
```

```
{ int a = 20;  
  int b = 40;  
  swap(a, b);  
  cout << a; cout << b;  
}
```

두 가지 스왑

void swap (int *x, int *y)

```
{ int temp;  
  temp = *x; *x = *y; *y = temp;  
}
```

void main()

```
{ int a = 20;  
  int b = 40;  
  swap(&a, &b);  
  cout << a; cout << b;  
}
```

변수 a, b의 주소 값 전달

void swap (int& x, int& y)

```
{ int temp;  
  temp = x; x = y; y = temp;  
}
```

void main()

```
{ int a = 20;  
  int b = 40;  
  swap(a, b);  
  cout << a; cout << b;  
}
```

int& x와 int &x는 동일한 기호임

변수 a, b를 그대로 전달

👤 세 가지 경우 호출됨

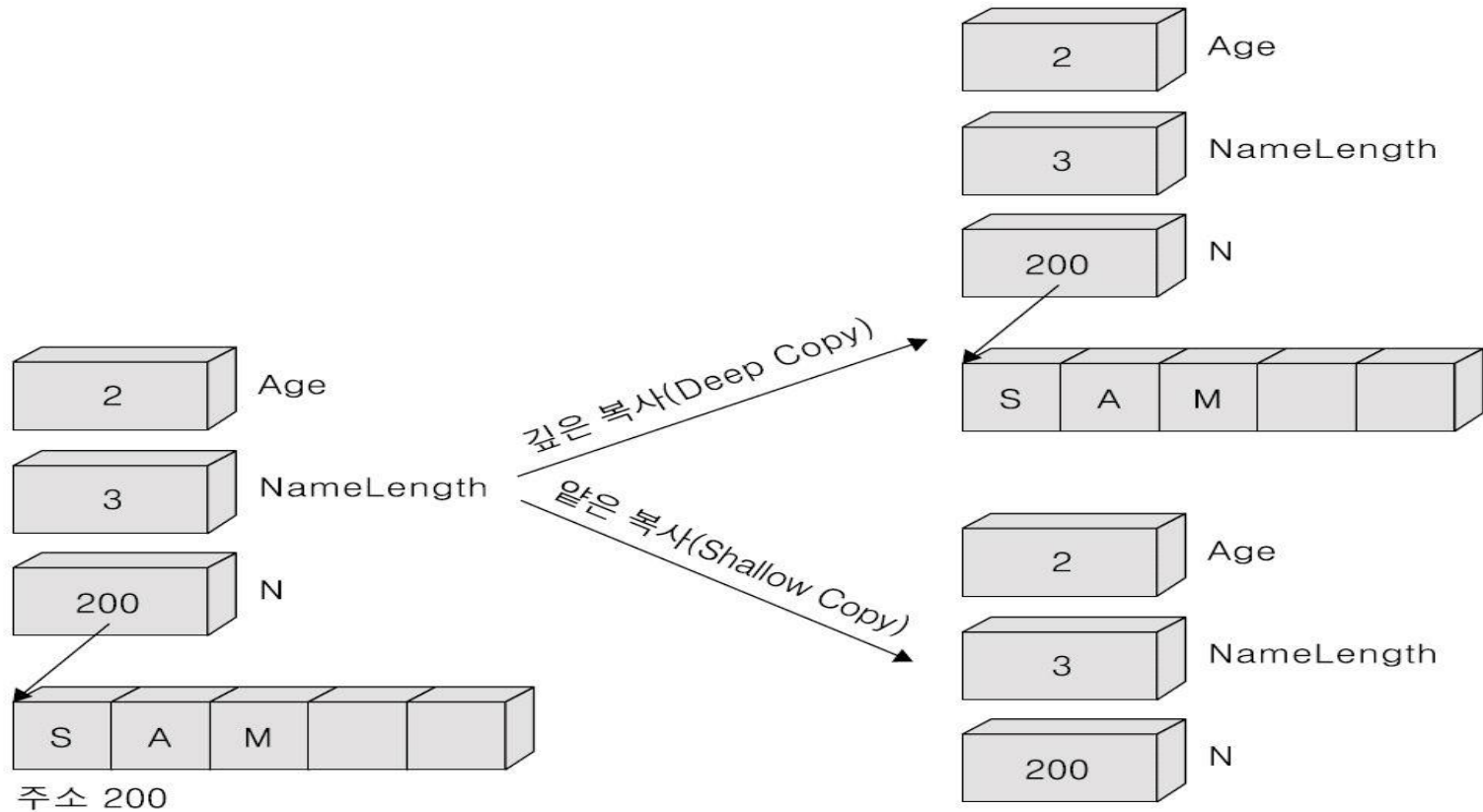
- 함수 호출시 객체가 파라미터로 전달될 때
 - `triangleClass T1; Call(T1);`
- 객체를 선언하면서 막바로 다른 객체 값으로 초기화했을 때
 - `triangleClass T1; T1.Base = 10; T1.Height = 20; triangleClass T2 = T1;`
- 피호출함수가 호출함수에게 객체를 리턴 값으로 전달할 때
 - `triangleClass T1; ... , return T1;`

👤 기본 복사 생성자

- 시스템이 자동으로 적용하는 디폴트 복사 생성자
- 프로그래머가 직접관리하는 사용자 복사 생성자를 사용하는 것이 좋음

얕은 복사, 깊은 복사

- 👤 사용자 복사 생성자: 깊은 복사(Deep Copy)
- 👤 디폴트 복사 생성자: 얕은 복사(Shallow Copy)



[그림 3-13] 깊은 복사, 얕은 복사

복사 생성자와 할당 연산자

복사 생성자와 할당 연산자

복사 생성자	할당 연산자
<pre>triangleClass T1; T1.Base = 10; T1.Height = 20; triangleClass T2 = T1;</pre>	<pre>triangleClass T1, T2; T1.Base = 10; T1.Height = 20; T2 = T1;</pre>

Section 03 배열 - 배열

📍 직접 접근

- 인덱스 계산에 의해 해당 요소의 위치를 바로 알 수 있음
- $\&A[i] = \&A[0] + (i - 1) * \text{Sizeof}(\text{Element Type})$

A = &A[0] = 200

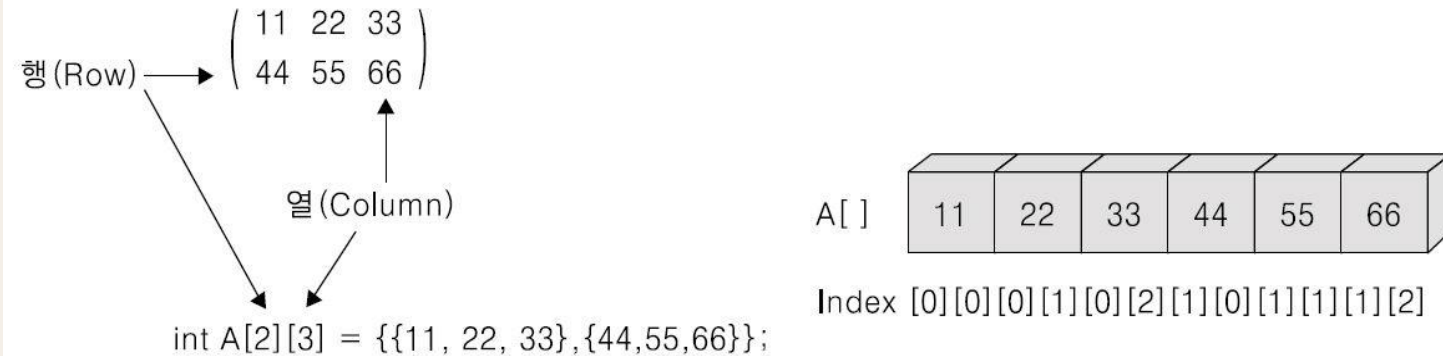
A[]

200	98	0
204	92	1
208	88	2
212		3
216		4

주소 배열요소 인덱스

[그림 3-14] 배열의 주소 값

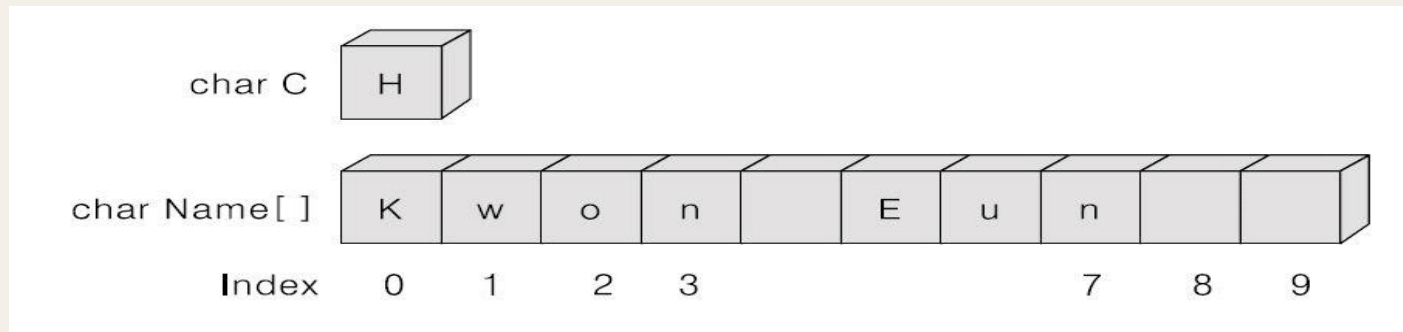
👤 2차원 배열: 행 우선(Row-major Order)



[그림 3-15] 행 우선 2차원 배열

👤 문자열 배열

- `char C = 'H'; char Name[10] = "Kwon Eun";`

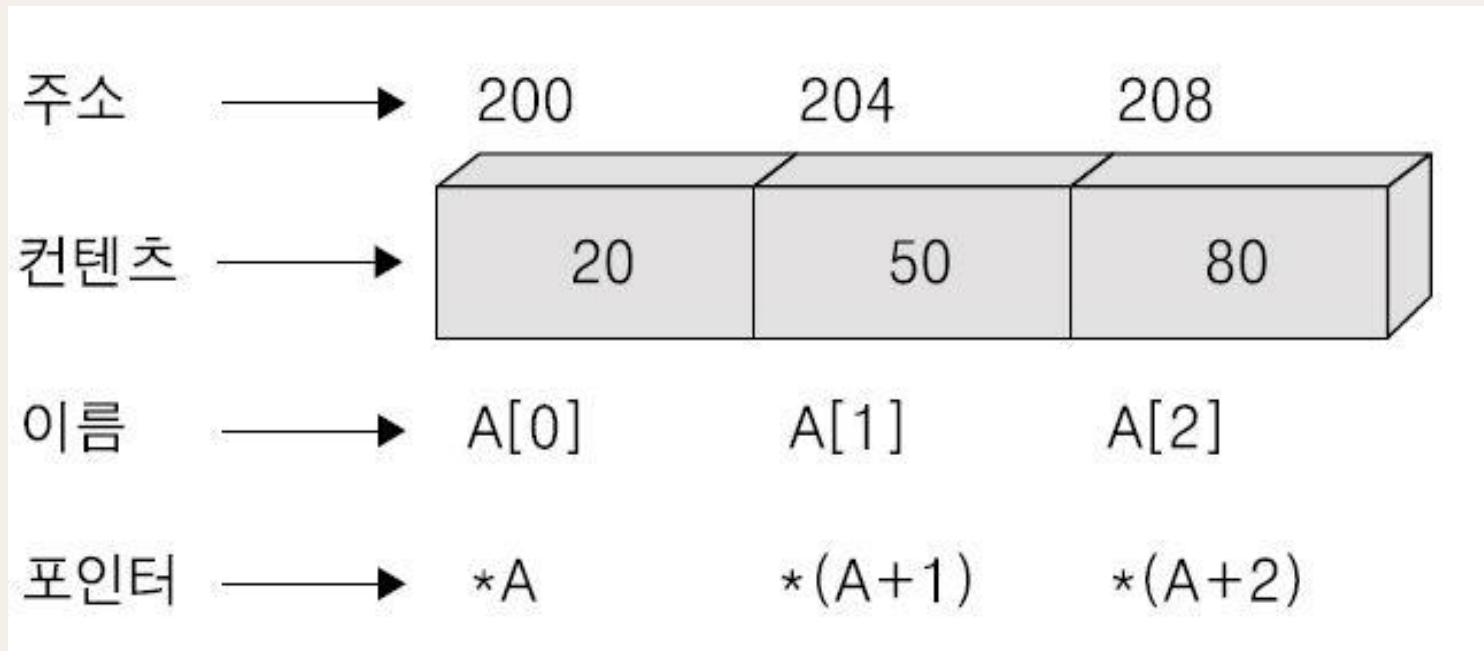


[그림 3-16] 배열의 구성

배열과 포인터

배열의 정체는 다름아닌 포인터

- 배열 요소를 포인터로 표현할 수 있음
- 포인터 산술연산(Pointer Arithmetic)
 - $A + 1 = A + 1 * \text{Sizeof}(\text{Array Element})$



[그림 3-17] 배열의 포인터 표현

배열과 포인터

📌 배열 인덱스와 포인터 산술 연산

배열 인덱스

```
int Buffer[1024];  
for (int i = 0; i < 1024; i++)  
    Buffer[i] = 5;
```

포인터 산술연산

```
int Buffer[1024];  
for (int* p = Buffer; p < &Buffer[1024]; p++)  
    *p = 5;
```

[표 3-3] 포인터 산술연산

배열의 전달

```
int SumUp(int A[ ], size)
{ int Sum = 0;
  for (int i = 0; i < size; i++)
    Sum += A[i];
  return Sum;
}

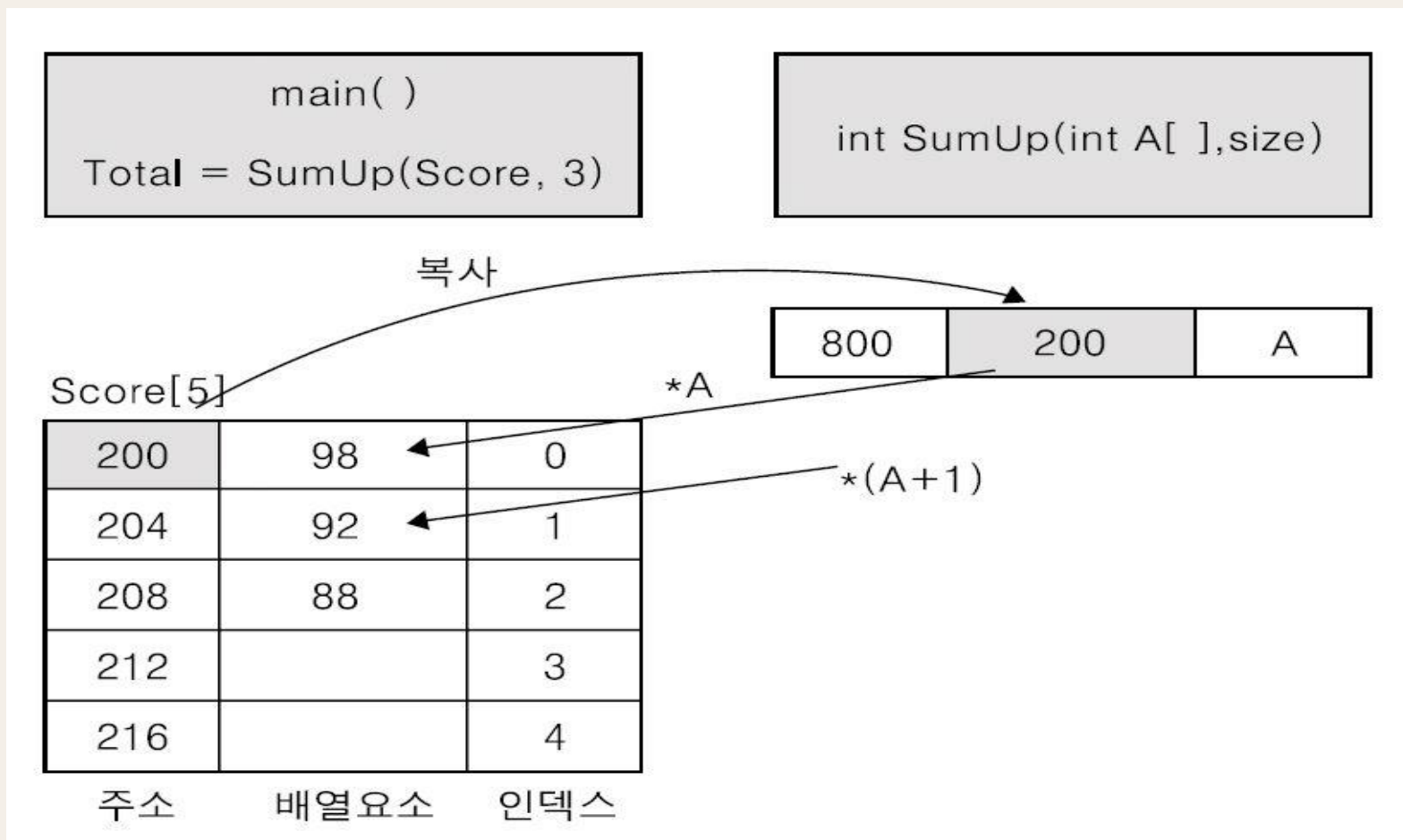
void main( )
{ int Total; int Score[5];
  Score[0] = 98; Score[1] = 92; Score[2] = 88;
  Total = SumUp(Score, 3);
}
```

배열의 전달

- 단순타입과 달리 값 호출로 배열요소가 복사되지는 않음
- 배열변수 이름, 즉 포인터 값만 값 호출로 복사되어 넘어감
- 따라서 피 호출함수에서 작업을 가하면 이는 원본을 건드리는 참조호출 효과

배열의 전달

배열의 전달



[표 1-1] C++ 소스 파일의 구성

```
👤 int SumUp(int *A, size)  
{ int Sum = 0;  
  for (int i = 0; i < size; i++)  
  { Sum += *A;  
    ++A;  
  }  
  return Sum;  
}
```

👤 포인터 산술연산

- $*(A+1) = A[1]$, $*(A+2) = A[2]$
- 값 호출이므로 A를 변화시켜도 무방함

👤 상수 배열

- 읽기를 위한 접근만 허용
- **int SumUp(const int A[], size)**
- **int SumUp(const int *A, size)**

👤 정적배열과 동적배열

```
void Function1(int Size)
{ int MyArray[Size];
  ...
}
```

정적 배열 선언

```
void Function2(int Size)
{ int *MyArrayPtr = new int[Size];
  ...
  delete[ ] MyArrayPtr;
}
```

동적 배열 선언

👤 정적배열과 동적배열

- 정적 배열은 스택에(변수 선언에 의함)
- 동적배열은 힙에 (malloc, new 등 함수 실행에 의함)
- 정적 배열 크기는 컴파일 시에, 동적 배열 크기는 실행 중에 결정
- 동적 배열도 실행 중에 그 크기를 늘릴 수는 없음

필드, 레코드, 파일

📍 필드, 레코드, 파일

정지희	여	19	011-388-3031
박하영	여	19	02-445-5059
김무성	남	19	031-330-6432
정건호	남	19	019-301-3001

Section 04 구조체 – 구조체 타입선언

👉 **typedef struct**
{ char Title[12];
int Year;
int Price;
} carType;

- MyCar.Year = 2001;
- carType MyCar {"RedSportCar", 2005, 2000};

필드 이름	값	시작 주소
Title	Reds	200
	port	204
	Car	208
Year	2005	212
Price	1200	216

[그림 3-20] carType 구조체

구조체 배열

👉 **carType CarArray[100];**



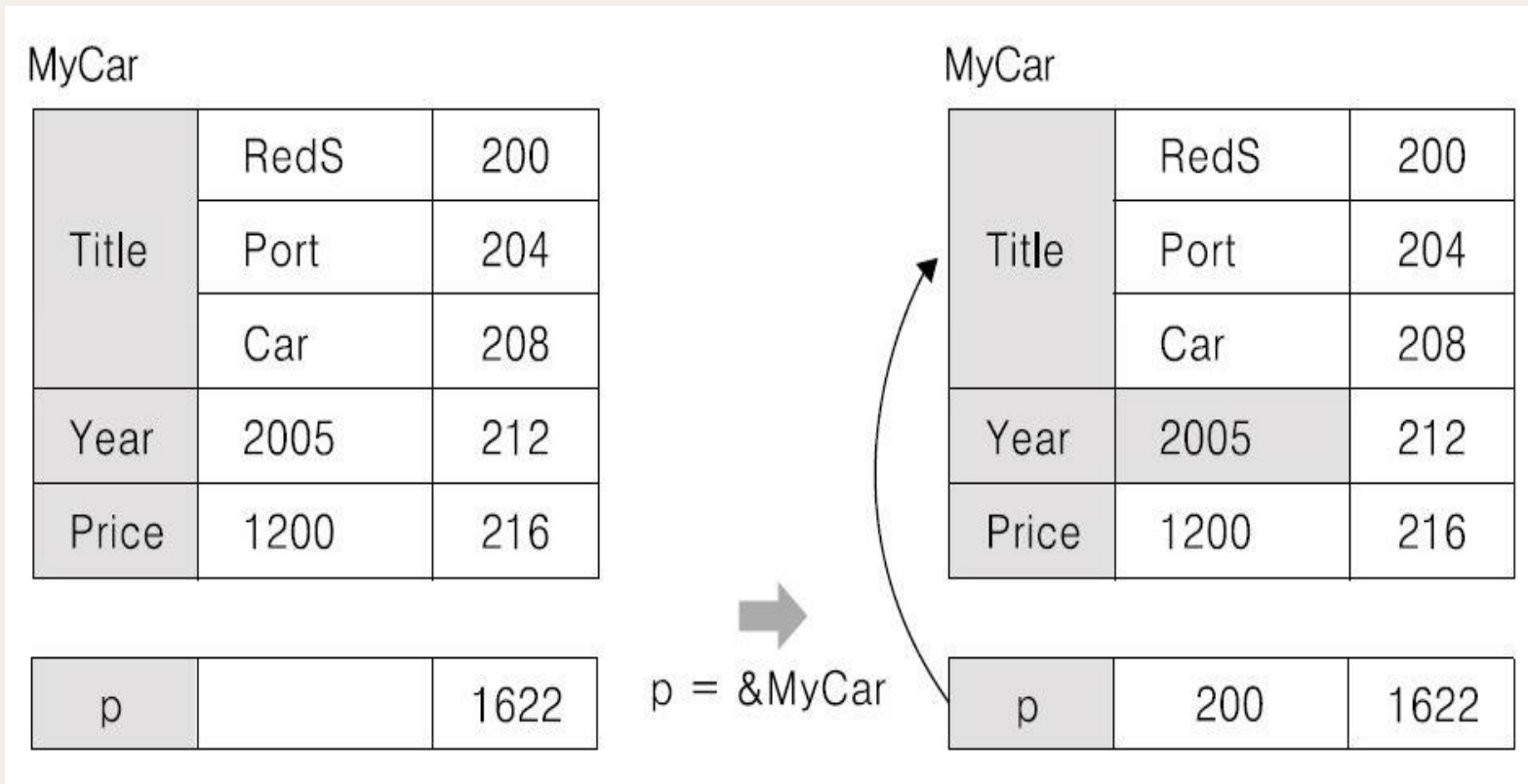
[그림 3-20] carType 구조체

👉 **CarArray[2].Year**

구조체 포인터

👤 (*p).Year와 *p.Year는 다르다.

👤 (*p).Year와 P->Year는 같다.

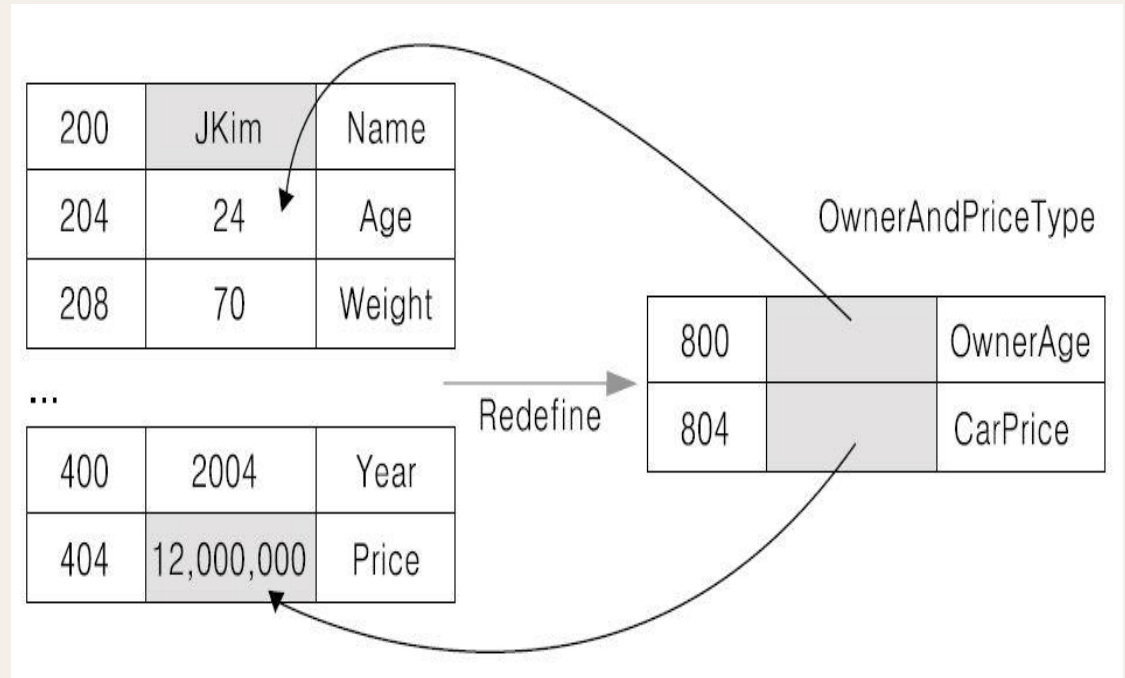


[그림 3-22] 구조체 포인터

포인터에 의한 개념적 재정의

👉 typedef struct

```
{ int *OwnerAge;  
  int *CarPrice;  
} OwnerAndPriceType;  
OwnerAndPriceType P;  
P->OwnerAge = &Age;  
P->CarPrice = &Price
```



[그림 3-23] 포인터에 의한 자료의 재정의

👉 복사본을 만들지 않음

- 원본을 그대로 유지
- 원본을 가리키는 포인터만 재 구성
- 원본이 바뀌면 자동으로 내용이 바뀜

👤 FunctionCall(carType ThisCar);

```
{ ...  
}
```

```
main( )
```

```
{ carType MyCar;  
  FunctionCall(MyCar);  
}
```

👤 필드 단위의 값 호출

- 필드가 배열이라면 배열 시작주소만 복사

👤 참조 호출

- 호출함수: `FunctionCall(&MyCar);`
- 피 호출함수: `FunctionCall (carType *ThisCar)`

👤 함수 리턴값으로서의 구조체

- 함수 실행결과 구조체를 가리키는 포인터를 리턴
- 지역변수는 함수 실행이 끝남과 동시에 메모리 공간 소멸
- 소멸된 공간을 가리키는 포인터 를 호출함수에게 전달 -> 오류

Section 05 활성화 레코드 - 메모리 구성

👤 메모리 구성

High Address(높은 번지)	힙(Heap)
	미사용 공간(Available)
	스택(Stack)
	전역변수(Global Variables)
Low Address(낮은 번지)	기계코드(Machine Code)

[그림 3-24] 프로그램 실행 시의 메인 메모리 구성

메인함수 호출에 따른 활성화 레코드

```

int a;           전역 변수
void main( )
{
  int b; char *s;   지역변수(스택)
  s = malloc(10);  10 바이트짜리 동적변수(힙)
  b = fcn(5);
  free (s);
}
    
```

힙		*s
미사용 공간		
스택 (main 함수의 활성화 레코드)	Local Variables	b, s
	Return Address	204
	Value Parameters	
	Return Value	
전역변수		a
기계코드		main() fcn1() fcn2()

[그림 3-25] main 함수를 위한 활성화 레코드

Fcn 호출에 따른 활성화 레코드

```

int fcn(int p)      파라미터(스택)
{
  int b = 2;
  b = b + p;
  return (b);
}
    
```

힙		*s
미사용 공간		
스택 (fcn 함수의 활성화 레코드)	Local Variables	b
	Return Address	5번
	Value Parameters	p: 5
	Return Value	7
스택 (main 함수의 활성화 레코드)	Local Variables	b, s
	Return Address	204
	Value Parameters	
	Return Value	
전역변수		a
기계코드		main() fcn1()

[그림 3-26] fcn 함수 호출 직후의 활성화 레코드

함수 호출

- 컨텍스트 스위칭을 수반
- 새로운 활성화 레코드 생성
- 연속적인 함수호출에 따라 활성화 레코드 스택이 생성
- 함수 종료시 제일 위의 활성화 레코드가 사라짐으로써 직전의 상황을 복원

무한 루프

- 스택 오버플로우

디버깅시

```
#include <assert.h>
float SquareRoot (float t)
{  assert (t >= 0);
   return sqrt(t);
}
```

디버깅이 끝난 후

```
#define NDEBUG
#include <assert.h>
float SquareRoot (float t)
{  assert (t >= 0);
   return sqrt(t);
}
```

Section 07 표준 라이브러리 헤더와 프로그래밍 - C/C++ 명령 비교

C/C++ 명령 비교

	C	C++
동적변수 할당	<code>p = (int *)malloc(sizeof(int));</code>	<code>p = new int;</code>
동적변수 해제	<code>free p;</code>	<code>delete p;</code>
화면출력 명령	<code>printf("%d\n", x);</code>	<code>cout << x << endl;</code>



Thank you
