객체지향프로그래밍

Lecture 3 : 포인터와 레퍼런스

충북대 소프트웨어학부

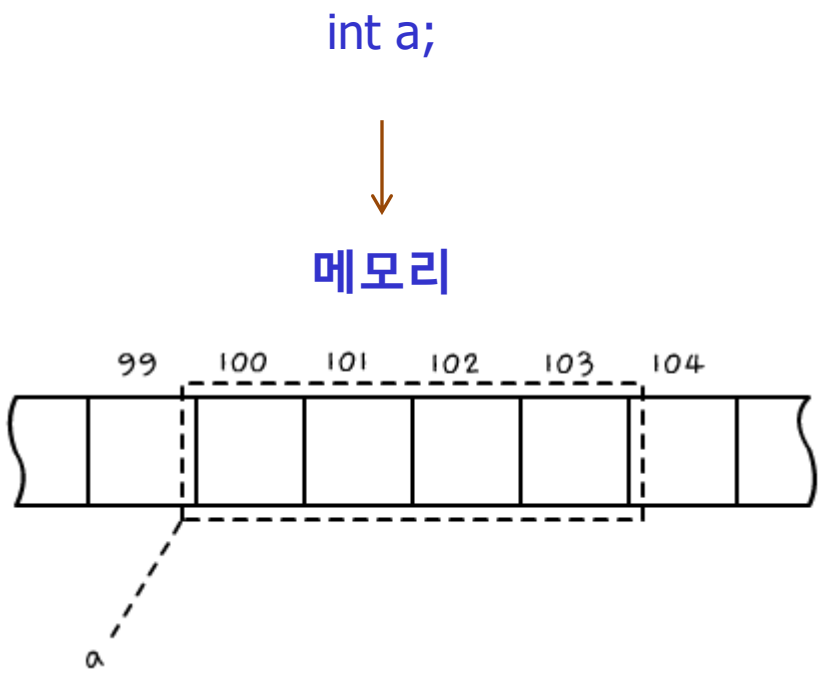
이 태 겸(showm321@gmail.com)

목차

메모리와 변수의 주소

❖ 메모리
- 데이터가 기억되는 공간

❖ **변수의 주소**
- 변수의 값은 메모리에 항상 연속적으로 저장됨
- 변수가 포함하고 있는 제일 첫 번째 바이트의 주소
- 변수의 주소는 변수 이름 앞에 &를 붙여줌. (즉 a의 주소 ⇔ &a)



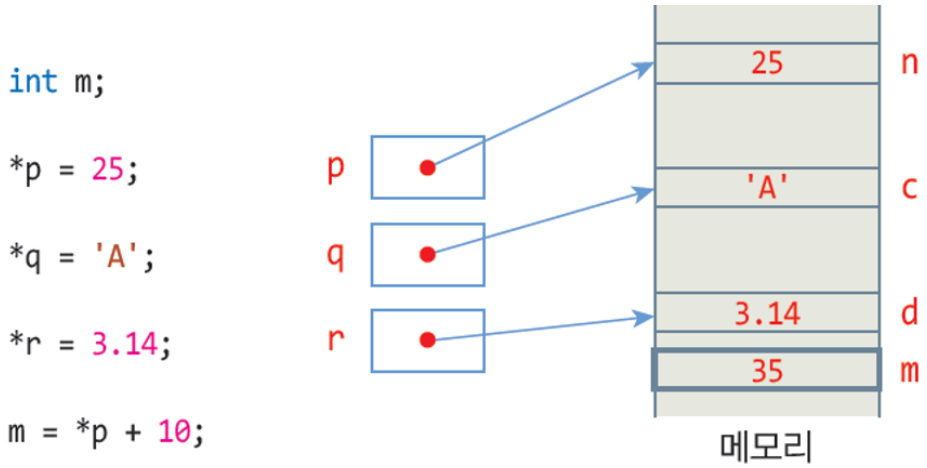
포인터 변수와 정의

❖ 포인터(pointer) == 포인터 변수
- 변수의 주소를 가리킴
- **포인터**라고 약칭
- 메모리의 주소 값을 저장하는 변수
- 포인터에는 오직 주소 값만 저장가능
- *p

❖ 간접 참조 **연산자** *
- "이 주소가 가리키는 값을 참조해라"
- 포인터 변수가 가리키는 주소의 실제 변수의 값을 참조할 수 있음

포인터 변수의 선언 및 사용

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
   int n=10, m; // 4byte
   char c='A';   // 1byte
   double d;     // 8byte

   int* p= &n; // p는 n의 주소값을 가짐
   char* q = &c; // q는 c의 주소값을 가짐
   double* r = &d; // r은 d의 주소값을 가짐

   *p = 25; // n에 25가 저장됨
   *q = 'B'; // c에 문자 'B'가 저장됨
   *r = 3.14; // d에 3.14가 저장됨
   m = *p + 10; // p가 가리키는 값(n 변수값)+10을 m에 저장

   cout << n << ' ' << *p << "\n"; // 둘 다 25가 출력됨
   cout << c << ' ' << *q << "\n"; // 둘 다 'B'가 출력됨
   cout << d << ' ' << *r << "\n"; // 둘 다 3.14가 출력됨
   cout << m << "\n"; // m 값 35 출력
}
```

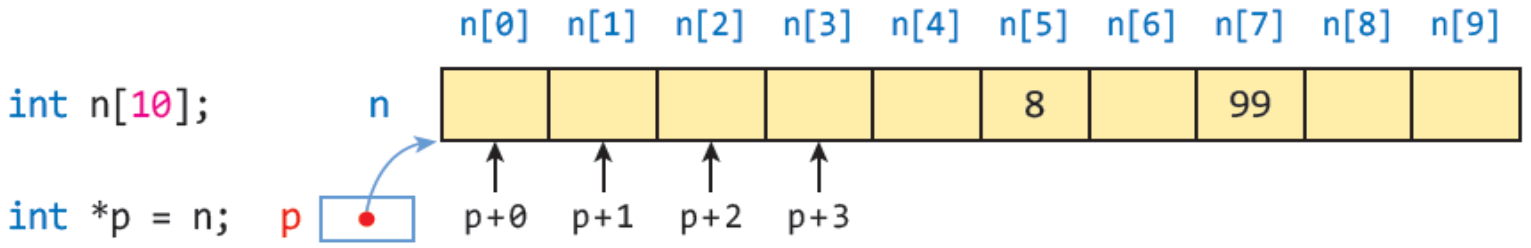


❖ *p vs p의차이는 무엇일까?

배열과 포인터

❖ 배열의 이름은 배열 메모리의 시작 주소로 다룸

❖ 즉, 배열이름 n은 배열 첫 번째 요소의 주소 값 그 자체 (상수)




```
n[5] = 8          → 배열 n의 시작 위치에서 5만큼 떨어진 주소에 8 기록
n + 5             → n[5]의 주소
*(n + 5) = 8;     → n[5]에 8기록
p = p + 7;        → p는 n[7]의 주소
*p = 99;          → n[7]에 99 기록
```

1차원 배열의 이름을 사용해서 배열 탐색

❖ 주소를 이용한 원소 참조

int nArray[10];

*(**nArray** + i) == **nArray[i]**

❖ 1차원 배열의 이름을 사용해서 배열을 탐색하는 예

```
int nArray[10];

// 배열을 탐색하면서 값을 넣는다.
for (int i = 0; i < 10; ++i)
        *(nArray + i) = i;   // nArray[i] = i과 동일
```

❖ 정수 1~5까지 저장할 수 있는 배열 A를 만들고, 첫번째 세번째 다섯번째 수를 인덱싱이외의 방법으로 출력해보자

2차원 배열과 포인터

int M[3][3];

M[0][0]	M[0][1]	M[0][2]
M[1][0]	M[1][1]	M[1][2]
M[2][0]	M[2][1]	M[2][2]

❖1차원 배열과 다르게 2차원 배열은 행의 개념이 추가됨

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

cout <<M[0]<<"□n"<< M[1] <<"□n" << M[2] << endl; // 각행을 가리키는 포인터

❖2차원 배열의 이름

- 배열의 시작 주소

M == &M[0] // 첫번째 행의 주소 값
***M ==M[0]== &M[0][0] // 첫번째 행의 첫번째 요소의 주소 값**
****(M+0) == *M[0] == M[0][0] // 첫번째 행의 첫번째 요소의 값**

M+1 == &M[1]
***(M+1) ==M[1]== &M[1][0]**
****(M+1) == *(M[1])== M[1][0]**

❖부분 배열의 이름

- 부분 배열의 시작 주소

M[0]은 1행의 시작주소 , M[0] == *M // 주소
M[1]은 2행의 시작주소, M[1] == *(M +1) // 주소

- 포인터 자료형

***(M[1]) == M[1][0] // 값**
***(M[1]+1) == M[1][1] // 값**
***(M[1]+2) == M[1][2] // 값**

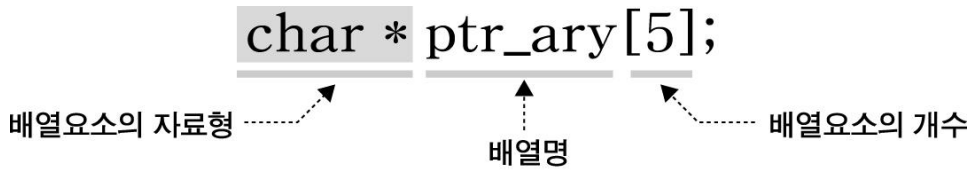
포인터 배열

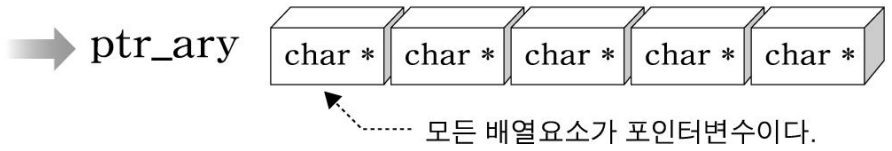
❖포인터 배열은 포인터변수들을 배열요소로 갖는 배열이다.

char* ptr_ary[5];

char a='A', b='B', c='C', d='D', e='E';

ptr_ary[0] = &a;
ptr_ary[1] = &b;
ptr_ary[2] = &c;
ptr_ary[3] = &d;
ptr_ary[4] = &e;

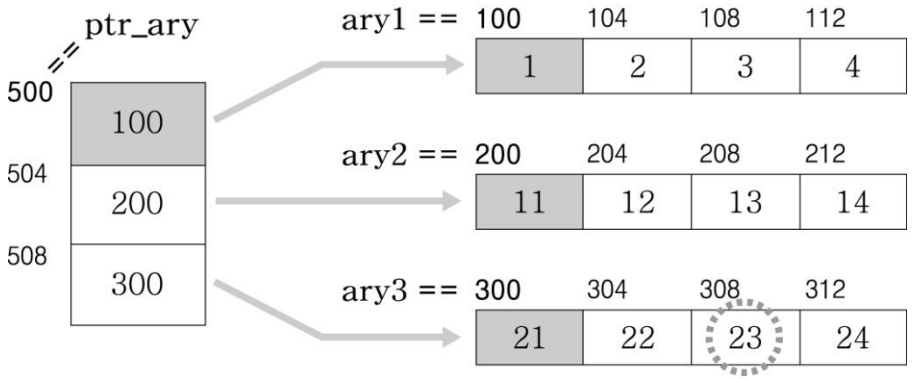




2차원 배열과 포인터 배열

❖1차원 배열의 배열명을 포인터배열에 저장하면 포인터배열을 2차원 배열처럼 사용할 수 있다.

```
int ary1[4]={1, 2, 3, 4};
int ary2[4]={11, 12, 13, 14};
int ary3[4]={21, 22, 23, 24};
int *ptr_ary[3]={ary1, ary2, ary3}; // 각 배열명을 포인터배열에 초기화
```



(각 기억공간의 주소값은 설명의 편의를 위해 임의로 붙인 것입니다.)

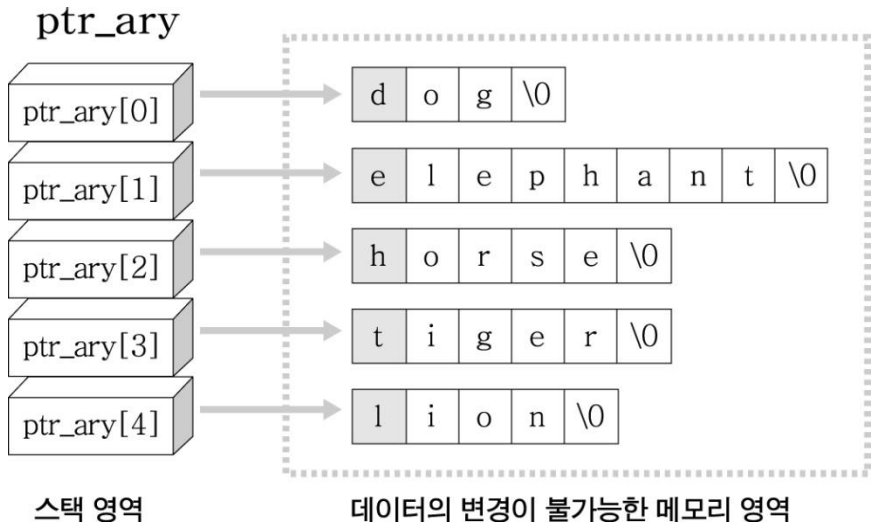
ptr_ary[2][2]

문자열 포인터 배열

❖ 문자열 포인터 배열

- 많이 사용되는 포인터 배열
- 문자열들을 효율적으로 저장
- **문자열 상수는 문자열의 시작주소**

```
char* ptr_ary[ ] = {
    "dog",
    "elephant",
    "horse",
    "tiger",
    "lion"
};
```



문자열 포인터 배열과 문자열 상수

❖포인터 배열을 사용하여 여러 개의 문자열을 출력하는 예

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    const char* ptr_ary[5];
    int i;

    ptr_ary[0] = "dog";
    ptr_ary[1] = "elephant";
    ptr_ary[2] = "horse";
    ptr_ary[3] = "tiger";
    ptr_ary[4] = "lion";

    for (i = 0; i < 5; i++) {
        cout << i <<"번째 문자열의 첫 번째 문자의 주소:" << ptr_ary + i << "₩n";
        cout << "포인터 배열의 요소:" << ptr_ary[i] << "₩n"; // 인덱싱
        cout << "포인터 배열의 요소:" << *(ptr_ary+i) << "₩n"; // 배열이름
    }

    return 0;
}
```

문자열 포인터 배열과 2차원 문자 배열

❖ 초기화

- 2차원 문자배열 : 모든 문자열이 배열에 복사
- 문자열 포인터 배열 : 주소값만 복사

```
char animal[5][10]  = { "dog", "elephant", "horse", "tiger", "lion" };
char *ptr_ary[5]    = { "dog", "elephant", "horse", "tiger", "lion" };
```

배열의 형태에 따라 문자열을 복사하거나 포인터를 저장한다.

초기화 방법은 같다.

❖ 원소의 접근

- 2차원 문자 배열 **animal[0][1] == 'o'** **animal[0] == "dog"**
- 문자열 포인터 배열 **ptr_ary[0][1] == 'o'** **ptr_ary[0] == "dog"**

❖ 원소의 변경

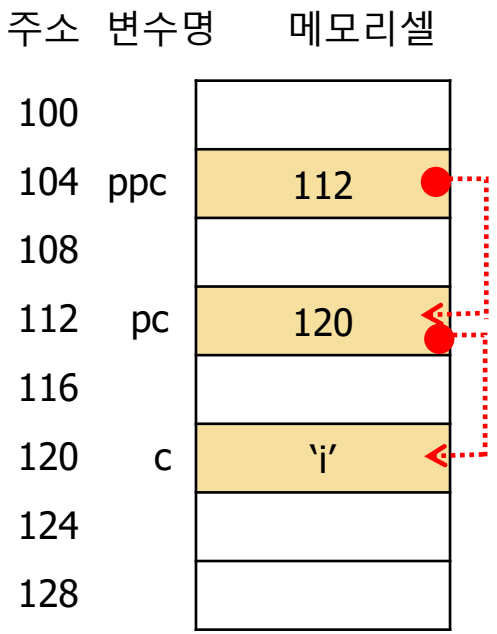
- 2차원 문자 배열 **animal[0][1] = 'i' ; // OK, dog가 dig로 바뀜**
- 문자열 포인터 배열 **ptr_ary[0][1] = 'i'; // Fail**

이중 포인터

❖ 이중 포인터

- 포인터 변수를 가리키는 포인터 변수

```
char c = '1';
char* pc = &c;
char** ppc = &pc;

if ( *ppc == pc )
{
    // 이곳은 항상 실행된다.
}

if ( **ppc == c )
{
    // 이곳은 항상 실행된다.
}
```



이중 포인터 ppc를 이용해 c의 값을 출력해보세요.

배열 포인터

❖ 배열 포인터
- 배열을 가리키는 포인터

※ 2차원 배열을 포인터로 사용하기 위해서는 배열포인터로 사용하는 것이 좋다.

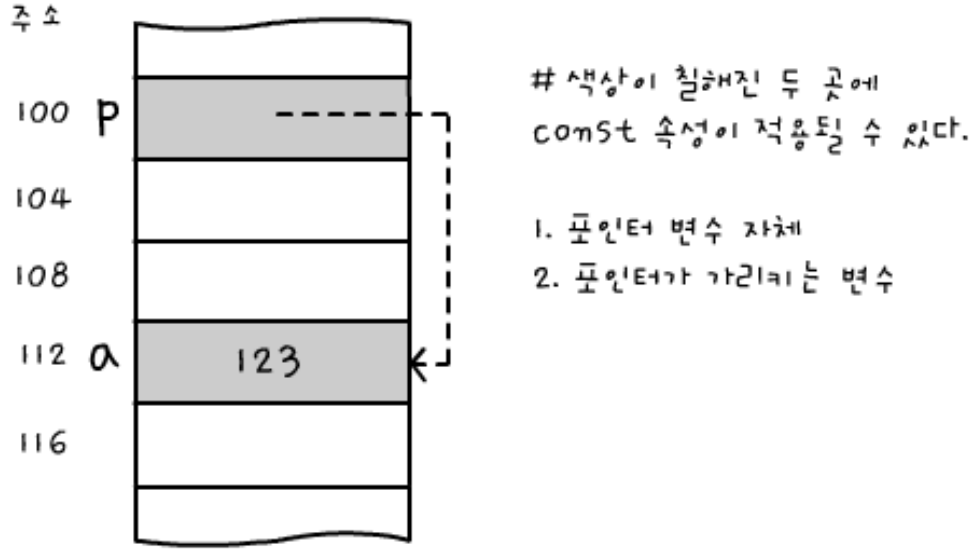
```
int arr[2][3] = {  {11, 12, 13},   {21, 22, 23}  };

int (*parr)[3]; // 배열포인터
int *p;     int **pt;

parr = arr;
cout << parr << arr;            // 주소 ptr == M
cout << parr+1 << arr+1;    // 주소 3 X 4byte 만큼 늘어남     parr+1 == arr+1
cout << *(parr+1)  << parr[1] << *(arr+1) << arr[1] ;        // 주소
cout << **(parr+1)  << **(arr+1) << *arr[1] << arr[1][0];  // 원소 값 : 21

p = arr[0];
cout << p << arr[0] << *arr;   // p == arr[0] == *arr   각 원소의 시작주소
cout << *(p+1) << *(arr[0]+1) << *(*arr+1); // 원소 값 : 12

pt = &p;   // pt = arr; (X)
cout << *pt << p ;   // *pt == p
cout << **pt << *p;  // **pt == *p
```

const와 포인터

❖ const? : 변수, 포인터 등의 값을 변경하지 못하도록 보호하는 키워드

❖ 포인터 변수에 const 속성을 부여할 때의 고려사항

- 포인터 변수 자체에 const 속성 부여
- 포인터 변수가 가리키는 변수에 const 속성 부여



const와 포인터

❖ 포인터 변수에 const 속성을 적용한 3가지 경우를 비교해보자.

- 포인터 변수가 가리키는 변수가 const인 경우 (포인터로 변수를 가리킬 수는 있지만 값을 변경할 수는 없음)

```
int i1 = 10;
int i2 = 20;
const int* p = &i1;

p = &i2;     // OK
*p = 30;     // FAIL
```

- 포인터 변수 자신이 const인 경우

```
int i1 = 10;
int i2 = 20;
int* const p = &i1;

p = &i2;     // FAIL
*p = 30;     // OK
```

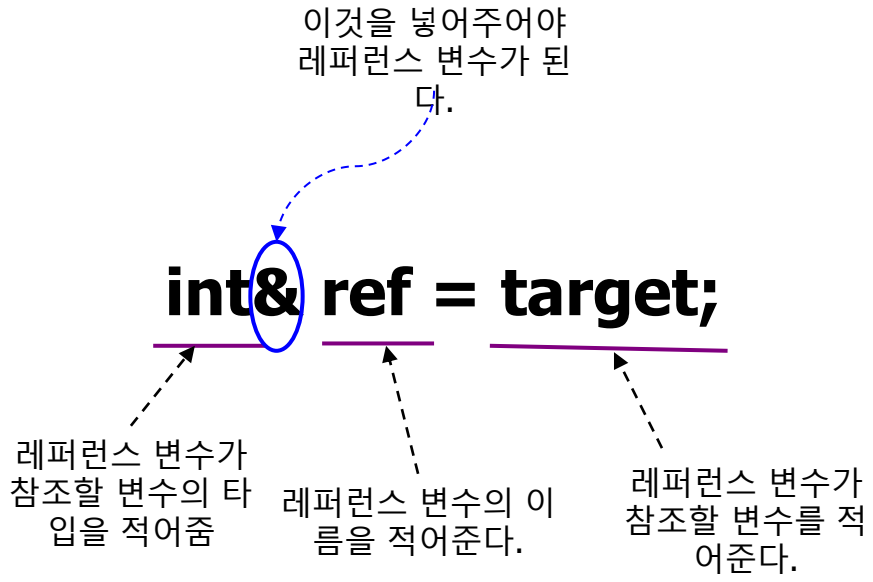
- 두 변수 모두 const인 경우

```
int i1 = 10;
int i2 = 20;
const int* const p = &i1;

p = &i2;     // FAIL
*p = 30;     // FAIL
```

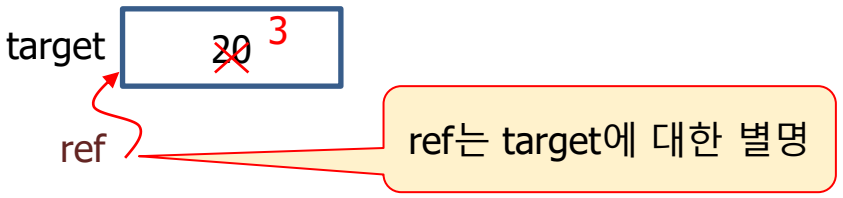
목차

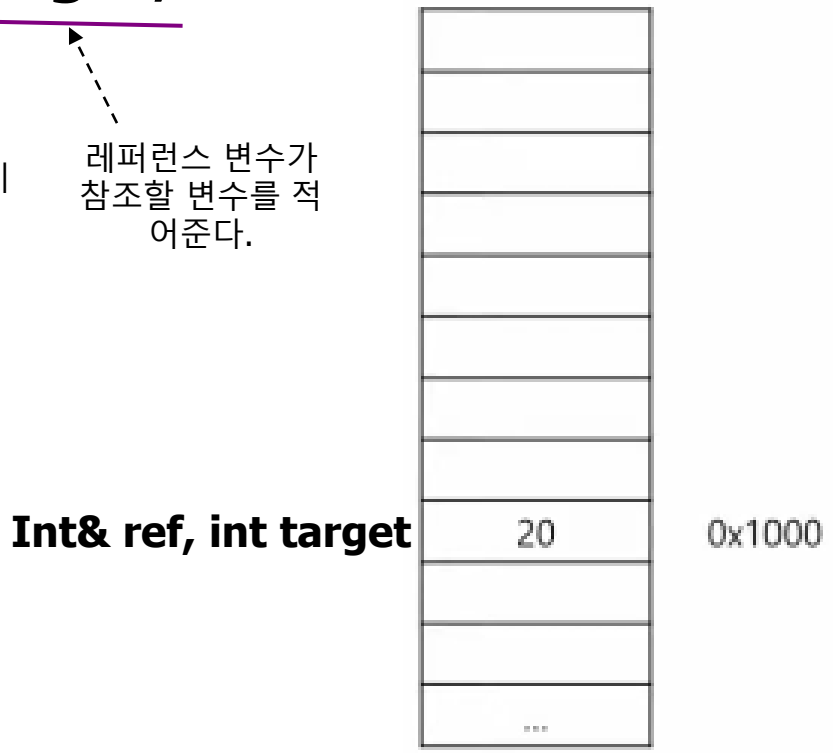
레퍼런스의 선언 및 사용

❖ 레퍼런스(Reference) 선언
- 변수의 별명, 새로운 변수가 아님..!
- 참조자 **&** 도입
- 선언과 동시에 초기화 되어야 함, 수정이안됨
- **이미 존재하는 변수에 대한 다른 이름** 선언
  - 참조 변수는 이름만 생기며
  - 참조 변수에 새로운 공간을 할당하지 않음
  - 초기화로 지정된 기존 변수 공유




```
int target = 20;
int& ref = target;
ref= 3;
```





기본 타입 변수에 대한 참조

참조 변수 refn 선언

참조에 대한 포인터 변수 선언

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
   cout << "i" << '\t' << "n" << '\t' << "refn" << endl;
   int i = 1;
   int n = 2;
   int &refn = n; // 참조 변수 refn 선언. refn은 n에 대한 별명
   n = 4;
   refn++; // refn=5, n=5
   cout << i << '\t' << n << '\t' << refn << endl;

   refn = i; // refn=1, n=1
   refn++; // refn=2, n=2
   cout << i << '\t' << n << '\t' << refn << endl;

   int *p = &refn; // p는 n의 주소를 가짐
   *p = 20; // refn=20, n=20
   cout << i << '\t' << n << '\t' << refn << endl;
}
```

i	n	refn
1	5	5
1	2	2
1	20	20

const 레퍼런스

❖const 레퍼런스

- 레퍼런스를 선언할 때 const 키워드를 함께 사용하면 레퍼런스가 참조하는 변수의 값을 변경할 수 없다.
- 레퍼런스는 자신이 참조하는 변수에 읽기 전용의 접근(read-only access)만 가능하다.

```
int data = 100;
const int &ref = data;

cout << ref;          // cout << data;의 의미
ref = 200;            // const 레퍼런스는 변경할 수 없으므로 컴파일 에러
data = 200;           // data를 직접 변경하는 것은 가능하다.
```

- int& const ref = data;는 결과가 어떻게 될까?

참조에 의한 호출

❖ 레퍼런스(참조) 변수를 가장 많이 활용하는 사례
- 레퍼런스에 의한 호출
- 함수의 매개 변수를 레퍼런스 타입으로 선언
  - 참조 매개 변수(reference parameter)라고 부름
  - 참조매개 변수의 이름만 생기고 공간이 생기지 않음
  - 참조 매개 변수는 실인자 변수 공간 공유
  - 참조 매개 변수에 대한 조작은 실인자 변수 조작

```
int main() {
    int x = 10;              // main의 지역 변수 x는 foo 함수에서는 사용 불가
    too(x);
    cout << "x = " << x << endl;  // x =?
    foo(x);                  // 함수의 인자로 x를 전달한다.
    cout << "x = " << x << endl;  // x = ?
}

void too(int val) {      // x의 값이 지역변수 val에 복사되고
    val++;   // //val의 값이 6으로 증가, [redacted]
}
void foo(int &ref) {    // ref는 인자로 전달된 x의 별명이다.
    ref++;   // [redacted]
}
```

목차

함수의 인자 전달

❖ 함수의 인자 전달 방법을 결정하는 기준

- 함수를 호출할 때 넘겨준 인자를 함수 안에서 사용만 하고 변경하지 않을 때

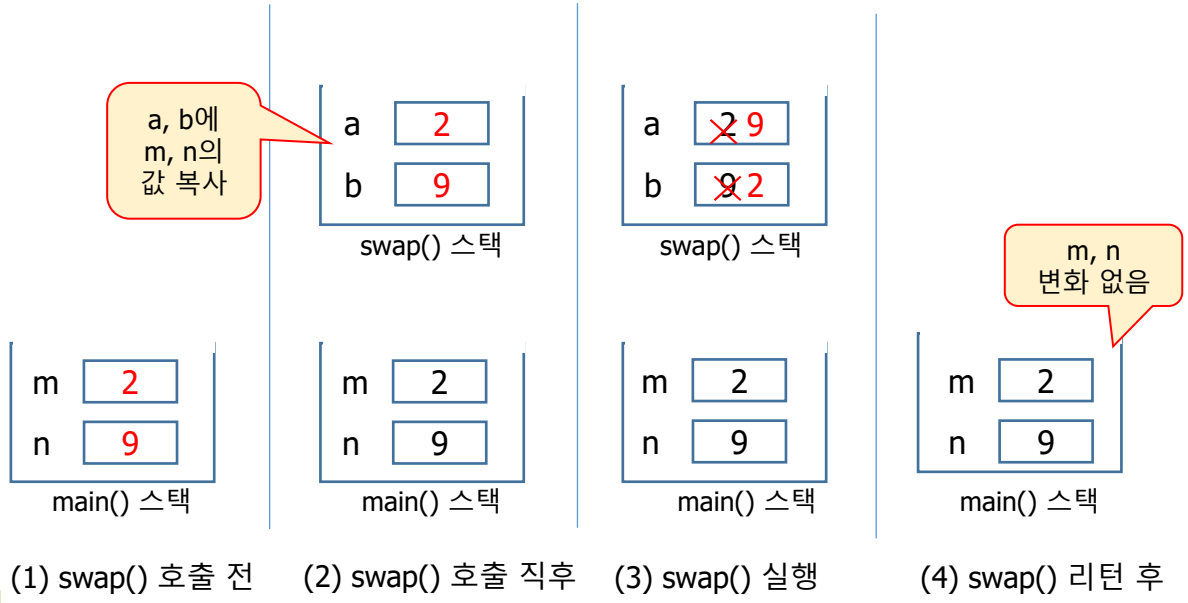
  ➔ **값에 의한 전달(call by value)**

- 함수를 호출할 때 넘겨준 인자를 함수 안에서 변경해야 할 때

  ➔ **포인터에 의한 전달이나 레퍼런스에 의한 전달 (call by reference)**

```
#include <iostream>
using namespace std;

void swap(int a, int b) {
    int tmp;

    tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}

int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(m, n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

2 9

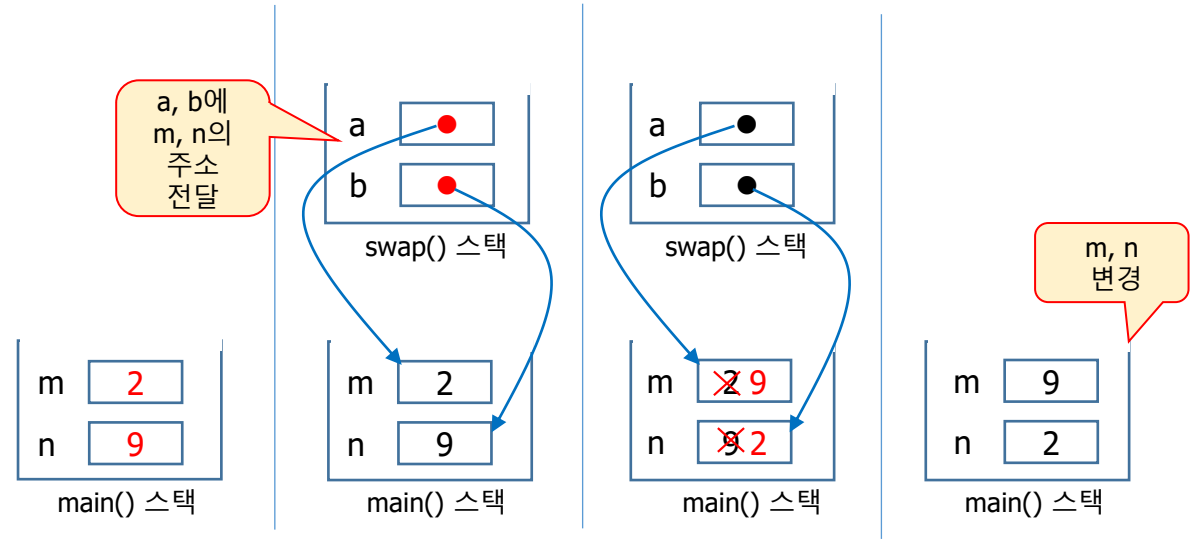


(1) swap() 호출 전 (2) swap() 호출 직후 (3) swap() 실행 (4) swap() 리턴 후

값에 의한 전달

```
#include <iostream>
using namespace std;

void swap(int *a, int *b)
{
    int tmp;

    tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}

int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(&m, &n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

9 2



(1) swap() 호출 전 (2) swap() 호출 직후 (3) swap() 실행 (4) swap() 리턴 후

주소에 의한 전달

레퍼런스(참조)에 의한 호출 사례

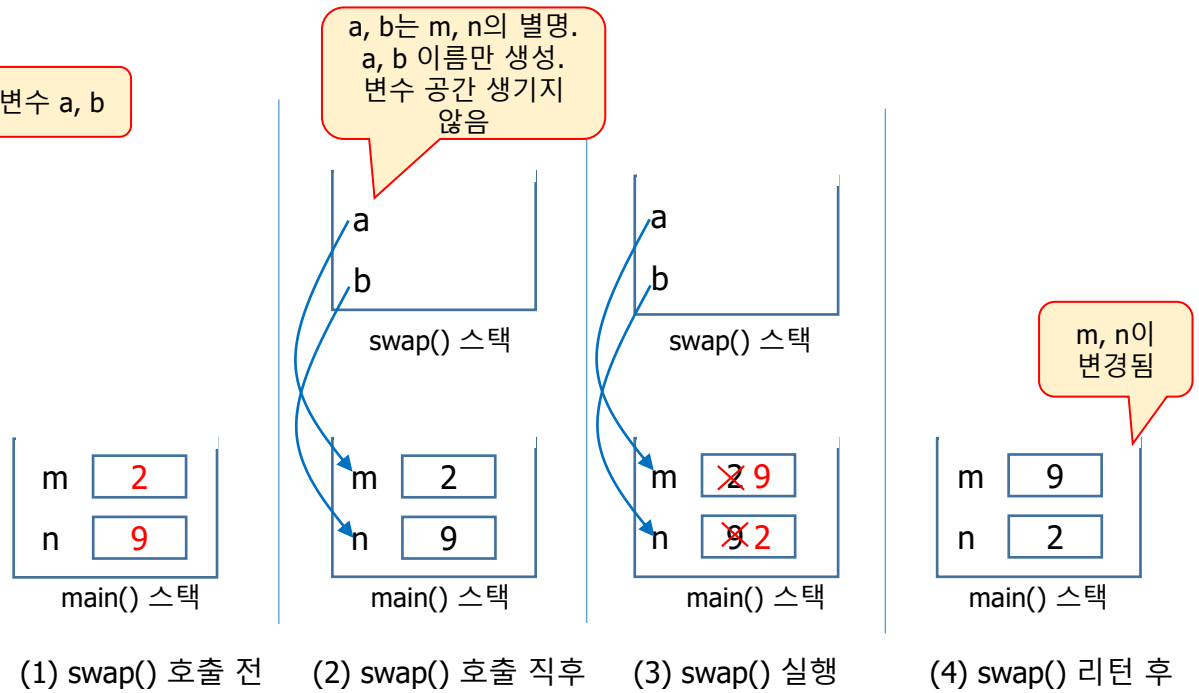
```
#include <iostream>
using namespace std;

void swap(int &a, int &b) {
    int tmp;

    tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}

int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(m, n);
    cout << m << ` ` << n;
}
```

참조 매개 변수 a, b

참조 매개 변수를 보통 변수처럼 사용

함수가 호출되면 m, n에 대한 참조 변수 a, b가 생긴다.

9 2



const 레퍼런스의 전달

❖ 함수의 인자로 사용할 때의 const 레퍼런스

- 구조체나 클래스 형을 넘길 때 유용하게 사용된다.
- 구조체를 인자로 전달할 때 레퍼런스로 전달하면 구조체를 복사하지 않고 별명으로만 전달한다.

```
void Print(const STUDENT &s)
{
    s.grade[0] = 0;   // 함수 안에서 s를 변경할 수 없으므로 컴파일 에러
}

int main()
{
    STUDENT s1 = {"장동건", 100, 90, 80, 99, 98};
    Print(s1);          // 레퍼런스에 의한 전달이므로
                        // Print 함수의 s는 s1의 별명임
}
```

함수의 인자전달 방법 – 포인터

❖ 포인터 타입을 인자로 전달하는 방법의 정리

- 함수의 매개 변수는 포인터 타입으로 정의한다.
- 인자를 넘겨줄 때는 결과 값을 담고 싶은 변수의 주소를 넘겨준다.
- 함수 안에서 결과를 넘겨줄 때는 매개변수가 가리키는 곳에 값을 넣어준다.

```
void GCD_LCM(int a, int b, int* pgcd, int* plcm)
{
    . . .
   *pgcd = 5;       // pgcd는 gcd를 가리키고 있으므로 gcd의 실제값이 바뀜
}

int main()
{    . . .
     GCD_LCM(28, 35, &gcd, &lcm);
     . . .
}
```

함수의 인자전달 방법 – 레퍼런스

❖ 레퍼런스 타입을 인자로 전달하는 방법의 정리

- 함수의 매개 변수는 레퍼런스 타입으로 정의한다.
- 인자를 넘겨줄 때는 결과 값을 담고 싶은 변수를 그대로 넘겨준다.
- 함수 안에서 결과를 넘겨줄 때는 매개 변수에 값을 넣어준다.

```
void GCD_LCM(int a, int b, int& pgcd, int& plcm)
{
        . . .
        pgcd = 5;       // pgcd는 gcd의 별명이므로 gcd의 실제값이 바뀜
}

int main()
{
        . . .
        GCD_LCM( 28, 35, gcd, lcm);
        . . .
}
```

함수의 인자전달 방법 – 1차원 배열

❖ **배열을 인자로 전달하는 방법의 정리**

- 배열 전체를 한번에 보낼 수 없으므로, 배열의 시작 주소를 보냄
- 참조에 의한 호출(call-by-reference)를 사용하여 전달

❖ 1차원 배열의 전달

- 배열의 주소를 넘겨준다
- 인자로 넘어온 배열을 사용할 때는 그냥 평범한 배열을 사용하듯이 하면 된다.

```
void UsingArray(int arr[]) { // 또는 int arr[3], int *arr
        . . .
        cout << arr[0] << *(arr+1) << "□n";
}

int main() {
        int arr1[3] = {1,2,3};

        UsingArray(arr1);
        UsingArray(arr1+1);
        UsingArray(&arr[2]);
        . . .
}
```

함수의 인자전달 방법 – 2차원 배열

❖2차원 배열의 전달

- 1차원 배열의 경우와 같이 배열의 주소 전달
- 호출된 함수에서는 몇 개의 원소가 있는지 알 수 있도록 함.
  - 1차원 원소 개수는 절대로 생략하지 않는다.

```
void Using2DArray(int arr[][3]) {  // 또는 int arr[5][3]
        . . .
}

int main() {
    int array2[5][3] = {{ 1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}, {10, 11, 12}, {13, 14, 15}};

    Using2DArray(array2);

    . . .
}
```

참조 리턴

❖C 언어의 함수 리턴
- 함수는 반드시 값만 리턴
  - 기본 타입 값 : int, char, double 등
  - 포인터 값

❖C++의 함수 리턴
- 함수는 값 외에 참조 리턴 가능
- 참조 리턴
  - 변수 등과 같이 현존하는 공간에 대한 참조 리턴
    - 변수의 값을 리턴하는 것이 아님

값을 리턴하는 함수 vs. 참조를 리턴하는 함수

❖ find()는 변수 c의 주소 값을 반환
- 주소를 알기 때문에 원본 c의 값을 변환가능

❖ get()은 변수 c를 복사해서 반환
- 복사된 값으로는 원본 변수를 바꿀 수 없음.
- 다시말해서, 반환되는 값이 임시값(반환 후 사라지는 값) 이기 때문에, 오류 발생

문자 값을 리턴하는 get()

문자 리턴

```
char c = 'a';

char get() { // char 리턴
   return c; // 변수 c의 문자('a') 리턴
}

char a = get(); // a = 'a'가 됨

~~get() = 'b';~~ // 컴파일 오류
```

char 타입의 공간에 대한 참조 리턴

char 타입의 참조(공간)을 리턴하는 find()

```
char c = 'a';

char& find() { // char 타입의 참조 리턴
   return c; // 변수 c에 대한 참조 리턴
}

char &ref = find(); //  ref는 c에 대한 참조
ref = 'M'; // c = 'M'

find() = 'b'; // c = 'b'가 됨
```

find()가 리턴한 공간에 'b' 문자 저장

간단한 참조 리턴 사례

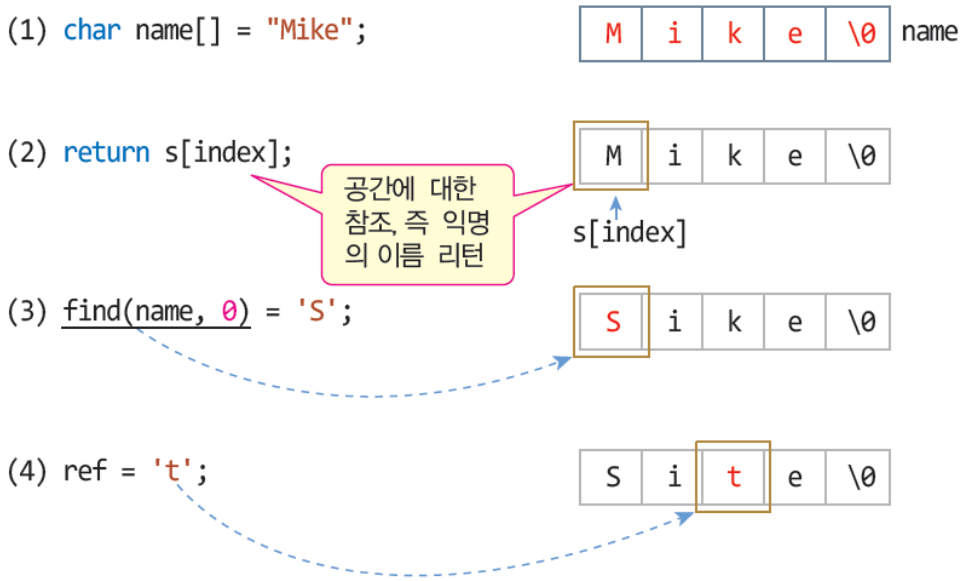
```
#include <iostream>
using namespace std;

char& find(char s[], int index) {
    return s[index]; // 참조 리턴
}

int main() {
    char name[] = "Mike";
    cout << name << endl;

    find(name, 0) = 'S'; // name[0]='S'로 변경
    cout << name << endl; // ”Sike”

    char& ref = find(name, 2);
    ref = 't'; // name = "Site"
    cout << name << endl;
}
```

s[index] 공간의 참조 리턴

find()가 리턴한 위치에 문자 'm' 저장

ref는 name[2] 참조

```
Mike
Sike
Site
```



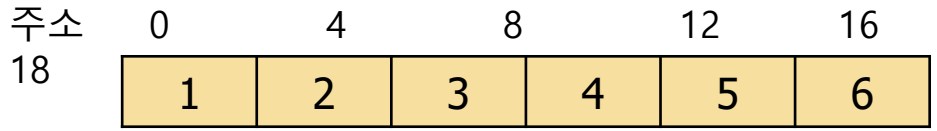
다음 수업

❖ 개선된 함수 기능

- 1_ 인라인 함수
- 2_ 디폴트 인자
- 3_ 함수 중복(오버로딩)
- 4_ 함수 템플릿

포인터와 배열

아래 그림과 같이 int형으로 arr이란 배열이 이미 선언되고 초기화 되어져 있다고 가정하자.



<배열 arr의 메모리 상 표현>

- 다음 페이지의 소스코드를 보고, 빈칸에 알맞은 코드를 넣은 후, 프로그램을 완성하여 그 결과를 예측하여라.
- 프로그램을 실행시켜 예측한 결과와 비교하여라.
- 완성된 프로그램의 실행결과와 본인이 예측한 결과와 동일한지, 그렇지 않다면 그 이유가 무엇이었는지 생각해본다.

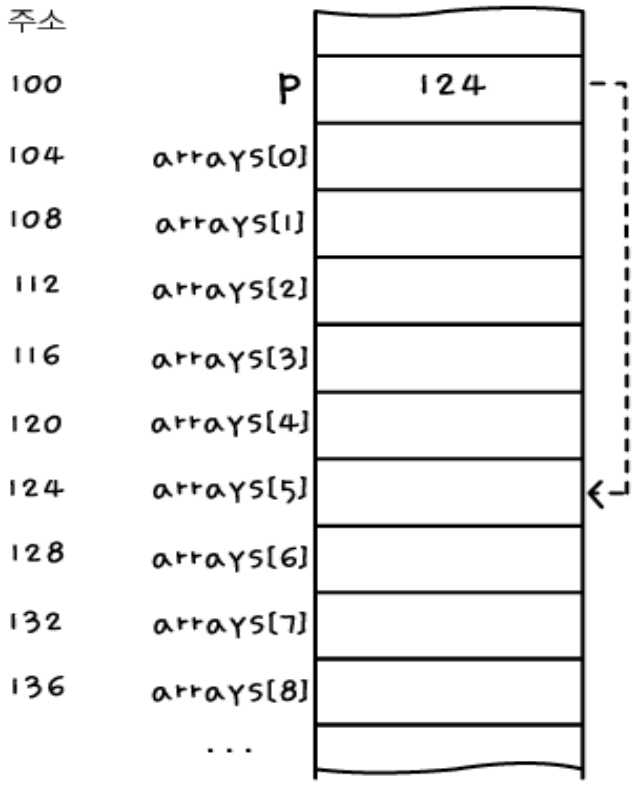
포인터와 배열

```
int arr[6] = {1,2,3,4,5,6};
int  _____________;  // 1) int에 대한 포인터 변수 chr_ptr을 선언하는 문장 작성

 // chr_ptr이 arr 배열이 저장되어 있는 메모리 주소값을 갖도록 초기화.
chr_ptr  = _____________;

chr_ptr++;    // chr_ptr의 값을 하나 증가

cout << chr_ptr << "\n";      // 3) 옆 문장이 실행되었을 때의 결과는?
cout << *chr_ptr << "\n";     // 4) 옆 문장이 실행되었을 때의 결과는?
cout << arr << "\n";          // 5) 옆 문장이 실행되었을 때의 결과는?
cout << arr+4 << "\n";        // 6) 옆 문장이 실행되었을 때의 결과는?
cout << &arr[3] << "\n";      // 7) 옆 문장이 실행되었을 때의 결과는?
cout << arr[4] << "\n";

// arr[3]의 값을 chr_ptr을 이용하여  프린트
cout << _____________ << endl;
```

배열의 원소를 가리키는 포인터

❖ 포인터 변수를 사용해서 배열의 원소를 가리키는 예

```
int arrays[10];
int* p = &arryays[5];
```



포인터를 사용한 원소의 탐색

❖ 일반적인 방법을 사용한 원소의 탐색

```
int nArray[10];

// 배열을 탐색하면서 값을 넣는다.
for (int i = 0; i < 10; ++i)
        nArray[i] = i;
```

❖ 포인터를 사용한 원소의 탐색

```
int nArray[10];
int* p = &nArray[0];

// 배열을 탐색하면서 값을 넣는다.
for (int i = 0; i < 10; ++i)
        *(p + i) = i;
```