



함수와 참조, 복사 생성자

참조란?

2



메뚜기는 유재석의 별명



참조(reference)란 가리킨다는 뜻으로,
이미 존재하는 객체나 변수에 대한 별명

참조 활용

- 참조 변수
- 참조에 의한 호출
- 참조 리턴

참조 변수

3

- 참조 변수 선언
 - ▣ 참조자 &의 도입
 - ▣ 이미 존재하는 변수에 대한 다른 이름(별명)을 선언
 - 참조 변수는 이름만 생기며
 - 참조 변수에 새로운 공간을 할당하지 않는다.
 - 초기화로 지정된 기존 변수를 공유한다.

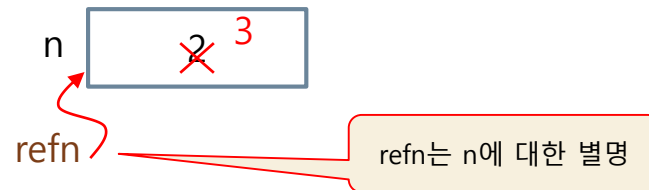
```
int n=2;  
int &refn = n; // 참조 변수 refn 선언. refn은 n에 대한 별명
```

```
Circle circle;  
Circle &refc = circle; // 참조 변수 refc 선언. refc는 circle에 대한 별명
```

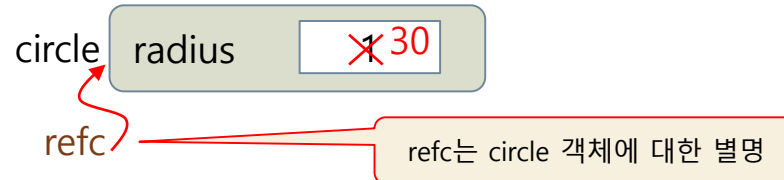
참조 변수 선언 및 사용 사례

4

```
int n = 2;  
int &refn = n;  
  
refn = 3;
```



```
Circle circle;  
Circle &refc = circle;  
  
refc.setRadius(30);
```



refc->setRadius(30);으로 하면 안 됨

예제 5-3 기본 타입 변수에 대한 참조

5

```
#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;
}
```

참조 변수 refn 선언

참조에 대한
포인터 변수 선언

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

예제 5-4 객체에 대한 참조

6

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

class Circle {
    int radius;
public:
    Circle() { radius = 1; }
    Circle(int radius) { this->radius = radius; }
    void setRadius(int radius) { this->radius = radius; }
    double getArea() { return 3.14*radius*radius; }
};

int main() {
    Circle circle;
    Circle &refc = circle;
    refc.setRadius(10);
    cout << refc.getArea() << " " << circle.getArea();
}
```

circle 객체에 대한
참조 변수 refc 선언

참조에 의한 호출

7

- 참조를 가장 많이 활용하는 사례
- call by reference라고 부름
- 함수 형식
 - ▣ 함수의 매개 변수를 참조 타입으로 선언
 - 참조 매개 변수(reference parameter)라고 부름
 - 참조 매개 변수는 실인자 변수를 참조함
 - 참조매개 변수의 이름만 생기고 공간이 생기지 않음
 - 참조 매개 변수는 실인자 변수 공간 공유
 - 참조 매개 변수에 대한 조작은 실인자 변수 조작 효과

참조에 의한 호출 사례

8

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

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

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

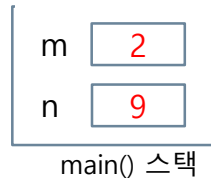
```
int main() {
    int m=2, n=9;
    swap(m, n);
    cout << m << ' ' << n;
}
```

참조 매개 변수 a, b

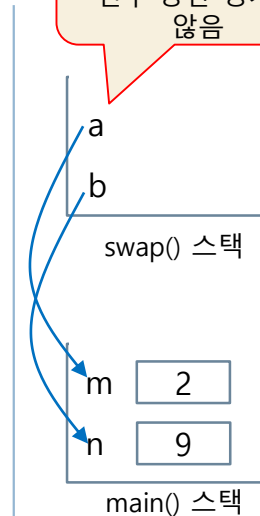
참조 매개 변수를
보통 변수처럼 사용

함수가 호출되면
m, n에 대한 참
조 변수 a, b가
생긴다.

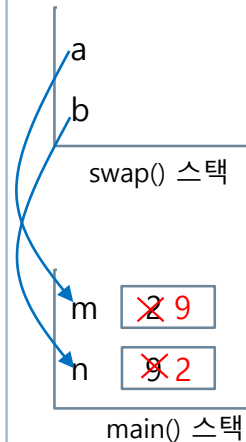
a, b는 m, n의 별명.
a, b 이름만 생성.
변수 공간 생기지
않음



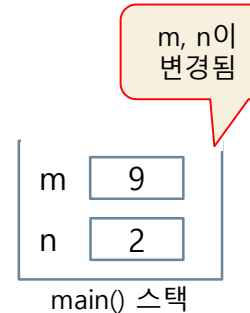
(1) swap() 호출 전



(2) swap() 호출 직후



(3) swap() 실행



(4) swap() 리턴 후

m, n이
변경됨

9 2

참조 매개변수가 필요한 사례

9

- 다음 코드에 어떤 문제가 있을까?
 - ▣ average() 함수의 작동
 - 계산에 오류가 있으면 0 리턴, 아니면 평균 리턴
 - ▣ 만일 average()가 리턴한 값이 0이라면?
 - 평균이 0인 거야? 아니면 오류가 발생한 거야?

```
int average(int a[], int size) {  
    if(size <= 0) return 0;  
    int sum = 0;  
    for(int i=0; i<size; i++) sum += a[i];  
    return sum/size;  
}
```

```
int x[ ]={1,2,3,4};  
int avg = average(x, 4);  
  
// avg는 2
```

흠, 평균이 2군.
알았어!

```
int x[ ]={1,2,3,4};  
int avg = average(x, -1);  
  
// avg는 0
```

평균이 0인 거야,
아니면 오류가 난 거야?

예제 5-5에서 해결

예제 5-5 참조 매개 변수로 평균 리턴하기

10

참조 매개 변수를 통해 평균을 리턴하고 리턴문을 통해서 함수의 성공 여부를 리턴하도록 average() 함수를 작성하라

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

```
bool average(int a[], int size, int& avg) {
    if(size <= 0)
        return false;
    int sum = 0;
    for(int i=0; i<size; i++)
        sum += a[i];
    avg = sum/size;
    return true;
}
```

참조 매개 변수 avg에
평균 값 전달

```
int main() {
    int x[] = {0,1,2,3,4,5};
    int avg;
    if(average(x, 6, avg)) cout << "평균은 " << avg << endl;
    else cout << "매개 변수 오류" << endl;

    if(average(x, -2, avg)) cout << "평균은 " << avg << endl;
    else cout << "매개 변수 오류 " << endl;
}
```

avg에 평균이 넘어오고,
average()는 true 리턴

avg의 값은 의미없고,
average()는 false 리턴

평균은 2
매개 변수 오류

예제 5-6 참조에 의한 호출로 Circle 객체에 참조 전달

11

참조 매개 변수 c

```
void increaseCircle(Circle &c) {
```

```
    int r = c.getRadius();  
    c.setRadius(r+1);  
}
```

```
int main() {
```

```
    Circle waffle(30);
```

```
    increaseCircle(waffle);
```

```
    cout << waffle.getRadius() << endl;
```

```
}
```

참조에 의한 호출

waffle 객체 생성

생성자 실행 radius = 30

31

소멸자 실행 radius = 31

waffle 객체 소멸

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

```
class Circle {
```

```
private:
```

```
    int radius;
```

```
public:
```

```
    Circle();
```

```
    Circle(int r);
```

```
    ~Circle();
```

```
    double getArea() { return 3.14*radius*radius; }
```

```
    int getRadius() { return radius; }
```

```
    void setRadius(int radius) { this->radius = radius; }
```

```
};
```

```
Circle::Circle() {
```

```
    radius = 1;
```

```
    cout << "생성자 실행 radius = " << radius << endl;
```

```
}
```

```
Circle::Circle(int radius) {
```

```
    this->radius = radius;
```

```
    cout << "생성자 실행 radius = " << radius << endl;
```

```
}
```

```
Circle::~~Circle() {
```

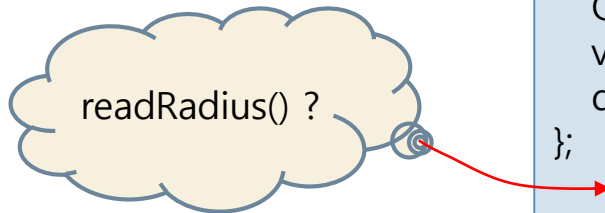
```
    cout << "소멸자 실행 radius = " << radius << endl;
```

```
}
```

예제 5-7(실습) 참조 매개 변수를 가진 함수 만 들기 연습

12

키보드로부터 반지름 값을 읽어
Circle 객체에 반지름을 설정하는
readRadius() 함수를 작성하라.



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

class Circle {
    int radius;
public:
    Circle() { radius = 1; }
    Circle(int radius) { this->radius = radius; }
    void setRadius(int radius) { this->radius = radius; }
    double getArea() { return 3.14*radius*radius; }
};

int main() {
    Circle donut;
    readRadius(donut);
    cout << "donut의 면적 = " << donut.getArea() << endl;
}
```

정수 값으로 반지름을 입력하세요>>3
donut의 면적 = 28.26

참조 리턴

13

- 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

14

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 타입
의 공간에
대한 참조
리턴

```
char c = 'a';

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

char a = find(); // a = 'a'가 됨

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

find() = 'b'; // c = 'b'가 됨
```

find()가 리턴한 공
간에 'b' 문자 저장

(a) 문자 값을 리턴하는 get()

(b) char 타입의 참조(공간)을 리턴하는 find()

예제 5-8 간단한 참조 리턴 사례

15

```
#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;
```

```
    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

(1) `char name[] = "Mike";`

M	i	k	e	\0
---	---	---	---	----

 name

(2) `return s[index];`

공간에 대한 참조, 즉 이름의 이름 리턴

M	i	k	e	\0
---	---	---	---	----

↑
s[index]

(3) `find(name, 0) = 'S';`

S	i	k	e	\0
---	---	---	---	----

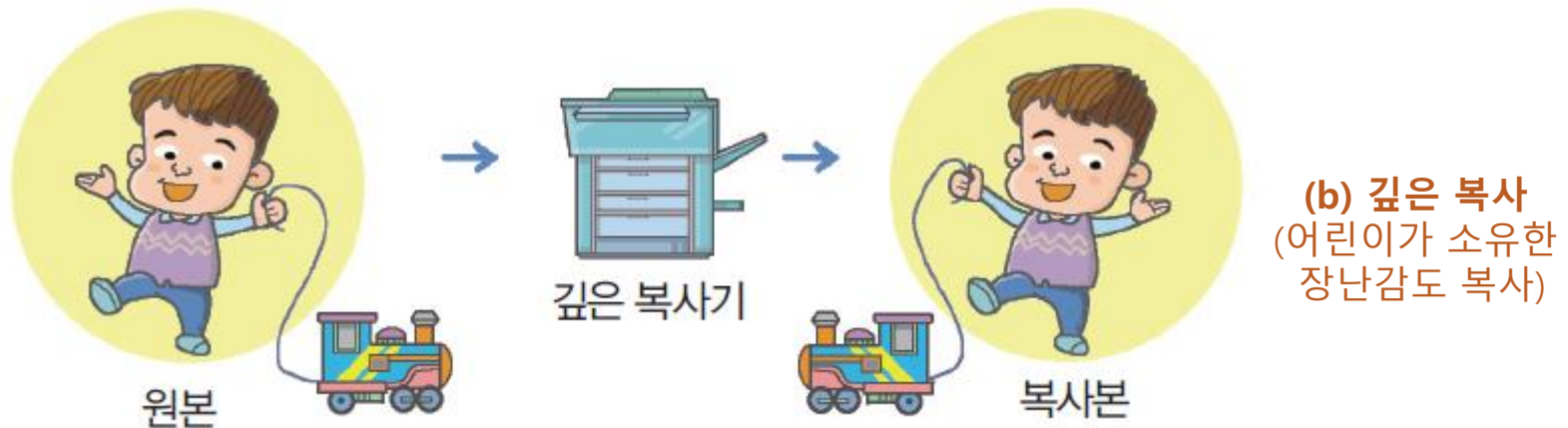
(4) `ref = 't';`

S	i	t	e	\0
---	---	---	---	----

Mike
Sike
Site

얇은 복사와 깊은 복사

16



C++에서 얇은 복사와 깊은 복사

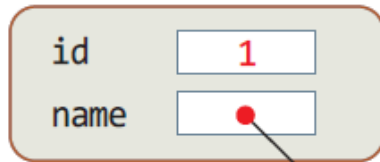
17

- 얇은 복사(shallow copy)
 - ▣ 객체 복사 시, 객체의 멤버를 1:1로 복사
 - ▣ 객체의 멤버 변수에 동적 메모리가 할당된 경우
 - 사본은 원본 객체가 할당 받은 메모리를 공유하는 문제 발생
- 깊은 복사(deep copy)
 - ▣ 객체 복사 시, 객체의 멤버를 1:1대로 복사
 - ▣ 객체의 멤버 변수에 동적 메모리가 할당된 경우
 - 사본은 원본이 가진 메모리 크기 만큼 별도로 동적 할당
 - 원본의 동적 메모리에 있는 내용을 사본에 복사
 - ▣ 완전한 형태의 복사
 - 사본과 원본은 메모리를 공유하는 문제 없음

C++에서 객체의 복사

```
class Person {  
    int id;  
    char *name;  
    .....  
};
```

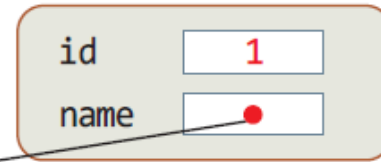
Person 타입 객체, 원본



얕은
복사기



복사본 객체



(a) 얕은 복사

name 포인터가 복사되었기 때문에
메모리 공유! - 문제 유발

Person 타입 객체, 원본



깊은
복사기



복사본 객체



(b) 깊은 복사

name 포인터의 메모리도
복사되었음

복사 생성자

19

- 복사 생성자(copy constructor)란?
 - ▣ 객체의 복사 생성시 호출되는 특별한 생성자
- 특징
 - ▣ 한 클래스에 오직 한 개만 선언 가능
 - ▣ 복사 생성자는 보통 생성자와 클래스 내에 중복 선언 가능
 - ▣ 모양
 - 클래스에 대한 참조 매개 변수를 가지는 독특한 생성자
- 복사 생성자 선언

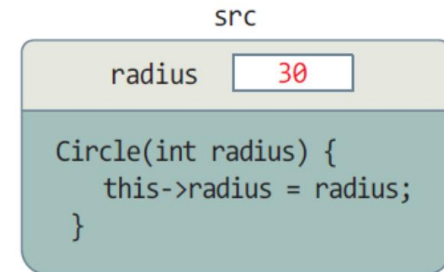
```
class Circle {  
    .....  
    Circle(const Circle& c); // 복사 생성자 선언  
    .....  
};  
  
Circle::Circle(const Circle& c) { // 복사 생성자 구현  
    .....  
}
```

자기 클래스에 대한
참조 매개 변수

복사 생성 과정

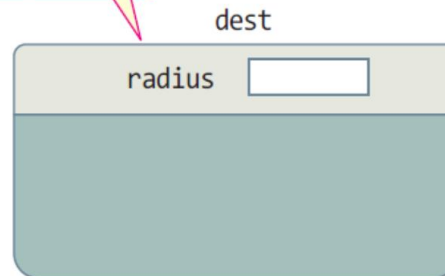
20

(1) Circle src(30);



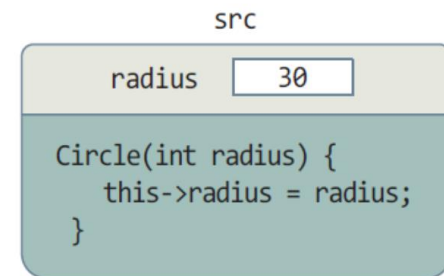
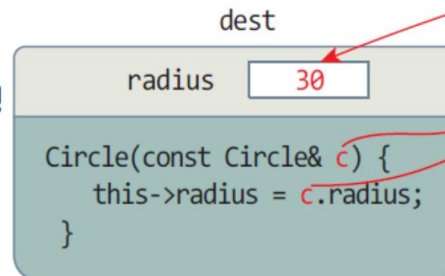
(2) Circle dest(src);

dest 객체
공간 할당

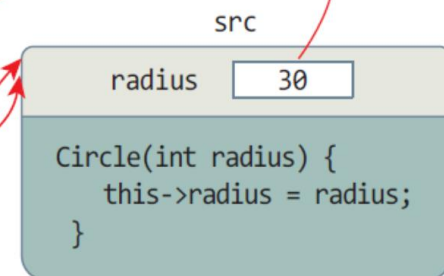


전달

(3) dest 객체의 복사 생성자
Circle(const Circle& c) 실행



복사



예제 5-9 Circle의 복사 생성자와 객체 복사

21

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

class Circle {
private:
    int radius;
public:
    Circle(const Circle& c); // 복사 생성자 선언
    Circle() { radius = 1; }
    Circle(int radius) { this->radius = radius; }
    double getArea() { return 3.14*radius*radius; }
};

Circle::Circle(const Circle& c) { // 복사 생성자 구현
    this->radius = c.radius;
    cout << "복사 생성자 실행 radius = " << radius << endl;
}

int main() {
    Circle src(30); // src 객체의 보통 생성자 호출
    Circle dest(src); // dest 객체의 복사 생성자 호출

    cout << "원본의 면적 = " << src.getArea() << endl;
    cout << "사본의 면적 = " << dest.getArea() << endl;
}
```

dest 객체가 생성될 때
Circle(const Circle& c)

복사 생성자 실행 radius = 30
원본의 면적 = 2826
사본의 면적 = 2826

디폴트 복사 생성자

22

- 복사 생성자가 선언되어 있지 않는 클래스
 - ▣ 컴파일러는 자동으로 디폴트 복사 생성자 삽입

```
class Circle {  
    int radius;  
public:  
    Circle(int r);  
    double getArea();  
};
```

복사 생성자
없음

복사 생성자 없는데
컴파일 오류?

```
Circle dest(src); // 복사 생성. Circle(const Circle&) 호출
```

```
Circle::Circle(const Circle& c) {  
    this->radius = c.radius;  
    // 원본 객체 c의 각 멤버를 사본(this)에 복사한다.  
}
```

디폴트 복사 생성자

디폴트 복사 생성자 사례

23

```
class Book {  
    double price;    // 가격  
    int pages;       // 페이지수  
    char *title;     // 제목  
    char *author;    // 저자이름  
public:  
    Book(double pr, int pa, char* t, char* a);  
    ~Book()  
};
```

복사 생성자가 없는 Book 클래스

컴파일러가 삽입하는
디폴트 복사 생성자

```
Book(const Book& book) {  
    this->price = book.price;  
    this->pages = book.pages;  
    this->title = book.title;  
    this->author = book.author;  
}
```

예제 5-10 얇은 복사 생성자를 사용하여 프로그램이 비정상 종료되는 경우

24

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;

class Person { // Person 클래스 선언
    char* name;
    int id;
public:
    Person(int id, const char* name); // 생성자
    ~Person(); // 소멸자
    void changeName(const char *name);
    void show() { cout << id << ' ' << name << endl; }
};

Person::Person(int id, const char* name) { // 생성자
    this->id = id;
    int len = strlen(name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name 문자열 공간 할당
    strcpy(this->name, name); // name에 문자열 복사
}

Person::~Person() { // 소멸자
    if(name) // 만일 name에 동적 할당된 배열이 있으면
        delete [] name; // 동적 할당 메모리 소멸
}

void Person::changeName(const char* name) { // 이름 변경
    if(strlen(name) > strlen(this->name))
        return;
    strcpy(this->name, name);
}
```

컴파일러에 의해
디폴트 복사 생성자 삽입

```
Person::Person(const Person& p) {
    this->id = p.id;
    this->name = p.name;
}
```

name 메모리 반환

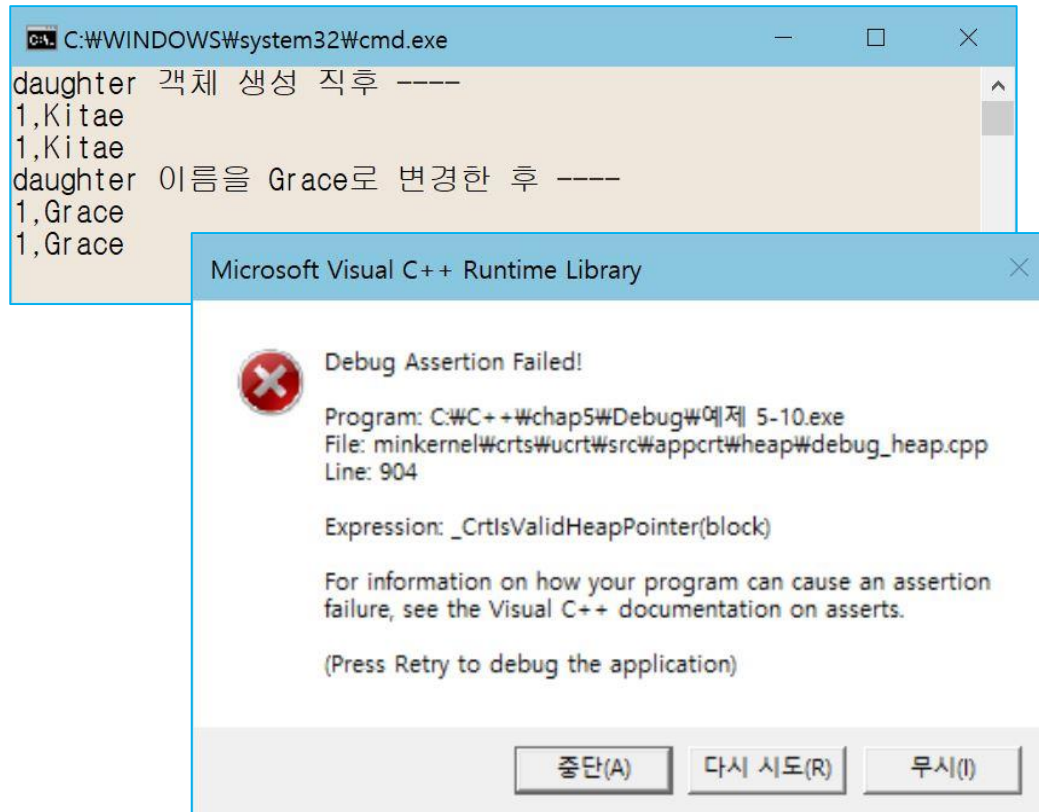
```
int main() {  
    Person father(1, "Kitae");    // (1) father 객체 생성  
    Person daughter(father);      // (2) daughter 객체 복사 생성. 복사생성자호출  
  
    cout << "daughter 객체 생성 직후 ----" << endl;  
    father.show();                // (3) father 객체 출력  
    daughter.show();              // (3) daughter 객체 출력  
  
    daughter.changeName("Grace"); // (4) daughter의 이름을 "Grace"로 변경  
    cout << "daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----" << endl;  
    father.show();                // (5) father 객체 출력  
    daughter.show();              // (5) daughter 객체 출력  
  
    return 0;                    // (6), (7) daughter, father 객체 소멸  
}
```

컴파일러가 삽입한
디폴트 복사 생성자 호출

daughter, father 순으로 소멸.
father가 소멸할 때, 프로그램
비정상 종료됨

예제 5-10의 실행 결과

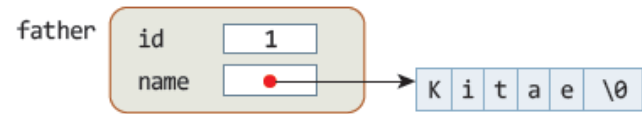
26



예제 5-10의 실행 과정

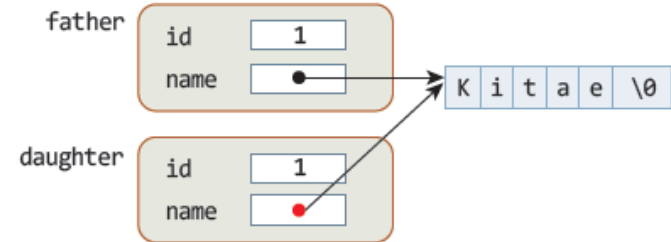
(1) `Person father(1, "Kitae");`

father 객체 생성



(2) `Person daughter(father);`

father를 복사한
daughter 객체 생성



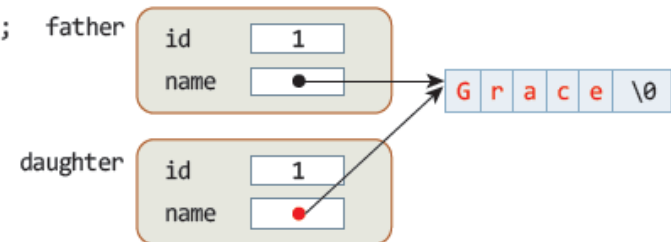
(3) `father.show();`
`daughter.show();`

⇒ 실행 결과

1,Kitae
1,Kitae

(4) `daughter.changeName("Grace");`

daughter의 이름
변경

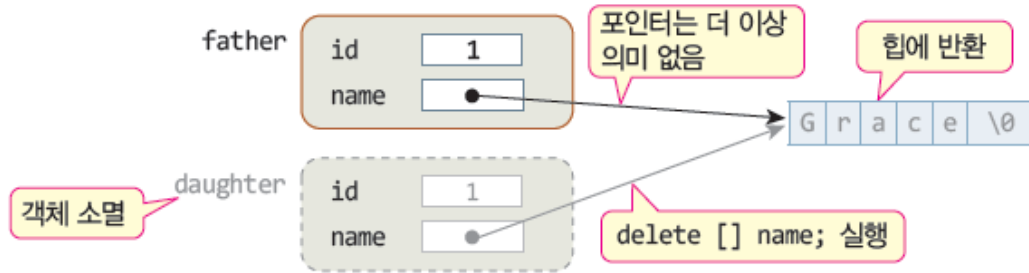


(5) `father.show();`
`daughter.show();`

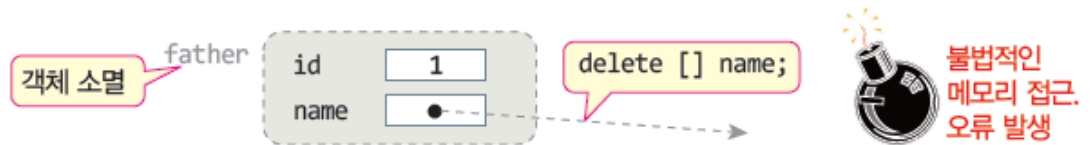
⇒ 실행 결과

1,Grace
1,Grace

(6) daughter 객체 소멸



(7) father 객체 소멸



예제 5-11 깊은 복사 생성자를 가진 정상적 인 Person 클래스

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <iostream>
#include <cstring>
using namespace std;

class Person { // Person 클래스 선언
    char* name;
    int id;
public:
    Person(int id, const char* name); // 생성자
    Person(const Person& person); // 복사 생성자
    ~Person(); // 소멸자
    void changeName(const char *name);
    void show() { cout << id << ' ' << name << endl; }
};

Person::Person(int id, const char* name) { // 생성자
    this->id = id;
    int len = strlen(name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name 문자열 공간 할당
    strcpy(this->name, name); // name에 문자열 복사
}

Person::Person(const Person& person) { // 복사 생성자
    this->id = person.id; // id 값 복사
    int len = strlen(person.name); // name의 문자 개수
    this->name = new char [len+1]; // name을 위한 공간 할당
    strcpy(this->name, person.name); // name의 문자열 복사
    cout << "복사 생성자 실행. 원본 객체의 이름 " << this->name << endl;
}

Person::~~Person() { // 소멸자
    if(name) // 만일 name에 동적 할당된 배열이 있으면
        delete [] name; // 동적 할당 메모리 소멸
}

void Person::changeName(const char* name) { // 이름 변경
    if(strlen(name) > strlen(this->name))
        return; // 현재 name에 할당된 메모리보다 긴 이름으로 바꿀 수 없다.
    strcpy(this->name, name);
}
```

id 복사

name 복사

name 메모리 반환


```

int main() {
    Person father(1, "Kitae");    // (1) father 객체 생성
    Person daughter(father);      // (2) daughter 객체 복사 생성. 복사생성자호출

    cout << "daughter 객체 생성 직후 ----" << endl;
    father.show();                // (3) father 객체 출력
    daughter.show();              // (3) daughter 객체 출력

    daughter.changeName("Grace"); // (4) daughter의 이름을 "Grace"로 변경
    cout << "daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----" << endl;
    father.show();                // (5) father 객체 출력
    daughter.show();              // (5) daughter 객체 출력

    return 0;                    // (6), (7) daughter, father 객체 소멸
}

```

Person에 작성된
깊은 복사 생성자
호출

daughter, father
순으로 소멸

예제 5-11의 실행 결과

31

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
복사 생성자 실행. 원본 객체의 이름 Kitae
daughter 객체 생성 직후 ----
1,Kitae
1,Kitae
daughter 이름을 Grace로 변경한 후 ----
1,Kitae
1,Grace
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

복사 생성자에서 출력한 내용

예제 5-11의 실행 과정

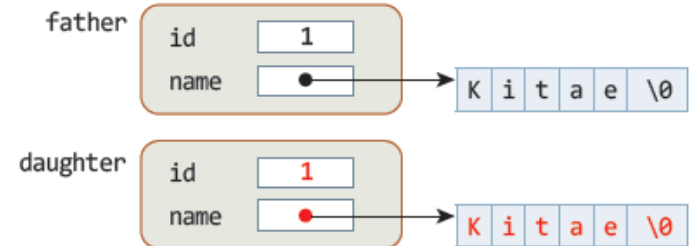
(1) `Person father(1, "Kitae");`

father 객체 생성



(2) `Person daughter(father);`

father를 복사한
daughter 객체 생성



→ 실행 결과

복사 생성자 실행 Kitae

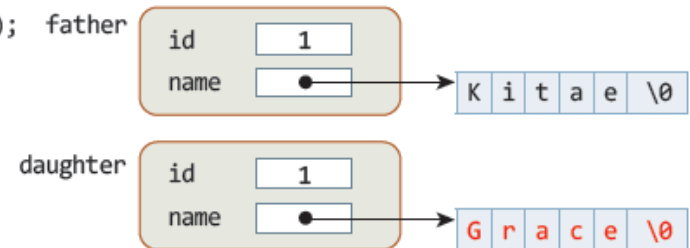
(3) `father.show();`
`daughter.show();`

→ 실행 결과

1,Kitae
1,Kitae

(4) `daughter.changeName("Grace");`

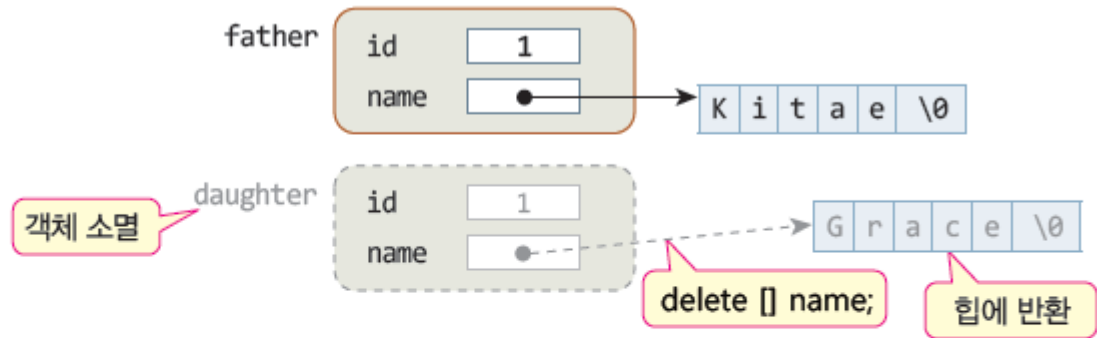
daughter의 이름
변경



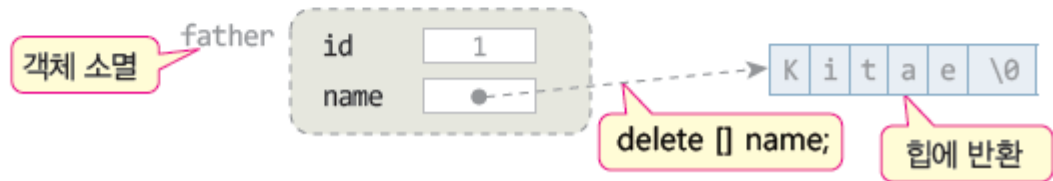
→ 실행 결과

1,Kitae
1,Grace

(6) daughter 객체 소멸



(7) father 객체 소멸



예제 5-12 묵시적 복사 생성에 의해 복사 생성자가 자동 호출되는 경우

34

```
void f(Person person) {  
    person.changeName("dummy");  
}
```

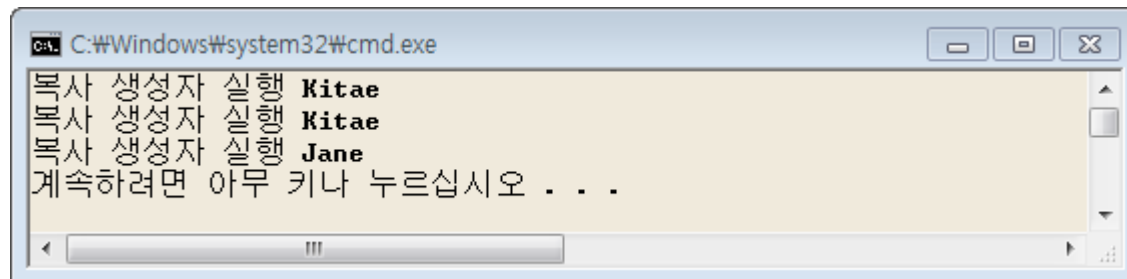
2. '값에 의한 호출'로 객체가 전달될 때.
person 객체의 복사 생성자 호출

```
Person g() {  
    Person mother(2, "Jane");  
    return mother;  
}
```

3. 함수에서 객체를 리턴할 때.mother
객체의 복사본 생성. 복사본의 복사 생
성자 호출

```
int main() {  
    Person father(1, "Kitae");  
    Person son = father;  
    f(father);  
    g();  
}
```

1. 객체로 초기화하여 객체가 생성될 때.
son 객체의 복사 생성자 호출



```
C:\Windows\system32\cmd.exe  
복사 생성자 실행 Kitae  
복사 생성자 실행 Kitae  
복사 생성자 실행 Jane  
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```