# 7장. 상속과 다형성

**박 종 혁 교수**
**(서울과기대 컴퓨터공학과)**

**Tel: 970-6702**
**Email: jhpark1@seoultech.ac.kr**

# 목차

1. 객체 포인터의 참조관계
2. 가상함수(Virtual Function)
3. 가상 소멸자와 참조자의 참조 가능성

# 1. 객체 포인터의 참조관계

# 상속된 객체와 포인터 관계

- 객체 포인터
  - 객체의 주소 값을 저장할 수 있는 포인터
  - A클래스의 포인터는 A 객체의 주소 뿐만 아니라 A 클래스를 상속하는 파생 클래스의 객체의 주소 값도 저장 가능
  - A클래스의 참조자는 A객체 뿐만 아니라 A클래스를 상속하는 파생 클래스의 객체도 참조 가능

# 상속된 객체의 포인터,참조자

- 객체 포인터의 권한
  - 포인터를 통해서 접근할 수 있는 객체 멤버의 영역
  - A클래스의 객체 포인터는 A클래스의 멤버와 A클래스가 상속받은 베이스 클래스의 멤버만 접근 가능
  - A클래스의 참조자는 A클래스의 멤버와 A클래스가 상속받은 베이스 클래스의 멤버만 접근 가능

# 상속된 객체와 참조 관계

- 객체의 레퍼런스
  - 객체를 참조할 수 있는 레퍼런스
  - 클래스 포인터의 특성과 일치

- 객체 레퍼런스의 권한
  - 객체를 참조하는 레퍼런스의 권한
  - 클래스 포인터의 권한과 일치

# 객체의 주소 값을 저장하는 객체 포인터 변수

" C++에서, **A형 포인터 변수는 A객체 또는 A를 직접 혹은 간접적으로 상속하는 모든 객체를 가리킬 수 있다** (객체의 주소 값을 저장할 수 있다)"

```
class Person
{ . . . .
};
```

```
class Student : public Person
{
    . . . . .
};

class PartTimeStudent public Student
{
    . . . . .
};
```

```
Person * ptr=new Student();

Person * ptr=new PartTimeStudent();

Student * ptr=new PartTimeStudent();
```

# 예제

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

class Person
{
public:
    void Sleep() { cout<<"Sleep"<<endl; }
};

class Student : public Person
{
public:
    void Study() { cout<<"Study"<<endl; }
};

class PartTimeStudent : public Student
{
public:
    void Work() { cout<<"Work"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Person * ptr1=new Student();

    Person * ptr2=new
    PartTimeStudent();

    Student * ptr3=new
    PartTimeStudent();

    ptr1->Sleep();
    ptr2->Sleep();
    ptr3->Study();

    delete ptr1; delete ptr2; delete
    ptr3;

    return 0;
}
```

# 파생 클래스의 객체도 가리키는 포인터!

**IS-A 관계**

"학생(Student)은 사람(Person)의 일종이다."

"근로학생(PartTimeStudent)은 학생(Student)의 일종이다."

"근로학생(PartTimeStudent)은 사람(Person)의 일종이다."

**파생 클래스 객체를 베이스 클래스 객체로 바라볼 수 있는 근거**

"학생(Student)은 사람(Person)이다."

"근로학생(PartTimeStudent)은 학생(Student)이다."

"근로학생(PartTimeStudent)은 사람(Person)이다."

# 2. 가상함수(Virtual Function)

# 가상함수(virtual function)

- **가상함수**는 베이스클래스 내에서 정의된 멤버함수를 파생클래스에서 재정의하고자 할때 사용
  - 베이스클래스의 멤버함수와 같은 이름을 갖는 함수를 파생클래스에서 재정의함으로써 각 클래스마다 고유의 기능을 갖도록 변경할때 이용
  - 파생클래스에서 재정의되는 가상함수는 함수중복과 달리 베이스클래스와 **함수의 반환형, 인수의 갯수, 형이 같아야함**

- 가상함수를 정의하기 위해서는 가장 먼저 기술되는 베이스클래스의 멤버함수 앞에 **virtual**이라는 키워드로 기술

```
class Base {
public:
   virtual void f(); // f()는 가상 함수
};
```

# 함수 오버라이딩(Function Overriding)

## 개념

# 함수 오버라이딩

- 파생 클래스에서 기본 클래스의 가상 함수와 동일한 이름의 함수 선언
  - 기본 클래스의 가상 함수의 존재감 상실시킴
  - 파생 클래스에서 오버라이딩한 함수가 호출되도록 동적 바인딩
  - 함수 재정의라고도 부름
  - 다형성의 한 종류

- 함수 오버라이딩 되면, 오버라이딩 된 베이스 클래스의 함수는 오버라이딩을 한 파생클래스의 함수에 가려짐
- 주의) 함수 오버로딩과 혼동 금지 !!

# C++ 오버라이딩의 특징

- 오버라이딩의 성공 조건
  - 가상 함수 이름, 매개 변수 타입과 개수, 리턴 타입이 모두 일치

```
class Base {
public:
   virtual void fail();
   virtual void success();
   virtual void g(int);
};

class Derived : public Base {
public:
   virtual int fail(); // 오버라이딩 실패. 리턴 타입이 다름
   virtual void success(); // 오버라이딩 성공
};
```

```
class Base {
public:
   virtual void f();
};

class Derived : public Base {
public:
   virtual void f(); // virtual void f()와 동일한 선언
};
```

생략 가능

- 오버라이딩 시 virtual 지시어 생략 가능
  - 가상 함수의 virtual 지시어는 상속됨, 파생 클래스에서 virtual 생략 가능
- 가상 함수의 접근 지정
  - private, protected, public 중 자유롭게 지정 가능

# 함수 오버라이딩 vs 함수 오버로딩

- 베이스 클래스와 동일한 이름의 함수를 파생 클래스에서 정의한다고 해서 무조건 함수 오버라이딩이 되는 것은 아님
  - 가상 함수를 재정의하는 **오버라이딩** - 함수가 호출되는 실행 시간에 **동적 바인딩**
  - 그렇지 않은 경우 컴파일 시간에 결정된 함수가 단순히 호출 ← **정적 바인딩**

- 함수 오버로딩
  - 매개변수의 자료형 및 개수가 다를 경우
  - 전달되는 인자에 따라서 호출되는 함수가 결정
  - 함수 오버로딩은 상속의 관계어서도 구성 가능

# 함수 오버로딩과 오버라이딩 비교

```
class Base {
public:
    void f() {
        cout << "Base::f() called" << endl;
    }
};

class Derived : public Base {
public:
    void f() {
        cout << "Derived::f() called" << endl;
    }
};
```

함수 재정의

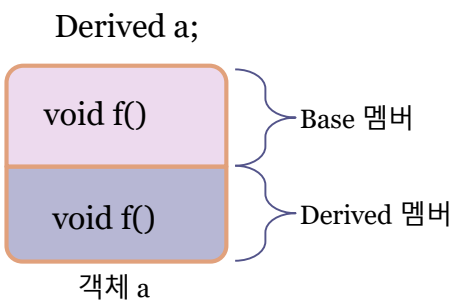
함수 재정의(redefine)

```
class Base {
public:
    virtual void f() {
        cout << "Base::f() called" << endl;
    }
};

class Derived : public Base {
public:
    virtual void f() {
        cout << "Derived::f() called" << endl;
    }
};
```

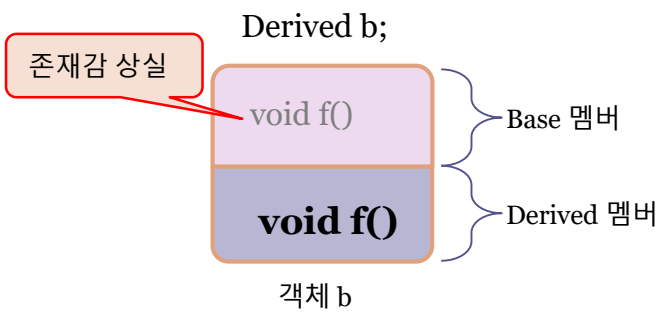
가상 함수

오버라이딩

오버라이딩(overriding)




(a) a 객체에는 동등한 호출 기회를 가진 함수 f()가 두 개 존재




(b) b 객체에는 두 개의 함수 f()가 존재하지만, Base의 f()는 존재감을 잃고, 항상 Derived의 f()가 호출됨

- 오버라이딩 된 함수가 virtual이면 오버라이딩 한 함수도 자동 virtual

```
class First
{
public:
    virtual void MyFunc() { cout<<"FirstFunc"<<endl; }
};

class Second: public First
{
public:
    virtual void MyFunc() { cout<<"SecondFunc"<<endl; }
};

class Third: public Second
{
public:
    virtual void MyFunc() { cout<<"ThirdFunc"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Third * tptr=new Third();
    Second * sptr=tptr;
    First * fptr=sptr;

    fptr->MyFunc();
    sptr->MyFunc();
    tptr->MyFunc();
    delete tptr;
    return 0;
}
```

실행결과

```
ThirdFunc
ThirdFunc
ThirdFunc
```

- 포인터의 형에 상관 없이 포인터가 가리키는 객체의 마지막 오버라이딩 함수를 호출

# 예제) 상속이 반복되는 경우 가상 함수 호출

```
class Base {
public:
    virtual void f() { cout << "Base::f() called" << endl; }
};

class Derived : public Base {
public:
    void f() { cout << "Derived::f() called" << endl; }
};

class GrandDerived  : public Derived {
public:
    void f() { cout << "GrandDerived::f() called" << endl; }
};

int main() {
    GrandDerived g;
    Base *bp;
    Derived *dp;
    GrandDerived *gp;

    bp = dp = gp = &g;

    bp->f();
    dp->f();
    gp->f();
}
```

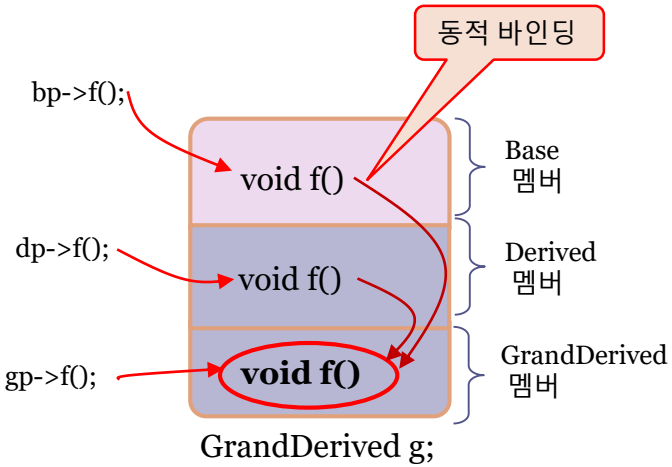
Base, Derived, GrandDerived가
상속 관계에 있을 때,
다음 코드를 실행한 결과는
무엇인가?

# 예제) 상속이 반복되는 경우 가상 함수 호출

```
class Base {
public:
    virtual void f() { cout << "Base::f() called" << endl; }
};

class Derived : public Base {
public:
    void f() { cout << "Derived::f() called" << endl; }
};

class GrandDerived  : public Derived {
public:
    void f() { cout << "GrandDerived::f() called" << endl; }
};

int main() {
    GrandDerived g;
    Base *bp;
    Derived *dp;
    GrandDerived *gp;

    bp = dp = gp = &g;

    bp->f();
    dp->f();
    gp->f();
}
```

동적 바인딩에 의해 모두 GrandDerived의 함수 f() 호출

Base, Derived, GrandDerived가 상속 관계에 있을 때, 다음 코드를 실행한 결과는 무엇인가?




```
GrandDerived::f() called
GrandDerived::f() called
GrandDerived::f() called
```

# 순수 가상함수

- 순수 가상함수(pure virtual function)
  - 베이스 클래스에서는 어떤 동작도 정의되지 않고 함수의 선언 만을 하는 가상함수
  - 순수 가상함수를 선언하고 파생 클래스에서 이 가상함수를 중복 정의하지 않으면 컴파일 시에 에러가 발생
  - 하나 이상의 멤버가 순수 가상함수인 클래스를 추상 클래스(abstract class)라 함
    - 완성된 클래스가 아니기 때문에 객체화되지 않는 클래스
  - 베이스 클래스에서 다음과 같은 형식으로 선언

```
virtual  자료형 함수명(인수 리스트) = 0;
```

# 추상 클래스의 목적

- 추상 클래스의 목적
  - 추상 클래스의 인스턴스를 생성할 목적 아님
  - 상속에서 기본 클래스의 역할을 하기 위함
    - 순수 가상 함수를 통해 파생 클래스에서 구현할 함수의 형태(원형)을 보여주는 인터페이스 역할
    - 추상 클래스의 모든 멤버 함수를 순수 가상 함수로 선언할 필요 없음

# 순수 가상 함수 예

```
#include <iostream>
using std::endl;
using std::cout;
class Date {            // 베이스 클래스
protected:`
    int year,month,day;
public:
    Date(int y,int m,int d)
        {  year = y; month = m; day = d; }
    virtual void print() = 0;  // 순수 가상함수
};
class Adate : public Date {
                        // 파생 클래스 Adate
public:
    Adate(int y,int m,int d) : Date(y,m,d)
        { /* no operation */ }
    void print()                // 가상함수
        { cout << year << '.' << month << '.' << day << ".₩n"; }
};
class Bdate : public Date {
                    // 파생 클래스 Bdate
public:
    Bdate(int y,int m,int d) : Date(y,m,d)
        { /* no operation */ }
    void print();           // 가상함수
};
```

```
void Bdate::print()
{
    static char *mn[] = {
        "Jan.", "Feb.", "Mar.", "Apr.", "May",
        "June","July", "Aug.", "Sep.", "Oct.",
        "Nov.","Dec." };
    cout << mn[month-1] << ' ' << day
        << ' ' << year << '₩n';
}

int main()
{
    Adate a(1994,6,1);
    Bdate b(1945,8,15);
    Date &r1 = a, &r2 = b;  // 참조자
    r1.print();
    r2.print();
    return 0;
}
```

```
1994.6.1.
Aug. 15 1945
```

# 추상 클래스를 상속받는 파생 클래스 구현

다음 코드와 실행 결과를 참고하여 추상 클래스 Calculator를 상속받는 Adder와 Subractor 클래스를 구현하라

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

class Calculator {
    void input() {
        cout << "정수 2 개를 입력하세요>> ";
        cin >> a >> b;
    }
protected:
    int a, b;
    virtual int calc(int a, int b) = 0; // 두 정수의 합 리턴하는
                                        순수가상함수
public:
    void run() {
        input();
        cout << "계산된 값은 " << calc(a, b) << endl;
    }
};

int main() {
    Adder adder;
    Subtractor subtractor;
    adder.run();
    subtractor.run();
}
```

**실행 결과

```
정수 2 개를 입력하세요>> 5 3
계산된 값은 8
정수 2 개를 입력하세요>> 5 3
계산된 값은 2
```

Solution)

```
class Adder : public Calculator {
protected:
    int calc(int a, int b) { // 순수 가상 함수 구현
        return a + b;
    }
};

class Subtractor : public Calculator {
protected:
    int calc(int a, int b) { // 순수 가상 함수 구현
        return a - b;
    }
};
```

# 다형성(polymorphism) 이란?

- 다형성이란 객체들의 타입이 다르면 똑같은 메시지가 전달되더라도 서로 다른 동작을 하는 것

- 다형성은 객체 지향 기법에서 하나의 코드로 다양한 타입의 객체를 처리하는 중요한 기술

- 다형성은 동질이상의 의미
  - 모습은 같은데 형태는 다르다
  - 문장은 같은데 결과는 다르다

# 오버라이딩의 목적 -파생 클래스에서 구현할 함수 인터페이스 제공(파생 클래스의 다형성)

다형성의 실현

- draw() 가상 함수를 가진 기본 클래스 Shape
- 오버라이딩을 통해 Circle, Rect, Line 클래스에서 자신만의 draw() 구현 (➔ 뒷장 연결)

```
class Shape {
protected:
    virtual void draw() {}
};
```

가상 함수 선언.
파생 클래스에서 재정의할 함수에 대한 **인터페이스** 역할

```
class Circle : public Shape {
protected:
    virtual void draw() {
        // Circle을 그린다.
    }
};
```

```
class Rect : public Shape {
protected:
    virtual void draw() {
        // Rect을 그린다.
    }
};
```

```
class Line : public Shape {
protected:
    virtual void draw() {
        // Line을 그린다.
    }
};
```

오버라이딩,
다형성 실현

```
void paint(Shape* p) {
    p->draw();
}

paint(new Circle()); // Circle을 그린다.
paint(new Rect()); // Rect을 그린다.
paint(new Line()); // Line을 그린다.
```

p가 가리키는 객체에 오버라이딩된 draw() 호출

# 목적

Shape은 상속을 위한 기본 클래스로의 역할
- 가상 함수 draw()로 파생 클래스의 인터페이스를 보여줌
- Shape 객체를 생성할 목적 아님
- 파생 클래스에서 draw() 재정의.
  자신의 도형을 그리도록 유도

Shape.h

```
class Shape {
    Shape* next;
protected:
    virtual void draw();
public:
    Shape() { next = NULL; }
    virtual ~Shape() { }
    void paint();
    Shape* add(Shape* p);
    Shape* getNext() { return next;}
};
```

Shape.cpp

```
#include <iostream>
#include "Shape.h"
using namespace std;

void Shape::paint() {
    draw();
}

void Shape::draw() {
    cout << "--Shape--" << endl;
}

Shape* Shape::add(Shape *p) {
    this->next = p;
    return p;
}
```

Circle.h

```
class Circle : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

Rect.h

```
class Rect : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

Line.h

```
class Line : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

```
#include <iostream>
#include "Shape.h"
#include "Circle.h"
using namespace std;

void Circle::draw() {
    cout << "Circle" << endl;
}
```

Circle.cpp

```
#include <iostream>
#include "Shape.h"
#include "Rect.h"
using namespace std;

void Rect::draw() {
    cout << "Rectangle" << endl;
}
```

Rect.cpp

```
#include <iostream>
#include "Shape.h"
#include "Line.h"
using namespace std;

void Line::draw() {
    cout << "Line" << endl;
}
```

Line.cpp

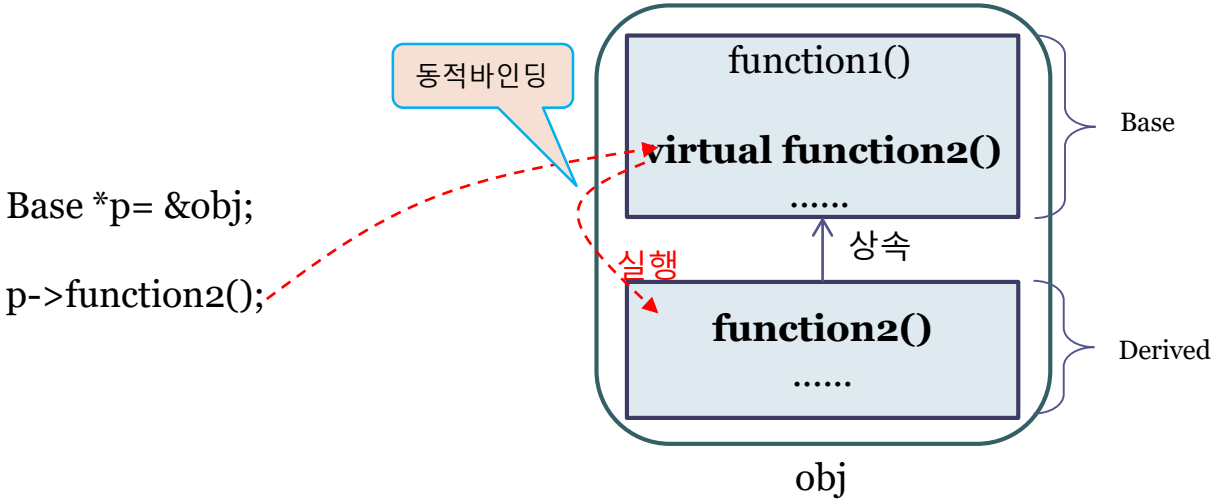
# 바인딩(binding)과 다형성

- 바인딩
  - 정적 바인딩(static binding)
    - 컴파일 시(compile-time) 호출되는 함수를 결정
  - 동적 바인딩(dynamic binding)
    - 실행 시(run-time) 호출되는 함수를 결정

- 다형성(polymorphism)
  - 같은 모습의 형태가 다른 특성
  - a->fct() 예
    - a라는 포인터(모습)가 가리키는 대상에 따라 호출되는 함수(형태)가 다름
  - 함수 오버로딩, 동적 바인딩 등이 다형성의 예

# 동적 바인딩

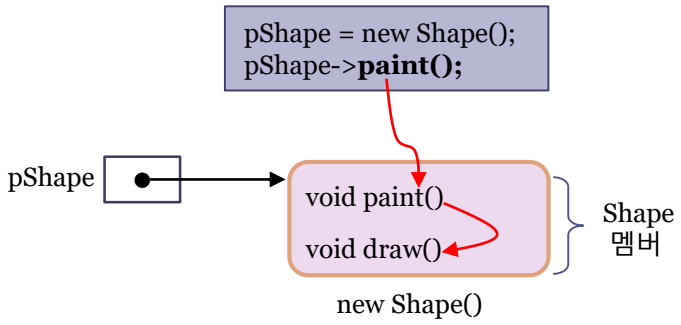
- 동적 바인딩
  - 파생 클래스에 대해
  - 베이스 클래스에 대한 포인터로 가상 함수를 호출하는 경우
  - 객체 내에 오버라이딩한 파생 클래스의 함수를 찾아 실행
    - 실행 중에 이루어짐
      - 실행시간 바인딩, 런타임 바인딩, 늦은 바인딩으로 불림



# 오버라이딩된 함수를 호출하는 동적 바인딩(b)

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

class Shape {
public:
    void paint() {
        draw();
    }
    void draw() {
        cout << "Shape::draw() called" << endl;
    }
};

int main() {
    Shape *pShape = new Shape();
    pShape->paint();
    delete pShape;
}
```

Shape::draw() called

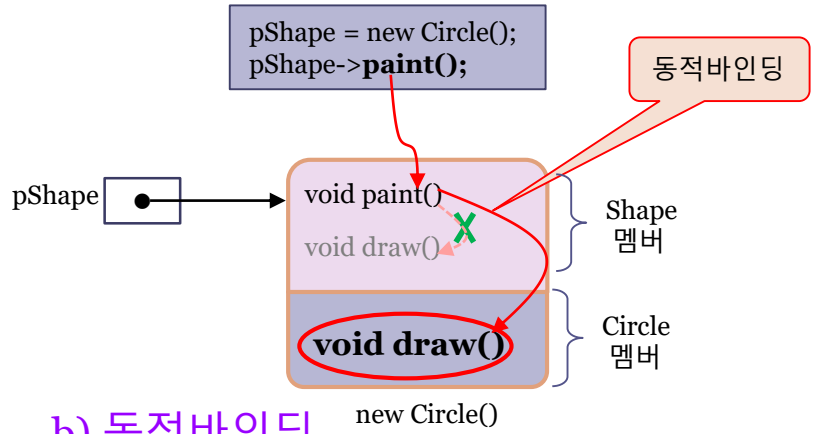



a) 정적 바인딩

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

class Shape {
public:
    void paint() {
        draw();
    }
    virtual void draw() {
        cout << "Shape::draw() called" << endl;
    }
};

class Circle : public Shape {
public:
    virtual void draw() {
        cout << "Circle::draw() called" << endl;
    }
};

int main() {
    Shape *pShape = new Circle();
    pShape->paint();
    delete pShape;
}
```

기본 클래스에서 파생 클래스의 함수를 호출하게 되는 사례

Circle::draw() called




b) 동적바인딩

# Shape을 추상 클래스로 수정 한다면 ?

Shape.cpp

```
#include <iostream>
#include "Shape.h"
using namespace std;

void Shape::paint() {
    draw();
}

void Shape::draw() {
    cout << "--Shape--" << endl;
}

Shape* Shape::add(Shape *p) {
    this->next = p;
    return p;
}
```

Shape.h

```
class Shape {
    Shape* next;
protected:
    virtual void draw() = 0;
public:
    Shape() { next = NULL; }
    virtual ~Shape() { }
    void paint();
    Shape* add(Shape* p);
    Shape* getNext() { return next;}
};
```

Shape은
추상 클래스

Circle.h

```
class Circle : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

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

#include "Shape.h"
#include "Circle.h"

void Circle::draw() {
    cout << "Circle" << endl;
}
```

Circle.cpp

Rect.h

```
class Rect : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

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

#include "Shape.h"
#include "Rect.h"

void Rect::draw() {
    cout << "Rectangle" << endl;
}
```

Rect.cpp

Line.h

```
class Line : public Shape {
protected:
    virtual void draw();
};
```

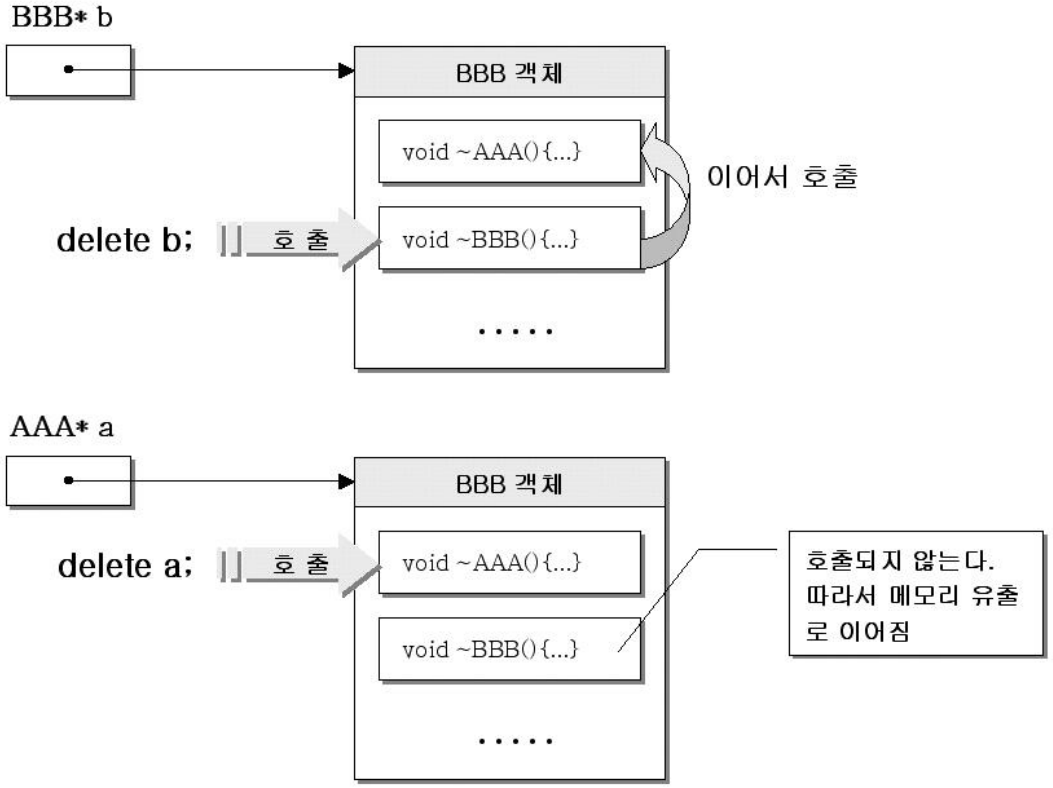
```
#include <iostream>
using namespace std;

#include "Shape.h"
#include "Line.h“

void Line::draw() {
    cout << "Line" << endl;
}
```

Line.cpp

# 3. 가상 소멸자와 참조자의 참조 가능성

# Virtual 소멸자의 필요성

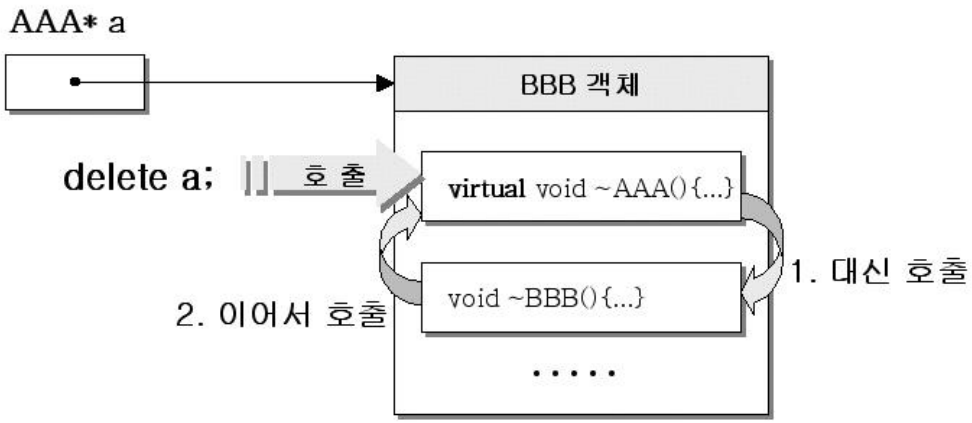
- 상속하고 있는 클래스 객체 소멸 문제점



# Virtual 소멸자의 필요성

- virtual 소멸자

```
virtual ~AAA(){
cout<<"~AAA() call!"<<endl;
delete []str1;
}
```



# virtual 소멸자

- 파생클래스를 가리키는 베이스클래스의 포인터가 가리키는 객체의 소멸 시에는 파생 클래스의 소멸자를 호출하지 않음

- virtual 소멸자
  - 객체 소멸 시 베이스클래스 뿐만 아니라 파생클래스의 소멸자도 호출
  - 소멸자 앞에 virtual 키워드

# virtual 소멸자 필요성 예

```
#include <iostream>
using std::endl;
using std::cout;
class AAA
{
    char* str1;
public:
    AAA(char* _str1){
        str1= new char[strlen(_str1)+1];
        strcpy(str1, _str1);
    }
    ~AAA(){
        cout<<"~AAA() call!"<<endl;
        delete []str1;
    }
    virtual void ShowString(){
        cout<<str1<<' ';
    }
};
class BBB : public AAA
{
    char* str2;
public:
    BBB(char* _str1, char* _str2) : AAA(_str1){
        str2= new char[strlen(_str2)+1];
        strcpy(str2, _str2);
    }
    ~BBB(){
        cout<<"~BBB() call!"<<endl;
        delete []str2;
    }
    virtual void ShowString(){
        AAA::ShowString();
        cout<<str2<<endl;
    }
};
int main()
{
    AAA * a=new BBB("Good", "evening");
    BBB * b=new BBB("Good", "morning");
    a->ShowString();
    b->ShowString();
    cout<<"-----객체 소멸 직전----"<<endl;
    delete a;   // AAA 소멸자만 호출
    delete b;   // BBB,AAA 소멸자 호출
    return 0;
}
```

```
Good evening
Good morning
-----객체 소멸 직전----
~AAA() call!
~BBB() call!
~AAA() call!
```

# virtual 소멸자 예

```
#include <iostream>
using std::endl;
using std::cout;
class AAA
{
    char* str1;
public:
    AAA(char* _str1){
        str1= new char[strlen(_str1)+1];
        strcpy(str1, _str1);
    }
    virtual ~AAA(){
        cout<<"~AAA() call!"<<endl;
        delete []str1;
    }
    virtual void ShowString(){
        cout<<str1<<' ';
    }
};
class BBB : public AAA
{
    char* str2;
public:
    BBB(char* _str1, char* _str2) : AAA(_str1){
        str2= new char[strlen(_str2)+1];
        strcpy(str2, _str2);
    }
    ~BBB(){
        cout<<"~BBB() call!"<<endl;
        delete []str2;
    }
    virtual void ShowString(){
        AAA::ShowString();
        cout<<str2<<endl;
    }
};
int main()
{
    AAA * a=new BBB("Good", "evening");
    BBB * b=new BBB("Good", "morning");
    a->ShowString();
    b->ShowString();
    cout<<"-----객체 소멸 직전----"<<endl;
    delete a;   // BBB, AAA 소멸자만 호출
    delete b;   // BBB,AAA 소멸자 호출
    return 0;
}
```

```
Good evening
Good morning
-----객체 소멸 직전----
~BBB() call!
~AAA() call!
~BBB() call!
~AAA() call!
```

# 추가 자료

**C++ 컴파일러는 포인터를 이용한 연산의 가능성 여부를 판단할 때, 포인터의 자료형을 기준으로 판단함**

- **실제 가리키는 객체의 자료형을 기준으로 판단하지 않음**
- **포인터 형에 해당하는 클래스의 멤버에만 접근이 가능**

```
class First
{
public:
    void FirstFunc() { cout<<"FirstFunc"<<endl; }
};

class Second: public First
{
public:
    void SecondFunc() { cout<<"SecondFunc"<<endl; }
};

class Third: public Second
{
public:
    void ThirdFunc() { cout<<"ThirdFunc"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Third * tptr=new Third();
    Second * sptr=tptr;
    First * fptr=sptr;

    tptr->FirstFunc();    (○)
    tptr->SecondFunc();   (○)
    tptr->ThirdFunc();    (○)

    sptr->FirstFunc();    (○)
    sptr->SecondFunc();   (○)
    sptr->ThirdFunc();    (×)

    fptr->FirstFunc();    (○)
    fptr->SecondFunc();   (×)
    fptr->ThirdFunc();    (×)
    . . . .
}
```

# 베이스클래스의 포인터로 객체를 참조하면,

C++ 컴파일러는 포인터 연산의 가능성 여부를 판단할 때, **포인터의 자료형을 기준으로 판단하지, 실제 가리키는 객체의 자료형을 기준으로 판단하지 않는다**

```
class Base
{
public:
    void BaseFunc() { cout<<"Base Function"<<endl; }
};

class Derived : public Base
{
public:
    void DerivedFunc() { cout<<"Derived Function"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Base * bptr=new Derived();    // 컴파일 OK!
    bptr->DerivedFunc();          // 컴파일 Error!
    . . . .
}

int main(void)
{
    Base * bptr=new Derived();    // 컴파일 OK!
    Derived * dptr=bptr;          // 컴파일 Error!
    . . . .
}

int main(void)
{
    Derived * dptr=new Derived();    // 컴파일 OK!
    Base * bptr=dptr;          // 컴파일 OK!
    . . . .
}
```

# 함수의 오버라이딩과 포인터 형

```
class First
{
public:
    void MyFunc() { cout<<"FirstFunc"<<endl; }
};

class Second: public First
{
public:
    void MyFunc() { cout<<"SecondFunc"<<endl;
};

class Third: public Second
{
public:
    void MyFunc() { cout<<"ThirdFunc"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Third * tptr=new Third();
    Second * sptr=tptr;
    First * fptr=sptr;

    fptr->MyFunc();
    sptr->MyFunc();
    tptr->MyFunc();
    delete tptr;
    return 0;
}
```

실행결과

```
FirstFunc
SecondFunc
ThirdFunc
```

**함수를 호출할 때 사용이 된 포인터의 형에 따라서 호출되는 함수가 결정된다!**

**포인터의 형에 정의된 함수가 호출된다**

# 순수 가상함수 추가 예제)

```
class Shape {
protected:
        int x, y;

public:
        …
        virtual void draw() = 0;
};

class Rectangle : public Shape {
private:
        int width, height;

public:
        void draw() {
                cout << "Rectangle Draw" << endl;
        }
};
```

```
int main()
{

        Shape *ps = new Rectangle();        // OK!
        ps->draw();                         // Rectangle의draw()가 호출된다
        delete ps;

        return 0;
}
```

```
Rectangle Draw
```

# 추상 클래스의 상속과 구현

- 추상 클래스의 상속
  - 추상 클래스를 단순 상속하면 자동 추상 클래스
- 추상 클래스의 구현
  - 추상 클래스를 상속받아 순수 가상 함수를 오버라이딩
    - 파생 클래스는 추상 클래스가 아님

Shape은 추상 클래스

Circle도 추상 클래스

```
class Shape {
public:
    virtual void draw() = 0;
};

class Circle : public Shape {
public:
   string toString() { return "Circle 객체"; }
};


Shape shape; // 객체 생성 오류
Circle waffle; // 객체 생성 오류
```

추상 클래스의 단순 상속

Shape은 추상 클래스

Circle은 추상 클래스 아님

순수 가상 함수 오버라이딩

```
class Shape {
public:
    virtual void draw() = 0;
};

class Circle : public Shape {
public:
    virtual void draw() {
        cout << "Circle";
    }
   string toString() { return "Circle 객체"; }
};


Shape shape; // 객체 생성 오류
Circle waffle; // 정상적인 객체 생성
```

추상 클래스의 구현

# 추상 클래스 구현 - 추가 예제)

다음 추상 클래스 Calculator를 상속받아 GoodCalc 클래스를 구현하라

```
class Calculator {
public:
    virtual int add(int a, int b) = 0; // 두 정수의 합 리턴
    virtual int subtract(int a, int b) = 0; // 두 정수의 차 리턴
    virtual double average(int a [], int size) = 0; // 배열 a의 평균 리턴. size는 배열의 크기
};
```

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

// 이 곳에 Calculator 클래스 코드 필요

class GoodCalc : public Calculator {
public:
    int add(int a, int b) { return a + b; }
    int subtract(int a, int b) { return a - b; }
    double average(int a [], int size) {
        double sum = 0;
        for(int i=0; i<size; i++)
            sum += a[i];
        return sum/size;
    }
};
```

순수 가상 함수 구현

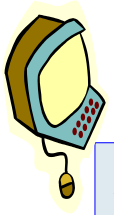
```
int main() {
    int a[] = {1,2,3,4,5};
    Calculator *p = new GoodCalc();
    cout << p->add(2, 3) << endl;
    cout << p->subtract(2, 3) << endl;
    cout << p->average(a, 5) << endl;
    delete p;
}
```

```
5
-1
3
```

# 다형성 - 추가 예제)

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

class Animal
{
public:
		Animal() { cout <<"Animal 생성자" << endl; }
		~Animal() { cout <<"Animal 소멸자" << endl; }
		virtual void speak() { cout <<"Animal speak()" << endl; }
};

class Dog : public Animal
{
public:
		Dog() { cout <<"Dog 생성자" << endl; }
		~Dog() { cout <<"Dog 소멸자" << endl; }
		void speak() { cout <<"멍멍" << endl; }
};
```

```
class Cat : public Animal
{
public:
        Cat() { cout <<"Cat 생성자" << endl; }
        ~Cat() { cout <<"Cat 소멸자" << endl; }
        void speak() { cout <<"야옹" << endl; }
};

int main()
{
        Animal *a1 = new Dog();
        a1->speak();

        Animal *a2 = new Cat();
        a2->speak();
        return 0;
}
```

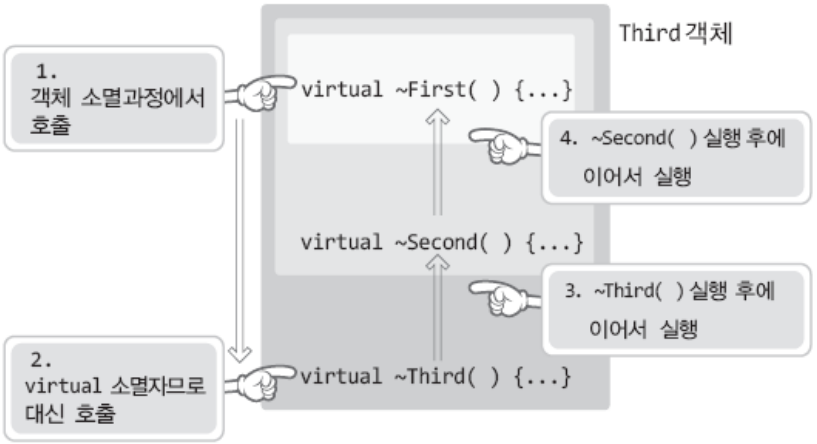


```
Animal 생성자
Dog 생성자
멍멍
Animal 소멸자
Animal 생성자
Cat 생성자
야옹
Animal 소멸자
```

# 가상 소멸자(Virtual Destructor)

```
class First
{
    . . . .
public:
    virtual ~First() { . . . . }
};

class Second: public First
{
    . . . .
public:
    virtual ~Second() { . . . . }
};

class Third: public Second
{
    . . . .
public:
    virtual ~Third() { . . . . }
};
```

```
int main(void)
{
    First * ptr=new Third();
    delete ptr;
    . . . .
}
```




▶ [그림 08-3: 가상 소멸자의 호출과정]

**소멸자를 가상으로 선언함으로써 각각의 생성자 내에서 할당한 메모리 공간을 효율적으로 해제할 수 있다**

# 참조자의 참조 가능성

"C++에서, AAA형 포인터 변수는 AAA 객체 또는 AAA를 직접 혹은 간접적으로 상속하는 모든 객체를 가리킬 수 있다(객체의 주소 값을 저장할 수 있다)."

"C++에서, AAA형 참조자는 AAA 객체 또는 AAA를 직접 혹은 간접적으로 상속하는 모든 객체를 참조할 수 있다."

```
class First
{
public:
    void FirstFunc() { cout<<"FirstFunc()"<<endl; }
    virtual void SimpleFunc() { cout<<"First's SimpleFunc()"<<endl; }
};

class Second: public First
{
public:
    void SecondFunc() { cout<<"SecondFunc()"<<endl; }
    virtual void SimpleFunc() { cout<<"Second's SimpleFunc()"<<endl; }
};

class Third: public Second
{
public:
    void ThirdFunc() { cout<<"ThirdFunc()"<<endl; }
    virtual void SimpleFunc() { cout<<"Third's SimpleFunc()"<<endl; }
};
```

```
int main(void)
{
    Third obj;
    obj.FirstFunc();
    obj.SecondFunc();
    obj.ThirdFunc();
    obj.SimpleFunc();

    Second & sref=obj;
    sref.FirstFunc();
    sref.SecondFunc();
    sref.SimpleFunc();

    First & fref=obj;
    fref.FirstFunc();
    fref.SimpleFunc();
    return 0;
}
```

실행결과

```
FirstFunc()
SecondFunc()
ThirdFunc()
Third's SimpleFunc()
FirstFunc()
SecondFunc()
Third's SimpleFunc()
FirstFunc()
Third's SimpleFunc()
```

# 가상 소멸자 - 추가 예제)
## - 소멸자 문제

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

class String {
		char *s;
public:
		String(char *p){
				cout << "String() 생성자" << endl;
				s = new char[strlen(p)+1];
				strcpy(s, p);
		}
		~String(){
				cout << "String() 소멸자" << endl;
				delete[] s;
		}
		virtual void display()
		{
				cout << s;
		}
};
```

```
class MyString : public String {
        char *header;
public:
        MyString(char *h, char *p) : String(p){
                cout << "MyString() 생성자" << endl;
                header = new char[strlen(h)+1];
                strcpy(header, h);
        }
        ~MyString(){
                cout << "MyString() 소멸자" << endl;
                delete[] header;
        }
        void display()
        {
                cout << header;         // 헤더출력
                String::display();
                cout << header << endl;         // 헤더출력
        }
};
```

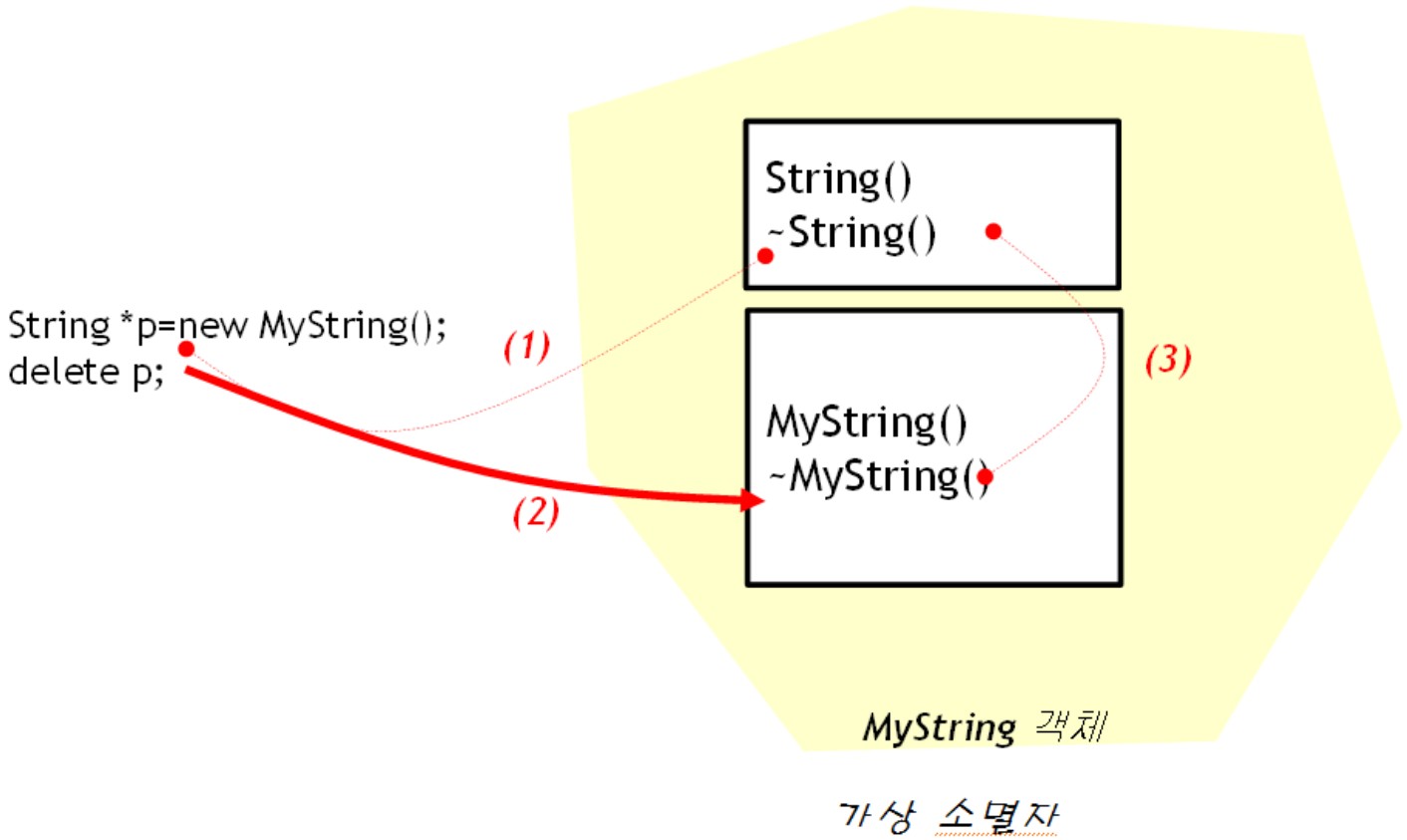
```
int main()
{
        String *p = new MyString("----", "Hello World!");        // OK!
        p->display();
        delete p;

        return 0;
}
```

```
String() 생성자
MyString() 생성자
----Hello World!----
String() 소멸자
```

MyString의 소멸자가 호출되지 않음

# ➔ 가상 소멸자 이용 해결

- 그렇다면 어떻게 하여야 MyString 소멸자도 호출되게 할 수 있는가?
- String 클래스의 소멸자를 virtual로 선언하면 된다.



```
class String {
        char *s;
public:
        String(char *p){
                ... // 앞과동일

        }
        virtual ~String(){
                cout << "String() 소멸자" << endl;
                delete[] s;
        }
};
class MyString : public String {
        ...// 앞과동일
};

int main()
{
        ...// 앞과동일
}
```

```
String() 생성자
MyString() 생성자
----Hello World!----
MyString() 소멸자
String() 소멸자
```

# 참고문헌


- 뇌를 자극하는 C++ 프로그래밍, 이현창, 한빛미디어, 2011
- 열혈 C++ 프로그래밍(개정판), 윤성우, 오렌지미디어, 2012
- 객체지향 원리로 이해하는 ABSOLUTE C++ , 최영근 외 4명 , 교보문고, 2013
- C++ ESPRESSO, 천인국, 인피니티북스, 2011
- 명품 C++ Programming, 황기태 , 생능출판사, 2018
- 어서와 C++는 처음이지, 천인국, 인피니티북스, 2018

# Q&A