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

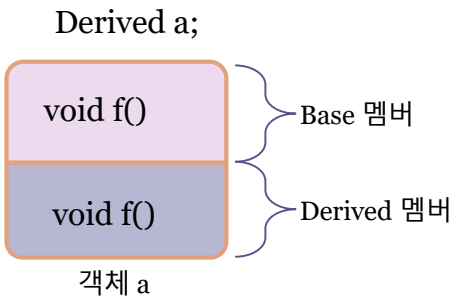
함수 재정의(redefine)

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

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

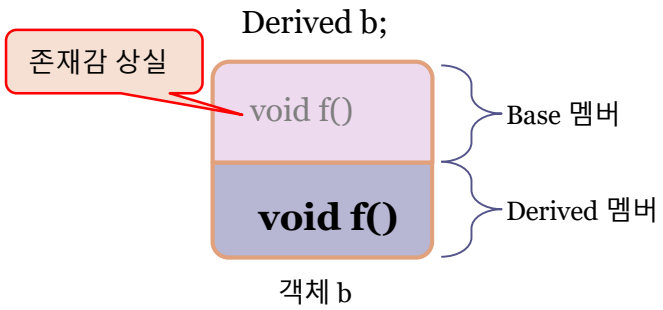
가상 함수

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();
}
```

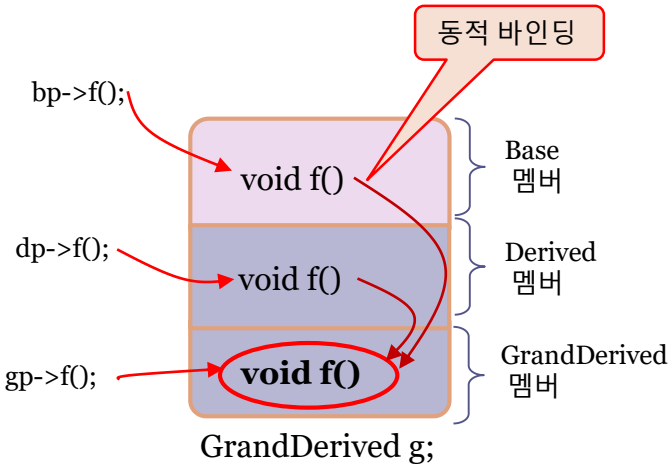
Base, Derived, GrandDerived가
상속 관계에 있을 때,
다음 코드를 실행한 결과는
무엇인가?

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 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

```
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
```

Shape은 추상 클래스

Circle은 추상 클래스 아님

순수 가상 함수 오버라이딩

추상 클래스의 구현

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

순수 가상함수를 이용한 다형성 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;
        }
};
```

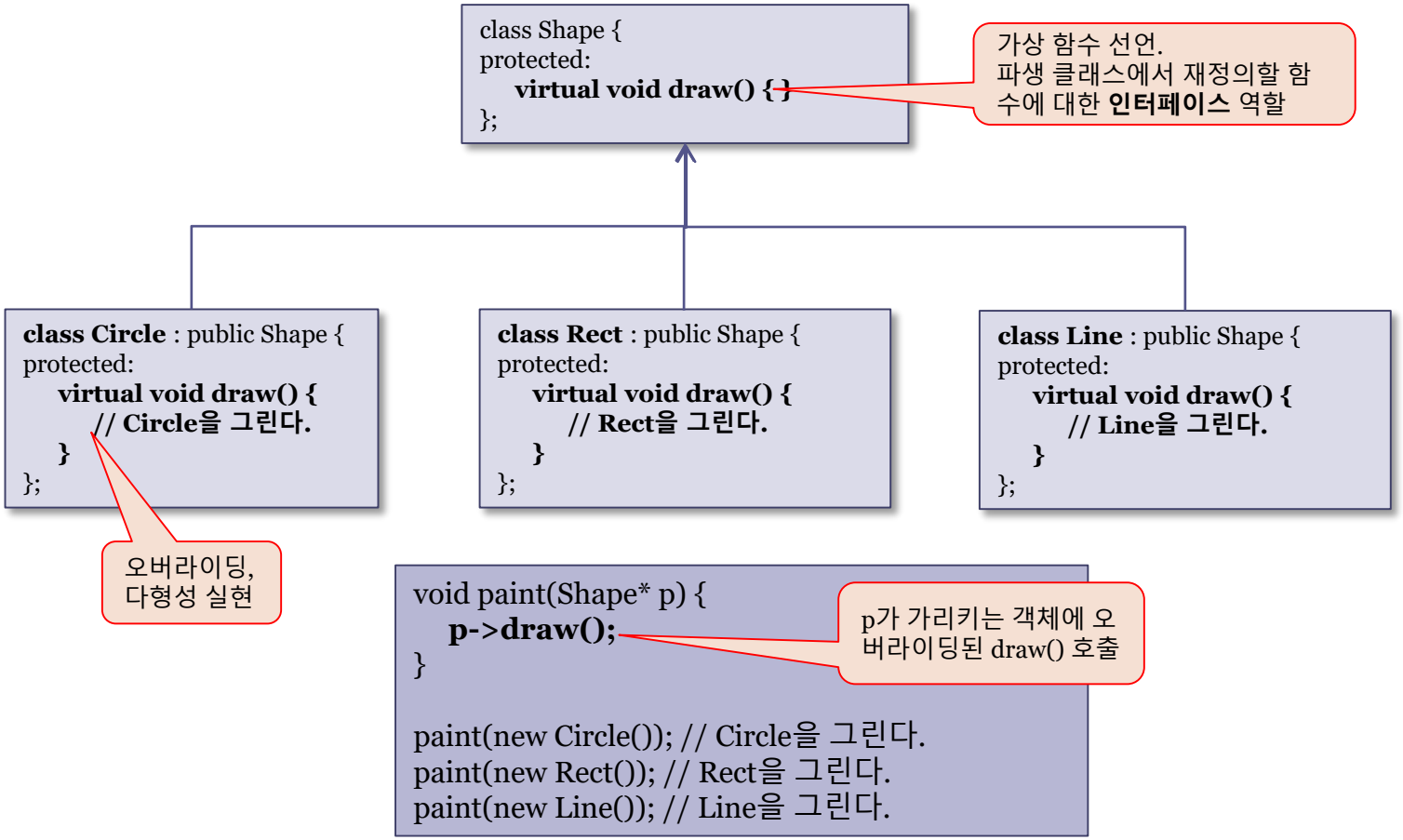
```
int main()
{

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

        return 0;
}
```

```
Rectangle Draw
```

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)



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();
};
```

Circle.cpp

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

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

Rect.h

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

Rect.cpp

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

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

Line.h

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

Line.cpp

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

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

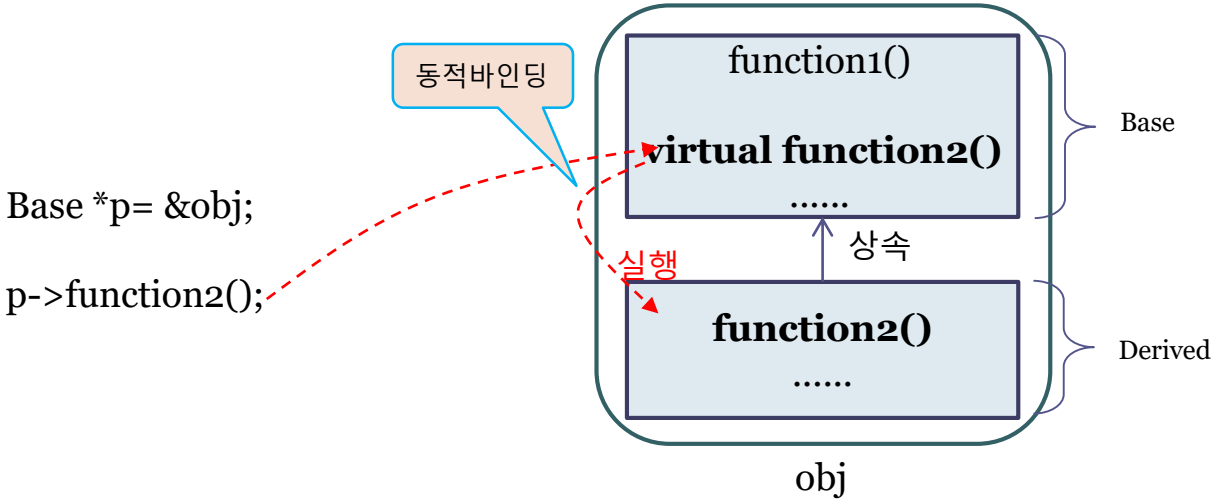
바인딩(binding)과 다형성

- 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

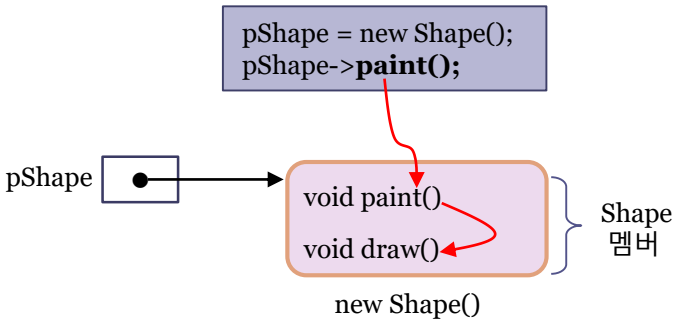
- 동적 바인딩
  - 파생 클래스에 대해
  - 베이스 클래스에 대한 포인터로 가상 함수를 호출하는 경우
  - 객체 내에 오버라이딩한 파생 클래스의 함수를 찾아 실행
    - 실행 중에 이루어짐
      - 실행시간 바인딩, 런타임 바인딩, 늦은 바인딩으로 불림



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

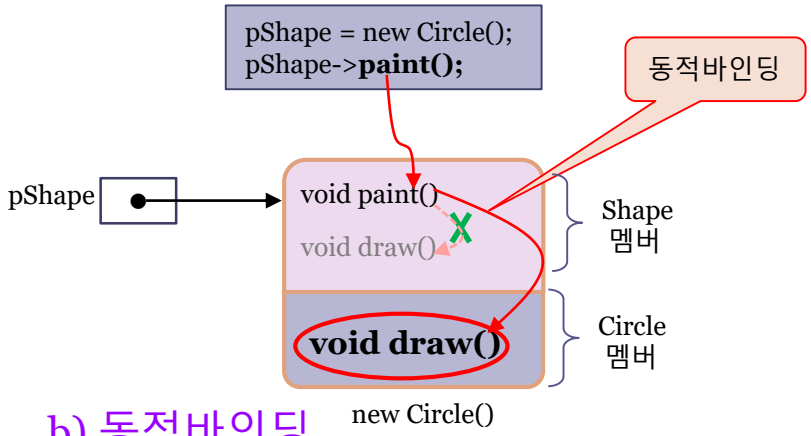


a) 정적 바인딩

```
#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;
}
```

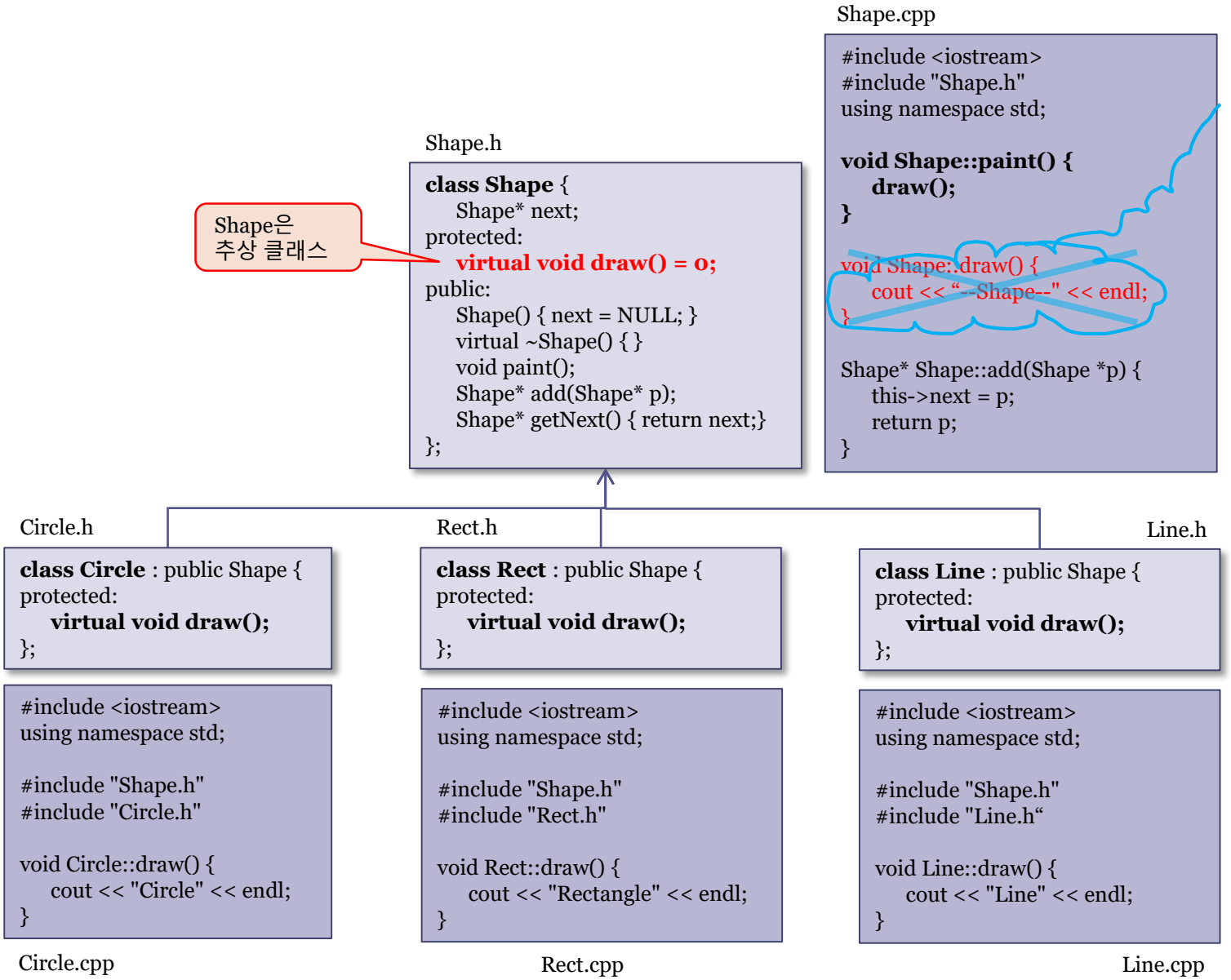
기본 클래스에서 파생 클래스의 함수를 호출하게 되는 사례

Circle::draw() called



b) 동적바인딩

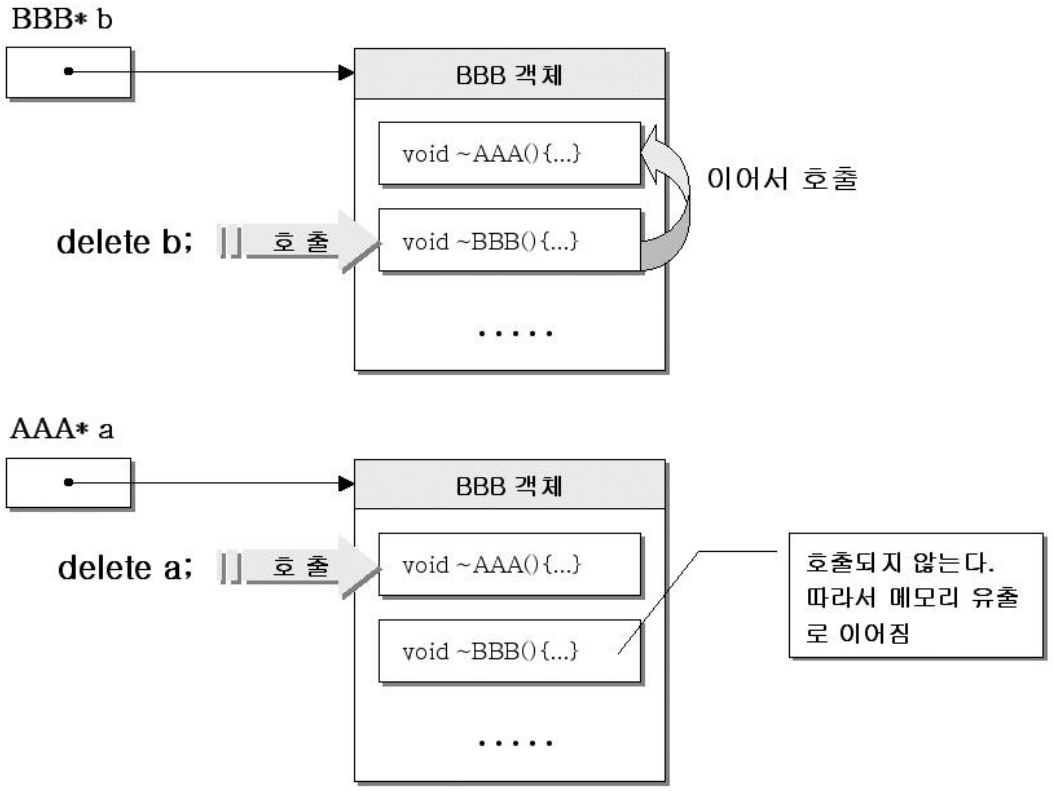
Shape을 추상 클래스로 수정 한다면 ?



3. 가상 소멸자와 참조자의 참조 가능성

Virtual 소멸자의 필요성

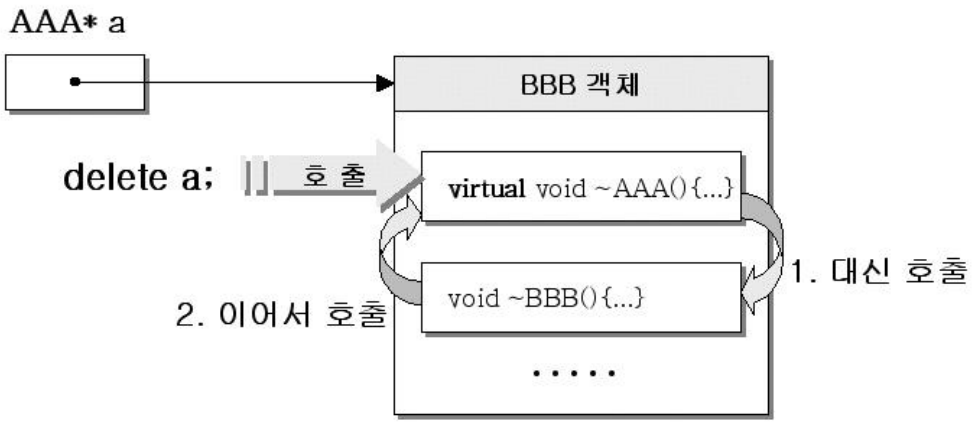
- 상속하고 있는 클래스 객체 소멸 문제점



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!
```

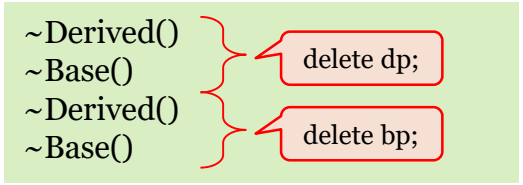
virtual 소멸자 예

```
#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!
```

가상 소멸자 예2)

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

class Base {
public:
   virtual ~Base() { cout << "~Base()" << endl; }
};

class Derived: public Base {
public:
   virtual ~Derived() { cout << "~Derived()" << endl; }
};

int main() {
   Derived *dp  = new Derived();
   Base *bp = new Derived();

   delete dp; // Derived의 포인터로 소멸
   delete bp; // Base의 포인터로 소멸
}
```



가상 소멸자 예제 3)
- 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
        }
};
```

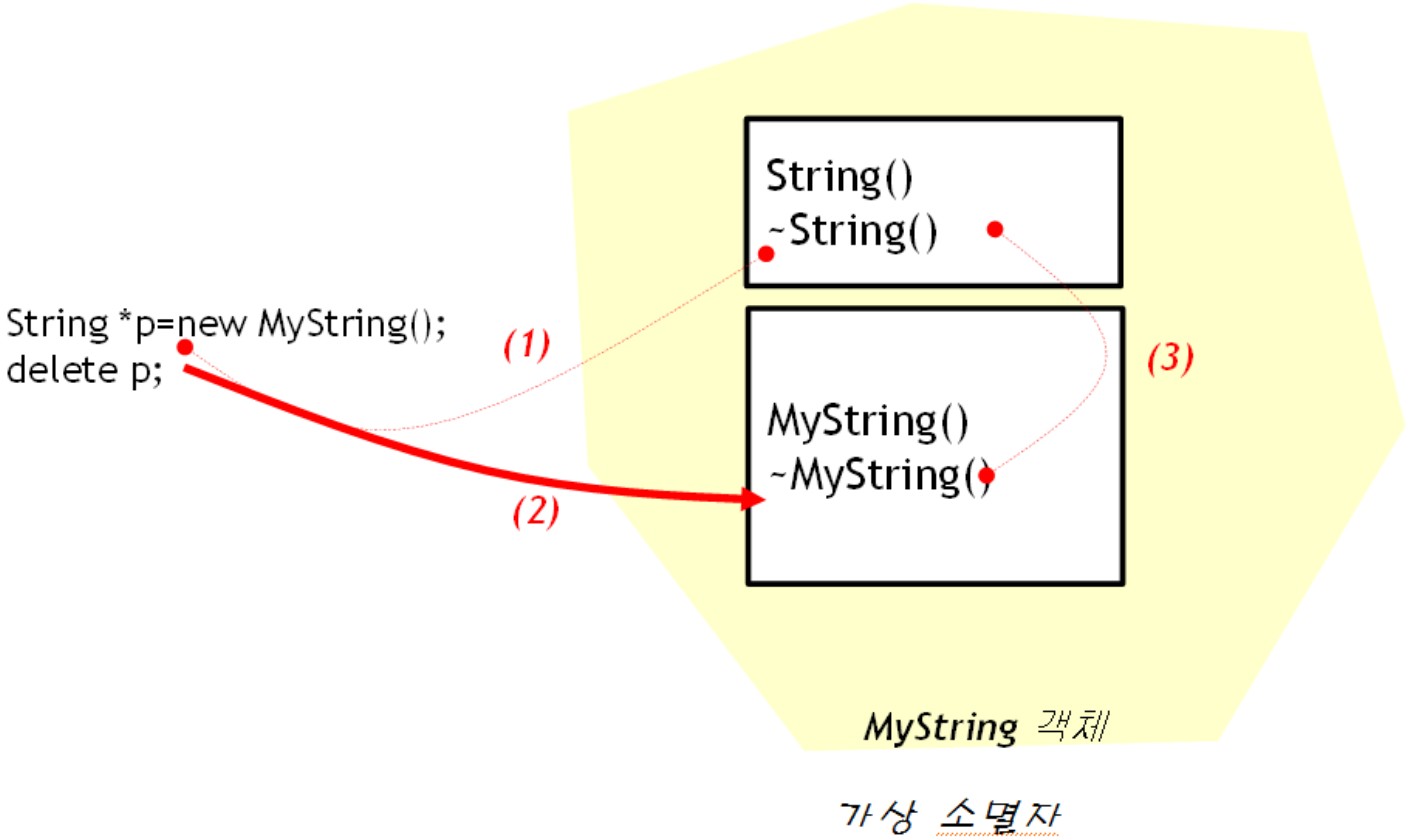
```
int main()
{
        String *p = new MyString("----", "Hello World!");        // OK!
        p->display();
        delete p;

        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
```

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

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

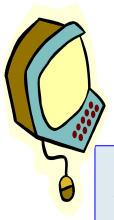
```
int main() {
   int a[] = {1,2,3,4,5};
   Calculator *p = new GoodCalc();
   cout << p->add(2, 3) << endl;
   cout << p->subtract(2, 3) << endl;
   cout << p->average(a, 5) << endl;
   delete p;
}
```

```
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;
}
```

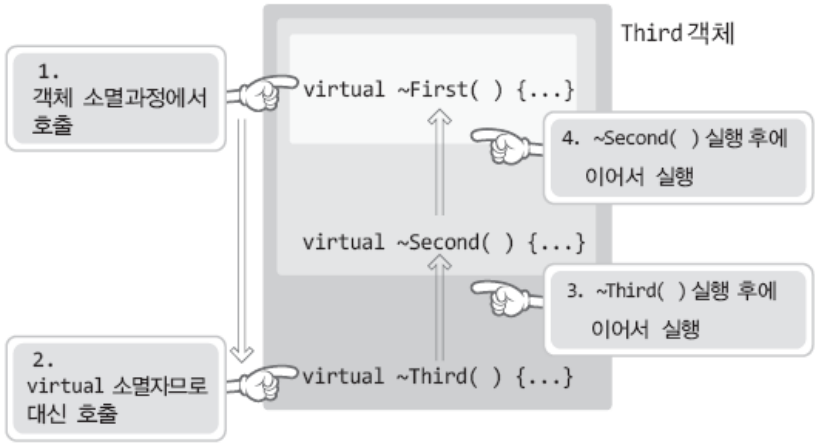


Animal 생성자
Dog 생성자
멍멍
Animal 소멸자
Animal 생성자
Cat 생성자
야옹
Animal 소멸자

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()
```

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