



09

가상 함수와 추상 클래스

연습문제

2

- 원을 추상화한 Circle 클래스는 아래와 같다.

```
class Circle {  
    int radius;  
public:  
    Circle(int radius = 0) { this->radius = radius; }  
    void show() {  
        cout << "radius = " << radius << " 인 원" << endl;  
    }  
};
```

- main()함수의 실행결과가 다음과 같도록 연산자를 프렌드 함수로 작성하시오.

```
int main() {  
    Circle a(5), b(4);  
    ++a; // 반지름을 1 증가 시킨다.  
    b = a++; // 반지름을 1 증가 시킨다.  
    a.show();  
    b.show();  
}
```

```
radius = 7 인 원  
radius = 6 인 원
```

연습문제

3

- 생성된 객체에 대해 다음 연산이 가능하도록 구현하시오.

```
int main() {  
    Circle a(5), b(4);  
    b = 1 + a;    // b의 반지름을 a의 반지름에 1을 더한 것으로 변경  
    a.show();  
    b.show();  
}
```

```
radius = 5 인 원  
radius = 6 인 원
```

연습문제

4

▣ 원을 추상화하는 Circle 클래스

```
class Circle {  
    int radius;  
  
public:  
    Circle(int radius=0) { this->radius = radius; }  
    int getRadius() { return radius; }  
    void setRadius(int radius) { this->radius = radius; }  
    double getArea() { return 3.14*radius*radius; }  
};
```

- ▣ 다음과 같이 main()에 배열을 선언하여 다음 실행결과가 나오도록 Circle을 상속 받는 NamedCircle 클래스와 main() 함수를 작성하시오.(디폴트 매개 변수를 가진 생성자 포함)

```
NamedCircle c[5];
```

▣ 실행결과(bold체는 입력 값)

5 개의 정수 반지름과 원의 이름을 입력하세요

1>> **5** 크림피자

2>> **8** 치즈피자

3>> **25** 대왕피자

4>> **30** 블랙홀피자

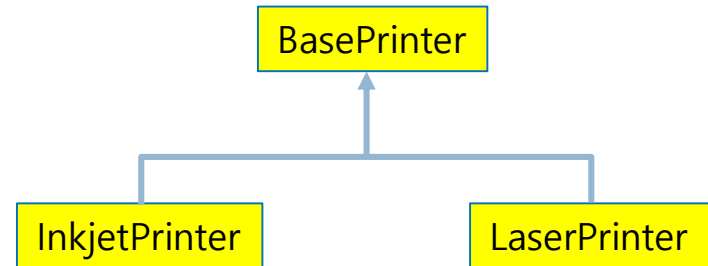
5>> **15** 마늘피자

가장 면적이 큰 피자는 블랙홀피자입니다

연습문제

5

- 아래와 같은 구조를 가진 클래스를 설계한 후 구현하시오.
 - 공통 속성
 - 모델명(model), 제조사(manufacturer), 인쇄 매수(printedCount), 인쇄 종이 잔량(availableCount)
 - 공통 기능
 - print(int pages) : 실행될 때 마다 pages의 용지를 사용
 - 잉크젯 프린터
 - 잉크 잔량정보(availableInk)
 - printInkJet(int pages)
 - 레이저 프린터
 - 토너 잔량 정보(availableToner)
 - printLaser(int pages)
 - 각 클래스에 적절한 접근지정자를 사용하고 멤버 변수와 함수 및 생성자, 소멸자를 작성



연습문제

6

현재 작동중인 2 대의 프린터는 아래와 같다
잉크젯 : Officejet V40 ,HP ,남은 종이 5장 ,남은 잉크 10
레이저 : SCX-6x45 ,삼성전자 ,남은 종이 3장 ,남은토너 20

프린터(1:잉크젯, 2:레이저)와 매수 입력>>1 4
프린트하였습니다.

Officejet V40 ,HP ,남은 종이 1장 ,남은 잉크 6
SCX-6x45 ,삼성전자 ,남은 종이 3장 ,남은토너 20
계속 프린트 하시겠습니까(y/n)>>y

프린터(1:잉크젯, 2:레이저)와 매수 입력>>2 10
용지가 부족하여 프린트할 수 없습니다.

Officejet V40 ,HP ,남은 종이 1장 ,남은 잉크 6
SCX-6x45 ,삼성전자 ,남은 종이 3장 ,남은토너 20
계속 프린트 하시겠습니까(y/n)>>y

프린터(1:잉크젯, 2:레이저)와 매수 입력>>2 2
프린트하였습니다.

Officejet V40 ,HP ,남은 종이 1장 ,남은 잉크 6
SCX-6x45 ,삼성전자 ,남은 종이 1장 ,남은토너 19
계속 프린트 하시겠습니까(y/n)>>n

학습 목표

1. 상속에서 함수 재정의を理解한다.
2. 가상 함수와 오버라이딩, 동적바인딩의 개념을 이해한다.
3. 가상 소멸자의 중요성을 이해한다.
4. 가상 함수를 활용하여 프로그램을 작성할 수 있다.
5. 순수가상함수와 추상 클래스를 이해하고 작성할 수 있다.

오버라이딩 개념

8



예제 9-1 파생클래스에서 함수를재정의하는사례

9

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

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

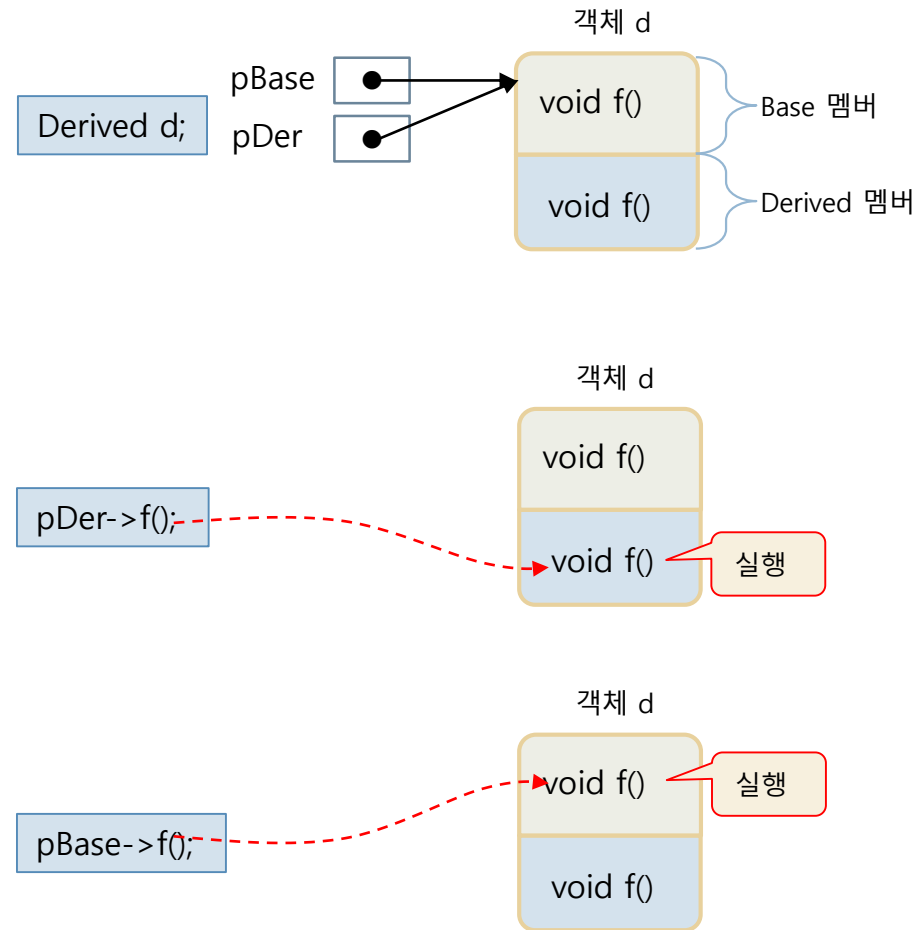
class Derived : public Base {
public:
    void f() { cout << "Derived::f() called" << endl; }
};

void main() {
    Derived d, *pDer;
    pDer = &d;
    pDer->f(); // Derived::f() 호출

    Base* pBase;
    pBase = pDer; // 업캐스팅
    pBase->f(); // Base::f() 호출
}
```

함수
재정의

Derived::f() called
Base::f() called



함수 재정의와 오버라이딩 용어의 혼란 정리

10

함수 재정의라는 용어를 사용할 때 신중을 기해야 한다. 가상 함수를 재정의하는 경우와 아닌 경우에 따라 프로그램의 실행이 완전히 달라지기 때문이다.

가상 함수를 재정의하는 **오버라이딩**의 경우 함수가 호출되는 실행 시간에 **동적 바인딩**이 일어나지만, 그렇지 않은 경우 컴파일 시간에 결정된 함수가 단순히 호출된다(정적 바인딩).

저자는 가상 함수를 재정의하는 것을 **오버라이딩**으로, 그렇지 않는 경우를 **함수 재정의**로 구분하고자 한다.

Java의 경우 이런 혼란은 없다. 멤버 함수가 가상이나 아니냐로 구분되지 않으며, 함수 재정의는 곧 오버라이딩이며, **무조건 동적 바인딩**이 일어난다.

가상 함수와 오버라이딩

11

□ 가상 함수(virtual function)

- ▣ virtual 키워드로 선언된 멤버 함수
- ▣ virtual 키워드의 의미
 - 동적 바인딩 지시어
 - 컴파일러에게 함수에 대한 호출 바인딩을 실행 시간까지 미루도록 지시

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

□ 함수 오버라이딩(function overriding)

- ▣ 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 재정의와 오버라이딩 사례 비교

12

```
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)

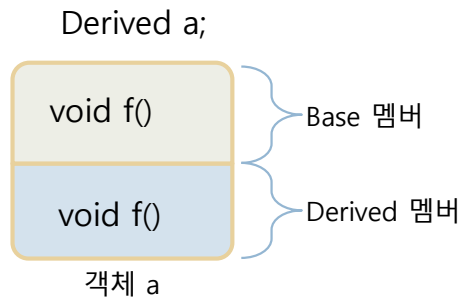
```
class Base {
public:
    virtual void f() {
        cout << "Base::f() called" << endl;
    }
};

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

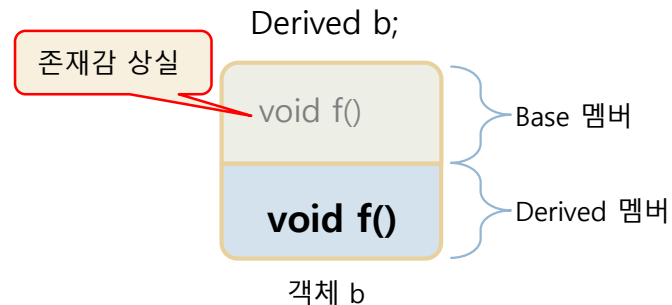
가상 함수

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

예제 9-2 오버라이딩과 가상 함수 호출

13

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

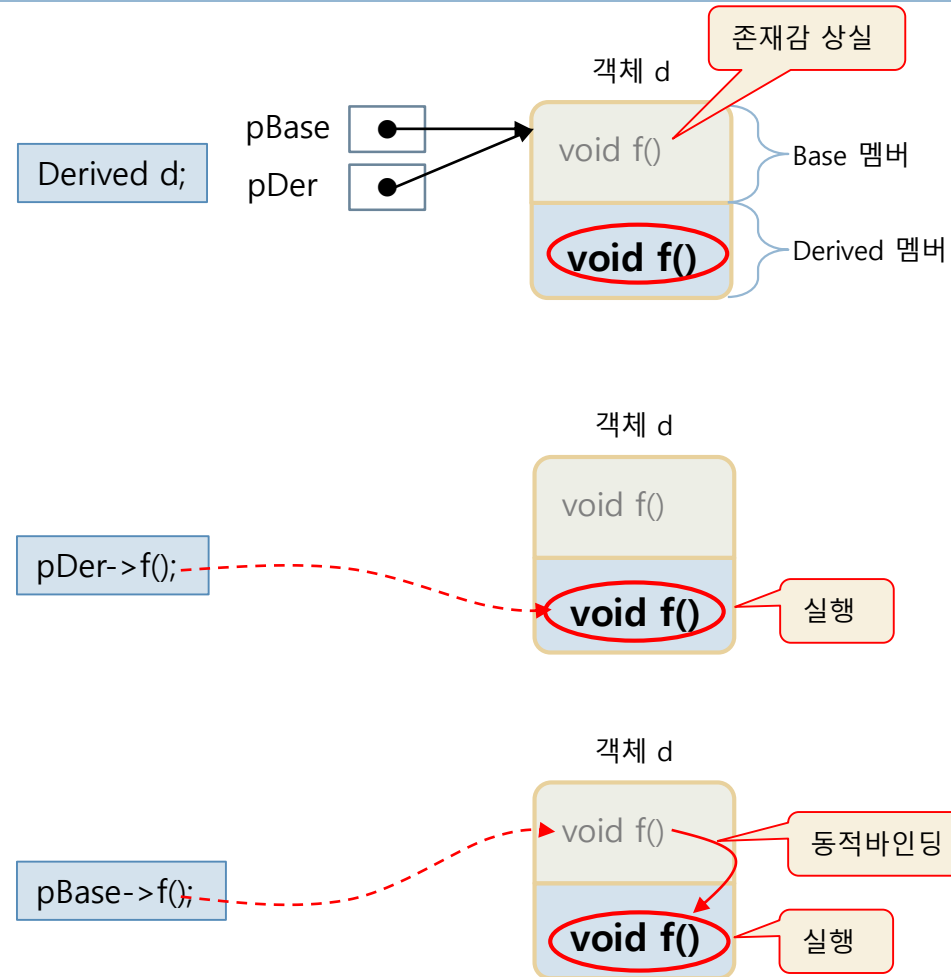
class Base {
public:
    virtual void f() { cout << "Base::f() called" << endl; }
};

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

int main() {
    Derived d, *pDer;
    pDer = &d;
    pDer->f(); // Derived::f() 호출

    Base * pBase;
    pBase = pDer; // 업 캐스팅
    pBase->f(); // 동적 바인딩 발생!! Derived::f() 실행
}
```

Derived::f() called
Derived::f() called

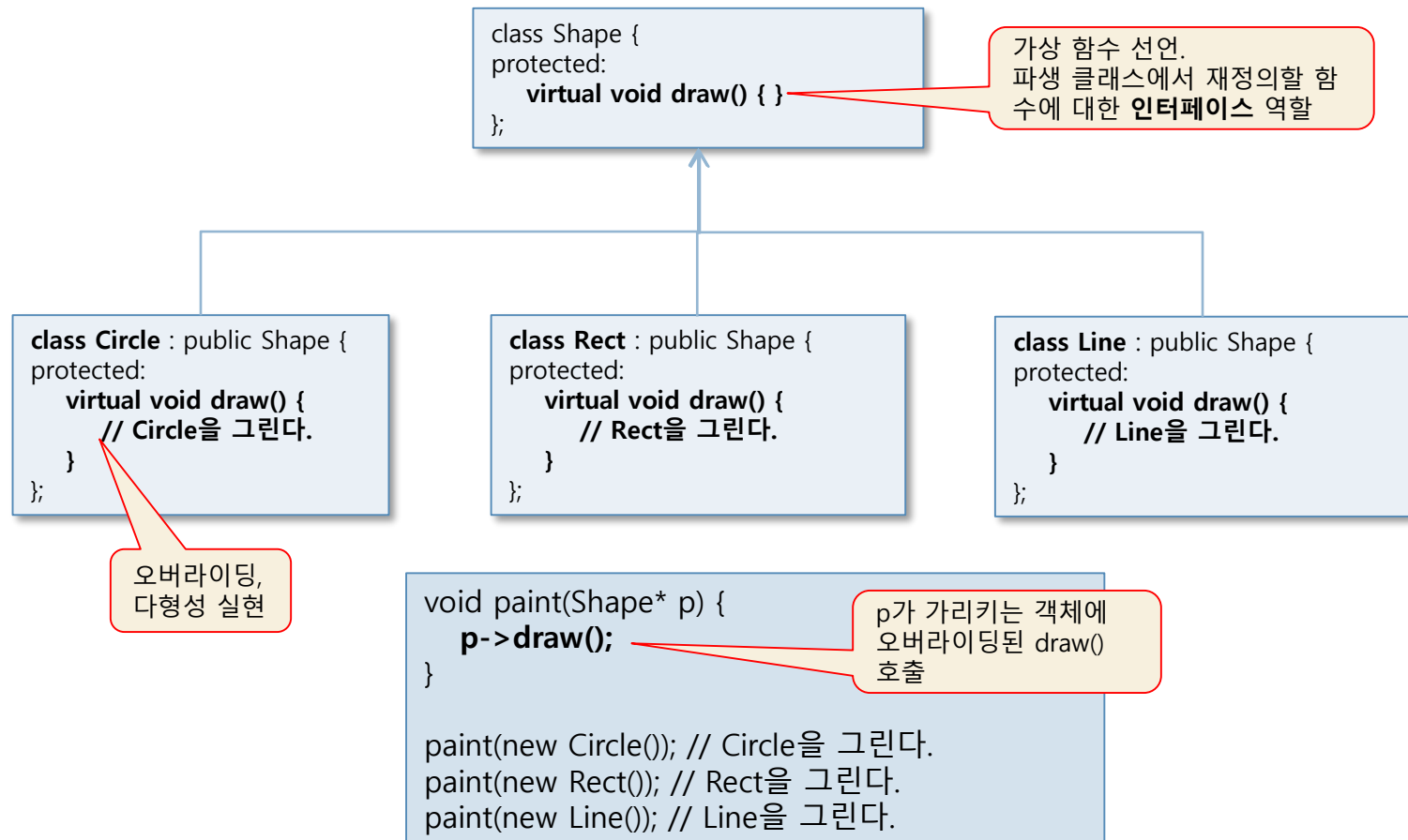


오버라이딩의 목적 -파생 클래스에서 구현할 함수 인터페이스 제공(파생 클래스의 다형성)

14

다형성의 실현

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

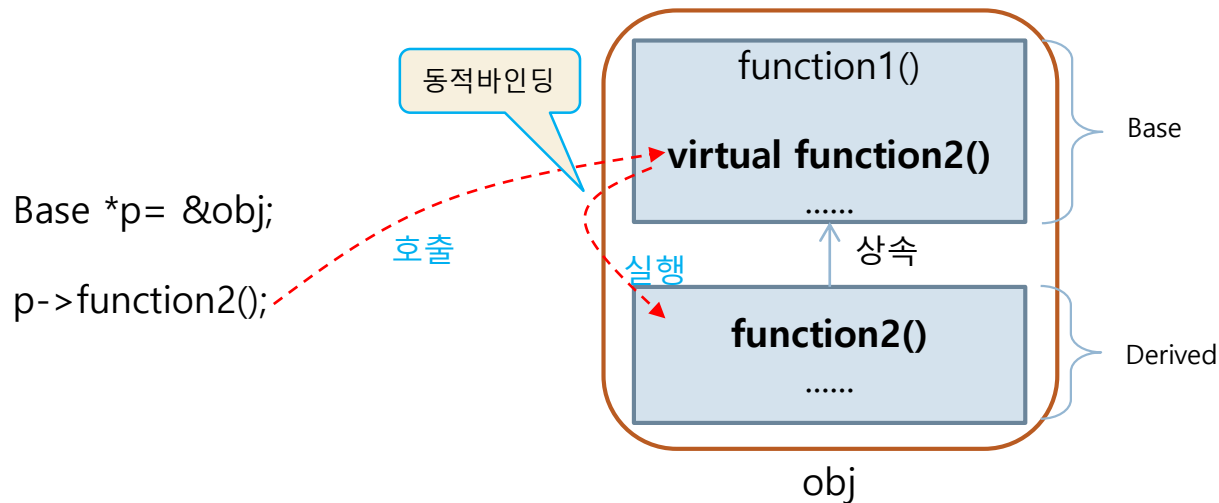


동적 바인딩

15

□ 동적 바인딩

- 파생 클래스에 대해
- 기본 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



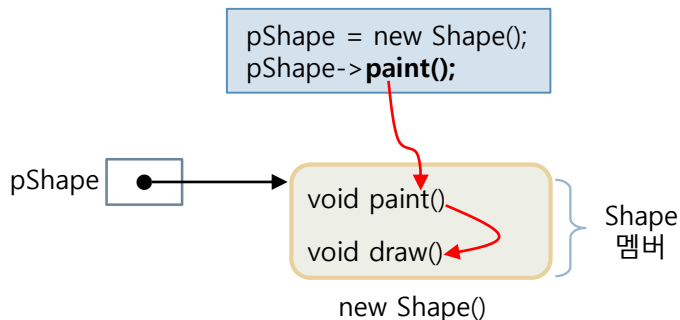
오버라이딩된 함수를 호출하는 동적 바인딩

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

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

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

Shape::draw() called



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

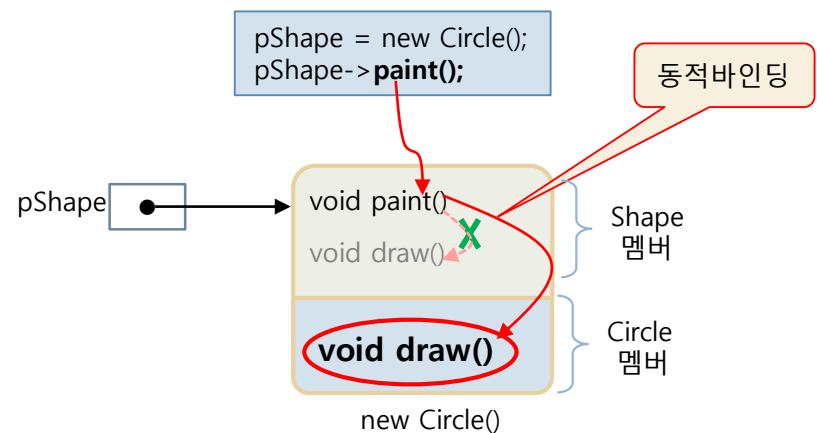
class Shape {
public:
    void paint() {
        draw();
    }
    virtual void draw() {
        cout << "Shape::draw() called" << endl;
    }
};

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

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

기본 클래스에서 파생 클래스의 함수를 호출하게 되는 사례

Circle::draw() called



C++ 오버라이딩의 특징

17

- 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  
    virtual void g(int, double); // 오버로딩 사례. 정상 컴파일  
};
```

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

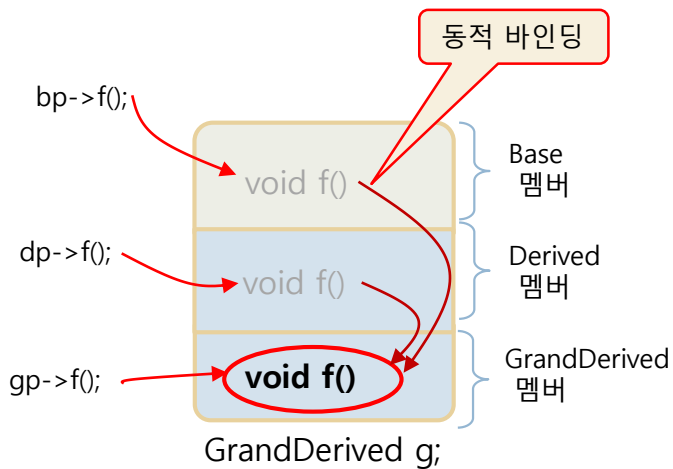
생략 가능

- 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

예제 9-3 상속이 반복되는 경우 가상 함수 호출

18

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



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

```
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

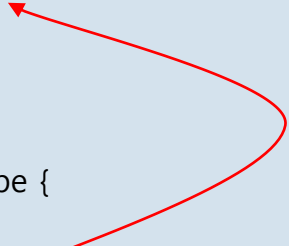
오버라이딩과 범위 지정 연산자(::)

19

- 범위 지정 연산자(::)
 - ▣ 정적 바인딩 지시
 - ▣ **기본클래스::가상함수()** 형태로 기본 클래스의 가상 함수를 정적 바인딩으로 호출
 - Shape::draw();

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

class Circle : public Shape {
public:
    virtual void draw() {
        Shape::draw(); // 기본 클래스의 draw()를 실행한다.
        .... // 기능을 추가한다.
    }
};
```



예제 9-4 범위 지정 연산자(::)를 이용한 기본 클래스의 가상 함수 호출

20

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

class Shape {
public:
    virtual void draw() {
        cout << "--Shape--";
    }
};

class Circle : public Shape {
public:
    virtual void draw() {
        Shape::draw(); // 기본 클래스의 draw() 호출
        cout << "Circle" << endl;
    }
};

int main() {
    Circle circle;
    Shape * pShape = &circle;

    pShape->draw();
    pShape->Shape::draw();
}
```

정적바인딩

동적바인딩

정적바인딩

동적 바인딩을 포함하는 호출

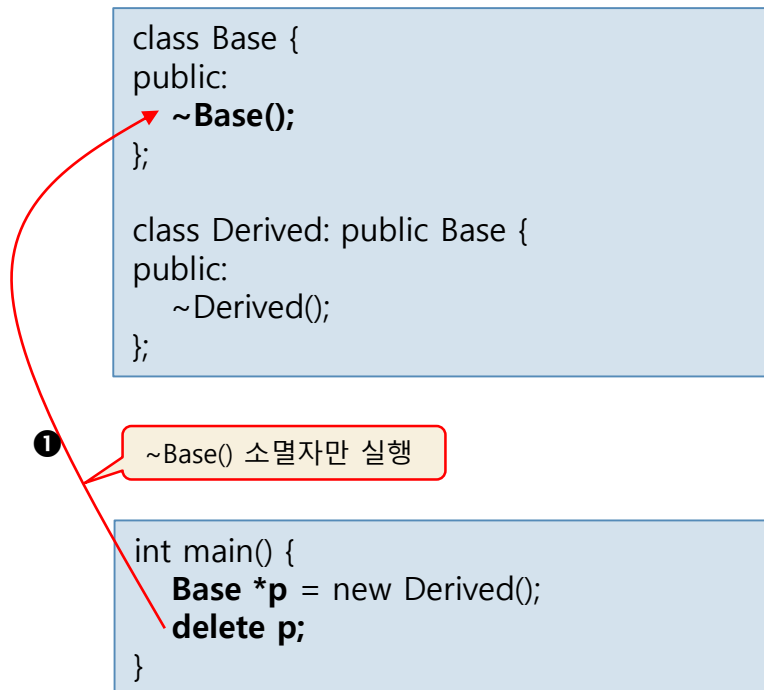
--Shape--Circle
--Shape--

가상 소멸자

21

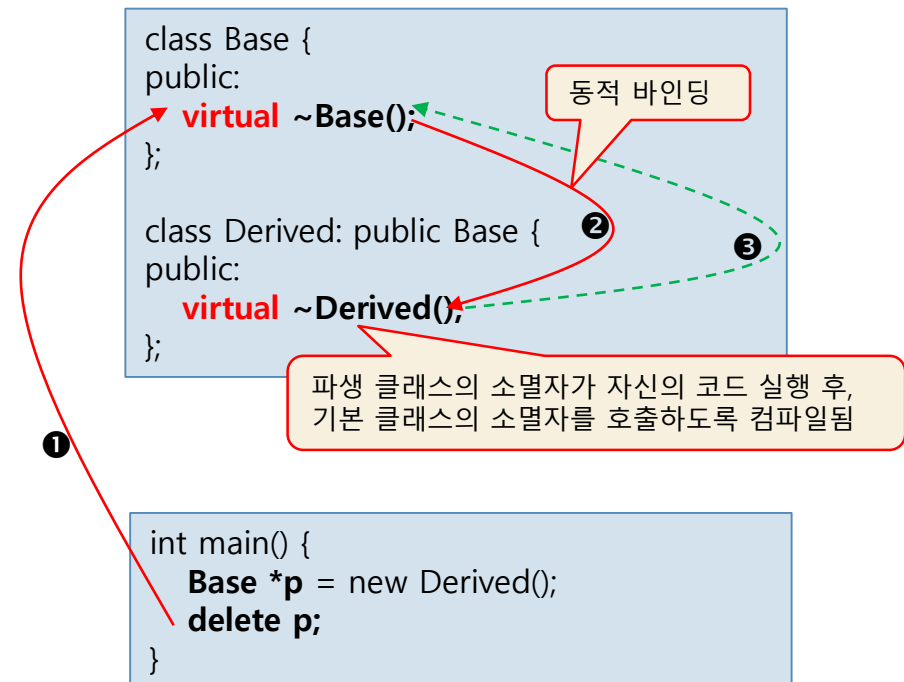
가상 소멸자

- 소멸자를 virtual 키워드로 선언
- 소멸자 호출 시 동적 바인딩 발생



1 ~Base() 소멸자 실행

소멸자가 가상 함수가 아닌 경우



1 ~Base() 소멸자 호출

2 ~Derived() 실행

3 ~Base() 실행

가상 소멸자 경우

예제 9-6 소멸자를 가상 함수로 선언

22

```
#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
}
```

```
~Derived() } delete dp;
~Base()   }
~Derived() } delete bp;
~Base()   }
```

오버로딩과 함수 재정의, 오버라이딩 비교

23

비교 요소	오버로딩	함수 재정의(가상 함수가 아닌 멤버에 대해)	오버라이딩
정의	매개 변수 타입이나 개수가 다르지만, 이름이 같은 함수들이 중복 작성되는 것	기본 클래스의 멤버 함수를 파생 클래스에서 이름, 매개 변수 타입과 개수, 리턴 타입까지 완벽히 같은 원형으로 재작성하는 것	기본 클래스의 가상 함수를 파생 클래스에서 이름, 매개 변수 타입과 개수, 리턴 타입까지 완벽히 같은 원형으로 재작성하는 것
존재	클래스의 멤버들 사이, 외부 함수들 사이, 그리고 기본 클래스와 파생 클래스 사이에 존재 가능	상속 관계	상속 관계
목적	이름이 같은 여러 개의 함수를 중복 작성하여 사용의 편의성 향상	기본 클래스의 멤버 함수와 별도로 파생 클래스에서 필요하여 재작성	기본 클래스에 구현된 가상 함수를 무시하고, 파생 클래스에서 새로운 기능으로 재작성하고자 함
바인딩	정적 바인딩. 컴파일 시에 중복된 함수들의 호출 구분	정적 바인딩. 컴파일 시에 함수의 호출 구분	동적 바인딩. 실행 시간에 오버라이딩된 함수를 찾아 실행
객체 지향 특성	컴파일 시간 다형성	컴파일 시간 다형성	실행 시간 다형성