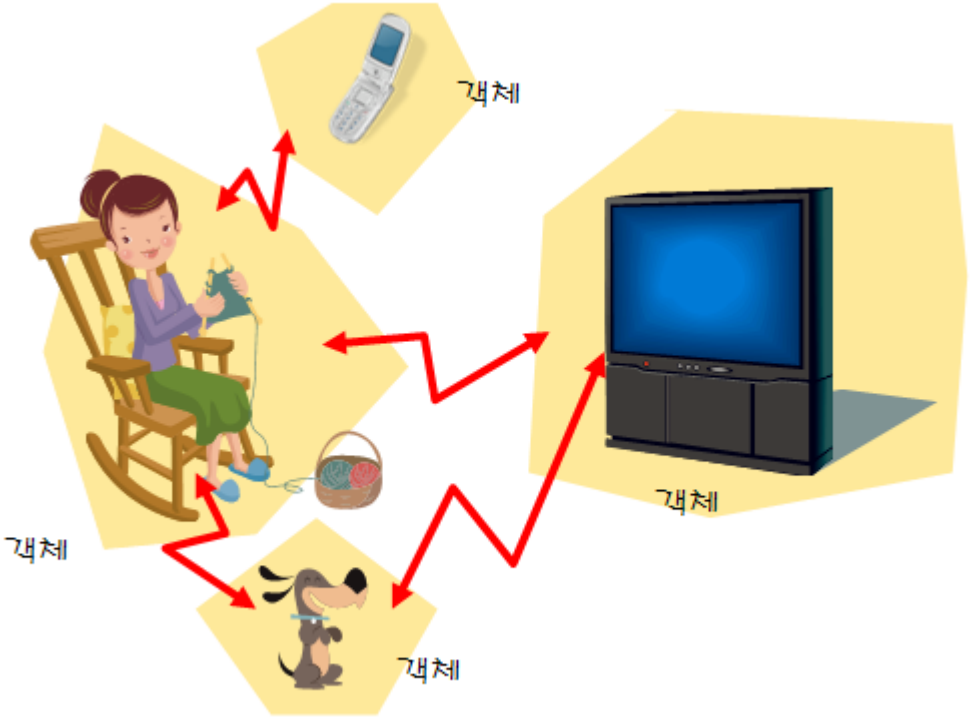
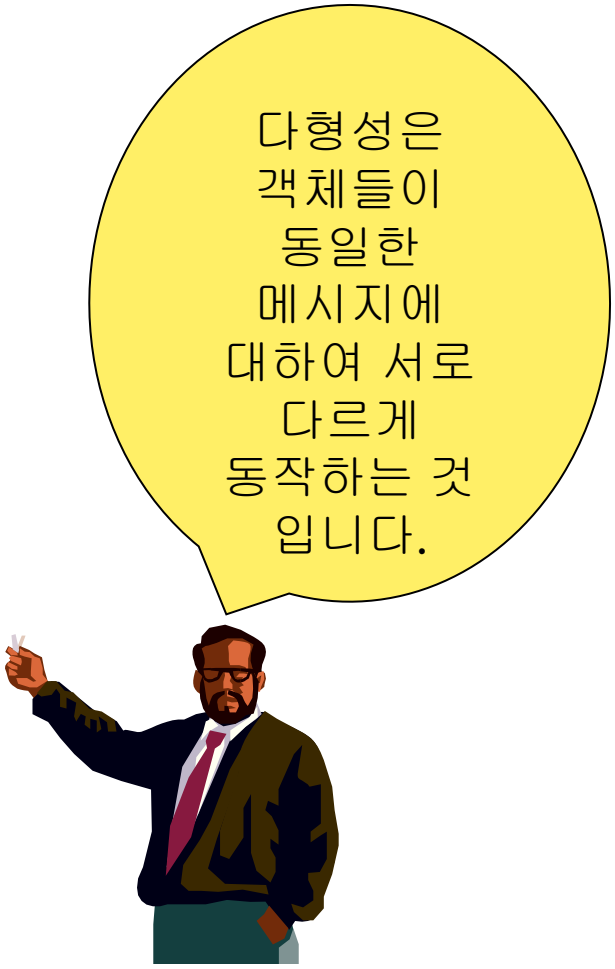
C++ Espresso

제9장 다형성



이번 장에서 학습할 내용

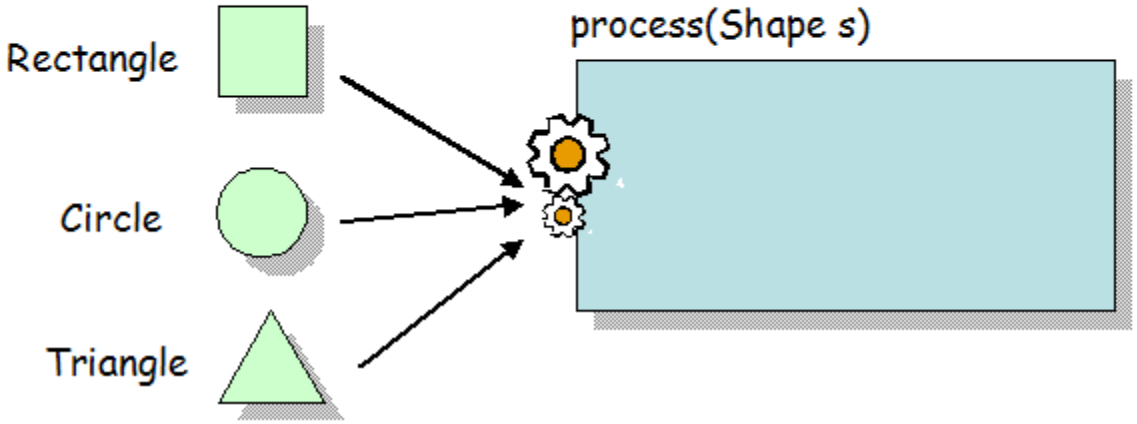
- 다형성
- 가상 함수
- 순수 가상 함수

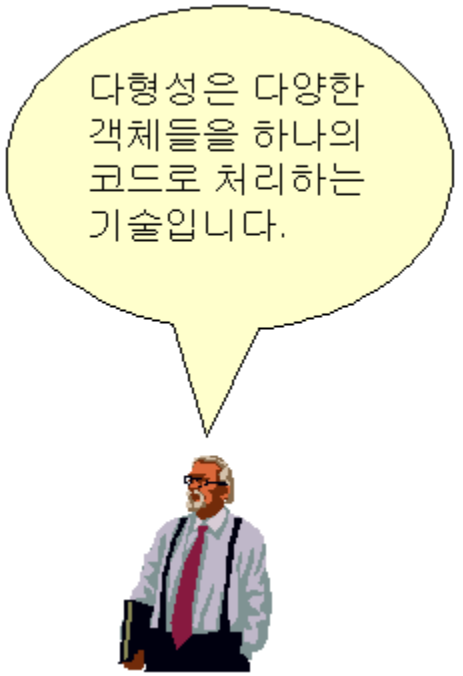


다형성이란?

- 다형성(polymorphism)이란 객체들의 타입이 다르면 똑같은 메시지가 전달되더라도 서로 다른 동작을 하는 것

다형성이란?





객체 포인터의 형변환

- 먼저 객체 포인터의 형변환을 살펴보자.

객체 포인터의 형변환

- 상향 형변환(upcasting):
  자식 클래스 타입을 부모 클래스타입으로 변환
- 하향 형변환(downcasting):
  부모 클래스 타입을 자식 클래스타입으로 변환

상속과 객체 포인터

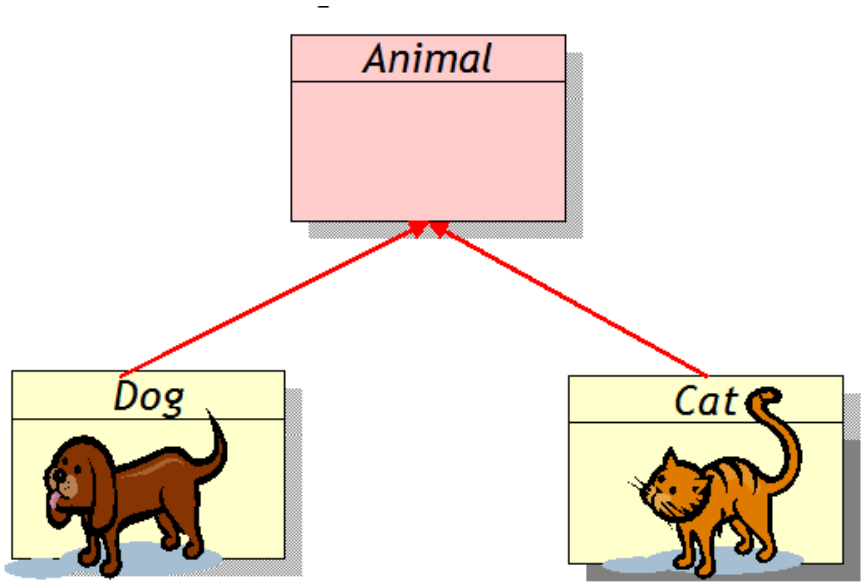


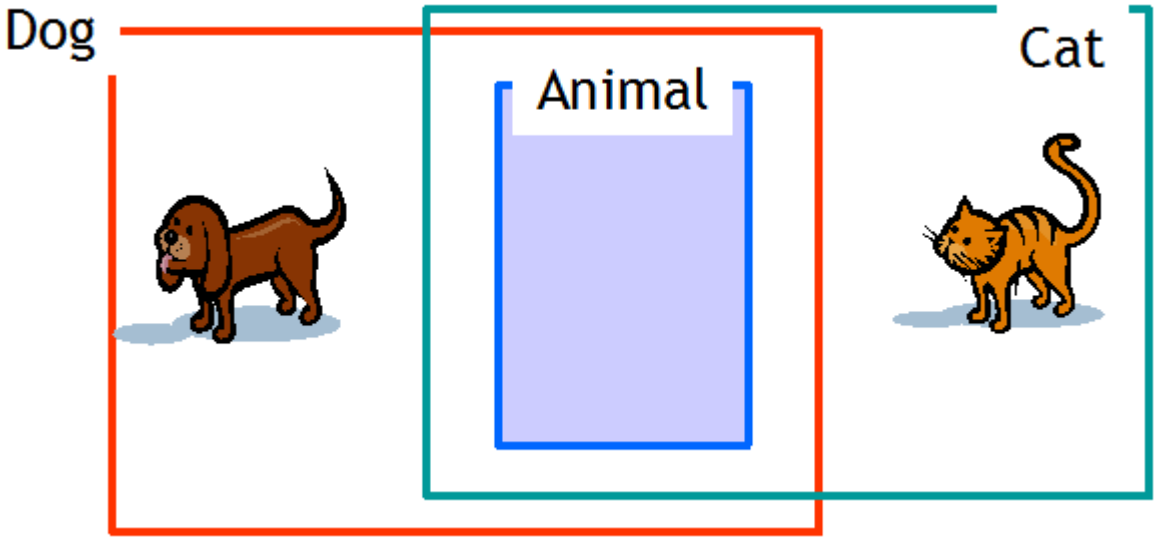
그림 9.2 상속 계층도

Animal 타입 포인터로 Dog 객체를 참조하니 틀린 거 같지만 올바른 문장!!

```
Animal  *pa = new Dog();//  OK!
```

왜 그럴까?

- 자식 클래스 객체는 부모 클래스 객체를 포함하고 있기 때문이다.



도형 예제

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

public:
        void setOrigin(int x, int y){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
        void draw() {
                cout <<"Shape Draw";
        }
};
```

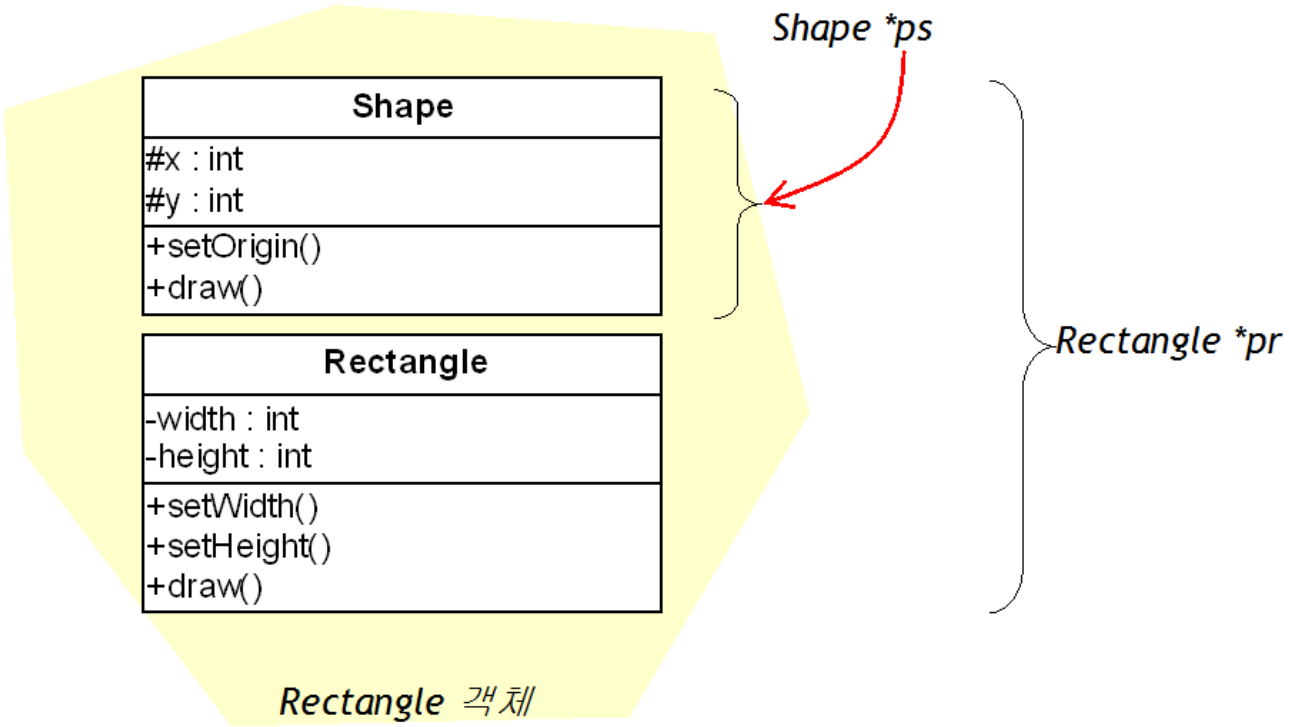
도형 예제

```
class Rectangle : public Shape {
private:
        int width, height;
public:
        void setWidth(int w) {
                width = w;
        }
        void setHeight(int h) {
                height = h;
        }
        void draw() {
                cout << "Rectangle Draw";
        }
};
```

상향 형변환

- Shape *ps = new Rectangle(); // OK!
- ps->setOrigin(10, 10); // OK!

상향 형변환



Rectangle 객체를 Shape 포인터로 가리키면 Shape에 정의된 부분밖에 가리키지 못한다.

하향 형변환

- Rectangle *ps = new Shape(); // 이것은 오류

- 다음은 가능함

  Shape *ps = new Rectangle();

  // 여기서 ps를 통하여 Rectangle의 멤버에 접근하려면?

1. Rectangle *pr = (Rectangle *) ps;
   pr->setWidth(100);

2. ((Rectangle *) ps)->setWidth(100);

하향 형변환

예 제

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

class Shape {                    // 일반적인도형을나타내는부모클래스
protected:
        int x, y;

public:
        void draw() {
                cout <<"Shape Draw" << endl;
        }
        void setOrigin(int x, int y){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
};
```

예제

```
class Rectangle : public Shape {
private:
        int width, height;
public:
        void setWidth(int w) {
                width = w;
        }
        void setHeight(int h) {
                height = h;
        }
        void draw() {
                cout << "Rectangle Draw"<< endl;
        }
};
```

예제

```
class Circle : public Shape {
private:
        int radius;

public:
        void setRadius(int r) {
                radius = r;
        }
        void draw() {
                cout << "Circle Draw"<< endl;
        }
};
```

예 제

```
int main()
{
        Shape *ps = new Rectangle();            // OK!

        ps->setOrigin(10, 10);
        ps->draw();
        ((Rectangle *)ps)->setWidth(100);       // Rectangle의 setWidth() 호출
        delete ps;
}
```

```
Shape Draw
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

함수의 매개 변수

- 함수의 매개 변수는 자식 클래스보다는 부모 클래스 타입으로 선언하는 것이 좋다.

```
void move(Shape& s, int sx, int sy)
{
        s.setOrigin(sx, sy);
}
int main()
{
        Rectangle r;
        move(r, 0, 0);

        Circle c;
        move(c, 10, 10);
        return 0;
}
```

모든 도형을 받을 수 있다.

가상 함수

- 단순히 자식 클래스 객체를 부모 클래스 객체로 취급하는 것이 어디에 쓸모가 있을까?
- 다음과 같은 상속 계층도를 가정하여 보자.

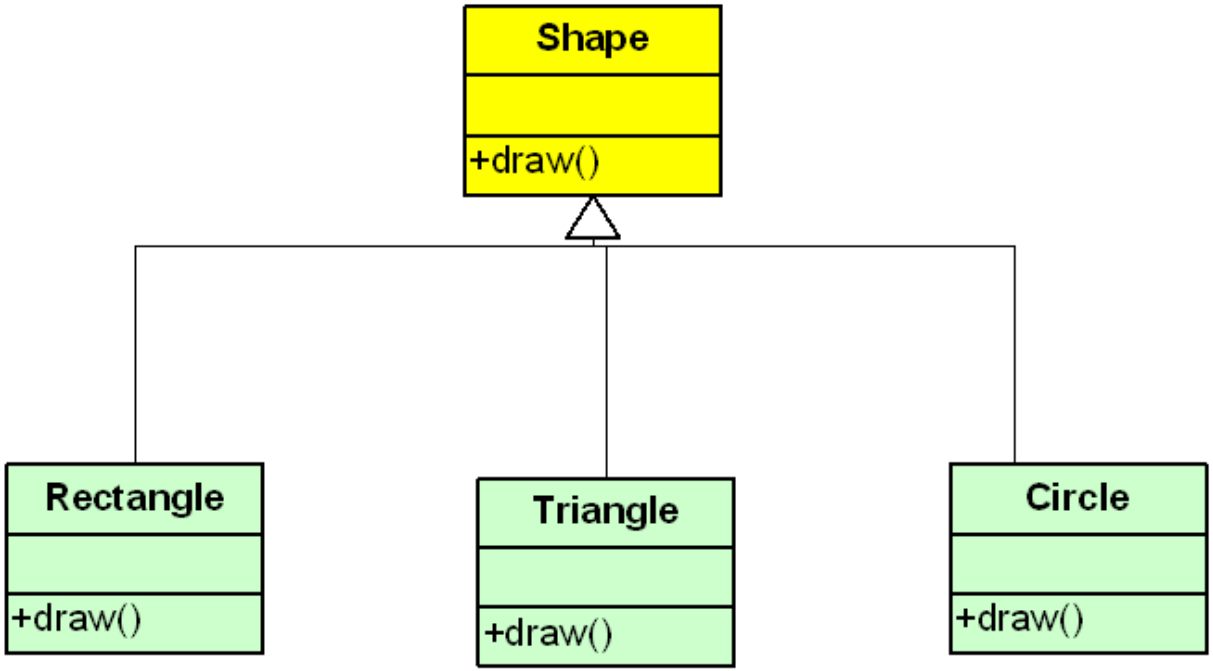


그림 14.6 도형의 UML

예 제

```
class Shape {
        ...
}
class Rectangle : public Shape {
        ...
}
int main()
{
        Shape *ps1 = new Rectangle();          // OK!
        ps1->draw();                           // 어떤 draw()가 호출되는가?
}
```

Shape
포인터이기
때문에
Shape의
draw()가 호출

Shape Draw

가상 함수

- 만약 Shape 포인터를 통하여 멤버 함수를 호출하더라도 도형의 종류에 따라서 서로 다른 draw()가 호출된다면 상당히 유용할 것이다.
- 즉 사각형인 경우에는 사각형을 그리는 draw()가 호출되고 원의 경우에는 원을 그리는 draw()가 호출된다면 좋을 것이다.

-> draw()를 가상 함수로 작성하면 가능

- 부모 클래스의 포인터로 멤버함수를 호출하더라도 자식클래스의 재정의된 함수가 호출되도록 할 때, 부모클래스의 함수를 가상함수로 정의

가상 함수

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

class Shape {
protected:
        int x, y;

public:
        void setOrigin(int x, int y){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
        virtual void draw() {
                cout <<"Shape Draw" << endl;
        }
};
```

가상 함수 정의

가상 함수

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

public:
        void setWidth(int w) {
                width = w;
        }

        void setHeight(int h) {
                height = h;
        }
        void draw() {
                cout << "Rectangle Draw" << endl;
        }
};
```

재정의

가상 함수

```
class Circle : public Shape {
private:
        int radius;

public:
        void setRadius(int r) {
                radius = r;
        }
        void draw() {
                cout << "Circle Draw"<< endl;
        }

};
```

재정의

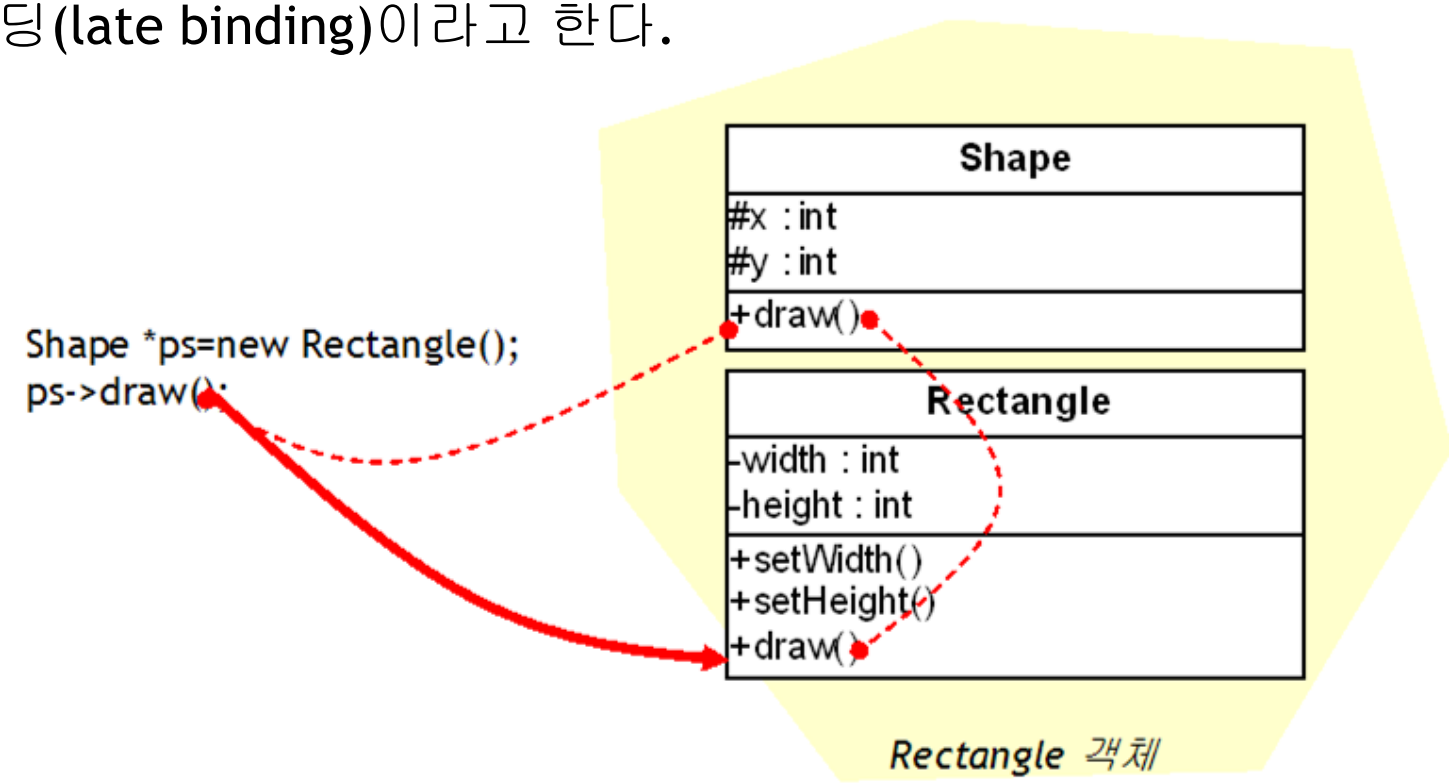
예 제

```
int main()
{
        Shape *ps = new Rectangle(); // OK!
        ps->draw();
        delete ps;

        Shape *ps1 = new Circle();              // OK!
        ps1->draw();
        delete ps1;
        return 0;
}
```

```
Rectangle Draw
Circle Draw
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

동적 바인딩

- 컴파일 단계에서 모든 바인딩(함수 호출하는 코드를 함수와 연결)이 완료되는 것을 정적 바인딩(static binding)이라고 한다.
- 반대로 바인딩이 실행 시까지 연기되고 실행 시간에 실제 호출되는 함수를 결정하는 것을 동적 바인딩(dynamic binding), 또는 지연 바인딩(late binding)이라고 한다.

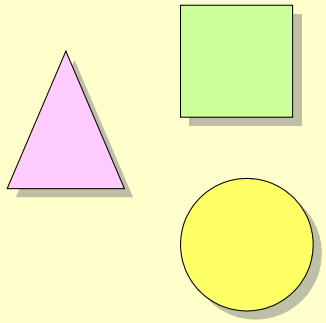


정적 바인딩과 동적 바인딩

바인딩의 종류	특징	속도	대상
정적 바인딩 (dynamic binding)	컴파일 시간에 호출 함수가 결정된다.	빠르다	일반 함수
동적 바인딩 (static binding)	실행 시간에 호출 함수가 결정된다.	늦다	가상 함수

예제

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

class Shape {
protected:
        int x, y;

public:
        virtual void draw() {
                cout <<"Shape Draw";
        }
        void setOrigin(int x, int y){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
};
```



예 제

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

public:
        void setWidth(int w) {
                width = w;
        }

        void setHeight(int h) {
                height = h;
        }

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

예제

```
class Circle : public Shape {
 private:
            int radius;

 public:
            void setRadius(int r) {
                        radius = r;
            }
            void draw() {
                        cout << "Circle Draw" << endl;
            }
};
```

예제

```
class Triangle: public Shape {
private:
        int base, height;
public:
        void draw() {
                cout << "Triangle Draw" << endl;
        }
};

int main()
{
        Shape *arrayOfShapes[3];

        arrayOfShapes[0] = new Rectangle();
        arrayOfShapes[1] = new Triangle();
        arrayOfShapes[2] = new Circle();
        for (int i = 0; i < 3; i++) {
                arrayOfShapes[i]->draw();
        }
}
```

예 제

Rectangle Draw
Triangle Draw
Circle Draw

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; }
};
```

예제

```
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();
        delete a1;

        Animal *a2 = new Cat();
        a2->speak();
        delete a2;

        return 0;
}
```

예제

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

참조자와 가상함수

- 참조자인 경우에는 다형성이 동작될 것인가?
  - 참조자도 포인터와 마찬가지로 모든 것이 동일하게 적용된다. 즉 부모 클래스의 참조자로 자식 클래스를 가리킬 수 있으며 가상 함수의 동작도 동일하다.

예제

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

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

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

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

예 제

```
int main()
{
        Dog d;
        Animal &a1 = d;
        a1.speak();

        Cat c;
        Animal &a2 = c;
        a2.speak();
        return 0;
}
```

```
멍멍
야옹
```

가상 소멸자

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

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

예제

```
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();
        delete a1;

        Animal *a2 = new Cat();
        a2->speak();
        delete a2;

        return 0;
}
```

소멸자가 가상함수로 선언된 경우, 부모클래스의 포인터 p가 자식 클래스의 객체를 가리키면 p가 가리키는 객체가 소멸될 때

(1) 재정의된 자식클래스의 객체의 소멸자가 호출되어 소멸자가 수행된다. 자식클래스의 소멸자 수행이 끝난 후

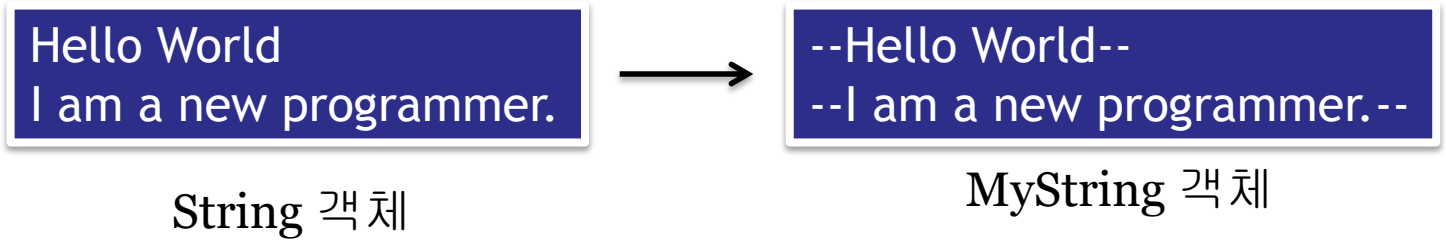
(2) 부모클래스의 소멸자가 자동으로 호출된다.

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

가상 소멸자

- 다형성을 사용하는 과정에서 소멸자를 **virtual**로 해주지 않으면 문제가 발생한다.

- (예제) **String** 클래스를 상속받아서 각 줄의 앞에 헤더를 붙이는 **MyString** 이라는 클래스를 정의하여 보자.



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;
        }
};
```

소멸자 문제

```
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
        }
};
```

소멸자 문제

```
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

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

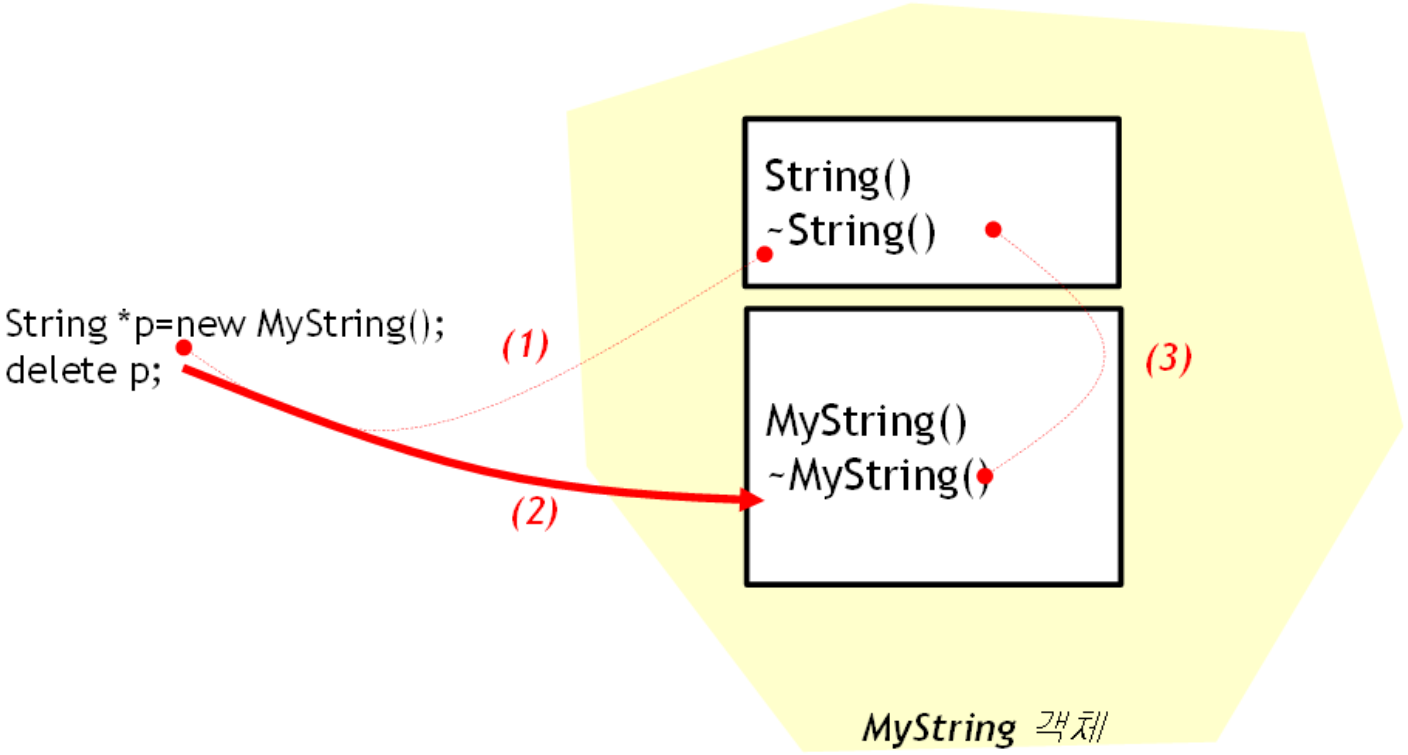


그림 9.10 가상 소멸자

가상 소멸자

```
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
```

순수 가상 함수

- 순수 가상 함수(pure virtual function): 함수 헤더만 존재하고 함수의 몸체는 없는 함수

```
virtual     반환형       함수이름(매개변수  리스트) = 0;
```

- (예) virtual void draw() = 0;
- 추상 클래스(abstract class): 순수 가상 함수를 하나라도 가지고 있는 클래스
- 추상 클래스의 객체를 생성할 수 없다.

순수 가상 함수의 예

```
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;
        }
};
```

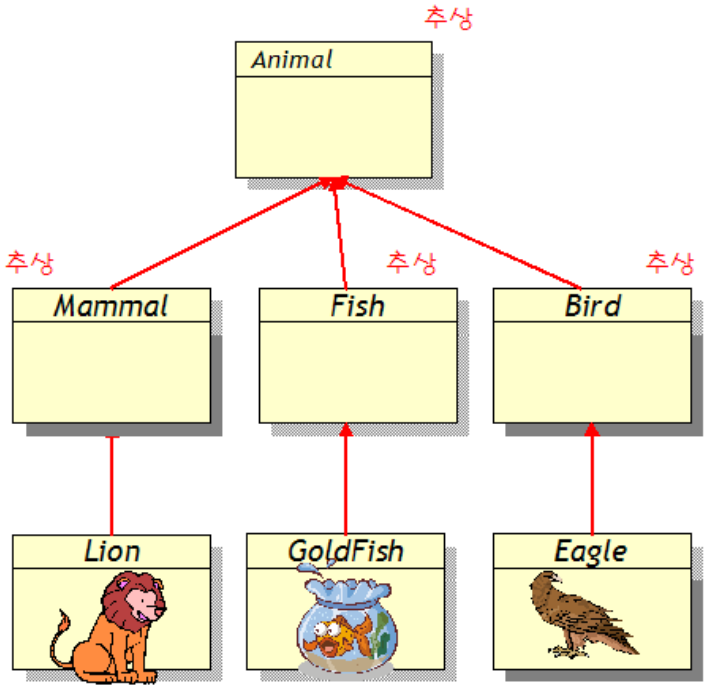
순수 가상 함수

```
int main()
{

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

        return 0;
}
```

```
Rectangle Draw
```

추상 클래스

- 추상 클래스(abstract class): 순수 가상 함수를 가지고 있는 클래스
- 추상 클래스는 추상적인 개념을 표현하는데 적당하다.



예제

```
class Animal {
        virtual void move() = 0;
        virtual void eat() = 0;
        virtual void speak() = 0;
};

class Lion : public Animal {
        void move(){
                cout << "사자의 move() << endl;
        }
        void eat(){
                cout << "사자의 eat() << endl;
        }
        void speak(){
                cout << "사자의 speak() << endl;
        }
};
```

객체지향언어 특징

- 캡슐화 (Enxcapulation): 객체의 속성(데이터)과 동작(연산)을 하나로 묶어, 세부 구현내용은 숨김

=> 외부에서 객체내부 속성에 직접 접근하거나 조작할 수 없도록 한다

외부에서의 접근은 공개로 정의한 인터페이스를 통해서만 가능

외부접근으로부터 데이터를 보호

- 정보은닉: 객체의 속성을 숨김

접근지정자

- 상속: 기존의 클래스를 이용하여 새로운 클래스를 정의

클래스(코드) 재활용

- 다형성