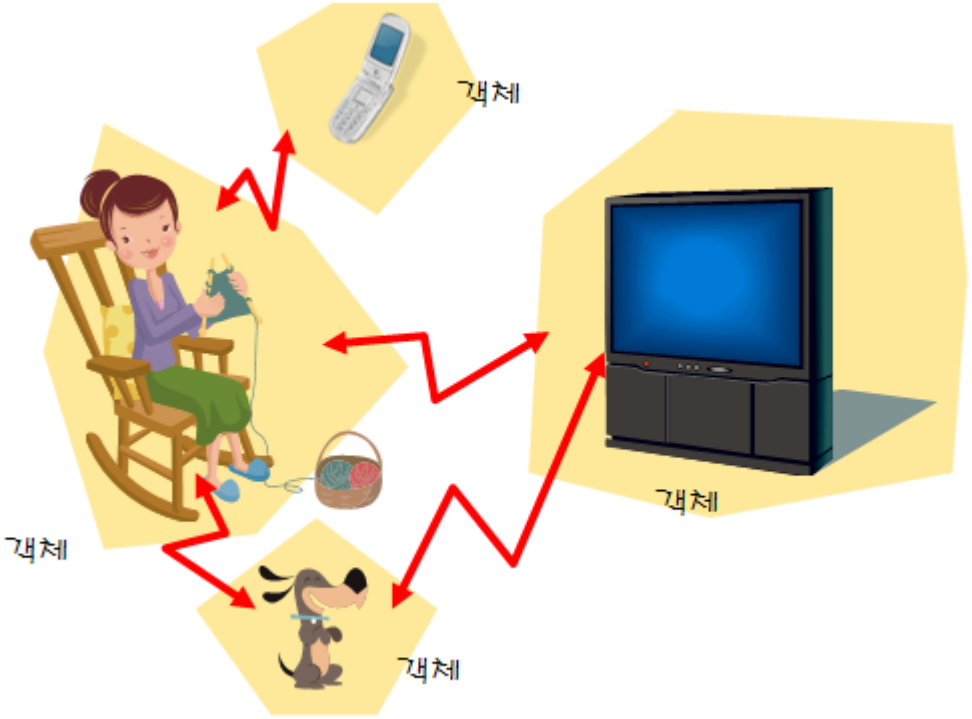
C++ Espresso

제10장 프렌드와 연산자 중복



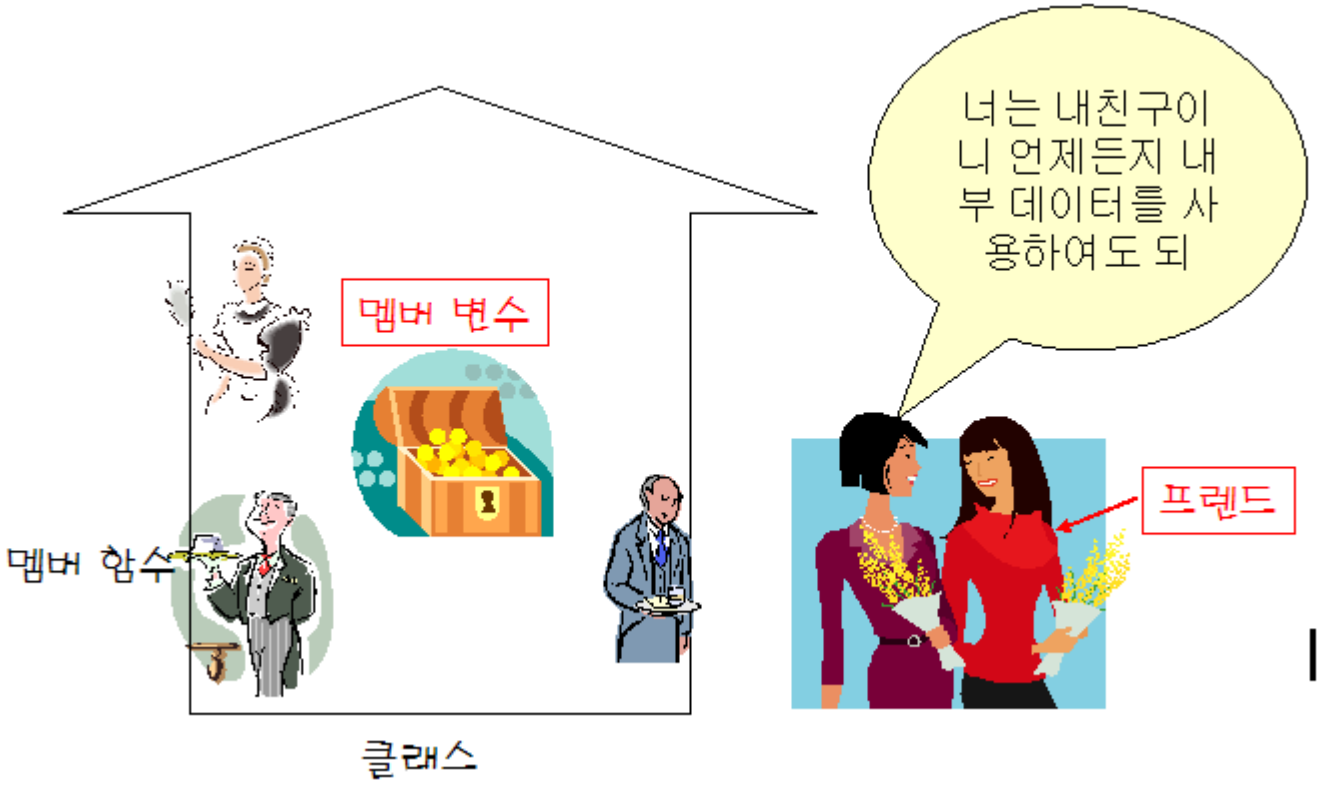
이번 장에서 학습할 내용

- 프렌드 함수
- 연산자 중복
- 타입 변환

C++의 고급 기능인 프렌드와 연산자 중복을 살펴봅니다.

프렌드 함수

- *프렌드 함수(friend function):* 클래스의 내부 데이터에 접근할 수 있는 특수한 함수



프렌드 함수 선언 방법

- 프렌드 함수의 원형은 비록 클래스 안에 포함
- 하지만 멤버 함수는 아니다.
- 프렌드 함수의 본체는 외부에서 따로 정의
- 프렌드 함수는 클래스 내부의 모든 멤버 변수를 사용 가능

```
class MyClass
{
        friend void sub();
        ....
};
```

프렌드 함수

예제

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

class Company {
private:
        int sales, profit;


        // sub()는Company의 전용부분에 접근할 수있다.
        friend void sub(Company& c);
public:
        Company(): sales(0), profit(0)
        {
        }
};
void sub(Company& c)
{
        cout << c.profit << endl;
}
```

예 제

```
int main()
{
        Company c1;
        sub(c1);
        return 0;
}
```

```
0
```

프렌드 클래스

- 클래스도 프렌드로 선언할 수 있다.
- (예) Manager의 멤버들은 Employee의 전용 멤버를 직접 참조할 수 있다.

```
class Employee {
    int salary;
    // Manager는 Employee의 전용 부분에 접근할 수 있다.
    friend class Manager;
    // ...
};
```

프렌드 클래스

프렌드 함수의 용도

- 두개의 객체를 비교할 때 많이 사용된다.

① 일반 멤버 함수 사용

```
if( obj1.equals(obj2) )
{
    …
}
```

② 프렌드 함수 사용

```
if( equals(obj1, obj2) )
{
    …
}
```

이해하기가 쉽다

예제

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

class Date


{
        friend bool equals(Date d1, Date d2);
private:
        int year, month, day;
public:
        Date(int y, int m, int d)
        {
                year = y;
                month = m;
                day = d;
        }
}
```

예제

```
// 프렌드함수
bool equals(Date d1, Date d2)
{
    return d1.year == d2.year && d1.month == d2.month && d1.day == d2.day;
}

int main()
{
        Date d1(1960, 5, 23), d2(2002, 7, 23);
        cout << equal_f(d1, d2) << endl;
}
```

멤버 변수 접근 가능

예제

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

class Complex {


public:
        friend Complex add (Complex, Complex);
        Complex (double r, double i) {re=r; im=i; }
        Complex(double r) { re=r; im=0; }
        Complex () { re = im = 0; }
        void Output(){
                cout << re << " + " << im <<"i" << endl;
        }

private:
        double re, im;
};
```

예제

```
Complex add(Complex a1, Complex a2)
{
        return Complex (a1.re+a2.re, a1.im+a2.im);
}

int main()
{
        Complex c1(1,2), c2(3,4);
        Complex c3 = add(c1, c2);
        c3.Output();
        return 0;
}
```

```
4 + 6i
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

연산자 중복

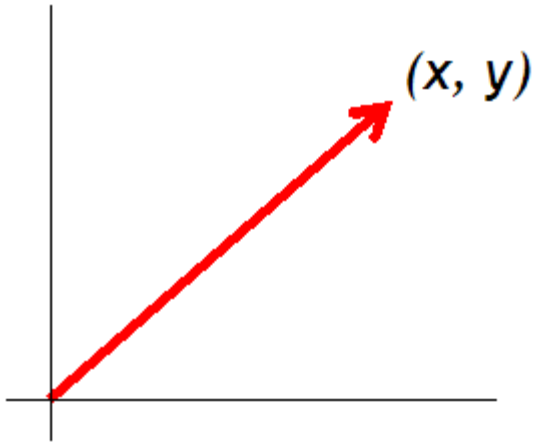
- 일반적으로는 연산자 기호를 사용하는 편이 함수를 사용하는 것보다 이해하기가 쉽다.

- 다음의 두 가지 문장 중에서 어떤 것이 더 이해하기 쉬운가?

1. sum = x + y + z;
2. sum = add(x, add(y, z));

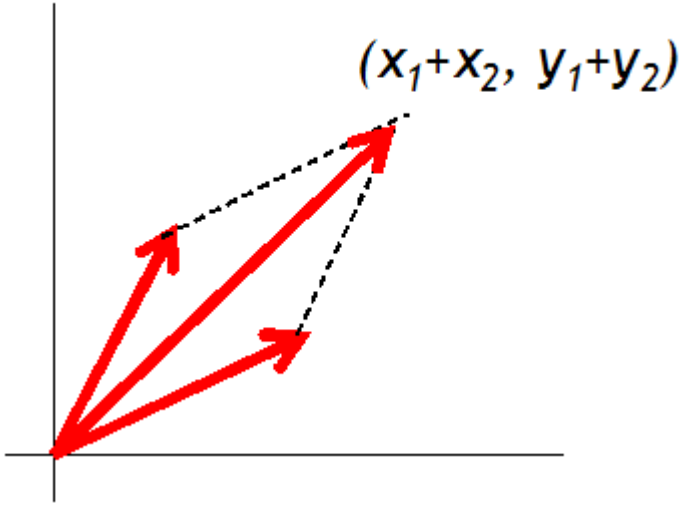
원점 벡터 예제

```
class Vector
{
private:
        double x, y;
public:
        Vector(double x, int double){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
}
```



벡터간의 연산을 연산자로 표기

```
Vector v1, v2, v3;
v3 = v1 + v2;
```



연산자 중복

- 연산자 중복(operator overloading): 여러 가지 연산자들을 클래스 객체에 대해서도 적용하는 것
- C++에서 연산자는 함수로 정의

```
반환형 operator연산자(매개 변수 목록)
{
        ....// 연산 수행
}
```

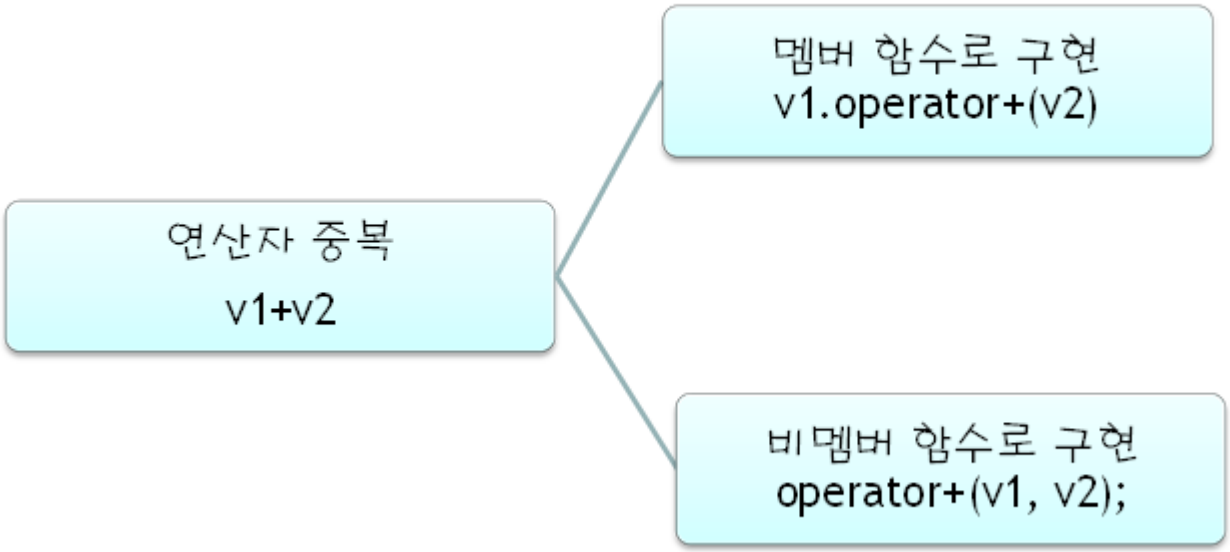
(예) Vector operator+(const Vector&, const Vector&);

연산자 중복 함수 이름

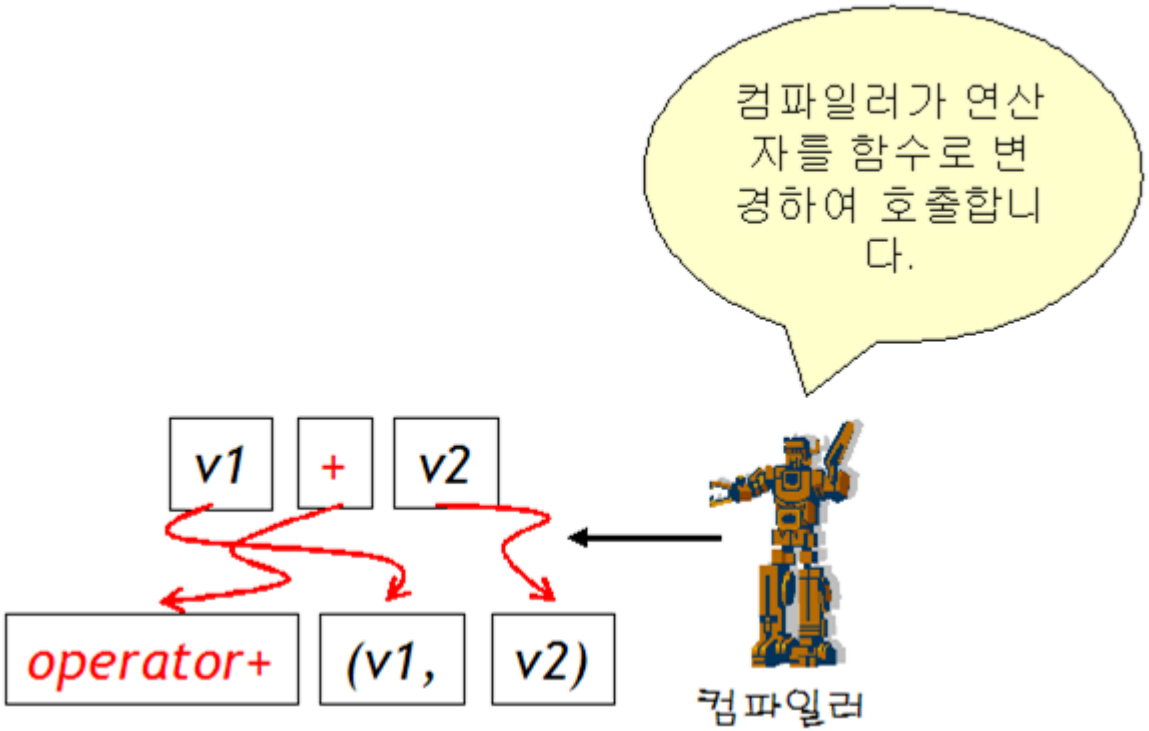
- 중복 함수 이름은 operator에 연산자를 붙이고 함수 기호

연산자	중복 함수 이름
+	operator+()
-	operator-()
*	operator*()
/	operator/()

연산자 중복 구현의 방법



전역 함수로 구현하는 방법



예제

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

class Vector
{
private:
        double x, y;
public:
        Vector(double x, double y){
                this->x = x;
                this->y = y;
        }
        friend Vector operator+(const Vector& v1, const Vector& v2);
        void display()
        {
                cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
        }
};
```

예제

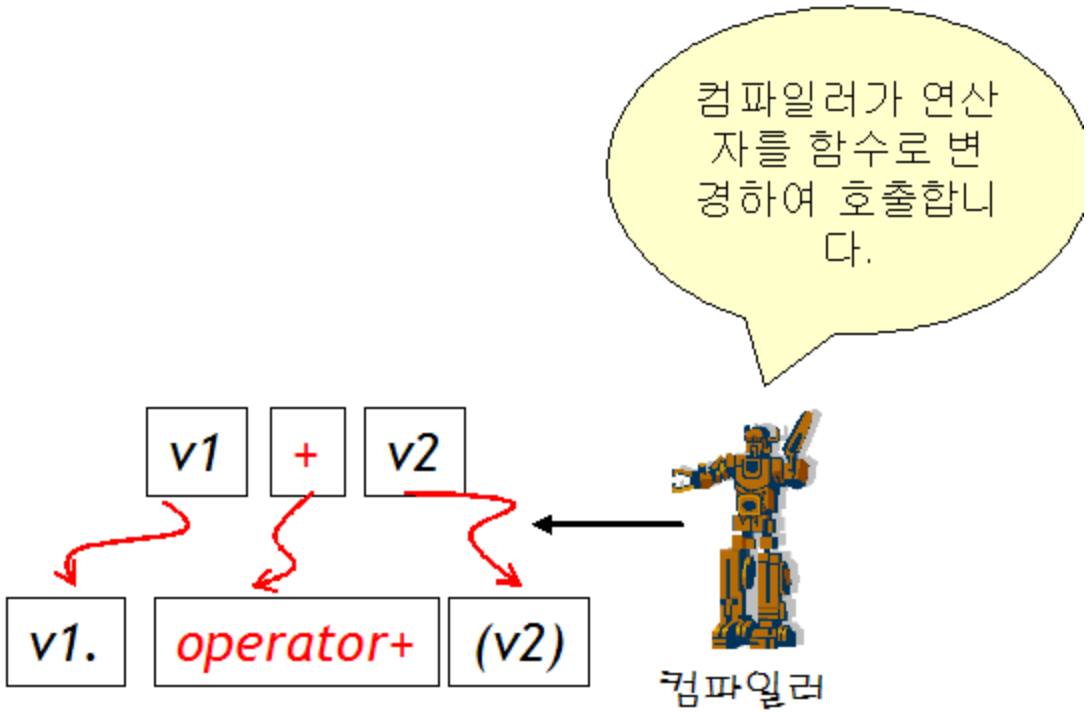
```
Vector operator+(const Vector& v1, const Vector& v2)
{
        Vector v(0.0, 0.0);
        v.x = v1.x + v2.x;
        v.y = v1.y + v2.y;
        return v;
}

int main()
{
        Vector v1(1, 2), v2(3, 4);
        Vector v3 = v1 + v2;
        v3.display();

        return 0;
}
```

```
(4, 6)
```

멤버 함수로 구현하는 방법



예제

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

class Vector
{
private:
        double x, y;
public:
        Vector(double x, double y){
                this->x = x;


                this->y = y;
        }
        Vector operator+(Vector& v2)
        {
                Vector v(0.0, 0.0);
                v.x = this->x + v2.x;
                v.y = this->y + v2.y;
                return v;
        }
```

예제

```
        void display()
        {
                cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
        }
};

int main()
{
        Vector v1(1.0, 2.0), v2(3.0, 4.0);
        Vector v3 = v1 + v2;
        v3.display();

        return 0;
}
```

```
(4, 6)
```

멤버 함수로만 구현가능한 연산자

- 아래의 연산자는 항상 멤버 함수 형태로만 중복 정의가 가능하다.

연산자	설명
=	대입 연산자
()	함수 호출 연산자
[]	배열 원소 참조 연산자
->	멤버 참조 연산자

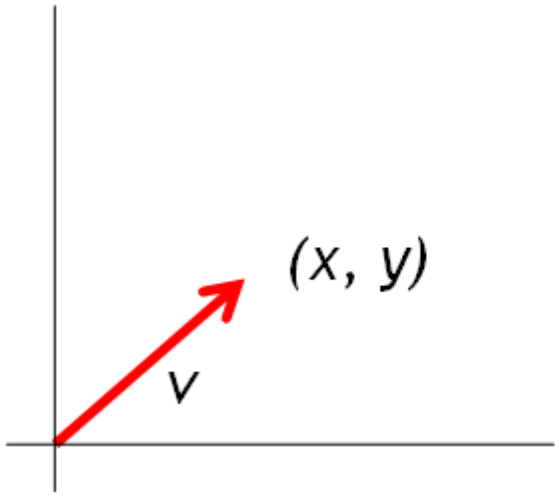
중복이 불가능한 연산자

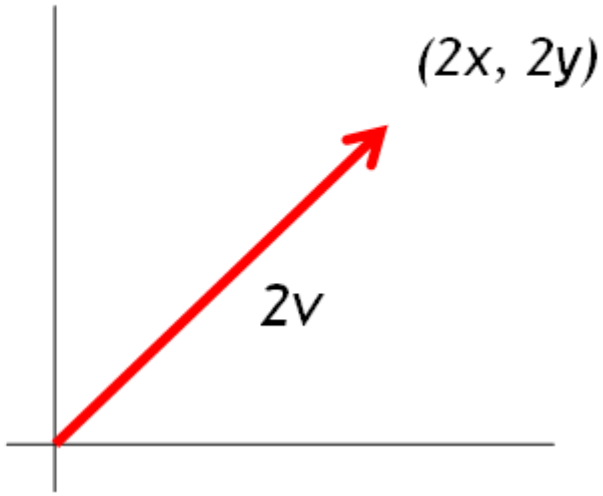
- 아래의 연산자는 중복 정의가 불가능하다.

연산자	설명
::	범위 지정 연산자
.	멤버 선택 연산자
.*	멤버 포인터 연산자
?:	조건 연산자

피연산자 타입이 다른 연산

- 벡터의 스칼라곱(scalar product)이라고 불리는 연산을 구현
- 벡터가 (x, y)이고 α가 스칼라일 때에 벡터 스칼라곱은 (αx, αy)





곱셈 연산자 중복

- 곱셈 연산자를 중복하여 정의한다.
- 교환 법칙이 성립하여야 함

```
Vector operator*(Vector& v, double alpha); // v * 2.0 형태 처리
Vector operator*(double alpha, Vector& v); // 2.0 * v 형태 처리
```

곱셈 연산자 중복

Vector.cpp

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

class Vector
{
   friend Vector operator*(Vector& v, double alpha);
   friend Vector operator*(double alpha, Vector& v);
private:
   double x, y;
public:
   Vector(double xvalue=0.0, double yvalue=0.0) : x(xvalue), y(yvalue){    }
   void display(){
        cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
   }
};
```

곱셈 연산자 중복

```
Vector operator*(Vector& v, double alpha)
{
   return Vector(alpha*v.x, alpha*v.y);
}
Vector operator*(double alpha, Vector& v)
{
   return Vector(alpha*v.x, alpha*v.y);
}

int main()
{
   Vector v(1.0, 1.0);
   Vector w = v * 2.0;
   Vector z = 2.0 * v;
   w.display();
   z.display();
   return 0;
}
```

* 연산자 함수 정의

* 연산자 함수 정의

실행결과

```
(2, 2)
(2, 2)
```

== 연산자 중복

- 두개의 객체가 동일한 데이터를 가지고 있는지를 체크하는데 사용

연산자	중복 함수 이름
==	operator==()
!=	operator!=()

== 연산자의 중복

Vector.cpp

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

class Vector
{
private:
   double x, y;
public:
   Vector(double xvalue=0.0, double yvalue=0.0) : x(xvalue), y(yvalue){    }
   void display(){
        cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
   }

   friend bool operator==(const Vector& v1, const Vector& v2);
   friend bool operator!=(const Vector& v1, const Vector& v2);
};
```

== 연산자의 중복

```
bool operator==(const Vector &v1, const Vector &v2)
{
    return v1.x == v2.x && v2.y == v2.y;
}
bool operator!=(const Vector &v1, const Vector &v2)
{
    return !(v1 == v2); // 중복된 == 연산자를 이용
}

int main()
{
  Vector v1(1, 2), v2(1, 2);

  cout.setf(cout.boolalpha);
  cout << (v1 == v2) << endl;
  cout << (v1 != v2) << endl;
  return 0;
}
```

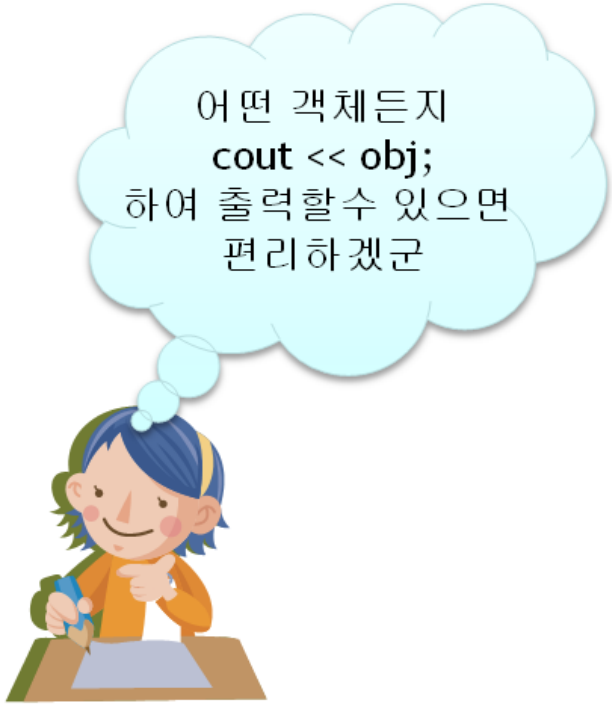
==와 !=연산자 함수를 전역 함수로 구현

실행결과

```
true
false
```

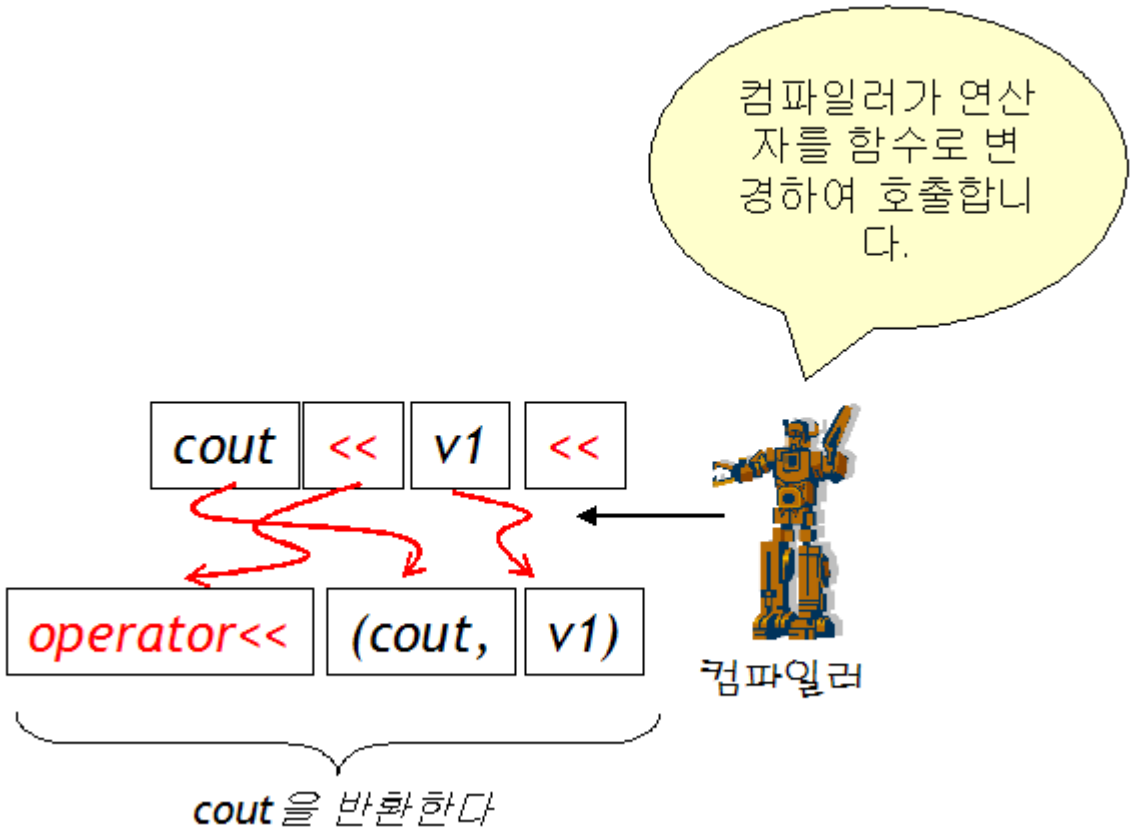
<< 연산자의 중복

```
Vector v(2, 3);
cout << v;                    //화면에 (2, 3)이 출력된다.
```



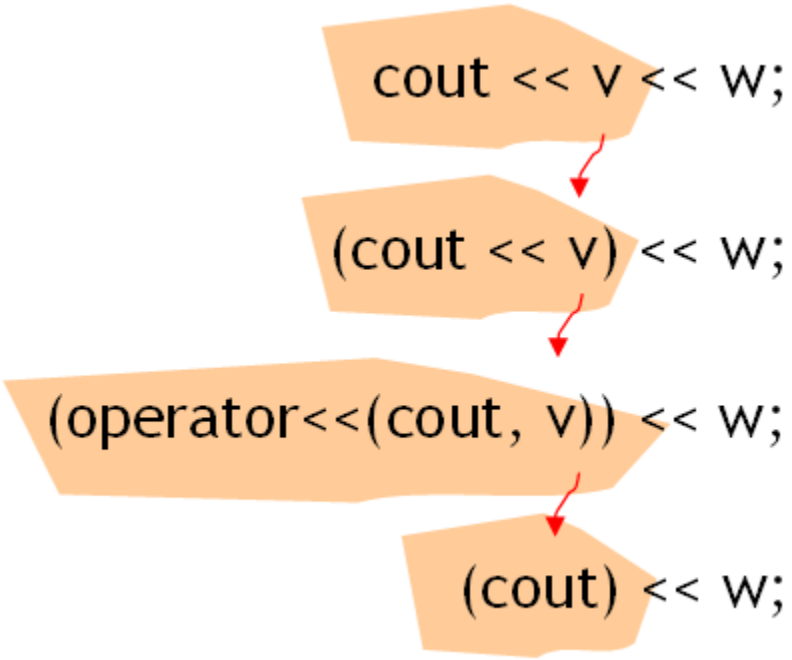
<<과 >> 연산자 중복

- 연산을 수행한 후에 다시 스트림 객체를 반환하여야 함



주의할 점

- 전역 함수 형태만 사용 가능: 우리가 ostream 클래스를 다시 정의할 수 없다.
- 반드시 ostream 참조자를 반환



<< 연산자의 중복

Vector.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Vector
{
   friend ostream& operator<<(ostream& os, const Vector& v);
private:
   double x, y;
public:
   Vector(double xvalue=0.0, double yvalue=0.0) : x(xvalue), y(yvalue){    }
   void display(){
        cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
   }
};
```

<< 연산자의 중복

```
ostream& operator<<(ostream& os, const Vector& v)
{
   os << "(" << v.x << "," << v.y << ")" << endl;
   return os;
}

int main()
{
   Vector v1(1.0, 2.0), v2(3.0, 4.0), v3;
   cout << v1 << v2 << v3;
   return 0;
}
```

<< 연산자 함수 정의

실행결과

```
(1,2)
(3,4)
(0,0)
```

>> 연산자의 중복

- 입력 연산자 >>의 중복
- 오류 처리를 하는 것이 좋음

```
istream& operator>>(istream& in, Vector& v)
{
   in >> v.x >> v.y;
   if(!in)
        v = Vector(0, 0);
   return in;
}
```

입력 오류 처리

= 연산자 중복

```
class Vector
{
   ...
   Vector& operator=(const Vector& v2)
   {
        this->x = v2.x;
        this->y = v2.y;
        return *this;
   }
   ...
};
```

주의: 반드시 현재 객체의 레퍼런스를 반환

```
Vector v1(2.0, 3.0);
v3 = v2 = v1; // 가능!
```

얕은 대입 문제

- 동적 할당 공간이 있으면 반드시 = 연산자를 중복 정의하여야 함

student.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Student {
        char *name; // 이름
        int number;
public:
        Student(char *p, int n) {
                cout << "메모리 할당" << endl;
                name = new char[strlen(p)+1];
                strcpy(name, p);
                number = n;
        }
        ~Student() {
                cout << "메모리 소멸" << endl;
                delete [] name;
        }
};
```

얕은 대입 문제

- 동적 할당 공간이 있으면 반드시 = 연산자를 중복 정의하여야 함

```
class Student {
        ...
public:
        ...
  Student& operator=(const Student& s)
  {
        delete [] name;
        name = new char[strlen(s.name)+1];
        strcpy(name, s.name);
        number = s.number;
        return *this;
  }
};
```

= 연산자 함수 정의

증가/감소 연산자의 중복

- ++와 - 연산자의 중복

연산자	중복 함수 이름
++v	v.operator++()
--v	v.operator--()

증가/감소 연산자의 중복

vector.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Vector
{
private:
   double x, y;
public:
   Vector(double xvalue=0.0, double yvalue=0.0) : x(xvalue), y(yvalue){    }
   void display(){
        cout << "(" << x << ", " << y << ")" << endl;
   }
   Vector& operator++()
   {
        x = x + 1.0;
        y = y + 1.0;
        return *this;
   }
};
```

++ 연산자 함수 정의

증가/감소 연산자의 중복

```
int main()
{
   Vector v;
   ++v;
   v.display();
   ++(++v);
   v.display();

   return 0;
}
```

실행결과

```
(1, 1)
(3, 3)
```

전위/후위의 문제

- 전위와 후위 연산자를 구별하기 위하여 ++가 피연산자 뒤에 오는 경우에는 **int**형 매개 변수를 추가한다.

연산자	중복 함수 이름
++v	v.operator++()
v++	v.operator++(int)

전위/후위의 문제

```
Vector& operator++()
{
    x++;
    y++;
    return *this;
}
const Vector operator++(int)
{
    Vector saveObj = *this;
    x++;
    y++;
    return saveObj;
}
};
```

++v 형태의 증가 연산자 함수 정의

v++ 형태의 증가 연산자 함수 정의

[ ] 연산자의 중복

- 인덱스 연산자의 중복

연산자	중복 함수 이름
v[]	v.operator[]()

```
MyArray A;
A[3] = 10;

A.operator[](3) = 10;
```

인덱스 연산자 중복

my_array.cpp

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

// 향상된 배열을 나타낸다.
class MyArray {
   friend ostream& operator<<(ostream &, const MyArray &);      // 출력 연산자 <<
private:
   int *data;              // 배열의 데이터
   int size;               // 배열의 크기

public:
   MyArray(int size = 10);         // 디폴트 생성자
   ~MyArray();                     // 소멸자

   int getSize() const;            // 배열의 크기를 반환
   MyArray& operator=(const MyArray &a);        // = 연산자 중복 정의
   int& operator[](int i);         // [] 연산자 중복: 설정자
};
```

인덱스 연산자 중복

```
MyArray::MyArray(int s) {
   size = (s > 0 ? s : 10);     // 디폴트 크기를 10으로 한다.
   data = new int[size];        // 동적 메모리 할당

   for (int i = 0; i < size; i++)
        data[i] = 0;            // 요소들의 초기화
}

MyArray::~MyArray() {
   delete [] data;                          // 동적 메모리 반납
   data = NULL;
}
```

인덱스 연산자 중복

```
MyArray& MyArray::operator=(const MyArray& a) {
   if (&a != this) {                          // 자기 자신인지를 체크
        delete [] data;                       // 동적 메모리 반납
        size = a.size;                        // 새로운 크기를 설정
        data = new int[size];                 // 새로운 동적 메모리 할당

        for (int i = 0; i < size; i++)
                data[i] = a.data[i];          // 데이터 복사
   }
   return *this;                              // a = b = c와 같은 경우를 대비
}
```

대입 연산자 중복 정의

인덱스 연산자 중복

```
int MyArray::getSize() const
{
   return size;
}

int& MyArray::operator[](int index) {
   assert(0 <= index && index < size);   // 인덱스가 범위에 있지 않으면 중지
   return data[index];
}

// 프렌드 함수 정의
ostream& operator<<(ostream &output, const MyArray &a) {
   int i;
   for (i = 0; i < a.size; i++) {
        output << a.data[i] << ' ';
   }
   output << endl;
   return output;                        // cout << a1 << a2 << a3와 같은 경우 대비
}
```

인덱스 연산자 정의

인덱스 연산자 중복

```
int main()
{
   MyArray a1(10);

   a1[0] = 1;
   a1[1] = 2;
   a1[2] = 3;
   a1[3] = 4;
   cout << a1 ;

   return 0;
}
```

실행결과

```
1 2 3 4 0 0 0 0 0 0
```

포인터 연산자의 중복

- 간접 참조 연산자 *와 멤버 연산자 ->의 중복 정의

연산자	중복 함수 이름
*	operator*()
->	operator->()

포인터 연산자의 중복

smartp.cpp

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

class Pointer {
   int *pi;
public:
   Pointer(int *p): pi(p)
   {
   }
   ~Pointer()
   {
        delete pi;
   }
```

포인터 연산자의 중복

```
    int* operator->() const
    {
        return pi;
    }
    int& operator*() const
    {
        return *pi;
    }
};

int main()
{
    Pointer p(new int);
    *p = 100;
    cout << *p << endl;
    return 0;
}
```

-> 연산자 중복 정의

* 연산자 중복 정의

실행결과

```
100
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

스마트 포인터

- 포인터 연산 정의를 이용하여서 만들어진 향상된 포인터를 스마트 포인터(smart pointer)라고 한다.
- 주로 동적 할당된 공간을 반납할 때 사용된다.

```
class Pointer {
   Car *pc;
public:
   Pointer(Car *p): pc(p){ }
   ~Pointer(){ delete pc; }
   Car* operator->() const { return pc; }
   Car& operator*() const { return *pc; }
};
```

스마트 포인터

```
int main()
{
   Pointer p(new Car(0,1,"red"));
   p->speed = 100;
   cout << *p;
   (*p).speed = 200;
   cout << *p;
   p->setSpeed(300);
   cout << *p;
   return 0;
}
```

연산자 중복시 주의할 점

- 새로운 연산자를 만드는 것은 허용되지 않는다.
- :: 연산자, .* 연산자, . 연산자, ?: 연산자는 중복이 불가능하다.
- 내장된 int형이나 double형에 대한 연산자의 의미를 변경할 수는 없다.
- 연산자들의 우선 순위나 결합 법칙은 변경되지 않는다.
- 만약 + 연산자를 오버로딩하였다면 일관성을 위하여 +=, -= 연산자도 오버로딩하는 것이 좋다.
- 일반적으로 산술 연산자와 관계 연산자는 비멤버 함수로 정의한다. 반면에 할당 연산자는 멤버 함수로 정의한다.

MyString

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

class MyString
{
private:
        char *pBuf;                     //동적으로할당된메모리의주소값저장

public:
        MyString(const char *s=NULL);
        MyString(MyString& s);
        ~MyString();

        void print();           // 문자열을화면에출력
        int getSize();          // 문자열의길이반환
        MyString operator+(MyString& s);      // + 연산자중복정의
};
```

MyString

```
// 생성자
MyString::MyString(const char *s)
{
        if( s == NULL )
        {
                pBuf = new char[1];
                pBuf[0] = NULL;
        }
        else
        {
                pBuf = new char[::strlen(s)+1];
                strcpy(pBuf, s);
        }
}

// 복사생성자
MyString::MyString(MyString &s)
{
        pBuf = new char[s.getSize()+1];
        strcpy(pBuf, s.pBuf);
}
```

MyString

```
MyString::~MyString()
{
        if ( pBuf )
                delete [] pBuf;
}
void MyString::print()
{
        cout << pBuf << endl;
}
int MyString::getSize()
{
        return strlen(pBuf);
}
MyString MyString::operator+(MyString& s)
{
        char *temp = new char[getSize() + s.getSize() + 1];
        strcpy(temp, pBuf);
        strcat(temp, s.pBuf);
        MyString r(temp);
        delete [] temp;
        return r;
}
```

MyString

```
int main() {

        MyString s1("Hello ");
        MyString s2("World!");
        MyString s3 = s1 + s2;

        s1.print();
        s2.print();
        s3.print();

        return 0;
}
```

```
Hello
World!
Hello World!
```

MyArray

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

// 향상된배열을나타낸다.
class MyArray {
        friend ostream& operator<<(ostream &, const MyArray &);          //
출력연산자<<
private:
        int *data;          // 배열의데이터
        int size;           // 배열의크기

public:
        MyArray(int size = 10);       // 디폴트생성자
        ~MyArray();                             // 소멸자

        int getSize() const;                    // 배열의크기를반환
        MyArray& operator=(const MyArray &a);         // = 연산자중복정의
        int& operator[](int i);       // [] 연산자중복: 설정자
};
```

MyArray

```
MyArray::MyArray(int s) {
        size = (s > 0 ? s : 10);    // 디폴트크기를10으로한다.
        data = new int[size];       // 동적메모리할당

        for (int i = 0; i < size; i++)
                data[i] = 0;        // 요소들의초기화
}
MyArray::~MyArray() {
        delete [] data;             // 동적메모리반납
        data = NULL;
}
MyArray& MyArray::operator=(const MyArray& a) {
        if (&a != this) {                       // 자기자신인지를체크
                delete [] data;                 // 동적메모리반납
                size = a.size;                  // 새로운크기를설정
                data = new int[size];           // 새로운동적메모리할당

                for (int i = 0; i < size; i++)
                        data[i] = a.data[i];    // 데이터복사
        }
        return *this;                   // a = b = c와같은경우를대비
}
```

MyArray

```
int MyArray::getSize() const
{
        return size;
}

int& MyArray::operator[](int index) {
        assert(0 <= index && index < size);   // 인데스가범위에있지않으면중지
        return data[index];
}

// 프렌드함수정의
ostream& operator<<(ostream &output, const MyArray &a) {
        int i;
        for (i = 0; i < a.size; i++) {
                output << a.data[i] << ' ';
        }
        output << endl;
        return output;                    // cout << a1 << a2 << a3와같은경우대비
}
```

MyArray

```
int main()
{
        MyArray a1(10);

        a1[0] = 1;
        a1[1] = 2;
        a1[2] = 3;
        a1[3] = 4;
        cout << a1 ;

        return 0;
}
```

```
1 2 3 4 0 0 0 0 0 0
```