STL
-프롤로그-

SOULSEEK

목차

연산자 오버로딩

1. 연산자 오버로딩

- 사용자 정의 타입(Class)에서도 연산자를 사용할 수 있게 하는 문법
- 사용자 정의 타입(Class)은 기본적으로 컴파일 내부 연산이 정의 되어 있지 않다.

```
//Exam_1
void main()
{
	int n1 = 10, n2 = 20;

	cout << n1 + n2 << endl;
}

//Exam2
//사용자가 정의한 클래스
class Point
{
	....
};

void main()
{
	Point p1(2, 3), p2(5, 5);

	p1 + p2; // 컴파일러는 두 객체의 연산을 알고 있지 않다. 에러!!
}
```

1. 연산자 오버로딩

- 사용자 정의 타입에서 연산을 실행하면 **operator연산자() 형식의 함수**를 호출하기 때문에 멤버 함수로 선언되어 있지 않으면 에러가 발생한다.

```
class Point
{
	int x;
	int y;

	public:

	Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }

	void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }
};

void main()
{
	Point p1(2, 3), p2(5, 5);

	p1 + p2; // => p1.operator+( p2 ); 와 같다.
}
```

```
class Point
{
    int x;
    int y;

public:
	Point(int _x =0 , int _y = 0 ):x(_x),y(_y) { }
	void Print( ) { cout << x <<',' << y << endl; }

	void operator+( Point arg)
	{
		cout << "operator+() 함수 호출" << endl;
	}
};
void main( )
{
	Point p1(2,3), p2(5,5);

	p1+p2; // => p1.operator+( p2 ); 와 같다.
}
```

1. 연산자 오버로딩

- 사용자 정의 타입에서 연산을 실행 했을 때 취해야 할 행동을 미리 정해두는 함수가 필요하다.
➔그냥 일반 함수지만 연산자처럼 사용하게 만들어 주는 것이다
➔원래는 “ + ”를 하려고 만들었지만 실제 내부는 “ * ”를 해주고 있어도 문제가 되지 않는다.

```
class Point
{
	int x;
	int y;

public:

	Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }

	void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }

	void operator+(Point arg)
	{
		Point pt;
		pt.x = this->x + arg.x;
		pt.y = this->y + arg.y;

		cout << "X : " << pt.x << ", Y : " << pt.y << endl;
	}
};

void main()
{
	Point p1(2, 3), p2(5, 5);

	p1 + p2; // => p1.operator+( p2 ); 와 같다.
}
```

1. 연산자 오버로딩

```
class Point
{
	int x;
	int y;

	public:
	Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }

	void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }

	const Point operator+(const Point& arg) const
	{
		Point pt;
		pt.x = this->x + arg.x;
		pt.y = this->y + arg.y;

		return pt;
	}
};

void main()
{
	Point p1(2, 3), p2(5, 5);
	Point p3;

	p3 = p1 + p2; // 컴파일러가 p1.operator+(p2)로 해석해서 호출함!
	p3.Print();
	p3 = p1.operator+(p2); // 직접 호출함!
	p3.Print();
}
```

1. 연산자 오버로딩

단항 연산자 오버로딩

- 오버로딩이 가능한 단항 연산자는 **!, &, ~, *, +, -, ++, --** 형 변환 연산자
- **+, -**는 부호연산자.

++, --연산자 오버로딩 – 전위, 후위연산자가 있다.

```
class Point
{
        int x;
        int y;

public:
        Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }
        void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }

        const Point operator++ () // 전위 ++
        {
                ++x;
                ++y;
                return *this;
        }

        const Point operator++(int) // 후위 ++
        {
                x++;
                y++;
                return *this;
        }
};
```

```
void main()
{
        Point p1(2, 3), p2(2, 3);
        Point result;

        result = ++p1; // p1.operator++(); 와 같다.
        p1.Print();
        result.Print();

        result = p2++; // p2.operator++(0); 와 같다.
        p2.Print();
        result.Print();
}
```

1. 연산자 오버로딩

이항 연산자 오버로딩

- 오버로딩 가능한 이항 연산자로는 **+, -, *, /, ==, <, <=** 등이 있다.
- **+(덧셈), -(뺄셈)**

==연산자 오버로딩

```
class Point
{
    int x;
    int y;
public:
    Point(int _x =0 , int _y =0 ):x(_x),y(_y) { }
    void Print( ) const { cout << x <<',' << y << endl; }
    bool operator== (const Point& arg) const
    {
      return x == arg.x && y == arg.y ? true : false;
    }
};
void main( )
{
    Point p1(2,3), p2(5,5), p3(2,3);

    if( p1 == p2 )  // p1.operator== (p2) 와 같다.
      cout << "p1 == p2" << endl;

    if( p1 == p3 )  // p1.operator== (p3) 와 같다.
      cout << "p1 == p3" << endl;
}
```

1. 연산자 오버로딩

!= 연산자 오버로딩

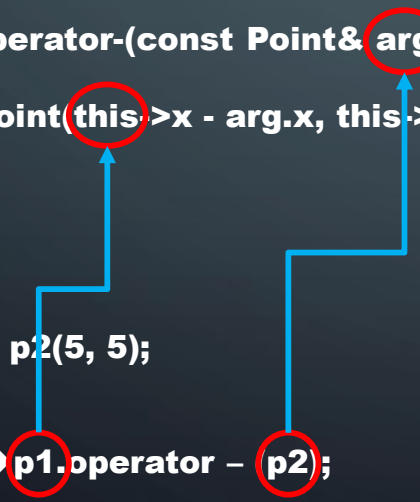
```
class Point
{
    int x;
    int y;
public:
    Point(int _x =0 , int _y =0 ):x(_x),y(_y) { }
    void Print( ) const { cout << x <<',' << y << endl; }
    bool operator== (const Point& arg) const
    {
      return x==arg.x && y==arg.y ? true : false;
    }
    bool operator!= (const Point& arg) const
    {
      return !(*this == arg);
    }
};
void main( )
{
    Point p1(2,3), p2(5,5), p3(2,3);

    if( p1 != p2 )  // p1.operator!= (p2) 와 같다.
      cout << "p1 != p2" << endl;
    if( p1 != p3 )  // p1.operator!= (p3) 와 같다.
      cout << "p1 != p3" << endl;
}
```

1. 연산자 오버로딩

- 멤버 함수를 이용한 오버로딩, 전역 함수를 이용한 오버로딩 두 가지가 있다.
- 멤버 함수를 이용할 수 없는 경우 전역 함수를 이용한 오버로딩을 한다.

멤버 함수를 이용한 연산자 오버로딩

```
class Point
{
	int x;
	int y;

	public:

	Point(int _x = 0, int _y = 0) : x(_x), y(_y) {}
	void Print()const { cout << x << ',' << y << endl; }
	int GetX()const { return x; }
	int GetY()const { return y; }

	const Point operator-(const Point& arg)const
	{
		return Point(this->x - arg.x, this->y - arg.y);
	}
};

void main()
{
	Point p1(2, 3), p2(5, 5);
	Point p3;

	p3 = p1 - p2; → p1.operator – (p2);

	p3.Print();
}
```



1. 연산자 오버로딩

전역 함수를 이용한 연산자 오버로딩

- 전역함수의 인자로 전달되어 연산이 이루어 진다.
- **Getter**를 이용하거나 **friend** 함수를 이용하여 전달한다.

```
class Point
{
    int x;
    int y;
public:
    Point(int _x =0 , int _y = 0 ):x(_x),y(_y) { }
    void Print( )const { cout << x <<',' << y << endl; }
    int GetX()const { return x; } // x의 getter
    int GetY()const { return y; } // y의 getter
};
const Point operator- (const Point& argL, const Point& argR)
{
    return Point( argL.GetX()-argR.GetX(), argL.GetY()-argR.GetY());
}
void main( )
{
    Point p1(2,3), p2(5,5);
    Point p3;

    p3 = p1 - p2; →operator- (p1, p2);

    p3.Print();
}
```

```
friend const Point operator- (const Point& argL,
                              const Point& argR);
```

```
// friend 함수를 이용한 방법
const Point operator- (const Point& argL, const Point& argR)
{
    return Point( argL.x-argR.x, argL.y-argR.y );
}
```

1. 연산자 오버로딩

함수 호출 연산자 오버로딩 – ()연산자

```
class FuncObject
{
public:
    void operator()( int arg ) const
    {
        cout <<"정수 : " << arg << endl;
    }
};

void Print1( int arg )
{
    cout <<"정수 : " << arg << endl;
}

void main( )
{
    void (*Print2)(int) = Print1;
    FuncObject Print3;

    Print1(10); // 첫째, 함수 호출
    Print2(10); // 둘째, 함수 호출
    Print3(10); // 첫째, 함수 호출 Print3.operator(10)을 호출
}
```

1. 연산자 오버로딩

```
class FuncObject
{
public:
	void operator()(int arg) const
	{
		cout << "정수 : " << arg << endl;
	}

	void operator()(int arg1, int arg2) const
	{
		cout << "정수 : " << arg1 << ',';
		cout << arg2 << endl;
	}

	void operator()(int arg1, int arg2, int arg3) const
	{
		cout << "정수 : " << arg1 << ',' << arg2 << ',' ;
		cout << arg3 << endl;
	}
};
```

```
void main()
{
	FuncObject print;
	print(10); //객체 생성 후 호출(암시적)
	print(10, 20);
	print(10, 20, 30);
	cout << endl;

	print.operator()(10); //객체 생성 후 호출(명시적)
	print.operator()(10, 20);
	print.operator()(10, 20, 30);
	cout << endl;

	FuncObject()(10); //임시 객체로 호출(암시적)
	FuncObject()(10, 20);
	FuncObject()(10, 20, 30);
	cout << endl;

	FuncObject().operator()(10); //객체 생성 후 호출(명시적)
	FuncObject().operator()(10, 20);
	FuncObject().operator()(10, 20, 30);
}
```

1. 연산자 오버로딩

배열 인덱스 연산자 오버로딩 – []연산자

```
class Array
{
	int *arr;
	int size;
	int capacity;

public:
	Array(int cap = 100) : arr(0), size(0), capacity(cap)
	{
		arr = new int[capacity];
	}
	~Array()
	{
		delete[] arr;
	}
	void Add(int data)
	{
		if (size < capacity)
			arr[size++] = data;
	}
	int Size() const
	{
		return size;
	}
	int operator[](int idx) const
	{
		return arr[idx];
	}
};
```

```
void main()
{
	Array ar(10);

	ar.Add(10);
	ar.Add(20);
	ar.Add(30);

	for (int i = 0; i < ar.Size(); i++)
		cout << ar[i] << endl; // ar.operator[](i) 와 같다.
}
```

1. 연산자 오버로딩

```
class Array
{
	int *arr;
	int size;
	int capacity;
	// 복사 함수 생략(복사 생성자,복사 대입 연산자)
public:
	Array(int cap = 100) :arr(0), size(0), capacity(cap)
	{
		arr = new int[capacity];
	}
	~Array()
	{
		delete[] arr;
	}
	void Add(int data)
	{
		if (size < capacity)
			arr[size++] = data;
	}
	int Size() const
	{
		return size;
	}
	int operator[](int idx) const // 읽기, 쓰기
	{
		return arr[idx];
	}
	int& operator[](int idx) // 읽기
	{
		return arr[idx];
	}
};
```

```
void main()
{
	Array ar(10);
	ar.Add(10);
	ar.Add(20);
	ar.Add(30);


	cout << ar[0] << endl; // ar.operator[](int) 를 호출한다.
	cout << endl;

	const Array& ar2 = ar;// ar을 참조
	cout << ar2[0] << endl; // ar.operator[](int) const 를 호출한다.
	cout << endl;

	ar[0] = 100; // ar.operator[](int) 를 호출합니다.
	//ar[1] = 100; 에러! 상수 객체(값)를 리턴하므로 대입할 수 없다.
}
```

1. 연산자 오버로딩

메모리 접근, 클래스 멤버 접근 연산자 오버로딩

- *, ->연산자는 스마트 포인터나 반복자 등의 특수한 객체에 사용된다.

```
class Point
{
	int x;
	int y;

	public:
	Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }
	void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }
};
class PointPtr
{
	Point *ptr;

	public:
	PointPtr(Point *p) : ptr(p) { }
	~PointPtr()
	{
		delete ptr;
	}

	Point* operator->() const
	{
		return ptr;
	}

	Point& operator*() const
	{
		return *ptr;
	}
};
```

```
void main()
{
	Point* p1 = new Point(2, 3); //일반 포인터
	PointPtr p2 = new Point(5, 5); //스마트 포인터

	p1->Print(); //p1->Print() 호출
	p2->Print(); //p2.operator->()->Print() 호출
	cout << endl;

	(*p1).Print(); //(*p1).Print() 호출
	(*p2).Print(); //p1.operator*().Print() 호출

	delete p1;
	// p2의 소멸자에서 Point 동적 객체를 자동 메모리 제거합니다.
}
```

1. 연산자 오버로딩

타입변환 연산자 오버로딩

사용자 정의로 사용할 수 있는 타입변환 방법

- 생성자를 이용한 타입 변환
- 타입 변환 연산자 오버로딩을 이용한 타입 변환

생성자를 이용한 타입변환

- 암시적으로 형변환이 이루어진다.
- int형 인자를 받는 변환 생성자가 char형이나 float을 받았을 때 Error는 발생하지 않지만 결과는 버그다.
- explicit키워드를 지정해서 명시적인 변환이 이루어지게 만들자.

```
class A
{
};
class B
{
public:
	B() { cout << "B() 생성자" << endl; }
	B(A& _a) { cout << "B(A _a) 생성자" << endl; }
	B(int n) { cout << "B(int n) 생성자" << endl; }
	B(double d) { cout << "B(double d) 생성자" << endl; }
};
```

```
void main()
{
	A a;
	int n = 10;
	double d = 5.5;

	B b;   // B() 생성자 호출
	b = a; // b = B(a) 암시적 생성자 호출 후 대입
	b = n; // b = B(n) 암시적 생성자 호출 후 대입
	b = d; // b = B(d) 암시적 생성자 호출 후 대입
}
```

1. 연산자 오버로딩

```
class Point
{
    int x;
    int y;
public:
    Point(int _x =0 , int _y =0 ):x(_x),y(_y) { }
    void Print( ) const { cout << x <<',' << y << endl; }
};
```

```
void main( )
{
    Point pt;
    pt.Print();

    pt = 10; // Point(10,0) 암시적 생성자 호출
    pt.Print();
}
```

```
class Point
{
      int x;
      int y;
public:
      explicit Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }
      void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }
};
```

```
void main()
{
      Point pt;
      pt.Print();

      //pt = 10; // 에러! 암시적 생성자 호출이 불가능!
      pt = Point(10); // 이렇게 명시적 생성자 호출만 가능!
      pt.Print();
}
```

1. 연산자 오버로딩

타입 변환 연산자 오버로딩을 이용한 타입 변환

```
class A
{
};
class B
{
public:
	operator A()
	{
		cout << "operator A() 호출" << endl;
		return A();
	}
	operator int()
	{
		cout << "operator int() 호출" << endl;
		return 10;
	}
	operator double()
	{
		cout << "operator double() 호출" << endl;
		return 5.5;
	}
};
```

```
void main()
{
	A a;
	int n;
	double d;

	B b;
	a = b; //b.operator A() 암시적 호출
	n = b; //b.operator int() 암시적 호출
	d = b; //b.operator double() 암시적 호출

	cout << endl;
	a = b.operator A(); // 명시적 호출
	n = b.operator int(); // 명시적 호출
	d = b.operator double(); // 명시적 호출
}
```

1. 연산자 오버로딩

```
class Point
{
	int x;
	int y;
public:
	explicit Point(int _x = 0, int _y = 0) :x(_x), y(_y) { }
	void Print() const { cout << x << ',' << y << endl; }

	operator int() const
	{
		return x;
	}
};

void main()
{
	int n = 10;

	Point pt(2, 3);
	n = pt; // pt.operator int() 암시적 호출
	cout << n << endl;
}
```

1. 연산자 오버로딩

학습과제

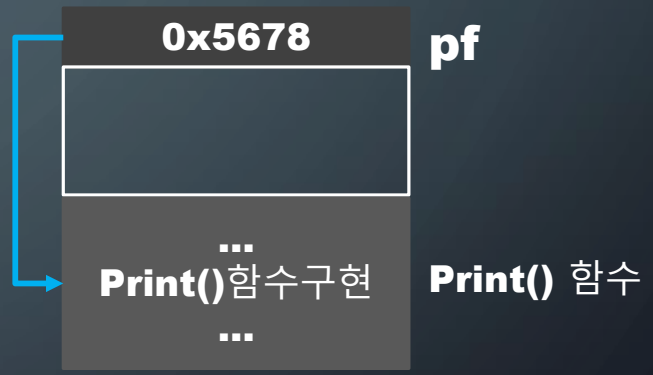
- 단항 연산자**(!, &, ~, *, +, -, --)**를 연산자 오버로딩 기능을 구현하자**.**
- 이항 연산자**(+, -, *, /, <, <=)**를 연산자 오버오딩 기능을 구현하자**.**

함수 포인터

2. 함수 포인터

- 함수의 시작 주소를 지정하는 포인터
- **Int func(int a, int b)**를 시그니처로 갖는 함수의 함수 포인터는 **int (*pf)(int, int)**와 같이 선언

```
void Print(int n)
{
    cout <<"정수: "<< n << endl;
}
void main()
{
    // void Print(int n)의 함수 포인터 선언
    void (*pf)(int );
    // 함수의 이름은 함수의 시작 주소
    pf=Print;

    Print( 10 ); //1. 함수 호출
    pf( 10 ); //2. 포인터를 이용한 함수 호출, 첫 번째 방법
    (*pf)( 10 ); //3. 포인터를 이용한 함수 호출, 두 번째 방법

    cout << endl;
    cout << Print << endl;
    cout << pf << endl;
    cout << *pf << endl;
}
```



2. 함수 포인터

함수 포인터의 종류

- 정적 함수 호출(정적 함수)
- 객체로 멤버 함수 호출(멤버 함수)
- 객체의 주소로 멤버 함수 호출(멤버 함수)

```
C++에서 함수의 호출
void Print( )
{
	cout <<"정적 함수 Print()"<< endl;
}

class Point
{
public:
	void Print( )
	{
		cout <<"멤버 함수 Print()"<< endl;
	}
};
void main()
{
	Point pt;
	Point * p = &pt;

	Print(); // 첫째, 정적 함수 호출
	pt.Print(); // 둘째, 객체로 멤버함수 호출
	p->Print(); // 셋째, 주소로 멤버함수 호출
}
```

2. 함수 포인터

정적 함수 호출

- 정적 함수인 전역 함수, **namespace** 내의 전역 함수, **static** 멤버 함수는 모두 함수 호출 규약이 같아서 함수 포인터가 같다.

```
void Print(int n)
{
	cout << "전역 함수: " << n << endl;
}
namespace A
{
	void Print(int n)
	{
		cout << "namespace A 전역 함수: “;
		cout << n << 두이;
	}
}
Class Point
{
Public:
	Static void Print(int n)
	{
		cout << “Point 클래스의 정적 멤버 함수: “;
		cout << n << endl;
	}
};
```

```
void main()
{
	void(*pf)(int);

	// 1. namespace 없는 전역 함수 호출
	Print(10);
	// 2, namespace A의 전역 함수 호출
	A::Print(10);
	// 3, Point 클래스의 정적 멤버 함수 호출
	Point::Print(10);
	cout << endl;

	pf = Print;
	// 1. 함수 포인터로 namespace 없는 전역 함수 호출
	pf(10);
	pf = A::Print;
	// 2. 함수 포인터로 namespace A의 전역 함수 호출
	pf(10);
	pf = Point::Print;
	// 3. 함수 포인터로 Point 클래스의 정적 멤버 함수 호출
	pf(10);
}
```

2. 함수 포인터

객체와 주소로 멤버 함수 호출

```
void main()
{
	Point pt(2, 3);
	Point *p = &pt;

	// 멤버 함수 포인터 선언
	void (Point::*pf1)() const;
	pf1 = &Point::Print;

	// 멤버 함수 포인터 선언
	void (Point::*pf2)(int);
	pf2 = &Point::PrintInt;

	pt.Print();
	pt.PrintInt(10);
	cout << endl;

	(pt.*pf1)();  // 객체로 멤버 함수 포인터를 이용한 호출
	(pt.*pf2)(10); // 객체로 멤버 함수 포인터를 이용한 호출
	cout << endl;

	(p->*pf1)();  // 주소로 멤버 함수 포인터를 이용한 호출
	(p->*pf2)(10); // 주소로 멤버 함수 포인터를 이용한 호출
}
```

```
class Point
{
	int x;
	int y;

public:
	explicit Point(int _x = 0, int _y = 0) : x(_x), y(_y) { }

	void Print() const
	{
		cout << x << ',' << y << endl;
	}
	void PrintInt(int n)
	{
		cout << "테스트 정수 : " << n << endl;
	}
};
```

함수 객체

3. 함수 객체

- 함수자(Functor) 라고 불린다.
- 함수처럼 동작하는 객체를 말한다.
- 매개변수 리스트를 갖는 함수 객체도 만들 수 있다.
- 함수처럼 동작하려면 ()연산자를 정의해야 하기때문에 ()연산자를 오버로딩 해야 한다.

```
void Print()
{
	cout << "전역 함수!" << endl;
}

class Functor
{
public:
	void operator( )()
	{
		cout << "함수 객체!" << endl;
	}
};

void main()
{
	Functor functor;

	Print();   // 전역 함수 호출
	functor(); // 멤버 함수 호출 functor.operator()( )와 같다
}
```

3. 함수 객체

```
void Print(int a, int b)
{
	cout << "전역 함수: " << a << ',' << b << endl;
}

class Functor
{
public:
	void operator( )(int a, int b)
	{
		cout << "함수 객체: " << a << ',' << b << endl;
	}
};

void main()
{
	Functor functor;

	Print(10, 20);   // 전역 함수 호출
	functor(10, 20); // 멤버 함수 호출 functor.operator()(10, 20)와 같다;
}
```

3. 함수 객체

함수 객체의 장점

- 일반 함수보다 속도가 빠르다.
- 함수 객체의 서명이 같더라도 객체 타입이 다르면 서로 전혀 다른 타입으로 인식한다.
- 함수 객체는 인라인 될 수 있고, 컴파일러가 쉽게 최적화 할 수 있다.

```
class Adder
{
	int total;

public:
	explicit Adder(int n=0):total(n) { }

	int operator( )(int n) // 클래스 내부에서 암묵적으로 인라인 함수가 된다.
	{
		return total += n;
	}
};
void main( )
{
	Adder add(0); //초기값 0

	cout << add(10) << endl; //10을 누적=>10
	cout << add(20) << endl; //20을 누적=>30
	cout << add(30) << endl; //30을 누적=>60
}
```

3. 함수 객체

```
#include <algorithm> // fo_each() 알고리즘(서버)을 사용하기 위한 헤더

struct Functor1
{
	// 공백을 이용하여 원소를 출력
	void operator()(int n)
	{
		cout << n << ' ';
	}
};
struct Functor2
{
	// 각 원소를 제곱하여 출력
	void operator()(int n)
	{
		cout << n * n << " ";
	}
};
struct Functor3
{
	 // 문자열과 endl을 이용하여 원소를 출력
	void operator()(int n)
	{
		cout << "정수 : " << n << endl;
	}
};
```

```
void main()
{
	int arr[5] = { 10,20,30,40,50 };

	//임시 함수자 객체(Functor1())를 만들어 함수로 전달
	for_each(arr, arr + 5, Functor1());
	cout << endl << endl;
	//임시 함수자 객체(Functor2())를 만들어 함수로 전달
	for_each(arr, arr + 5, Functor2());
	cout << endl << endl;
	//임시 함수자 객체(Functor3())를 만들어 함수로 전달
	for_each(arr, arr + 5, Functor3());
}
```

3. 함수 객체

함수 객체 구현

두 정수를 입력 받아 '<' 연산을 수행하는 함수와 함수객체를 구현

```
bool Pred_less(int a, int b)
{
	return a < b;
}

class Less
{
public:
	bool operator()(int a, int b)
	{
		return a < b;
	}
};
```

```
void main()
{
	Less less;

	cout << Pred_less(10, 20) << endl;
	cout << Pred_less(20, 10) << endl;
	cout << endl;

	cout << less(10, 20) << endl; // less 객체로 암묵적 함수 호출
	cout << less(20, 10) << endl; // less 객체로 암묵적 함수 호출
	cout << Less()(10, 20) << endl; // 임시객체로 암묵적 함수 호출
	cout << Less()(20, 10) << endl; // 임시객체로 암묵적 함수 호출
	cout << endl;

	cout << less.operator()(10, 20) << endl; // 명시적 호출
	cout << Less().operator()(10, 20) << endl; // 명시적 호출
}
```

3. 함수 객체

```
#include <functional> //STL less<>, greater<>

class Less
{
public:
	bool operator()(int a, int b)
	{
		return a < b;
	}
};

class Greater
{
public:
	bool operator()(int a, int b)
	{
		return a > b;
	}
};
```

```
void main()
{
	//사용자 Less, Greater 사용
	cout << Less()(10, 20) << endl;
	cout << Less()(20, 10) << endl;
	cout << Greater()(10, 20) << endl;
	cout << Greater()(20, 10) << endl;
	cout << endl;

	//STL의 less, greater 사용
	cout << less<int>()(10, 20) << endl;
	cout << less<int>()(20, 10) << endl;
	cout << greater<int>()(10, 20) << endl;
	cout << greater<int>()(20, 10) << endl;
}
```

3. 함수 객체

```
#include <functional> //plus<>, minus<>

class Plus
{
public:
	int operator()(int a, int b)
	{
		return a + b;
	}
};

class Minus
{
public:
	int operator()(int a, int b)
	{
		return a - b;
	}
};
```

```
void main()
{
	//사용자 Plus, Minus 사용
	cout << Plus()(10, 20) << endl;
	cout << Plus()(20, 10) << endl;
	cout << Minus()(10, 20) << endl;
	cout << Minus()(20, 10) << endl;
	cout << endl;

	//STL의 plus, minus 사용
	cout << plus<int>()(10, 20) << endl;
	cout << plus<int>()(20, 10) << endl;
	cout << minus<int>()(10, 20) << endl;
	cout << minus<int>()(20, 10) << endl;
}
```

템플릿

4. 템플릿

- 여러 타입의 함수나 클래스를 쉽게 구현 가능하게 한다.
- 프로그램의 속도에 영향을 주지 않지만, 컴파일하는 도중에 클래스나 함수를 생성해야 하므로 컴파일이 느려 지는 단점은 있다.
- 함수 템플릿과 클래스 템플릿이 있다.

함수 템플릿

```
void Print(int a, int b)
{
	cout << a << ", " << b << endl;
}

void Print(double a, double b)
{
	cout << a << ", " << b << endl;
}

void Print(const char* a, const char* b)
{
	cout << a << ", " << b << endl;
}

void main( )
{
	Print(10, 20); // 정수 출력
	Print(0.123, 1.123); // 실수 출력
	Print("ABC", "abcde"); // 문자열 출력
}
```

- 함수앞에 **template<T>**키워드를 붙이면 된다.
- 매개 변수도 **<T>**여야 한다.
- 명시적, 암시적 호출 둘 다 알맞은 형태의 함수로 변형 시키기 때문에 구분할 필요 없다.

```
template <typename T>
void Print(T a, T b)
{
	cout << a << ", " << b << endl;
}

void main()
{
	//암시적 호출
	Print<int>(10, 20); // 정수 출력
	Print<double>(0.123, 1.123); // 실수 출력
	Print<const char*>("ABC", "abcde"); // 문자열 출력

	//명시적 호출
	Print<int>(10, 20); // 정수 출력
	Print<double>(0.123, 1.123); // 실수 출력
	Print<const char*>("ABC", "abcde"); // 문자열 출력
}
```

4. 템플릿

둘 이상 여러 매개변수를 가지는 경우.

```
template <typename T1, typename T2>
void Print(T1 a, T2 b)
{
	cout << a << ", " << b << endl;
}

void main()
{
	Print(10, 1.5); // 정수, 실수 출력
	Print("Hello!", 100); // 문자열, 정수 출력
	Print(1.5, "Hello!"); // 실수, 문자열 출력
}
```

템플릿 함수 정의의 연산이 가능한 객체, 즉 인터페이스를 지원하는 객체라면 모두 올 수 있다, 다시 말해 **T temp = a**문장에서 복사 생성자를 호출하므로 복사 생성자를 지원해야 하며 **a = b**나 **b = temp** 문장에서 대입 연산자를 호출하므로 대입 연산자를 지원해야한다.

```
template <typename T>
void Swap(T &a, T &b)
{
	T temp = a;
	a = b;
	b = temp;
}

void main()
{
	int n1 = 10, n2 = 20;
	double d1 = 1.1, d2 = 2.2;

	cout << n1 << ", " << n2 << endl;
	Swap(n1, n2);
	cout << n1 << ", " << n2 << endl;
	cout << endl;

	cout << d1 << ", " << d2 << endl;
	Swap(d1, d2);
	cout << d1 << ", " << d2 << endl;
}
```

4. 템플릿

배열을 템플릿으로 사용하는 경우 – 정수도 가능하다.

```
template <typename T, int size>
void PrintArray(T* arr)
{
	for(int i = 0 ; i < size ; ++i)
	{
		cout << "["<< i << "]: " << arr[i] << endl;
	}
	cout << endl;
}
void main( )
{
	int arr1[5] = { 10, 20, 30, 40, 50};
	PrintArray<int, 5>(arr1); // 명시적 호출

	double arr2[3] = { 1.1, 2.2, 3.3};
	PrintArray<double, 3>(arr2); // 명시적 호출
}
```

함수 인자가 **arr1**이라는 정보만을 제공하므로 **5**라는 템플릿 매개변수 인자를 컴파일러가 추론할 수 없기 때문에 명시적으로 호출해 컴파일러가 함수 템플릿 인스턴스를 생성하게 한다.

4. 템플릿

연산자 오버로딩의 지원이 불가능한 경우

```
class Point
{
    int x; int y;
public:
    explicit Point(int _x =0 , int _y =0 ):x(_x),y(_y) { }
    void Print( ) const { cout << x <<',' << y << endl; }
};

template <typename T>
void Print(T a)
{
    cout << a << endl;
}
void main( )
{
    int n = 10;
    double d = 2.5;
    Point pt(2,3);

    Print( n );
    Print( d );
    Print( pt ); //에러! cout << pt; 연산이 불가능하므로
}
```

템플릿의 매개변수 타입 객체인 **a**가 템플릿 함수 정의의 연산을 지원해야 하는데 **pt**는 **cout**의 **<<** 연산을 지원하지 않는다. 그래서 연산자 오버로딩 함수를 추가하거나 **특수화된 함수 템플릿을 지원**하는 방법이 있다.

4. 템플릿

```
class Point
{
	int x; int y;

public:
	explicit Point(int _x =0 , int _y =0 ):x(_x),y(_y) { }
	void Print( ) const { cout << x <<',' << y << endl; }
};

// 일반화 함수 템플릿
template <typename T>
void Print(T a)
{
	cout << a << endl;
}

// 특수화 함수 템플릿
template < >
// 명시적인 코드: void Print<Point>(Point a)
void Print(Point a)
{
	cout << "Print 특수화 버전: ";
	a.Print();
}
```

```
void main( )
{
	int n = 10;
	double d = 2.5;
	Point pt(2,3);

	Print( n );  // Print<int>( n )    일반화 버전 호출
	Print( d );  // Print<double>( d ) 일반화 버전 호출
	Print( pt ); // Print<Point>( pt ) 특수화 버전 호출
}
```

4. 템플릿

클래스 템플릿

- 클래스를 정의하기 위한 메타 클래스 코드
- 템플릿 매개변수 인자를 통해 클래스에 사용될 타입을 결정할 수 있다.

```
class IntArray //정수 Array
{
	int *buf;
	int size;
	int capacity;
public:
	explicit IntArray(int cap = 100) :buf(0), size(0), capacity(cap)
	{
		buf = new int[capacity];
	}
	~IntArray() { delete[] buf; }

	void Add(int data) { buf[size++] = data; }
	int operator[](int idx) const { return buf[idx]; }
	int GetSize() const { return size; }
};
class StringArray //문자열 Array
{
	string *buf;
	int size;
	int capacity;
public:
	explicit StringArray(int cap = 100) :buf(0), size(0), capacity(cap)
	{
		buf = new string[capacity];
	}
	~StringArray() { delete[] buf; }

	void Add(string data) { buf[size++] = data; }
	string operator[](int idx) const { return buf[idx]; }
	int GetSize() const { return size; }
};
```

```
void main()
{
	IntArray iarr; // 정수 Array 객체
	iarr.Add(10);
	iarr.Add(20);
	iarr.Add(30);

	for (int i = 0; i < iarr.GetSize(); ++i)
		cout << iarr[i] << " ";

	cout << endl;

	StringArray sarr; // 문자열 Array 객체
	sarr.Add("abc");
	sarr.Add("ABC");
	sarr.Add("Hello!");

	for (int i = 0; i < sarr.GetSize(); ++i)
		cout << sarr[i] << " ";

	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

```
template <typename T> // 클래스 템플릿 Array 정의
class Array
{
	T *buf;
	int size;
	int capacity;
public:
	explicit Array(int cap = 100) : buf(0), size(0), capacity(cap)
	{
		buf = new T[capacity];
	}
	~Array() { delete[] buf; }

	void Add(T data)
	{
		buf[size++] = data;
	}

	T operator[](int idx) const
	{
		return buf[idx];
	}

	int GetSize() const
	{
		return size;
	}
};
```

```
void main()
{
	//정수(클라이언트가 T 타입 결정) Array 객체
	Array<int> iarr;
	iarr.Add(10);
	iarr.Add(20);
	iarr.Add(30);

	for (int i = 0; i < iarr.GetSize(); ++i)
		cout << iarr[i] << " ";

	cout << endl;

	//문자열(클라이언트가 T 타입 결정) Array 객체
	Array<string> sarr;
	sarr.Add("abc");
	sarr.Add("ABC");
	sarr.Add("Hello!");

	for (int i = 0; i < sarr.GetSize(); ++i)
		cout << sarr[i] << " ";

	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

디폴트 매개 변수로 사용

```
template <typename T = int, int capT = 100> // int, 100 디폴트 매개 변수 값 지정
class Array
{
	T *buf;
	int size;
	int capacity;
public:
	explicit Array(int cap = capT) : buf(0), size(0), capacity(cap)
	{
		buf = new T[capacity];
	}
	~Array() { delete[] buf; }

	void Add(T data)
	{
		buf[size++] = data;
	}

	T operator[](int idx) const
	{
		return buf[idx];
	}

	int GetSize() const
	{
		return size;
	}
};
```

```
void main()
{
	// 디폴트 매개 변수 값 int, 100 사용
	Array<> iarr;
	iarr.Add(10);
	iarr.Add(20);
	iarr.Add(30);

	for (int i = 0; i < iarr.GetSize(); ++i)
		cout << iarr[i] << " ";
	cout << endl;

	// 디폴트 매개 변수 값 사용하지 않음
	Array<string, 10> sarr;
	sarr.Add("abc");
	sarr.Add("ABC");
	sarr.Add("Hello!");

	for (int i = 0; i < sarr.GetSize(); ++i)
		cout << sarr[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

템플릿, 템플릿 함수, 템플릿 함수 객체를 추가하는 예제..

```
//begin은 배열의 시작 주소, end는 배열의 끝 주소,
//pf는 클라이언트 함수 포인터.
void For_each(int *begin, int *end, void (*pf)(int ) )
{
	while( begin != end )
	{
		pf( *begin++ );
	}
}
void PrintInt(int n)
{
	cout << n <<" ";
}
void main( )
{
	int arr[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
	For_each(arr, arr+5, PrintInt); // 정수 출력
	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

For_each를 함수 템플릿으로...

```
template <typename IterT, typename Func>
void For_each(IterT begin,IterT end, Func pf )
{
    while( begin != end )
    {
        pf( *begin++ );
    }
}

void PrintInt(int data)
{
    cout << data <<" ";
}

void PrintString(string data)
{
    cout << data <<" ";
}
```

```
void main( )
{
    int arr[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
    For_each(arr, arr+5, PrintInt); // 정수 출력
    cout << endl;

    string sarr[3] = {"abc","ABCDE","Hello!"};
    For_each(sarr, sarr+3, PrintString); // 문자열 출력
    cout << endl;
}
```

4. 템플릿

명시적 For_each()호출

```
template <typename IterT, typename Func>
void For_each(IterT begin,IterT end, Func pf )
{
	while( begin != end )
	{
		pf( *begin++ );
	}
}

void PrintInt(int data)
{
	cout << data <<" ";
}

void PrintString(string data)
{
	cout << data <<" ";
}
```

```
void main( )
{
	int arr[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
	For_each<int* , void (*)(int) >(arr, arr+5, PrintInt); // 정수 출력
	cout << endl;

	string sarr[3] = {"abc","ABCDE","Hello!"};
	For_each<string* , void (*)(string) >(sarr, sarr+3, PrintString); // 문자열 출력
	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

Print()함수도 템플릿 함수로 변경..

```
template <typename IterT, typename Func>
void For_each(IterT begin,IterT end, Func pf )
{
	while( begin != end )
	{
		pf( *begin++ );
	}
}

template <typename T>
void Print(T data)
{
	cout << data <<" ";
}

void main( )
{
	int arr[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
	For_each(arr, arr+5, Print<int>); // 정수 출력
	cout << endl;

	string sarr[3] = {"abc","ABCDE","Hello!"};
	For_each(sarr, sarr+3, Print<string>); // 문자열 출력
	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

함수객체를 사용해서 만들어 보자.

```
template <typename IterT, typename Func>
void For_each(IterT begin,IterT end, Func pf )
{
	while( begin != end )
	{
		pf( *begin++ );
	}
}

template <typename T>
class PrintFunctor
{
	string sep; // 출력 구분자 정보

public:
	explicit PrintFunctor(const string& s=" ") : sep(s) { }
	void operator()(T data) const
	{
		cout << data <<sep;
	}
};
```

```
void main( )
{
	int arr[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
	For_each(arr, arr+5, PrintFunctor<int>());
	cout << endl;

	string sarr[3] = {"abc","ABCDE","Hello!"};
	For_each(sarr, sarr+3, PrintFunctor<string>("*\n"));
	cout << endl;
}
```

4. 템플릿

함수 객체의 반환 타입과 매개변수 타입을 결정하여 함수객체를 만드는 예제..

```
template <typename RetType, typename ArgType>
class Functor
{
public :
	RetType operator( ) (ArgType data)
	{
		cout << data << endl;
		return RetType();
	}
};

void main( )
{
	Functor< void, int > functor1;
	functor1( 10 );
	Functor< bool, string > functor2;
	functor2( "Hello!" );
}
```