게임 자료구조와 알고리즘

-CHAPTER21-

SOULSEEK

목차

정렬 알고리즘

1. 정렬 알고리즘

- 변경 알고리즘의 특수한 형태
- 특정 정렬 기준으로 원소의 순서를 변경하며 정렬한다.

알고리즘	설명(설명에 사용되는 p는 구간[b,e)의 반복자)
p=partition(b,e,f)	구간**[b,e)**의 순차열 중**f(*p)**가 참인 원소는 **[b,e)**의 순차열에 거짓인 원소는 **[p,e)**의 순차열로 분류한다.
stable_partition(b,e,f)	**partition()**알고리즘과 같고 원소의 상대적인 순서를 유지한다.
make_heap(b,e)	힙을 생성한다. 구간**[b,e)**의 순차열을 힙 구조로 변경한다.
make_heap(b,e,f)	힙을 생성한다. 구간**[b,e)**의 순차열을 힙 구조로 변경한다.**f**는 조건자로 비교에 사용한다.
push_heap(b,e)	힙에 원소를 추가한다. 보통 **push_back()** 멤버 함수와 같이 사용되며, 구간**[b,e)**의 순차열을 다시 힙 구조가 되게 한다.
push_heap(b,e,f)	힙에 원소를 추가한다. 보통 **push_back()** 멤버 함수와 같이 사용되며, 구간**[b,e)**의 순차열을 다시 힙 구조가 되게 한다. **f**는 조건자로 비교에 사용한다.
pop_heap(b,e)	힙에서 원소를 제거한다. 구간**[b,e)**의 순차열의 가장 큰 원소(첫 원소)를 제거한다.
pop_heap(b,e,f)	힙에서 원소를 제거한다. 구간**[b,e)**의 순차열의 가장 큰 원소(첫 원소)를 제거한다. **f**를 이용한 비교
sort_heap(b,e)	힙을 정렬한다. 구간**[b,e)**의 순차열을 힙 구조를 이용해 정렬한다.
sort_heap(b,e,f)	힙을 정렬한다. 구간**[b,e)**의 순차열을 힙 구조를 이용해 정렬한다.**f**는 조건자로 비교에 사용한다.
nth_element(b,m,e)	구간**[b,e)**의 원소 중 **m-b**개 만큼 선별된 원소를 **[b,m)** 순차열에 놓이게 한다.
nth_element(b,m,e,f)	구간**[b,e)**의 원소 중 **m-b**개 만큼 선별된 원소를 **[b,m)** 순차열에 놓이게 한다.
sort(b,e)	퀵 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**를 정렬한다.

1. 정렬 알고리즘

알고리즘	설명(설명에 사용되는 p는 구간[b,e)의 반복자)
srot(b,e,f)	퀵 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**를 조건자**f**를 사용해 정렬한다.
stable_sort(b,e)	머지 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**를 정렬하되 값이 같은 원소의 상대적인 순서를 유지한다.
stable_sort(b,e,f)	머지 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**를 정렬하되 값이 같은 원소의 상대적인 순서를 유지한다. **F**는 조건자로 비교에 사용한다.
partial_sort(b,m,e)	힙 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**의 원소 중 **m-b**개 만큼의 상위 원소를 정렬하여**[b,m)** 순차열에 놓는다.
partial_sort(b,m,e,f)	힙 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**의 원소 중 **m-b**개 만큼의 상위 원소를 정렬하여**[b,m)** 순차열에 놓는다. **f**는 조건자로 비교에 사용한다.
partial_sort_copy (b,e,b2,e2)	힙 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**의 원소 중 상위 **e2-b2**개의 원소 정도만 정렬하여**[b2, e2)**로 복사한다.
partial_sort_copy (b,e,b2,e2,f)	힙 정렬을 기반으로 정렬한다. 구간**[b,e)**의 원소 중 상위 **e2-b2**개의 원소 정도만 정렬하여**[b2, e2)**로 복사한다. **f**는 조건자로 비교 사용한다.

1. 정렬 알고리즘

make_heap()알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);
	v.push_back(60);

	cout << "v : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	make_heap(v.begin(), v.end());
	cout << "v[힙 생성] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

조건1. 부모보다 자식이 우선순위가 낮다.
조건2. 내림차순 정렬이 디폴트다

힙 구조 생성 전

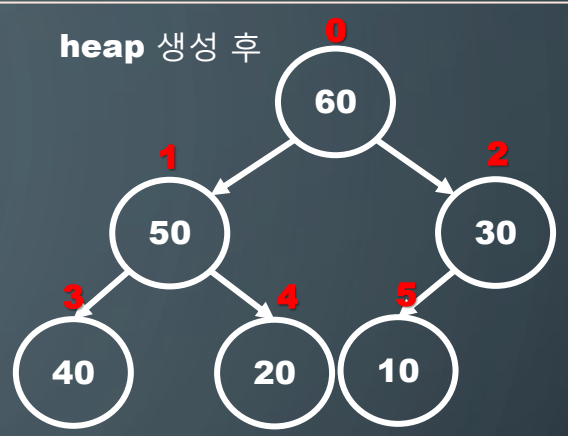
힙 구조 생성 후

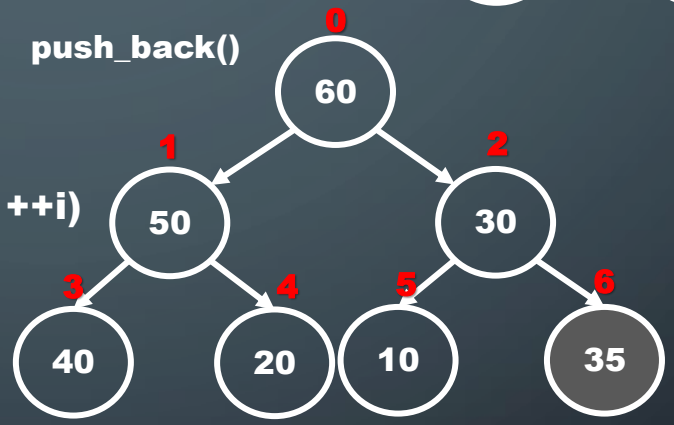
1. 정렬 알고리즘

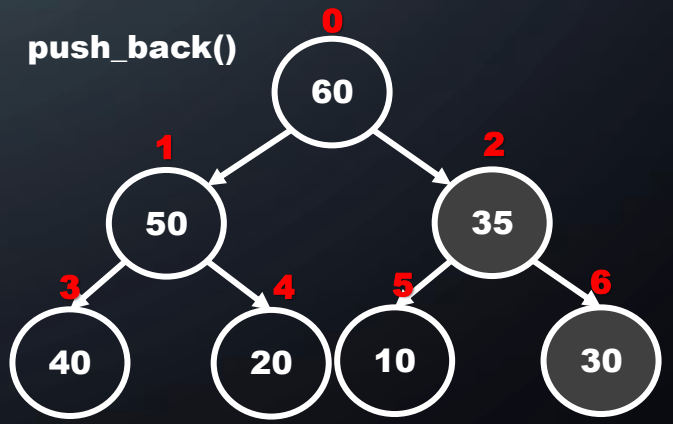
push_heap() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);
	v.push_back(60);

	make_heap(v.begin(), v.end());
	cout << "v[힙 생성] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	v.push_back(35);
	cout << "v 순차열에 35 추가 : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	push_heap(v.begin(), v.end());
	cout << "v[힙 추가] 연산 수행 :";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

push_back같은 삽입 멤버 함수와 함께 사용되어 **push_back**으로 추가된 멤버를 **heap** 정렬한다.



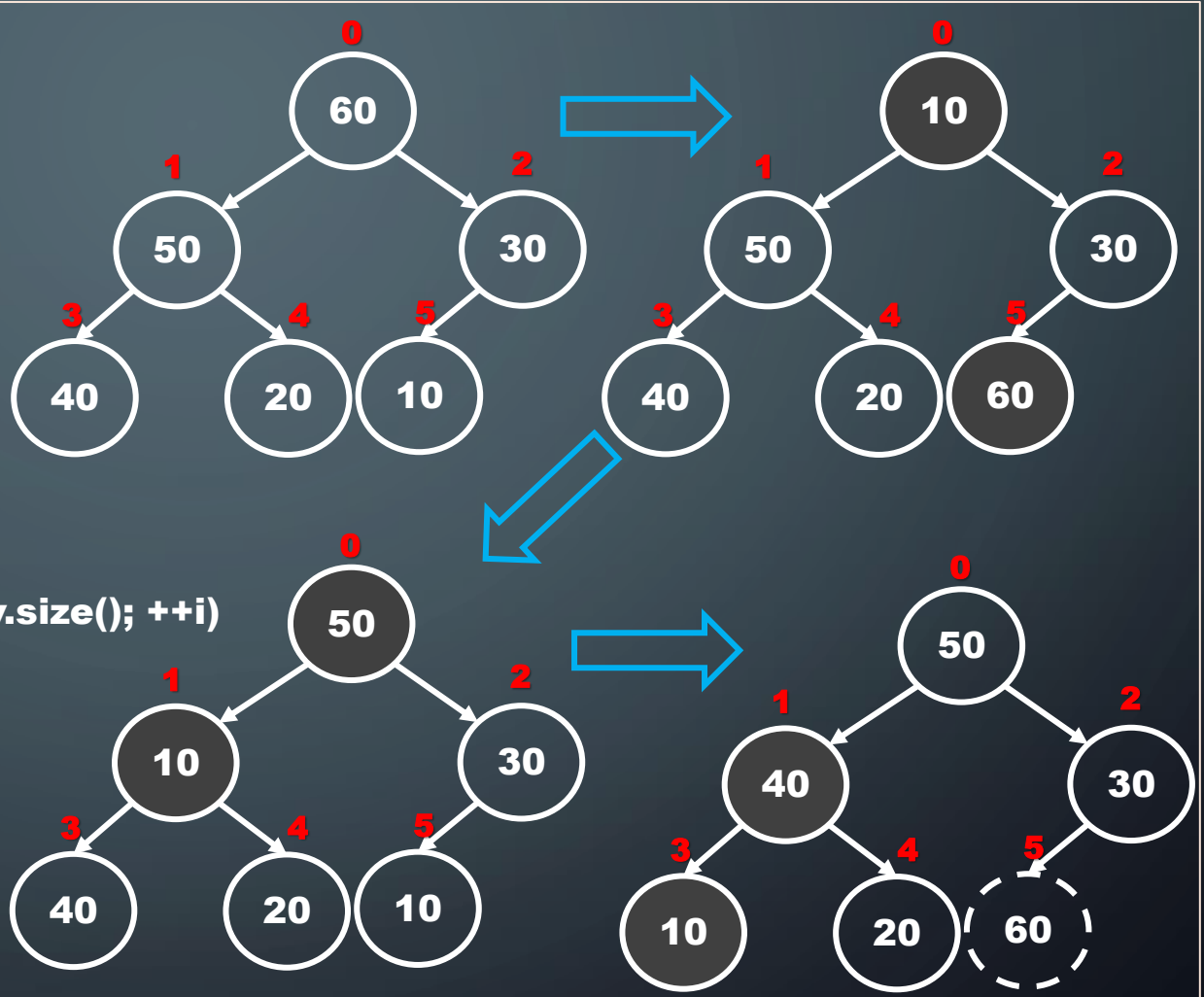




1. 정렬 알고리즘

pop_heap() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
        vector<int> v;
        v.push_back(10);
        v.push_back(20);
        v.push_back(30);
        v.push_back(40);
        v.push_back(50);
        v.push_back(60);

        make_heap(v.begin(), v.end());
        cout << "v[힙 생성] : ";
        for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
                cout << v[i] << " ";
        cout << endl;




        pop_heap(v.begin(), v.end());
        cout << "v[힙 삭제] 연산 수행 :";
        for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
                cout << v[i] << " ";
        cout << endl;

}
```



pop으로 제거할 루트 노드를 **heap**에서 배제하는 위치로 변경만 한다. 제거 알고리즘도 아니며 정렬만 수행한다 원소삭제 멤버 함수를 활용해서 제거 할 수 있다.

1. 정렬 알고리즘

sort_heap() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);
	v.push_back(60);

	make_heap(v.begin(), v.end());
	cout << "v[힙 생성] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	sort_heap(v.begin(), v.end());
	cout << "v[힙 정렬] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

sort_heap()은 오름차순이 디폴트다.

1. 정렬 알고리즘

조건자를 적용한 힙 생성 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(40);
	v.push_back(10);
	v.push_back(50);
	v.push_back(30);
	v.push_back(20);
	v.push_back(60);

	//부모 노드가 모든 자식 노드보다 작은 힙을 생성한다.
	make_heap(v.begin(), v.end(), greater<int>());

	cout << "v[힙 생성] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	v.push_back(35);
	push_heap(v.begin(), v.end(), greater<int>());

	cout << "v[힙 추가] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	sort_heap(v.begin(), v.end(), greater<int>());

	cout << "v[힙 정렬] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

heap의 생성할 때와 같은 조건자를 가지고 원소를 추가 해야 한다.

1. 정렬 알고리즘

nth_element() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;

	for (int i = 0; i < 100; ++i)
		v.push_back(rand() % 1000);

	nth_element(v.begin(), v.begin() + 20, v.end());

	cout << "v[상위 20개] : ";

	for (vector<int>::size_type i = 0; i < 20; ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;

	cout << "v[하위 80개] : ";

	for (vector<int>::size_type i = 20; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;
}
```

v.begin() ~ v.begin() + 20의 구간. 즉, 상위 **20**개를 디폴트인 오름 차순으로 정렬

1. 정렬 알고리즘

sort() 알고리즘의 랜덤 정수 정렬 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;

	for (int i = 0; i < 100; ++i)
		v.push_back(rand() % 1000);

	cout << "v[정렬 전] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	sort(v.begin(), v.end());
	cout << "v[정렬 less] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	sort(v.begin(), v.end(), Greater);
	//sort(v.begin(), v.end(), greater<int>() );

	cout << "v[정렬 greater] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

```
bool Greater(int left, int right)
{
	return left > right;
}
```

1. 정렬 알고리즘

stable_sort() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;

	v.push_back(30);
	v.push_back(50);
	v.push_back(30);
	v.push_back(20);
	v.push_back(40);
	v.push_back(10);
	v.push_back(40);

	cout << "v[정렬 전] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	stable_sort(v.begin(), v.end());

	cout << "v[정렬 less] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	stable_sort(v.begin(), v.end(), Greater);
	//sort(v.begin(), v.end(), greater<int>() );

	cout << "v[정렬 greater] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;
}

bool Greater(int left, int right)
{
	return left > right;
}
```

정렬 전

30A	50	30B	20	40A	10	40B	N

stable_sort(v.begin(), v.end())

10	20	30A	30B	40A	40B	50	N

stable_sort(v.begin(), v.end(),greate<int>())

50	40A	40B	30A	30B	20	10	N

1. 정렬 알고리즘

partial_sort() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;

	for (int i = 0; i < 100; ++i)
	v.push_back(rand() % 1000);

	partial_sort(v.begin(), v.begin() + 20, v.end());

	cout << "v[상위 정렬 20개] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < 20; ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;

	cout << "v[하위 80개] : ";
	for (vector<int>::size_type i = 20; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;
}
```

1. 정렬 알고리즘

partial_sort_copy() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;

	for (int i = 0; i < 100; ++i)
		v1.push_back(rand() % 1000);

	cout << "[v1 정렬 전] :  ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;

	vector<int> v2(20); //size : 20의 vector 생성

	partial_sort_copy(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end());
	cout << "[v2 less]:  ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;

	partial_sort_copy(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), greater<int>());
	cout << "[v2 greater] :  ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

정렬된 범위 알고리즘

2. 정렬된 범위 알고리즘

- 정렬된 범위 안에서만 동작하는 알고리즘을 말한다.
- 입력 순차열이 반드시 정렬돼 있어야 한다.
- 원소가 같음을 표시할 때 **a '==' b** 연산자가 아닌 **!(a<b) && !(b<a)**를 사용한다.

알고리즘	설명(설명에 사용되는 p는 구간[b,e)의 반복자)
binary_search(b,e,x)	구간**[b,e)**의 순차열에 **x**와 같은 원소가 있는가**?**
binary_search(b,e,x,f)	구간**[b,e)**의 순차열에 **x**와 같은 원소가 있는가**? f**를 비교에 사용한다**.**
includes(b,e,b2,e2)	구간**[b2,e2)**의 모든 원소가 구간**[b,e)**에도 있는가**?**
includes(b,e,b2,e2,f)	구간**[b2,e2)**의 모든 원소가 구간**[b,e)**에도 있는가**? f**를 비교에 사용한다**.**
p=lower_bound(b,e,x)	**p**는 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**와 같은 첫 원소의 반복자다**.**
p=lower_bound(b,e,x,f)	**p**는 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**와 같은 첫 원소의 반복자다**. f**를 비교에 사용한다**.**
p=upper_bound(b,e,x)	**p**는 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**보다 큰 첫 원소의 반복자다**.**
p=upper_bound(b,e,x,f)	**p**는 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**보다 큰 첫 원소의 반복자다**. f**를 비교에 사용한다**.**
pair(p1,p2)=equal_range(b,e,x)	구간**[p1,p2)**의 순차열 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**와 같은 원소의 구간**(**순차열**)**이다**.** **[lower_bound(), upper_bound())**의 순차열과 같다**.**
pair(p1,p2)=equal_range(b,e,x,f)	구간**[p1,p2)**의 순차열 구간**[b,e)**의 순차열에서 **x**와 같은 원소의 구간**(**순차열**)**이다**.** **[lower_bound(), upper_bound())**의 순차열과 같다**. f**를 비교에 사용한다**.**
p=merge(b,e,b2,e2,t)	구간**[b,e)**의 순차열과 구간**[b2,e2)**의 순차열을 합병해**[t,p)**에 저장한다**.**
p=merge(b,e,b2,e2,t,f)	구간**[b,e)**의 순차열과 구간**[b2,e2)**의 순차열을 합병해**[t,p)**에 저장한다**. f**를 비교에 사용한다**.**

2. 정렬된 범위 알고리즘

알고리즘	설명(설명에 사용되는 p는 구간[b,e)의 반복자)
inplace_merge(b,m,e)	정렬된**[b,m)**순차열과 **[m,e)**순차열을 **[b,e)**순차열로 합병한다**.**
inplace_merge(b,m,e,f)	정렬된**[b,m)**순차열과 **[m,e)**순차열을 **[b,e)**순차열로 합병한다**.f**를 비교에 사용한다**.**
p=set_union(b,e,b2,e2,t)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 합집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.**
p=set_union(b,e,b2,e2,t,f)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 합집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.f**를 비교에 사용
p=set_intersection (b,e,b2,e2,t)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 교집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.**
p=set_intersection (b,e,b2,e2,t,f)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 합집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.f**를 비교에 사용
p=set_difference (b,e,b2,e2,t)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 차집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.**
p=set_difference (b,e,b2,e2,t,f)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 차집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.f**를 비교에 사용
p=set_symmetric_difference(b,e,b2,e2,t)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 대칭 차집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.**
p=set_symmetric_difference(b,e,b2,e2,t,f)	구간**[b,e)**의 순차열과 **[b2,e2)**의 순차열을 정렬된 대칭 차집합으로 **[t,p)**에 저장한다**.f**를 비교에 사용

2. 정렬된 범위 알고리즘

binary_search() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;

	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);


	if (binary_search(v.begin(), v.end(), 20))
		cout << "20 원소가 존재합니다." << endl;
	else
		cout << "20 원소가 존재하지 않습니다." << endl;
}
```

2. 정렬된 범위 알고리즘

조건자를 통한 binary_search() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(40);
	v.push_back(46);
	v.push_back(12);
	v.push_back(80);
	v.push_back(10);
	v.push_back(47);
	v.push_back(30);
	v.push_back(55);
	v.push_back(90);
	v.push_back(53);

	cout << "[v 원본]: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	sort(v.begin(), v.end(), Pred);

	cout << "[v: 정렬]: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	if (binary_search(v.begin(), v.end(), 32, Pred))
		cout << "32 원소가 존재합니다." << endl;
	else
		cout << "32 원소가 존재하지 않습니다." << endl;

	if (binary_search(v.begin(), v.end(), 35, Pred))
		cout << "35 원소가 존재합니다." << endl;
	else
		cout << "35 원소가 존재하지 않습니다." << endl;
}
bool Pred(int left, int right)
{
	return 3 < right - left;
}
```

오름차순 정렬을 하되 주어진 조건이 만족할 경우 매개변수로 사용한 원소끼리 교환이 이루어지는 것.

원본 정렬

40	46	12	80	10	47	30	55	90	53	N

sort() - 두 원소의 차가 3보다 크면 다음 원소로 정렬

12	10	30	40	46	47	30	55	90	53	N

binary_search() - 두 원소의 차가 3이하이면 같은 원소 - !Pred(30,32) && !Pred(32,30)

12	10	30	40	46	47	30	55	90	53	N

2. 정렬된 범위 알고리즘

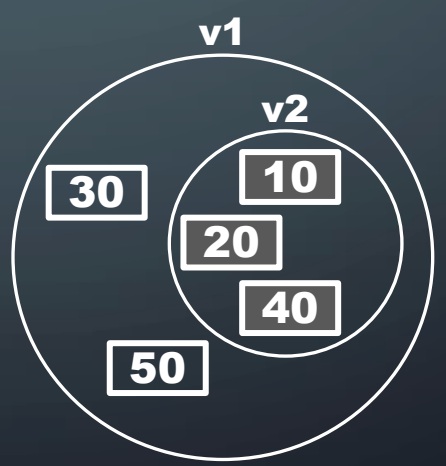
binary_search() 알고리즘의 조건자 사용 예제..

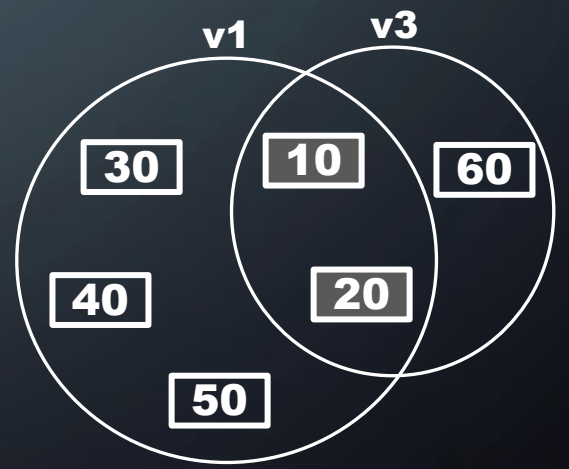
```
void main()
{
	vector<int> v;

	v.push_back(10);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);
	v.push_back(20);

	cout << "[v 원본]: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	//기본 정렬 기준 less 사용
	sort(v.begin(), v.end());

	cout << "[v: less 정렬]: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	//비교 조건자 less 지정(일반 버전 binary_search() 가능)
	cout << "비교 less 찾기: " << binary_search(v.begin(), v.end(), 20, less<int>()) << endl;

	//정렬 기준 greater 지정
	sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());
	cout << "[v: greater 정렬]: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	//조건자 정렬 기준 greater 지정
	cout << "비교 greater 찾기: “;
	cout << binary_search(v.begin(), v.end(), 20, greater<int>());
	cout << endl;
}
```

2. 정렬된 범위 알고리즘

Includes() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	vector<int> v2;
	v2.push_back(10);
	v2.push_back(20);
	v2.push_back(40);

	vector<int> v3;
	v3.push_back(10);
	v3.push_back(20);
	v3.push_back(60);

	if (includes(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end()))
		cout << "v2는 v1의 부분 집합" << endl;
	else
		cout << "v2는 v1의 부분 집합 아님" << endl;

	if (includes(v1.begin(), v1.end(), v3.begin(), v3.end()))
		cout << "v3는 v1의 부분 집합" << endl;
	else
		cout << "v3는 v1의 부분 집합 아님" << endl;

	//정렬 기준을 greater<int> 설정
	sort(v1.begin(), v1.end(), greater<int>());
	sort(v2.begin(), v2.end(), greater<int>());

	//비교 기준을 greater<int> 설정
	if (includes(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), greater<int>()))
		cout << "greater정렬 순차열: v2는 v1의 부분 집합" << endl;
}
```

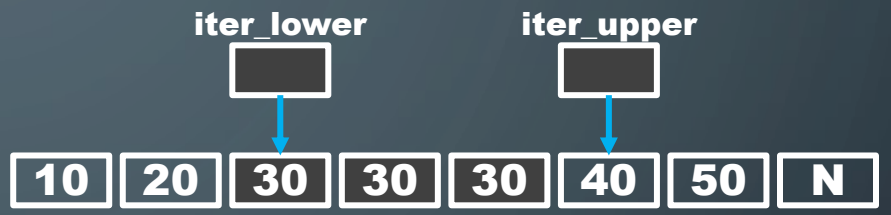




2. 정렬된 범위 알고리즘

lower_bound(), upper_bound()알고리즘 사용 예제..

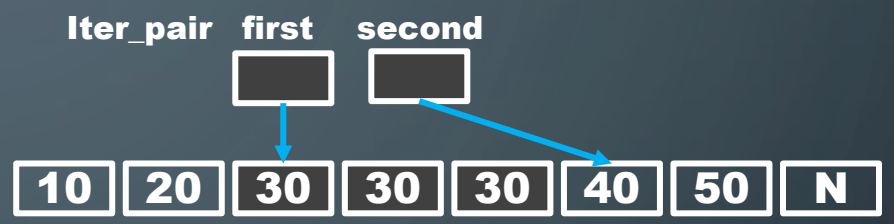
```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(30);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);

	vector<int>::iterator iter_lower, iter_upper;

	iter_lower = lower_bound(v.begin(), v.end(), 30);
	iter_upper = upper_bound(v.begin(), v.end(), 30);

	cout << "30 원소의 순차열 [iter_lower, iter_upper): ";
	for (vector<int>::iterator iter = iter_lower; iter != iter_upper; ++iter)
		cout << *iter << " ";
	cout << endl;
}
```



2. 정렬된 범위 알고리즘

equal_range() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(30);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);

	//vector<int>::iterator iter_lower, iter_upper;
	pair<vector<int>::iterator, vector<int>::iterator> iter_pair;

	iter_pair = equal_range(v.begin(), v.end(), 30);

	cout << "30 원소의 순차열 [iter_pair.first, iter_pair.second): ";

	for (vector<int>::iterator iter = iter_pair.first; iter != iter_pair.second; ++iter)
		cout << *iter << " ";

	cout << endl;
}
```



2. 정렬된 범위 알고리즘

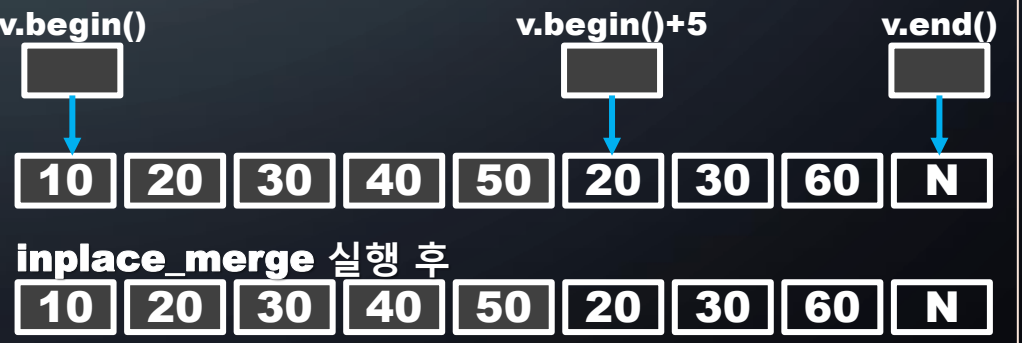
merge() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	vector<int> v2;
	v2.push_back(20);
	v2.push_back(30);
	v2.push_back(60);

	vector<int> v3(10); //size: 10인 vector 생성

	cout << "v1: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;
	cout << "v2: ";
		for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
	cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
	cout << "v3: ";
for (vector<int>::size_type i = 0; i < v3.size(); ++i)
		cout << v3[i] << " ";
cout << endl;

vector<int>::iterator iter_end;
//v1의 순차열과 v2의 순차열을 합병하여 [v3.begin(),
iter_end)의 순차열에 저장한다.
iter_end = merge(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(),
v2.end(), v3.begin());
cout << "v1: ";
for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
cout << endl;
cout << "v2: ";
for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
cout << endl;
cout << "v3: ";\
for (vector<int>::size_type i = 0; i < v3.size(); ++i)
		cout << v3[i] << " ";
cout << endl;
}
```

2. 정렬된 범위 알고리즘

inplace_merge() 알고리즘 사용 예제..

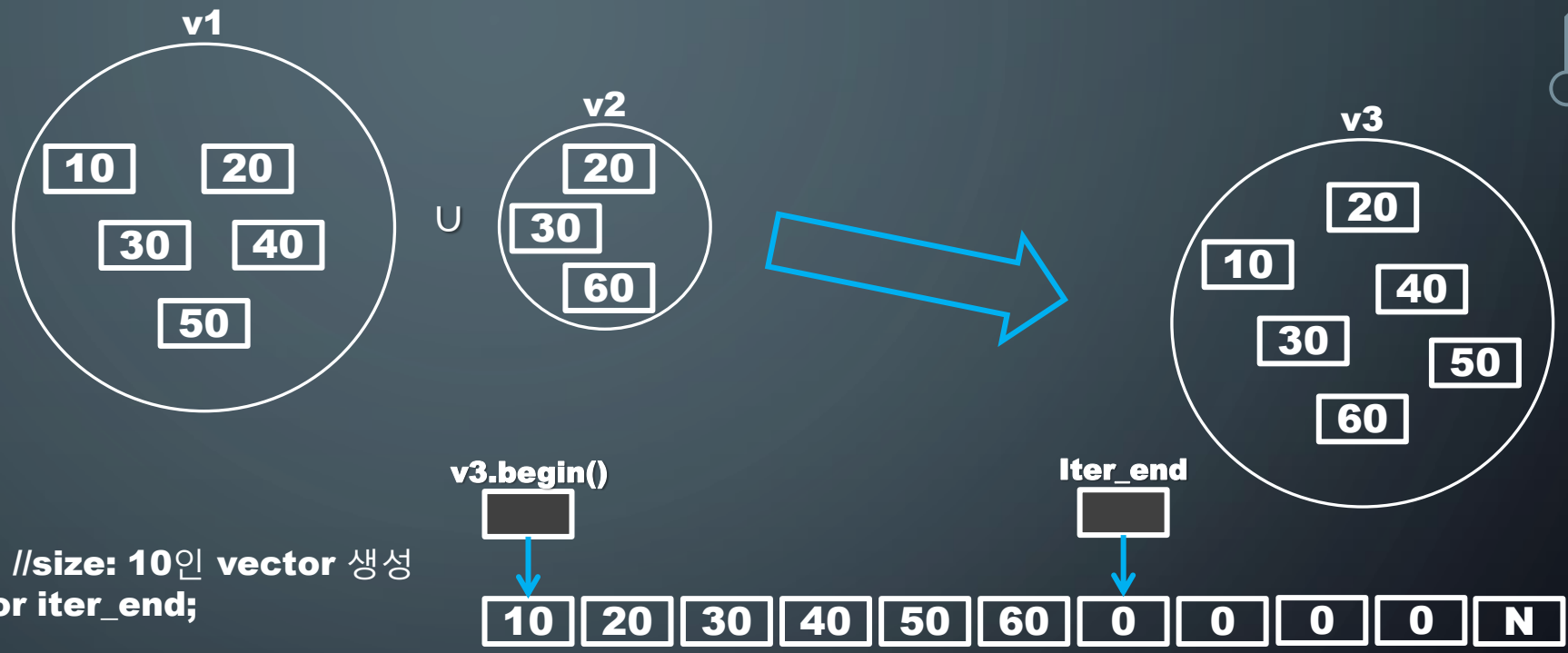
```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);

	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(60);

	cout << "v의 두 구간으로 정렬된 하나의 순차열" << endl;
	cout << "[v.begin(), v.begin()+5) + [v.begin()+5, v.end())" << endl;
	cout << "v: ";

	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;

	// 두 구간으로 정렬된 하나의 순차열을 한 구간으로 정렬한다.
	inplace_merge(v.begin(), v.begin() + 5, v.end());

	cout << "v: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";

	cout << endl;
}
```



2. 정렬된 범위 알고리즘

set_union() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	vector<int> v2;
	v2.push_back(20);
	v2.push_back(30);
	v2.push_back(60);

	vector<int> v3(10); //size: 10인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;

	iter_end = set_union(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), v3.begin());
	cout << "[v3.begin(), iter_end): ";
	for (vector<int>::iterator iter = v3.begin(); iter != iter_end; ++iter)
		cout << *iter << " ";
	cout << endl;
	cout << "v3: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v3.size(); ++i)
		cout << v3[i] << " ";
	cout << endl;
}
```



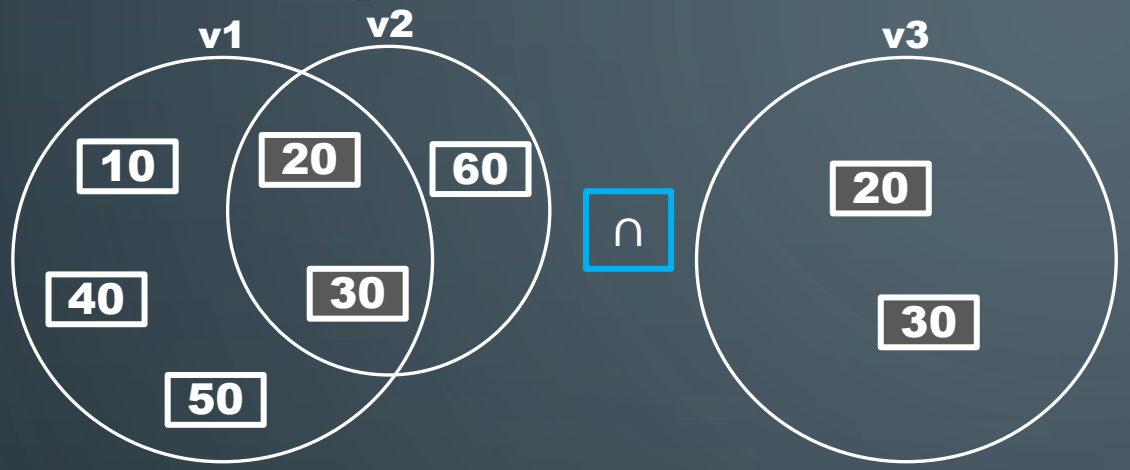
2. 정렬된 범위 알고리즘

set_intersection(), set_difference(), set_symmetric_difference() 알고리즘 사용 예제..

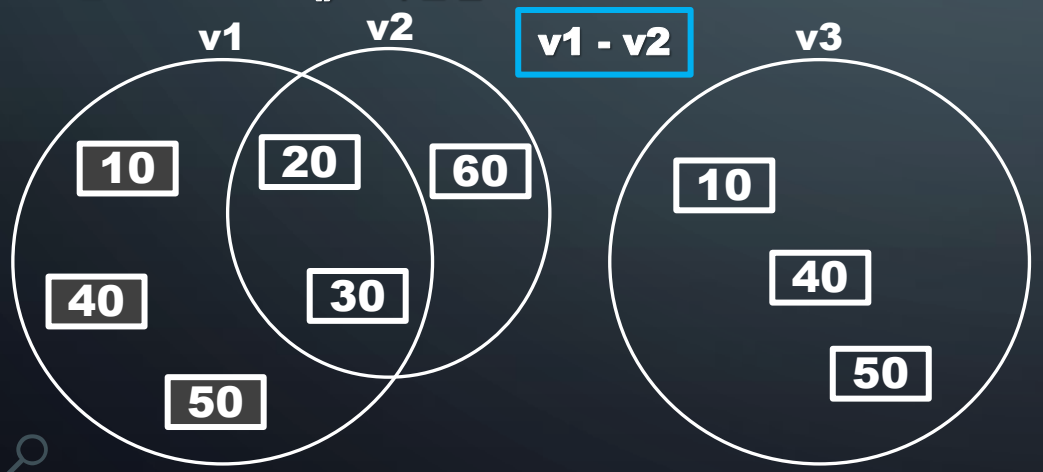
```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);
}

	vector<int> v2;
	v2.push_back(20);
	v2.push_back(30);
	v2.push_back(60);

	vector<int> v3(10); //size: 10인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;

	iter_end = set_intersection(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), v3.begin());
	cout << "교집합[v3.begin(), iter_end): ";
	for (vector<int>::iterator iter = v3.begin(); iter != iter_end; ++iter)
		cout << *iter << " ";
	cout << endl;
	iter_end = set_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), v3.begin());
	cout << "차집합[v3.begin(), iter_end): ";
	for (vector<int>::iterator iter = v3.begin(); iter != iter_end; ++iter)
		cout << *iter << " ";
	cout << endl;
	iter_end = set_symmetric_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(),
	v3.begin());
	cout << "대칭차집합[v3.begin(), iter_end): ";
	for (vector<int>::iterator iter = v3.begin(); iter != iter_end; ++iter)
		cout << *iter << " ";
	cout << endl;
```

2. 정렬된 범위 알고리즘

set_intersection() - 교집합



set_difference() - 차집합



$$v1 \,\Delta\, v2 = (v1 \; - v2) \cup (v2 - v1)$$

set_symmetric_difference () – 차집합의 합집합

수치 알고리즘

3. 수치 알고리즘

- 변경 알고리즘에서 수치 변화를 하는 알고리즘이다.
- **<numeric>**헤더에 따로 정의 되어 있다.

알고리즘	설명(설명에 사용되는 p는 구간[b,e)의 반복자)
x2=axxumulate(b,e,x)	**x2**는 **x**를 초기값으로 시작한 구간**[b,e)** 순차열 원소의 합이다.
x2=axxumulate(b,e,x,f)	**x2**는 **x**를 초기값으로 시작한 구간**[b,e)** 순차열 원소의 누적이다. **f**를 누적에 사용한다.
x2=inner_product (b,e,b2,x)	**x2**는 **x**를 초기값으로 시작한 구간**[b,e)**와 구간**[b2,b2+e-b)**의 내적**(**두 순차열의 곱의 합**)**이다
x2=inner_product (b,e,b2,x,f1,f2)	**x2**는 **x**를 초기값으로 시작한 구간**[b,e)**와 구간**[b2,b2+e-b)**의 모든 원소끼리 **f2**연산 후 **f1**연산으로 총 연산한 결과다.
p=adjacent_difference (b,e,t)	구간**[b,e)**의 인접 원소와의 차를 순차열**[t,p)**에 저장한다.
p=adjacent_difference (b,e,t,f)	구간**[b,e)**의 인접 원소와의 연산을 순차열**[t,p)**에 저장한다.**f**를 연산에 사용한다.
p=partial_sum(b,e,t)	구간**[b,e)**의 현재 원소까지의 합을 순차열**[t,p)**에 저장한다.
p=partial_sum(b,e,t,f)	구간**[b,e)**의 현재 원소까지의 연산을 순차열**[t,p)**에 저장한다.**f**를 연산에 사용한다.

3. 수치 알고리즘

accumulate() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(10);
	v.push_back(20);
	v.push_back(30);
	v.push_back(40);
	v.push_back(50);

	cout << "v: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	//0+10+20+30+40+50
	cout << accumulate(v.begin(), v.end(), 0) << endl;
	//100+10+20+30+40+50
	cout << accumulate(v.begin(), v.end(), 100) << endl;
}
```

3. 수치 알고리즘

accumulate() 알고리즘 조건 함수 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v;
	v.push_back(1);
	v.push_back(2);
	v.push_back(3);
	v.push_back(4);
	v.push_back(5);

	cout << "v: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v.size(); ++i)
		cout << v[i] << " ";
	cout << endl;

	// 사용자 합 연산 0+1+2+3+4+5
	cout << accumulate(v.begin(), v.end(), 0, Plus<int>()) << endl;
	// plus 합 연산 0+1+2+3+4+5
	cout << accumulate(v.begin(), v.end(), 0, plus<int>()) << endl;
	// multiplies 곱 연산 1*1*2*3*4*5
	cout << accumulate(v.begin(), v.end(), 1, multiplies<int>()) << endl;
}
```

```
template <typename T>
struct Plus
{
	T operator()(const T& left, const T& right)
	{
		return left + right;
	}
};
```

3. 수치 알고리즘

inner_product() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(1);
	v1.push_back(2);
	v1.push_back(3);
	v1.push_back(4);
	v1.push_back(5);

	vector<int> v2;
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);

	// 0 + 1*2 + 2*2 + 3*2 + 4*2 + 5*2
	cout << inner_product(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), 0) << endl;
	// 100 + 1*2 + 2*2 + 3*2 + 4*2 + 5*2
	cout << inner_product(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), 100) << endl;
}
```

3. 수치 알고리즘

inner_product() 알고리즘 조건 함수 사용 예제..

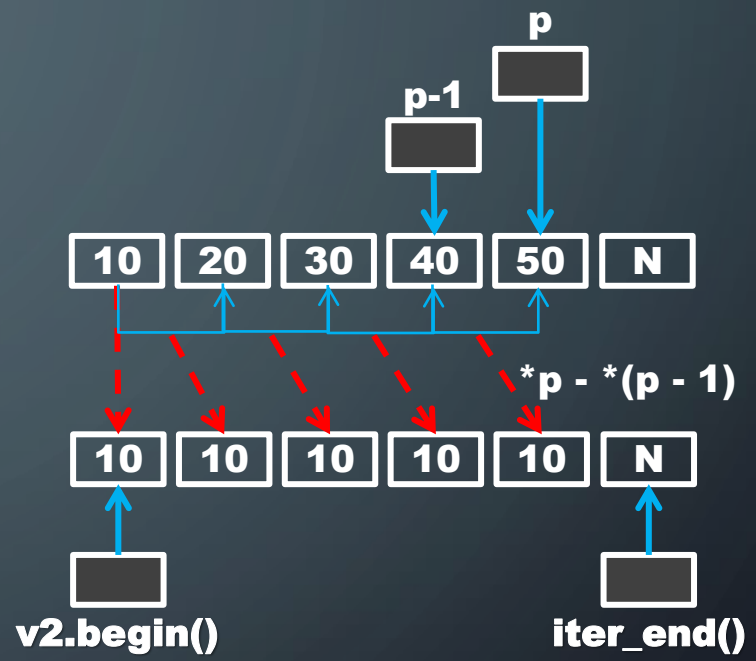
```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	vector<int> v2;
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);
	v2.push_back(2);

	// 0 + 10-2 + 20-2 + 30-2 + 40-2 + 50-2 사용자 함수 사용
	cout << inner_product(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), 0, Plus, Minus) << endl;

	// 0 + 10-2 + 20-2 + 30-2 + 40-2 + 50-2 STL 함수자 사용
	cout << inner_product(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), 0, plus<int>(), minus<int>()) << endl;
}
```

```
int Plus(int left, int right)
{
	return left + right;
}

int Minus(int left, int right)
{
	return left - right;
}
```

3. 수치 알고리즘

adjacent_difference 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	cout << "v1: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;

	vector<int> v2(5); //size: 5인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;
	iter_end = adjacent_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin());

	cout << "v2: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

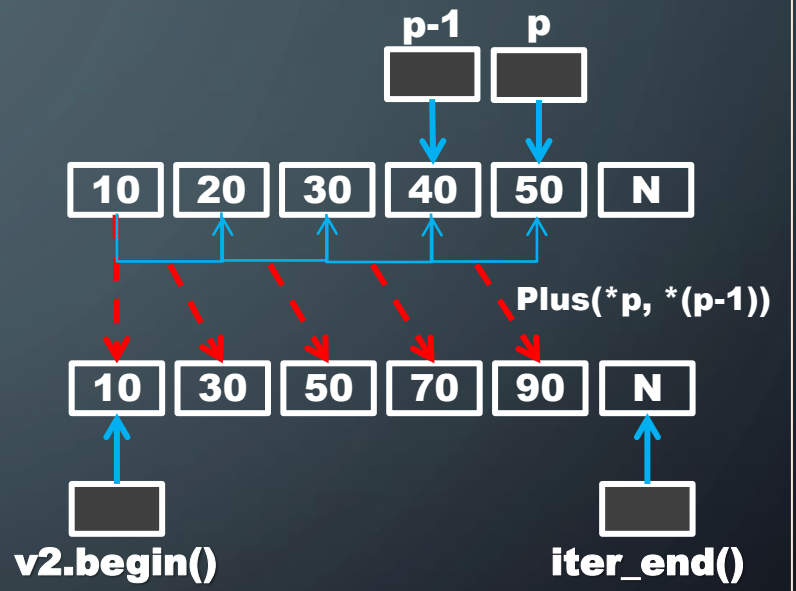


3. 수치 알고리즘

adjacent_difference 알고리즘 조건 함수 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	cout << "v1: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;

	vector<int> v2(5); //size: 5인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;
	//iter_end = adjacent_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), plus<int>());
	iter_end = adjacent_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), Plus);

	cout << "v2: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
}
```

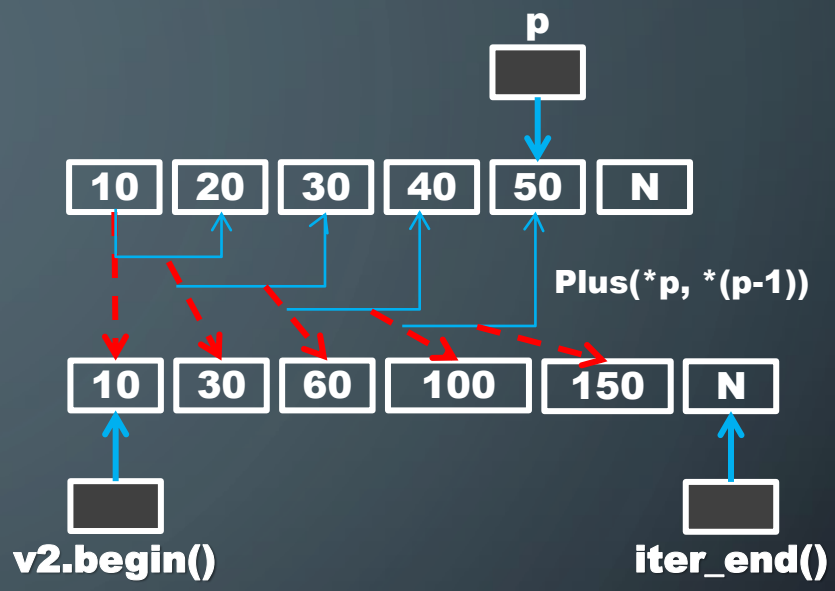
```
int Plus(int left, int right)
{
	return left + right;
}
```



3. 수치 알고리즘

partial_sum() 알고리즘 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	cout << "v1: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;

	vector<int> v2(5); //size: 5인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;
	iter_end = partial_sum(v1.begin(), v1.end(), v2.begin());

	cout << "v2: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
}
```



3. 수치 알고리즘

partial_sum() 알고리즘 조건 함수 사용 예제..

```
void main()
{
	vector<int> v1;
	v1.push_back(10);
	v1.push_back(20);
	v1.push_back(30);
	v1.push_back(40);
	v1.push_back(50);

	cout << "v1: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v1.size(); ++i)
		cout << v1[i] << " ";
	cout << endl;

	vector<int> v2(5); //size: 5인 vector 생성
	vector<int>::iterator iter_end;
	//iter_end = partial_sum(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), multiplies<int>());
	iter_end = partial_sum(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), Multi);

	cout << "v2: ";
	for (vector<int>::size_type i = 0; i < v2.size(); ++i)
		cout << v2[i] << " ";
	cout << endl;
}

int Multi(int left, int right)
{
	return left * right;
}
```