C++ 표준 템플릿 라이브러리, STL

- STL(Standard Template Library)
  - 표준 템플릿 라이브러리
    - C++ 표준 라이브러리 중 하나
  - 많은 제네릭 클래스와 제네릭 함수 포함
    - 개발자는 이들을 이용하여 쉽게 응용 프로그램 작성
- STL의 구성
  - 컨테이너 – 템플릿 클래스
    - 데이터를 담아두는 자료 구조를 표현한 클래스
    - 리스트, 큐, 스택, 맵, 벡터 등
  - iterator – 컨테이너 원소에 대한 포인터
    - 컨테이너의 원소들을 순회하면서 접근하기 위해 만들어진 컨테이너 원소에 대한 포인터
  - 알고리즘 – 템플릿 함수
    - 컨테이너 원소에 대한 복사, 검색, 삭제, 정렬 등의 기능을 구현한 템플릿 함수
    - 컨테이너의 멤버 함수 아님

〈표 10-1〉 STL 컨테이너의 종류

컨테이너 클래스	설명	헤더 파일
vector	가변 크기의 배열을 일반화한 클래스	<vector>
deque	앞뒤 모두 입력 가능한 큐 클래스	<deque>
list	빠른 삽입/삭제 가능한 리스트 클래스	<list>
set	정렬된 순서로 값을 저장하는 집합 클래스. 값은 유일	<set>
map	(key, value) 쌍을 저장하는 맵 클래스	<map>
stack	스택을 일반화한 클래스	<stack>
queue	큐를 일반화한 클래스	<queue>

〈표 10-2〉 STL iterator의 종류

iterator의 종류	iterator에 ++ 연산 후 방향	read/write
iterator	다음 원소로 전진	read/write
const_iterator	다음 원소로 전진	read
reverse_iterator	지난 원소로 후진	read/write
const_reverse_iterator	지난 원소로 후진	read

〈표 10-3〉 STL 알고리즘 함수들

copy	merge	random	rotate
equal	min	remove	search
find	move	replace	sort
max	partition	reverse	swap

STL과 관련된 헤더 파일과 이름 공간

- 헤더파일
  - 컨테이너 클래스를 사용하기 위한 헤더 파일
    - 해당 클래스가 선언된 헤더 파일 include

      예) vector 클래스를 사용하려면 #include <vector>

      list 클래스를 사용하려면 #include <list>
  - 알고리즘 함수를 사용하기 위한 헤더 파일
    - 알고리즘 함수에 상관 없이 #include <algorithm>
- 이름 공간
  - STL이 선언된 이름 공간은 std

Stack

특징

스택(Stack)은 대표적인 LIFO(Last In First Out) 구조이다. 따라서 가장 마지막에 넣은 데이터가 가장 먼저 사용된다. 스택의 기본함수에는 push, pop, empty, top, swap 등이 있다.

- **#include <stack> //**스택 헤더 파일

```
#include <stack>
int main()
{
        stack<int> myStack;

        for(int i = 0 ; i < 5;i++)
        {
                myStack.push(i+10);
        }

        cout<<myStack.top()<<endl;//top 요소 출력
        myStack.pop();  //top에 있는 요소 제거
        cout<<"stack size: "<< myStack.size() << endl<<endl;
}
```

Queue

특징

큐(Queue)은 대표적인 **FIFO(First In First Out)** 구조이다. 따라서 기장 먼저 넣은 데이터가 처음부터 시용된다. 큐의 기본함수에는 push, pop, empty, front, back, swap 등이 있다.

#include <queue> //큐 헤더 파일

```
#include<queue>

int main()
{
	queue<char> myQueue;

	myQueue.push('A');
	myQueue.push('B');
	myQueue.push('C');

	cout << "Queue Size : " << myQueue.size() << endl;

	cout << "myQueue Items" << endl;
	while( ! myQueue.empty() )
	{
	cout << myQueue.front() << endl;
	myQueue.pop();
```

deque

- 특징

데크 자료구조는 Queue와 다른 점으로 삽입과 삭제를 한쪽이 아닌 앞, 뒤 양쪽에서 할 수 있다는 것이다. 일종의 Queue와 같다. 따라서 Deque는 Stack과 Queue의 장점을 모은 것으로 FIFO 방식과 LIFO 방식 둘 다 사용할 수 있다

```
#include <deque>
```

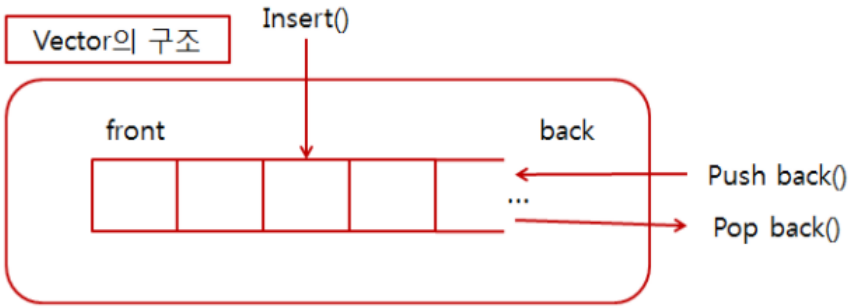
Vector

- **Vector(Queue)**은 **동적 배열** 구조를 C++로 구현한 것으로 **마지막에 삽입 및 삭제**가 일어나는 구조이다. **자동으로 메모리가 할당되는 배열**이다

- 일반 배열과 차이점이라면 동적으로 크기가 변하고 메모리가 연속적이기 때문에 **자동으로 배열의 크기를 조절할 수 있고** 유연하게 객체의 추가 및 삭제가 가능하다는 점이다.

- 그러나 중간 데이터를 삭제하고 싶은 경우 Vector의 erase 함수를 통해 삭제할 수 있지만, **삭제가 빈번히 일어나는 경우 Vector 구조보다 링크드리스트를 쓰는 것이 효율적**이다.
- 배열기반이기 때문에 임의의 원소에 접근이 가능하다.

- **#include <vector>**

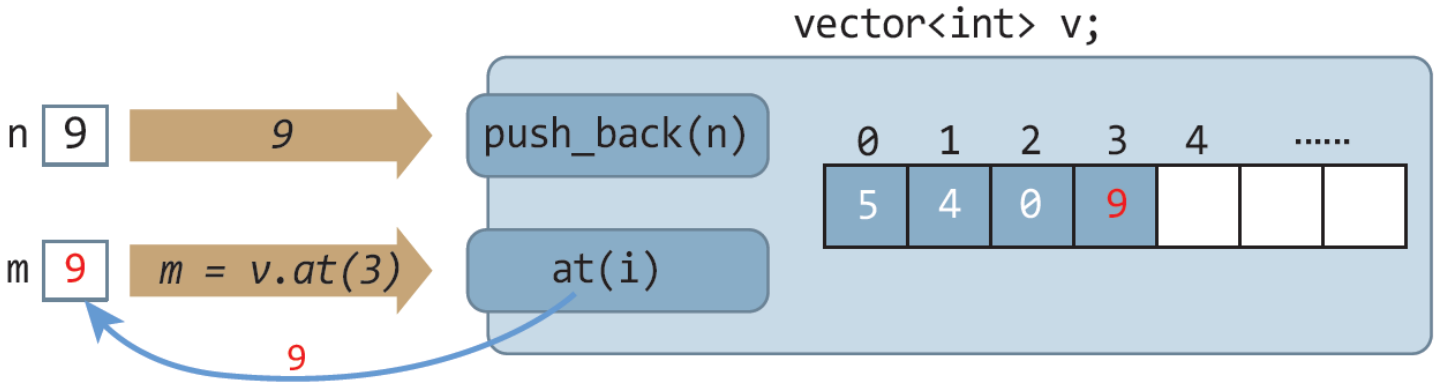


vector 클래스의 주요 멤버와 연산자

멤버와 연산자 함수	설명
push_back(element)	벡터의 마지막에 element 추가
at(int index)	index 위치의 원소에 대한 참조 리턴
begin()	벡터의 첫 번째 원소에 대한 참조 리턴
end()	벡터의 끝(마지막 원소 다음)을 가리키는 참조 리턴
empty()	벡터가 비어 있으면 true 리턴
erase(iterator it)	벡터에서 it가 가리키는 원소 삭제. 삭제 후 자동으로 벡터 조절
insert(iterator it, element)	벡터 내 it 위치에 element 삽입
size()	벡터에 들어 있는 원소의 개수 리턴
operator[]()	지정된 원소에 대한 참조 리턴
operator=()	이 벡터를 다른 벡터에 치환(복사)

vector 컨테이너

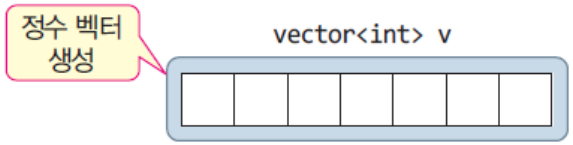
- 특징
  - 가변 길이 배열을 구현한 제네릭 클래스
    - 개발자가 벡터의 길이에 대한 고민할 필요 없음
  - 원소의 저장, 삭제, 검색 등 다양한 멤버 함수 지원
  - 벡터에 저장된 원소는 인덱스로 접근 가능
    - 인덱스는 0부터 시작



vector 다루기 사례

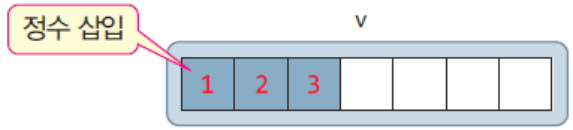
vector 생성

```
vector<int> v;
```



정수 원소 삽입

```
v.push_back(1);
v.push_back(2);
v.push_back(3);
```



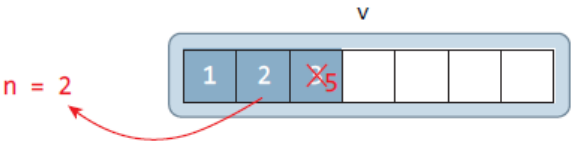
원소 개수 s
벡터의 용량 c

```
int s = v.size(); // s는 3
int c = v.capacity(); // c는 7
```

s = 3
c = 7

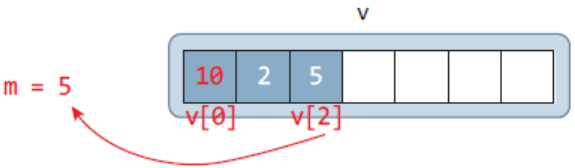
원소 값 접근

```
v.at(2) = 5;
int n = v.at(1);
```



원소 값 접근

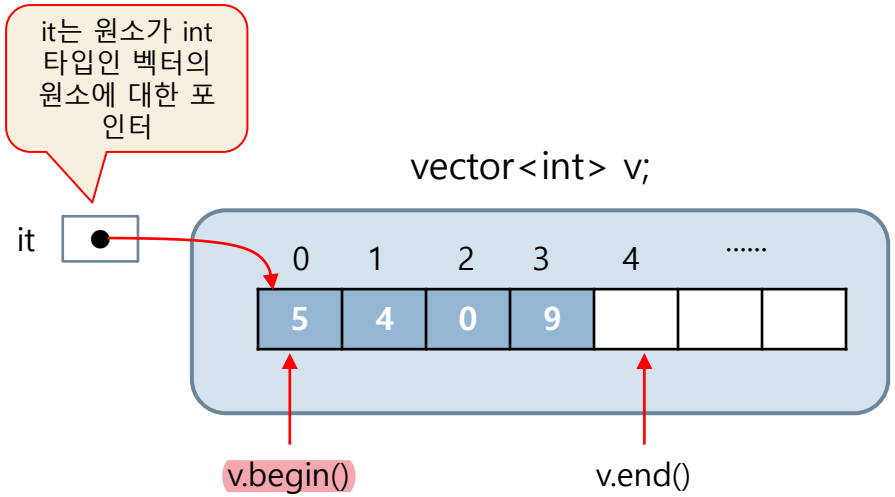
```
v[0] = 10;
int m = v[2]; // m은 5
```



iterator 사용

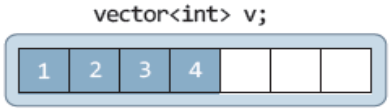
- iterator란?
  - 반복자라고도 부름
  - 컨테이너의 원소를 가리키는 포인터
- iterator 변수 선언
  - 구체적인 컨테이너를 지정하여 반복자 변수 생성

```
vector<int>::iterator it;
it = v.begin();
```



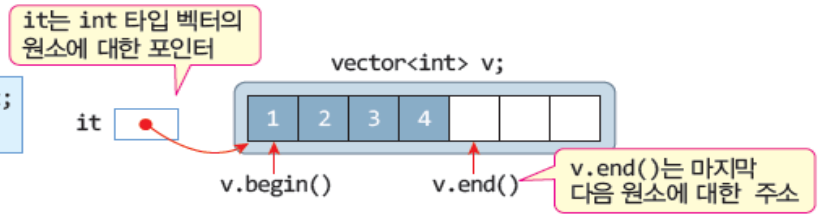
벡터 생성

```
vector<int> v;
for(int i=1; i<=4; i++)
    v.push_back(i);
```



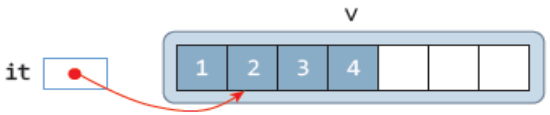
iterator 변수 선언 및 초기화

```
vector<int>::iterator it;
it = v.begin();
```



iterator 증가

```
it++;
```



원소 읽기

```
int n = *it;
```

n = 2

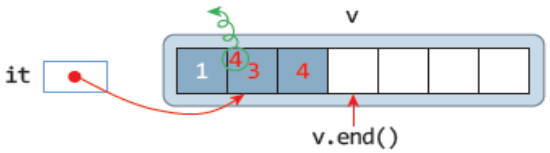
원소 쓰기

```
n = n*2;
*it = n;
```

원소 삭제

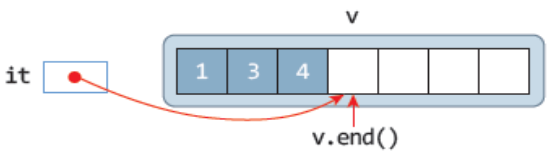
```
it = v.erase(it);
```

v.erase(it)는 it가 가리키는 원소를 삭제한 후 다음 원소에 대한 포인터 리턴



끝으로 옮기기

```
it = v.end();
```



Sort 알고리즘

- 특징
  - sort 함수는 C++ STL에서 제공하는 함수로 정렬에 이용.
  - # include <algorithm> 헤더사용

- 함수인자 사용법

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

첫 번째 인자: iterator(or 포인터)에서 정렬을 시작 할 부분

두 번째 인자: iterator(or 포인터)에서 정렬을 마칠 부분

이 때 중요한 점은 [begin,end) 범위로 정렬을 한다는 것이다. (begin <= 범위 <end)

Sort 알고리즘

- 특징
  - sort 함수는 세번째 인자를 사용자자 정의한 함수를 호출할 수 있다.

- 함수인자 사용법

```
sort(v.begin(),v.end(), custom_func);
```

첫 번째 인자, 두 번째 인자 이전과 동일

세 번째 인자 : 정렬을 어떤 식으로 할 것인지 알려주는 함수

이 세 번째 인자를 compare함수라고 많이들 부르던데, 이 부분에는 **bool형 함수나 혹은 수식**(수식도 0또는 1이 나오므로)을 넣어 줄 수 있다.

함수를 사용하는 경우, 두 개의 매개 변수를 받도록 선언하면 sort함수에서 자동으로 값을 할당한다.

Vector assign 메서드

- 벡터에 새로운 내용을 집어 넣는다. 벡터에 이전에 있었던 원소들은 모두 삭제하고, 인자로 받은 새로운 내용을 집이 대입된다.

- 형식 assign (원소의 개수, 값);

- vector(int> v;
- v.assign(5, 0); //벡터 v 에 0을 5개 대입한다
- v.assign(배열변수, 배열변수+5); 배열로 부터 5개 인수

Vector pair

- Pair 는 두 개의 객체(first, second) 를 하나로 묶어주는 역할을 하는 struct로 **데이터의 쌍을 표현할** 때 사용된다. **주로 vector와 묶어 이용**된다.

- 문법] pair <[type first],[type second]> p1;
- 사용할 데이터 타입 first, second 를 넣고, pair의 이름을 선언한다.

- make_pair(value1, value2); //두 값을 가진 pare 생성
- Pair는 초기에 따로 초기화 하지 않으면, make_pair 멤버함수를 사용해 원소를 할당한다.

- 인자 값 사용

  p.first, p.second 를 사용하여 두 인자를 구분하며, 인자의 값을 반환.

Vector pair, tuple - 2쌍, 3쌍 값 묶기

- 서로 연관이 있는 데이터끼리 처리하기 쉽고 직관적이게 알 수 있게 값을 묶을 수 있다.

- c++에서는 **pair**과 **tuple**을 지원한다.

- **2쌍의 값**을 묶고 싶다면 **pair**
- **3쌍의 값**을 묶고 싶다면 **tuple** 헤더 : **#include <tuple>**

- - tuple은 값을 읽을 시 get을 사용

  get<튜플에서 읽어올 값 인덱스>(튜플객체변수)

  '<>'의 들어가는 인덱스 값은 튜플 이므로 3개 라면, 0~2까지 이다.

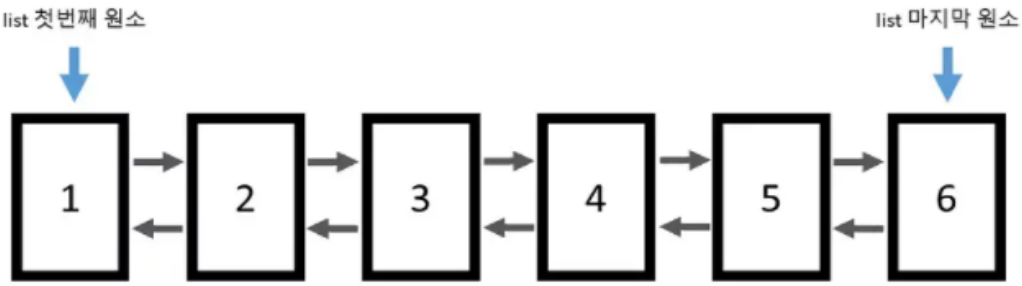
STL List

- **list 클래스의 탐색 (연결리스트)**

- 리스트는 double linked list로 구현되어 있다.

- 노드가 양 쪽으로 모두 연결 되어 있으며 삽입/삭제가 자주 발생하는 경우에 용이하다.

- 리스트(list) 의 경우 양방향 연결 구조로 임의의 위치에 있는 원소에 접근을 바로 할 수 없다. list 자체에서는 시작 원소와 마지막 원소의 위치만을 기억하기 때문에, 임의의 위치에 있는 원소에 접근하기 위해서는 하나씩 링크를 따라가야 한다.



STL List

- **추가 및 삭제**
  - push_front(element) : 리스트 제일 앞에 원소 추가
  - pop_front() : 리스트 제일 앞에 원소 삭제
  - push_back(element) : 리스트 제일 뒤에 원소 추가
  - pop_back() : 리스트 제일 뒤에 원소 삭제
  - insert(iterator, element) : iterator가 가리키는 부분 "앞"에 원소를 추가
  - erase(iterator) : iterator가 가리키는 부분에 원소를 삭제
- **조회**
  - *iterator : iterator가 가리키는 원소에 접근
  - front() : 첫번째 원소를 반환
  - back() : 마지막 원소를 반환
- **기타**
  - empty() : 리스트가 비어있으면 true 아니면 false를 반환
  - size() : 리스트 원소들의 수를 반환

map 컨테이너

- 특징
  - ('키', '값')의 쌍을 원소로 저장하는 제네릭 컨테이너
    - 동일한 '키'를 가진 원소가 중복 저장되면 오류 발생
  - '키'로 '값' 검색
  - #include <map> 필요
  - map <key, value> map1; //MAP 기본 형태

- 맵 컨테이너 생성 예
  - 영한 사전을 저장하기 위한 맵 컨테이너 생성 및 활용
    - 영어 단어와 한글 단어를 쌍으로 저장하고, 단어로 검색

```
// 맵 생성
Map<string, string> dic;                    // 키는 영어 단어, 값은 한글 단어

// 원소 저장
dic.insert(make_pair("love", "사랑"));      // ("love", "사랑") 저장
dic["love"] = "사랑";                       // ("love", "사랑") 저장

// 원소 검색
string kor = dic["love"];                   // kor은 "사랑"
string kor = dic.at("love");                // kor은 "사랑"
```

map 클래스의 주요 멤버와 연산자

멤버와 연산자 함수	설명
insert(pair<> &element)	맵에 '키'와 '값'으로 구성된 pair 객체 element 삽입
at(key_type& key)	맵에서 '키' 값에 해당하는 '값' 리턴
begin()	맵의 첫 번째 원소에 대한 참조 리턴
end()	맵의 끝(마지막 원소 다음)을 가리키는 참조 리턴
empty()	맵이 비어 있으면 true 리턴
find(key_type& key)	맵에서 '키' 값에 해당하는 원소를 가리키는 iterator 리턴
erase(iterator it)	맵에서 it가 가리키는 원소 삭제
size()	맵에 들어 있는 원소의 개수 리턴
operator[key_type& key]()	맵에서 '키' 값에 해당하는 원소를 찾아 '값' 리턴
operator=()	맵 치환(복사)

array 컨테이너

- 고정길이의 배열을 표현할 때 사용 하는 C++11에 추가된 array container 이다. (std::array), 고정배열 처럼 배열의 크기는 컴파일 타임에 설정.
- 기존 배열과 마찬가지로 stack에 저장이 된다. 다른 container (vector, deque …)들과 마찬가지로 여러 유용한 멤버 함수를 사용할 수 있다.
- 임의접근 가능([], at())
- array 컨테이너 배열이 함수에 전달될 때 포인터로 형 변환 하지 않으므로 배열 길이정보를 사용할 수 있다.

```
#include <array>
```

auto를 이용하여 쉬운 변수 선언

- C++에서 auto
  - 기능
    - C++11부터 auto 선언의 의미 수정 : 컴파일러에게 변수선언문에서 추론하여 타입을 자동 선언하도록 지시
    - C++11 이전까지는 스택에 할당되는 지역 변수를 선언하는 키워드
  - 장점
    - 복잡한 변수 선언을 간소하게, 긴 타입 선언 시 오타 줄임
- auto의 기본 사용 사례

```
auto pi = 3.14;      // 3.14가 실수이므로 pi는 double 타입으로 선언됨
auto n = 3;          // 3이 정수이므로 n을 int 타입으로
auto *p = &n;        // 변수 p는 int* 타입으로 추론
```

```
int n = 10;
int & ref = n;       // ref는 int에 대한 참조 변수
auto ref2 = ref;     // ref2는 int& 변수로 자동 선언
```

auto의 다른 활용 사례

- 다른 활용 사례
  - 함수의 리턴 타입으로부터 추론하여 변수 타입 선언

```
int square(int x) { return x*x; }
...
auto ret = square(3); // 변수 ret는 int 타입으로 추론
```

  - STL 템플릿에 활용
    - vector<int>iterator 타입의 변수 it를 auto를 이용하여 간단히 선언

```
vector<int>::iterator it;

for (it = v.begin(); it != v.end(); it++)
    cout << *it << endl;
```

```
for (auto it = v.begin(); it != v.end(); it++)
    cout << *it << endl;
```

람다

- C++ 람다
  - 익명의 함수 만드는 기능으로 C++11에서 도입
    - 람다식, 람다 함수로도 불림
    - lambda는 람다 표현식 또는 람다 함수, **익명 함수**(anonymous function)로 불리며, 성질은 함수 객체(functor)와 동일하다.
    - 익명 함수로 몸통은 있지만 이름이 없는 함수이다.

- 람다문법

```
[ ] ( ) {  } ( )
[캡처] (매개변수) { 함수 동작 } (호출인자)
```

- 예]

```
[] (int a, int b) { cout << a + b << endl; } (10, 20)  //람다함수
```

- 람다식 — 람다 함수를 호출시 전달 값

C++에서 람다식 선언

- C++의 람다식의 구성
  - 4 부분으로 구성
    - 캡쳐 리스트 : 람다식에서 사용하고자 하는 함수 바깥의 변수 목록
    - 매개변수 리스트 : 보통 함수의 매개변수 리스트와 동일
    - 리턴 타입
    - 함수 바디 : 람다식의 함수 코드

람다식의 기본 구조

```
[ ](int x, int y) { cout << x + y; };          // 매개변수 x, y의 합을 출력하는 람다 작성
[ ](int x, int y) -> int { return x + y; };    // 매개변수 x, y의 합을 리턴하는 람다 작성
[ ](int x, int y) { cout << x + y; } (2, 3);   // x에 2, y에 3을 대입하여 코드 실행. 5 출력
```

람다식 작성 및 호출 사례

간단한 람다식 만들기

매개변수 x, y의 합을 출력하는 람다식 만들기

매개변수 x, y의 합을 출력하는 람다식은 다음과 같이 작성

```
[](int x, int y) { cout << x + y; }; // x, y의 합을 출력하는 람다식
```

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

int main() {
int sum = 0; // 지역 변수

   // 람다 함수 선언과 동시에 호출(x=2, y=3 전달)
   [](int x, int y) { cout << "합은 " << x + y; } (2, 3); // 5 출력

//캡쳐리스트
[&sum](int x, int y) { sum = x + y; } (2, 3); // 합 5를 지역변수 sum에 저장

   cout << "합은 " << sum;

}
```