본 PSet 은 저의 강의 경험과 학생들의 의견 및 Stanford CS106 과 Harvard CS50 같은 강의에서 수집된 자료를 토대로 작성되었습니다.
본 PSet 에 문제점이나 질문 혹은 의견이 있다면, 저의 이메일(idebtor@gmail.com)로 알려 주시면 강의 개선에 많은 도움이 되겠습니다.

PSet: Stack

목차

과제 수행 목적

이 프로젝트의 목적은 C++ STL(Standard Template Library)에서 제공하는 stack 과 유사한 스택을 우리가 스스로 만들어 보면서, 스택의 원리와 개념을 학습하고자 합니다. 더불어 C++ STL 를 stack 을 정의할 때 사용함으로 Template 을 활용하는 방법도 학습할 것입니다. 이러한 학습의 과정 중에 다양한 버전의 stack program 들을 만들어 나갈 것입니다.

제공되는 파일 목록

- stack.pdf 본 파일

C++ Template

Stack: Using template

- A **template** is a mechanism that allows a programmer to use types as parameters for a class or a function. The compiler then generates a specific class or function when we **later** provide specific types as arguments.
- A function/class defined using **template** is called a **generic function/class.** This is one of the key features of C++.
- Use **templates** when we need functions/classes that apply the same algorithm to a several types. So we can use the same function/class regardless of the types of the argument or result.
- The syntax is:
  - `template <class T> function_declaration;`

  or
  - `template <typename T> function_declaration;`

Pros and Cons of Templates

- **Pros:**
  - It provides us **type-safe**, **efficient** generic containers and generic algorithms
  - The main reason for using C++ and templates is the trade-offs in performance and maintainability outweigh the bigger size of the resulting code and longer compile times.
  - The drawbacks of not using them are likely to be much greater.
- **Cons**:
  - Templates can lead to **slower compile-times** and possibly larger executable.
  - Compilers often produce incomprehensible poor error diagnostics and **poor error messages**.

Step 1. Using a stack class in STL - stack version 1, stack_stl1.cpp

C++ STL 에서 제공하는 stack class 를 활용하는 법을 학습합니다. 다음 코드는 int 혹은 string 타입의 배열을 스택에 push 하거나 pop 을 하고, 출력합니다.

Stack: version.1 – using a stack class in C++ STL

stack1_stl.cpp

```
int main () { // stack initialization using range-based for
  // int list[] = {1, 2, 3, 4, 5, 0, 6, 0, 0, 7, 0, 0, 0, 8};
  string list[] = {"to", "be", "or", "not", "to", "-", "be", \
                   "-", "-", "that", "-", "-", "-", "is"};
  stack<string> s;
  for (auto item : list) {   // to be not that or be (5 6 4 7 3 2)
    if (item != "-")         // type specific
       s.push(item);
    else {
       cout << s.top() << ' ';
       s.pop();
    }
  }
  cout << "\nsize: " << s.size(); // 2
  cout << "\ntop : " << s.top();  // is  (8)
  cout << "\nstack T: ";  printStack(s);             // is to (8 1)
  cout << "\nstack B: ";  printStack_fromBottom(s);  // to is (1 8)
  cout << "\nHappy Coding";
}
```

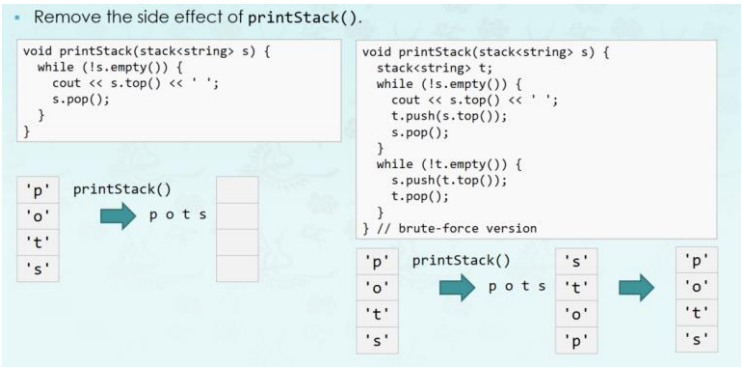
```
void printStack(stack<string> s) {
  while (!s.empty()) {
    cout << s.top() << ' ';
    s.pop();
  }
  // cout << endl; // now, s is empty
}
```


- stack1_stl.cpp 로 STL stack 학습하기
  - 위 코드로 stack1_stl.cpp 파일을 작성하고 컴파일하여 실행해보며, 스택 함수의 호출과 그 결과에 대해 학습하시오. 일단, printStack_fromBottom() 호출하는 줄은 comment 처리해야 할 것입니다.
  - int list[]를 활성화하고, string list[]는 comment 처리하고 다시 컴파일하고 실행해보십시오. 단, 앞에서 pop()의 기호로 사용한 "-" 대신 0 로 수정합니다.
- printStack_fromBottom() 를 구현하기.

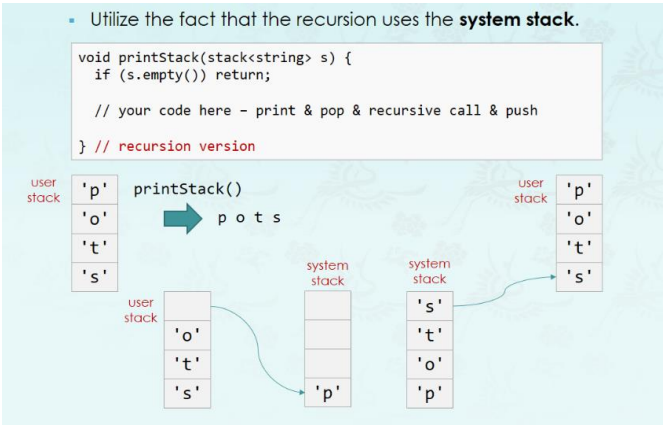
- printStack()의 문제는 stack 의 내용을 top 부터 출력하며, 동시에 stack 의 내용을 다 비우게 됩니다. 이런 현상을 함수의 side effect 라고 합니다. 자신의 함수의 이름과 다른 작업을 한 것입니다.

```
void printStack(stack<string> s) {
  while (!s.empty()) {
    cout << s.top() << ' ';
    s.pop();
  }
}
```

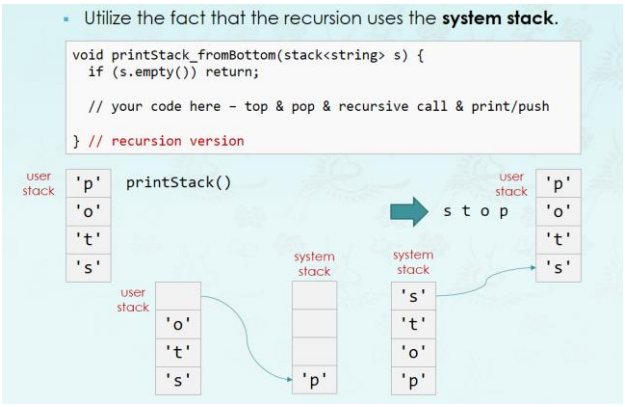
- 우리는 이제 NSE(No side effect)하도록 다음 그림의 왼쪽과 같이 printStack()코드를 수정할 수 있습니다. 이 코드를 이해하고 실행해보십시오.



- 아래 그림을 참고하고, 재귀용법(recursion)을 사용하여 stack 의 내용을 **위로부터 아래로** 출력하도록 printStack()을 구현하십시오. 물론, 출력한 후에도 stack 의 형태가 처음과 같이 유지되어야 합니다.



- 아래 그림을 참고하고, 재귀용법(recursion)을 사용하여 stack 의 내용을 아래로부터 위로 출력하는 printStack_fromBottom()함수를 구현하십시오. 물론, 출력한 후에도 stack 의 형태가 처음과 같이 유지되어야 합니다.



■ 위의 코드는 stack_stl1.cpp 에 저장하고, 실행하면 다음과 같은 결과를 출력합니다.

```
PS C:\GitHub\nowicx\src> g++ stack1_stl.cpp; ./a
to be not that or be
size: 2
top : is
stack T: is to
stack B: to is
Happy Coding
PS C:\GitHub\nowicx\src>
```

■ stack1_stl.cpp 파일을 제출합니다.

Step 2. Using a fixed sized array - stack version 2, stack2_arr.cpp

- C++ STL stack 을 사용하지 않고, 이제는 사용자가 지정해주는 고정된 크기의 배열을 사용하여 스택 자체를 만들어 보고자 합니다.
- 다음 그림의 코드는 사용자가 정의한 struct Stack 으로 stack 을 만드는 기본적인 코드입니다. 이를 stack_arr2.cpp 파일을 작성하십시오.

Stack: version.2 – using a fixed size array stack2_arr.cpp

```
struct Stack {
  string *item;
  int N;
  int capacity;
};
using stack = Stack *;

stack newStack(int capacity) {
  stack s = new Stack;
  s->item = new string[capacity];
  s->N = 0;
  s->capacity = capacity;
  return s;
}
void free(stack s) {
  delete[] s->item;
  delete s;
}
```

a shortcoming (stay tuned)

item[N] is next to be filled if any.

```
int size(stack s)   { return s->N; }

bool empty(stack s) { return s->N == 0; }

void pop(stack s)   { s->N--; }

string top(stack s) {
  return s->item[s->N - 1];
}
void push(stack s, string item) {
  s->item[s->N++] = item;
}
void printStack(stack s) {
  // your code here
}
void printStack_fromBottom(stack s) {
  // your code here
}
```

N is not decremented

use N and incremented
N points an empty slot

- stack1_st1.cpp 파일에서 사용한 main() 함수를 복사하여 붙여 넣기를 하여 실행해보십시오. 여기 Stack 요소가 string 타입이므로, string 배열로 테스트해 보십시오.
- string 배열로 테스트 한 후, stack2_arr.cpp 를 복사하여 stack2i_arr.cpp 를 만드십시오. 그리고, stack2i_arr.cpp 파일을 적절히 수정하여 int 타입의 배열이 작동하게 하고, 테스트 하십시오.

Step 3. Using a dynamic size array - version 3, stack3_arr.cpp

사용자가 스택의 크기를 magic number 로 지정하는 것보다는 필요에 따라 자동적으로 스택의 크기가 조절되는 스택을 만들고자 합니다.

- 다음 그림을 참고하여 stack3_arr.cpp 파일을 작성하십시오.

Stack: version.3 – using a dynamic size array stack3_arr.cpp

```
struct Stack {
  string *item;
  int N;
  int capacity;
};
using stack = Stack *;

stack newStack(int capacity = 1) {
  stack s = new Stack;
  s->item = new string[capacity];
  s->N = 0;
  s->capacity = capacity;
  return s;
}
void free(stack s) {
  delete[] s->item;
  delete s;
}
int size(stack s)   { return s->N; }
```

```
bool empty(stack s) { return s->N == 0; }
void pop(stack s)   {
  s->N--;
  // your code here
}
string top(stack s) {
  return s->item[s->N - 1];
}
void push(stack s, string item) {
  // your code here
  s->item[s->N++] = item;
}
void printStack(stack s) {
  // your code here
}
void printStack_fromBottom(stack s) {
  // your code here
}
```

- 여기서 정의한 Stack 을 사용하여 stack1_stl.cpp main()에서 테스트한 것이 여기서도 작동할 수 있도록 필요한 코딩하십시오. 또한 push()함수를 호출한 직후, size 와 capacity 가 어떻게 변하는지 관찰할 수 있도록 출력하십시오.

Step 4. Using a vector in C++ STL - stack4_vec.cpp

C++ STL vector 를 사용하여 struct Stack 을 구현하여 vector 의 크기가 필요에 따라 자동적으로 변하는 것을 관찰하고자 합니다.

- 여기서 정의한 Stack 을 사용하여 stack1_stl.cpp main()에서 테스트한 것이 여기서도 작동할 수 있도록 필요한 코딩하십시오.
- 또한 push()함수를 호출한 직후, size 와 capacity 가 어떻게 변하는지 관찰할 수 있도록 출력하십시오. STL vector 에도 capacity 와 같은 종류가 있습니다. 여기서 capacity 는 자동적으로 증가는 하지만, 감소하지는 않을 것입니다.

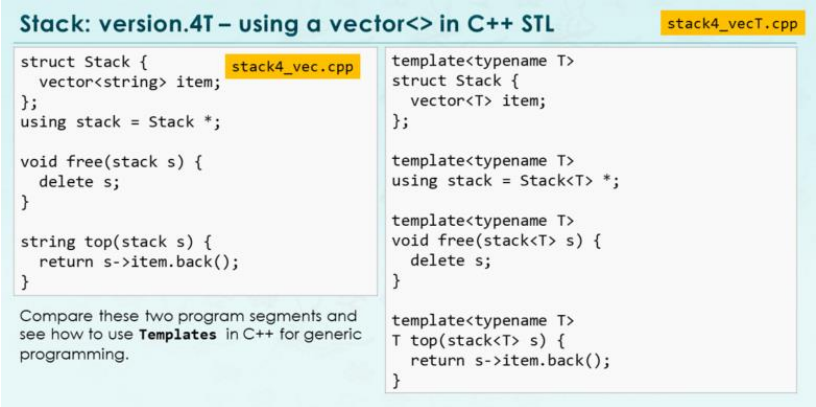
Stack: version.4 – using a vector in C++ STL stack4_vec.cpp

```
struct Stack {
  vector<string> item;
};
using stack = Stack *;

void free(stack s) {
  delete s;
}

int size(stack s) {
  return s->item.size();
}

bool empty(stack s) {
  return s->item.empty();
}
```

```
void pop(stack s) {
  // your code here
}
string top(stack s) {
  // your code here
}
void push(stack s, string item) {
  // your code here
}
void printStack(stack s) {
  while (!empty(s))  {
    cout << top(s) << ' ';
    pop(s);
  }
  cout << endl;  // stack is empty now
}
```

Step 5. Using Template - version 4T, stack4_vecT.cpp

다음 그림의 양쪽에 있는 코드를 비교해보십시오. 오른 쪽의 코드는 Template 을 사용하여 소위 Generic Programming 을 한 코드입니다.



- 앞에서 작성한 stack4_vec.cpp 를 기본으로 하여, Template 를 사용하는 stack4_vecT.cpp 파일을 작성하십시오.
- 앞에서 작성한 stack2_arr.cpp 를 기본으로 하여, Template 를 사용하는 stack2_arrT.cpp 파일을 작성하십시오.
- 위의 두 경우를 int 와 string 타입으로 모두 테스트해보십시오.

과제 제출

- **On my honour, I pledge that I have neither received nor provided improper assistance in the completion of this assignment.**
  서명: _____ 학번: _____
- 제출하기 전에 코드가 제대로 컴파일이 되고 실행되는지 확인하세요. 제출 직전에 급하게 코드를 수정한 후 코드가 제대로 컴파일이 될 거라고 짐작하지 않는 게 좋습니다. "거의" 작동하는 코드도 틀린 것입니다.
- 과제가 컴파일 및 실행된다면, 마감 기한 전까지 과제의 일부만 완성했더라도 제출하기 바랍니다. 마감 시간 이후 24 시간 이내 제출하면, 만점에서 25% 감점하고 채점합니다. 그 이상 늦은 것은 채점하지 않으며, 0 점 처리합니다.
- 제출 후, **마감 기한 전까지** 수정 및 재제출이 가능합니다. 파일 하나만 수정하더라도 해당 파일과 관련된 파일들을 모두 재제출해야 합니다. 재제출 횟수는 제한 없습니다. 마감 기한 전에 **가장 마지막으로** 제출된 파일을 채점할 것입니다.

제출 파일 목록

다음 파일들을 Piazza 의 pset 폴더에 제출하세요.

- **stack1_stl.cpp**
- **stack3_arr.cpp**
- **stack4_vec.cpp**
- **stack4_vecT.cpp**
- **stack2_arrT.cpp**

마감 기한 & 배점

- 마감 기한: 11:55 pm