



5 스택

IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정 3판)

❖ 학습목표

- 스택 자료구조에 대해 이해한다.
- 스택의 특징과 연산 방법을 알아본다.
- 순차 자료구조와 연결 자료구조를 이용해 스택을 구현해 본다.
- 스택을 응용하는 방법을 알아본다.

❖ 내용

- 스택의 이해
- 스택의 구현
- 스택의 응용



1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

❖ 스택(stack)

- 접시를 쌓듯이 자료를 차곡차곡 쌓아 올린 형태의 자료구조



그림 5-1 스택의 개념 예

들어갈 때 순서 vs 나올 때 순서 - “역순”

입구 및 출구



파이프

(아래쪽이 막혀 있는)



1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

❖ 스택(stack)

- 스택에 저장된 원소는 top으로 정한 곳에서만 접근 가능
 - top의 위치에서만 원소를 삽입하므로, 먼저 삽입한 원소는 밑에 쌓이고, 나중에 삽입한 원소는 위에 쌓이는 구조
 - 마지막에 삽입(Last-In)한 원소는 맨 위에 쌓여 있다가 가장 먼저 삭제(First-Out)됨 ➡ **후입선출 구조 (LIFO, Last-In-First-Out)**

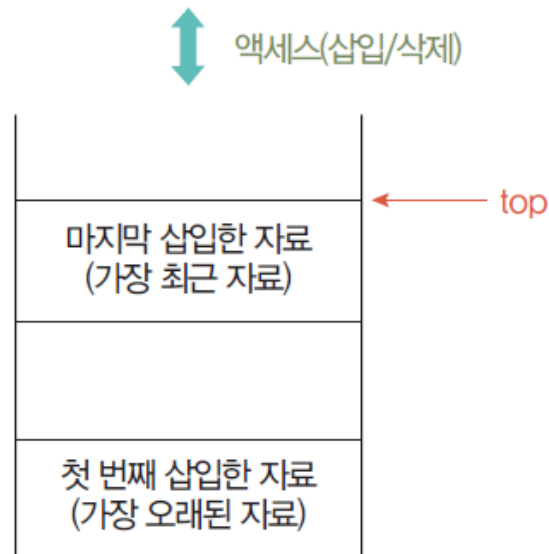


그림 5-2 스택의 구조



1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

■ 후입선출 구조의 예1 : 연탄 아궁이

- 연탄을 하나씩 쌓으면서 아궁이에 넣으므로 마지막에 넣은 3번 연탄이 가장 위에 쌓여 있다.
- 연탄을 아궁이에서 꺼낼 때에는 위에서부터 하나씩 꺼내야 하므로 마지막에 넣은 3번 연탄을 가장 먼저 꺼내게 된다.

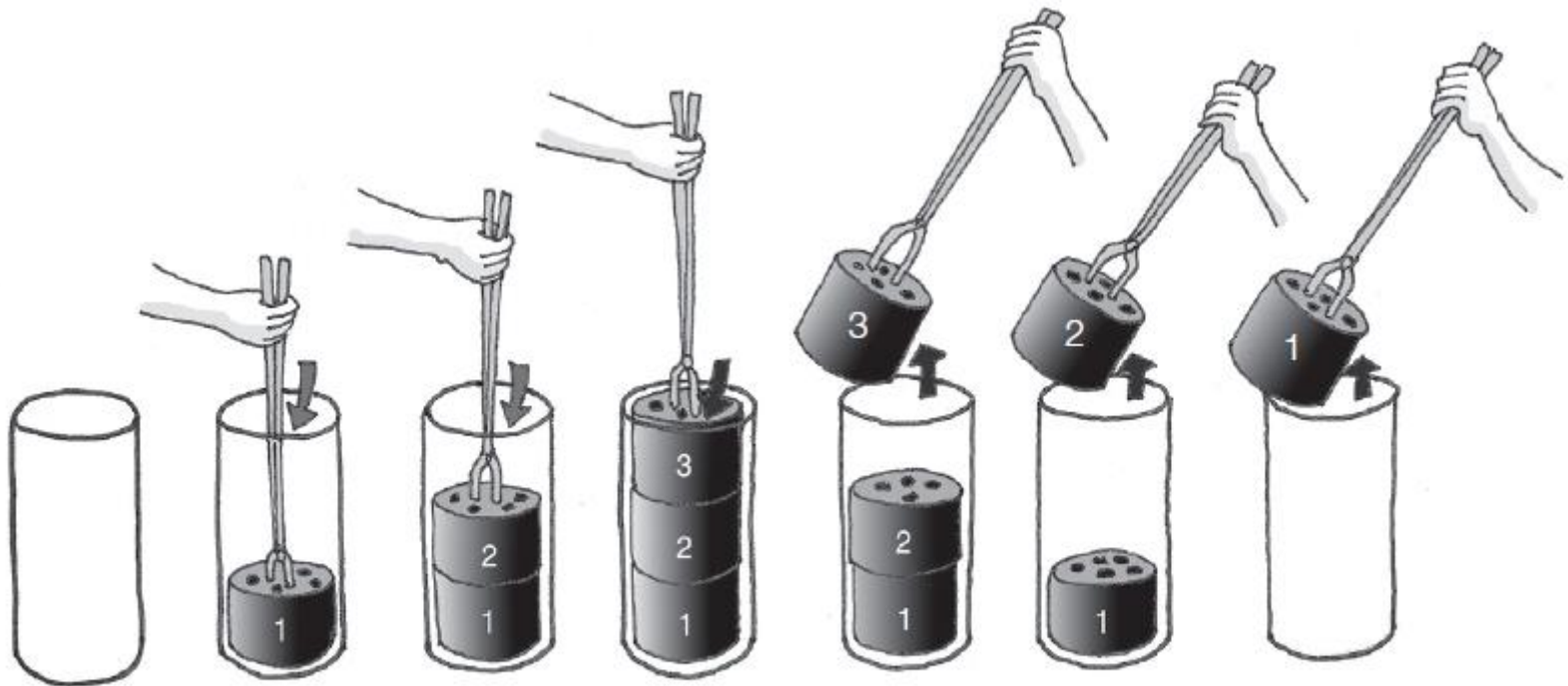


그림 5-3 스택의 LIFO 구조 예 : 연탄 아궁이

1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

■ 후입선출 구조의 예2 : 슈퍼맨의 옷 갈아입기

- 슈퍼맨이 옷을 벗는 순서
 - ①장화 → ②망토 → ③빨간팬츠 → ④파란옷
- 슈퍼맨이 옷을 입는 순서
 - ④파란옷 → ③빨간팬츠 → ②망토 → ①장화

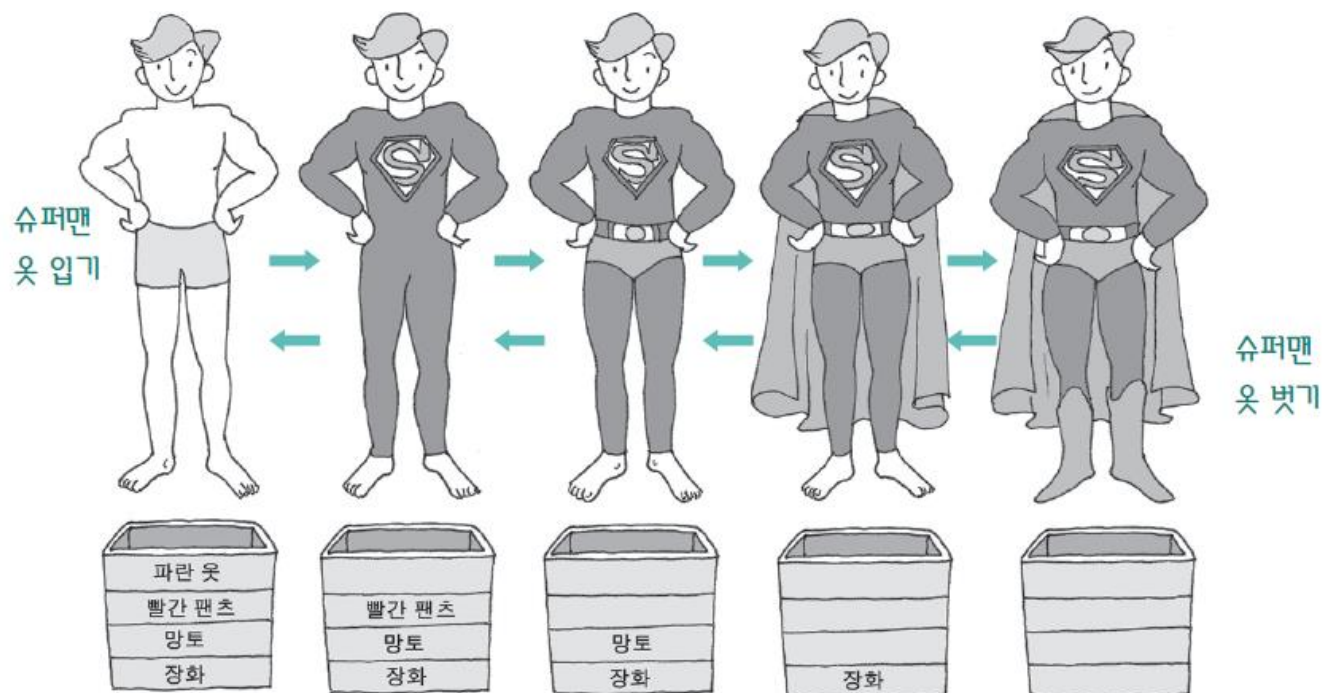


그림 5-4 스택 자료구조의 예 : 슈퍼맨 옷 입기



1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

❖ 스택의 연산

- 스택에서의 삽입 연산 : push
- 스택에서의 삭제 연산 : pop

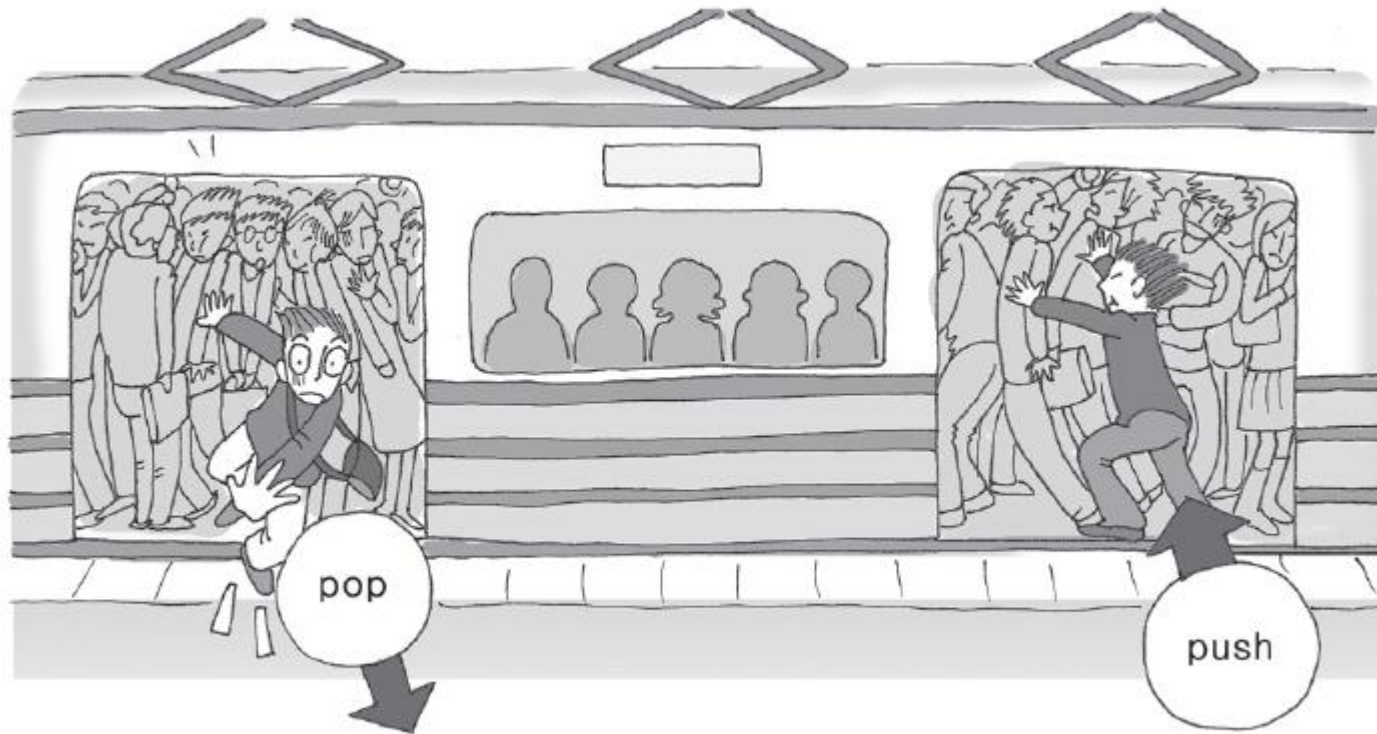


그림 5-5 만원 전철에서의 pop과 push



1. 스택의 이해 : 스택의 개념과 구조

- 스택에서의 원소 삽입/삭제 과정
 - [그림 5-6]공백 스택에 원소 A, B, C를 순서대로 삽입하고 한번 삭제하는 연산과정 동안의 스택 변화

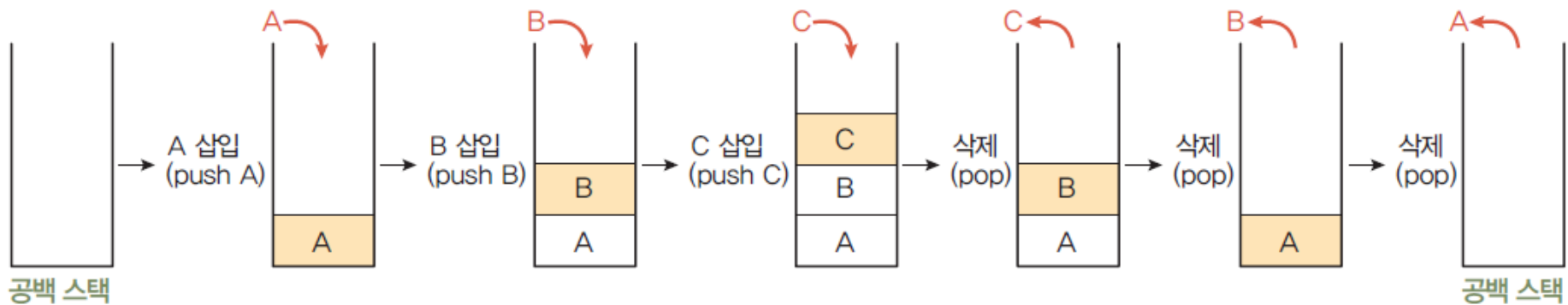


그림 5-6 스택의 데이터 삽입(push)과 삭제(pop) 과정



1. 스택의 이해 : 스택의 추상 자료형

ADT 5-1

스택의 추상 자료형

ADT Stack

데이터 : 0개 이상의 원소를 가진 유한 순서 리스트

연산 :

$S \in \text{Stack}; \text{item} \in \text{Element};$

// 공백 스택 S를 생성하는 연산

$\text{createStack}(S) ::= \text{create an empty Stack } S;$

// 스택 S가 공백인지 확인하는 연산

$\text{isEmpty}(S) ::= \text{if } (S \text{ is empty}) \text{ then return true}$
 $\quad \text{else return false};$

// 스택 S의 top에 item(원소)을 삽입하는 연산

$\text{push}(S, \text{item}) ::= \text{insert item onto the top of Stack } S;$

// 스택 S의 top에 있는 item(원소)을 삭제하는 연산

$\text{pop}(S) ::= \text{if } (\text{isEmpty}(S)) \text{ then return error}$
 $\quad \text{else delete and return the top item of Stack } S;$

// 스택 S의 top에 있는 item(원소)을 반환하는 연산

$\text{peek}(S) ::= \text{if } (\text{isEmpty}(S)) \text{ then return error}$
 $\quad \text{else return the top item of the Stack } S;$

End Stack



1. 스택의 이해 : 스택의 추상 자료형

❖ 스택의 push() 알고리즘

① $top \leftarrow top + 1;$

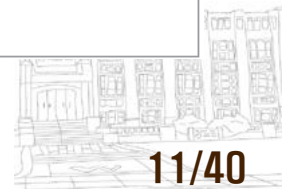
- 스택 S에서 top이 마지막 자료를 가리키고 있으므로 그 위에 자료를 삽입하려면 먼저 top의 위치를 하나 증가
- 만약 이때 top의 위치가 스택의 크기(stack_SIZE)보다 크다면 오버플로우(overflow)상태가 되므로 삽입 연산을 수행하지 못하고 연산 종료

② $S(top) \leftarrow x;$

- 오버플로우 상태가 아니라면 스택의 top이 가리키는 위치에 x 삽입

알고리즘 5-1 스택의 원소 삽입

```
push(S, x)
  ① top ← top + 1;
  if (top > stack_SIZE) then overflow;
  else
    ② S(top) ← x;
end push()
```



1. 스택의 이해 : 스택의 추상 자료형

❖ 스택의 pop() 알고리즘

① return S(top);

- 공백 스택이 아니면 top에 있는 원소를 삭제하고 반환

② top \leftarrow top-1;

- 스택의 마지막 원소가 삭제되면 그 아래 원소, 즉 스택에 남아 있는 원소 중에서 가장 위에 있는 원소가 top이 되어야 하므로 top 위치를 하나 감소

알고리즘 5-2 스택의 원소 삭제

```
pop(S)
  if (top = 0) then underflow;
  else {
    ① return S(top);
    ② top  $\leftarrow$  top - 1;
  }
end pop()
```



2. 스택의 구현: 순차 자료구조를 이용한 스택 구현

❖ 순차 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 순차 자료구조인 1차원 배열을 이용하여 구현
 - 스택의 크기 : 배열의 크기
 - 스택에 저장된 원소의 순서 : 배열 원소의 인덱스
 - 인덱스 0번 : 스택의 첫번째 원소
 - 인덱스 $n-1$ 번 : 스택의 n 번째 원소
 - 변수 top : 스택에 저장된 마지막 원소에 대한 인덱스 저장
 - 공백 상태 : $top = -1$ (초기값)
 - 포화 상태 : $top = n-1$

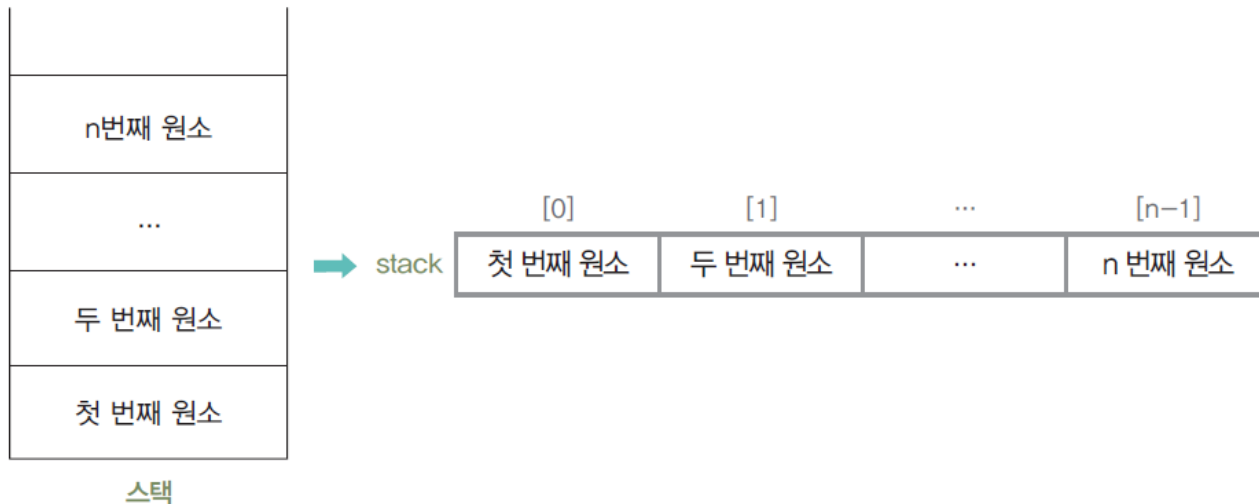


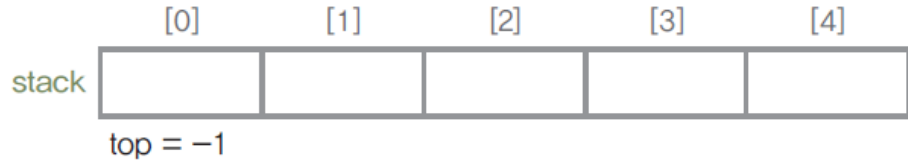
그림 5-7 1차원 배열을 이용한 순차 스택



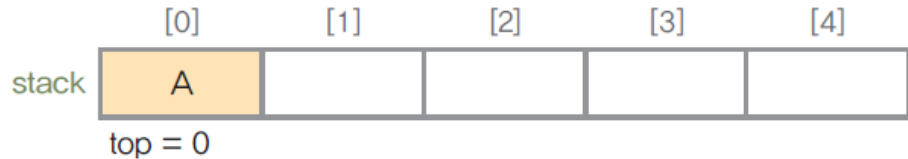
2. 스택의 구현: 순차 자료구조를 이용한 스택 구현

- 크기가 5인 스택을 생성하여 원소 A, B, C를 순서대로 삽입한 후에 원소 하나를 삭제하는 과정

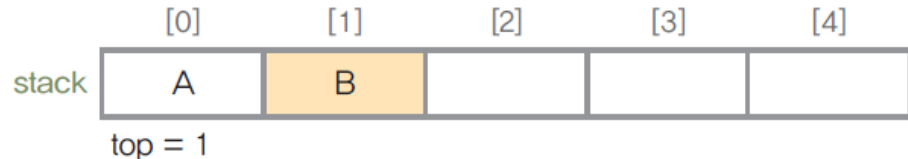
1 공백 스택 생성 : `createStack(S, 5);`



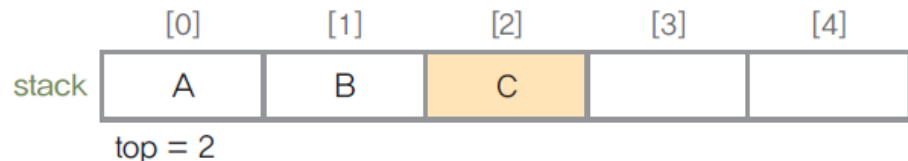
2 원소 A 삽입 : `push(S, A);`



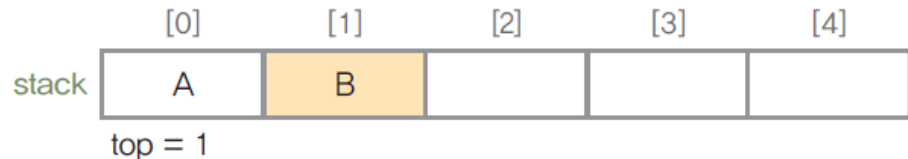
3 원소 B 삽입 : `push(S, B);`

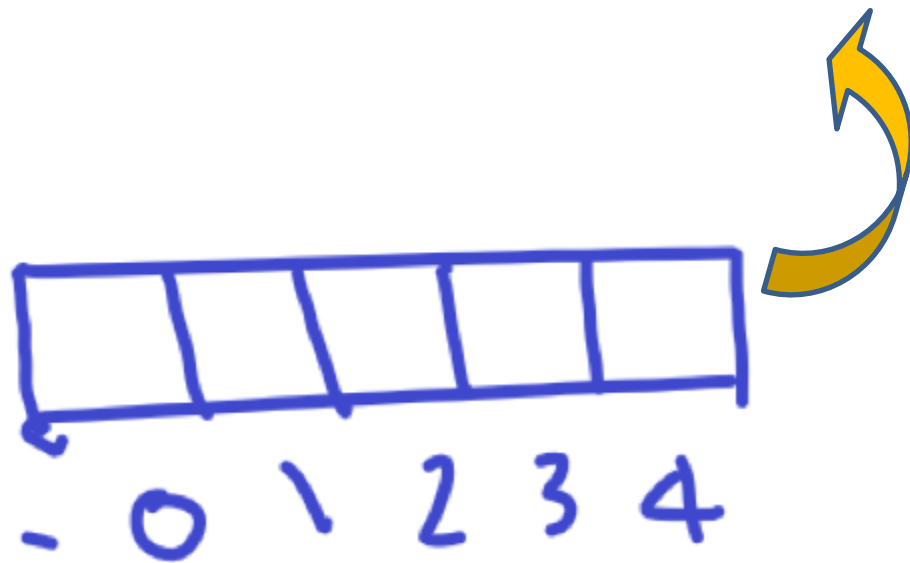


4 원소 C 삽입 : `push(S, C);`



5 원소 삭제 : `pop(S);`





2. 스택의 구현: 순차 자료구조를 이용한 스택 구현

- 순차 자료구조를 이용해 순차 스택 구현하기 프로그램 : [교재 239p](#)
- 실행 결과

```
명령 프롬프트

** 순차 스택 연산 **

STACK [ ]
STACK [ 1 ]
STACK [ 1 2 ]
STACK [ 1 2 3 ]
STACK [ 1 2 3 ] peek => 3
STACK [ 1 2 ]   pop  => 3
STACK [ 1 ]     pop  => 2
STACK [ ]       pop  => 1
```



2. 스택의 구현: 순차 자료구조를 이용한 스택 구현

- 순차 자료구조로 구현한 스택의 장점
 - 순차 자료구조인 1차원 배열을 사용하여 쉽게 구현
- 순차 자료구조로 구현한 스택의 단점
 - 물리적으로 크기가 고정된 배열을 사용하므로 스택의 크기 변경 어려움
 - 순차 자료구조의 단점을 가짐



2. 스택의 구현:연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

❖ 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

■ 단순 연결 리스트를 이용하여 구현

- 스택의 원소 : 단순 연결 리스트의 노드
 - 스택 원소의 순서 : 노드의 링크 포인터로 연결
 - push : 리스트의 마지막에 노드 삽입
 - pop : 리스트의 마지막 노드 삭제
- 변수 top : 단순 연결 리스트의 마지막 노드를 가리키는 포인터 변수
 - 초기 상태 : top = null

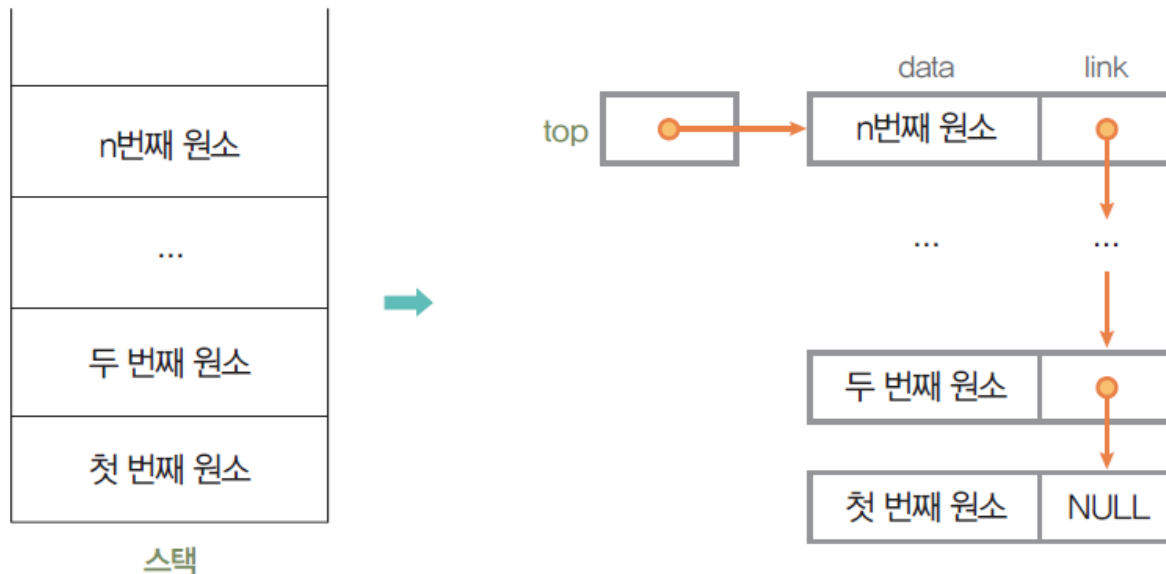


그림 5-8 단순 연결 리스트를 이용한 연결 스택



2. 스택의 구현: 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 원소 A, B, C를 순서대로 삽입하면서 스택을 생성한 후에 원소 하나를 삭제하는 과정

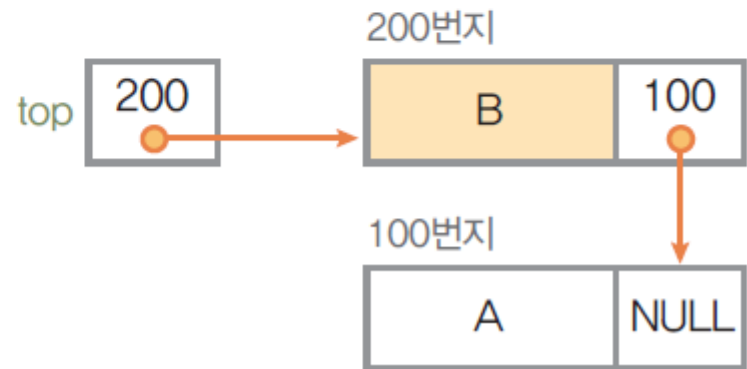
1 공백 스택 생성 : `createStack(S);`



2 원소 A 삽입 : `push(S, A);`

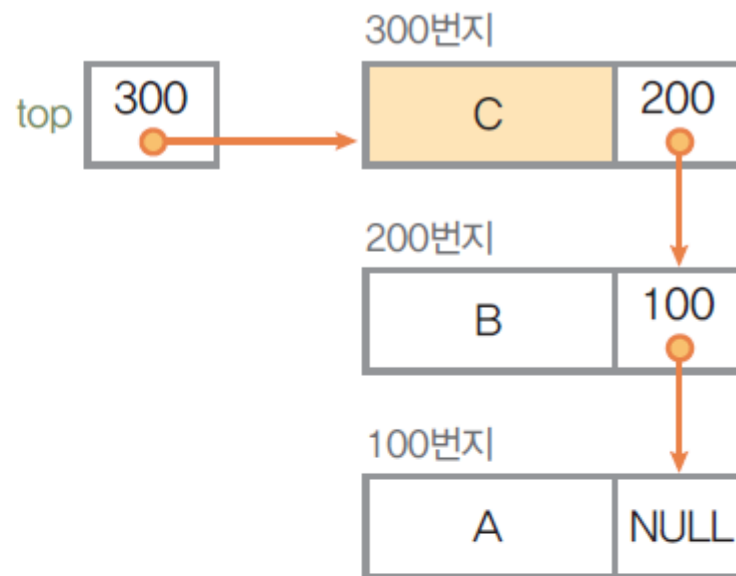


3 원소 B 삽입 : `push(S, B);`

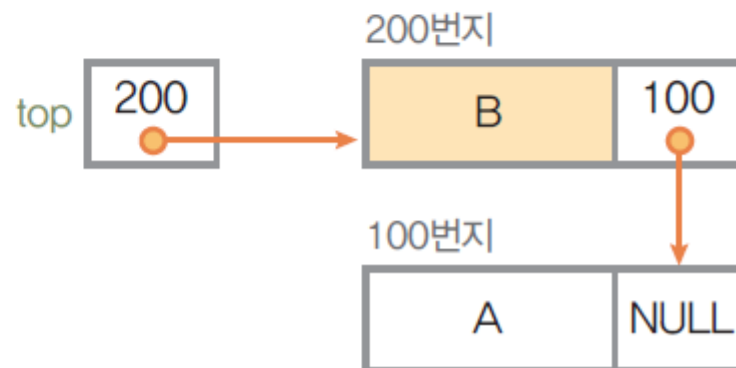


2. 스택의 구현: 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

4 원소 C 삽입 : push(S, C);



5 원소 삭제 : pop(S);



2. 스택의 구현:연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 연결 자료구조를 이용해 연결 스택 구현하기 프로그램 : [교재 243p](#)
- 실행 결과

```
CA. 명령 프롬프트
** 연결 스택 연산 **

STACK []
STACK [ 1 ]
STACK [ 2 1 ]
STACK [ 3 2 1 ]
STACK [ 3 2 1 ]    peek => 3
STACK [ 2 1 ]      pop  => 3
STACK [ 1 ]        pop  => 2
STACK []           pop  => 1
```

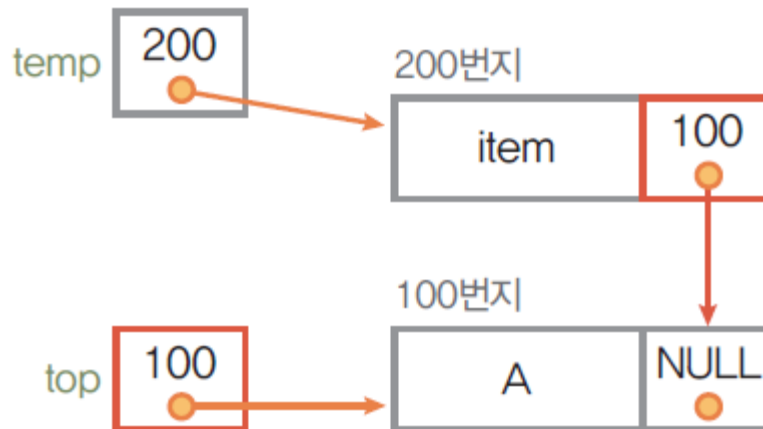


2. 스택의 구현: 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 20~26행 : 연결 스택에서 삽입 연산을 수행하는 과정
 - 22행 : 원소 item을 저장할 노드에 대한 메모리 할당, 포인터 temp 설정
 - 23행 : 삽입할 노드의 데이터 필드에 원소 item을 저장

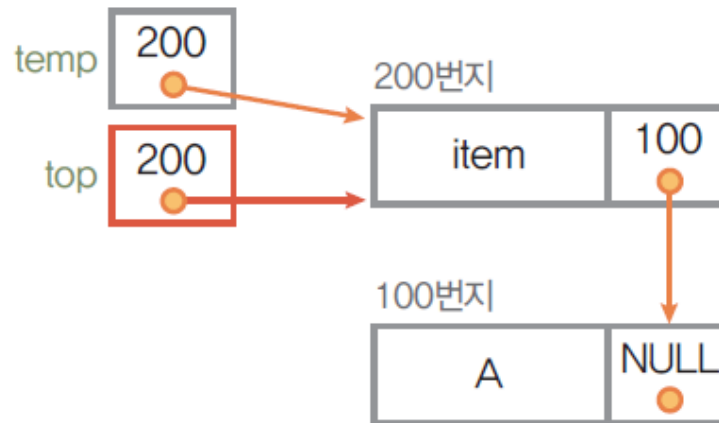


- 24행 : 삽입할 노드의 링크 필드에 포인터 top의 값 저장하면, 새로 삽입한 노드가 현재 스택의 마지막 노드(현재 top이 가리키는 노드)로 연결

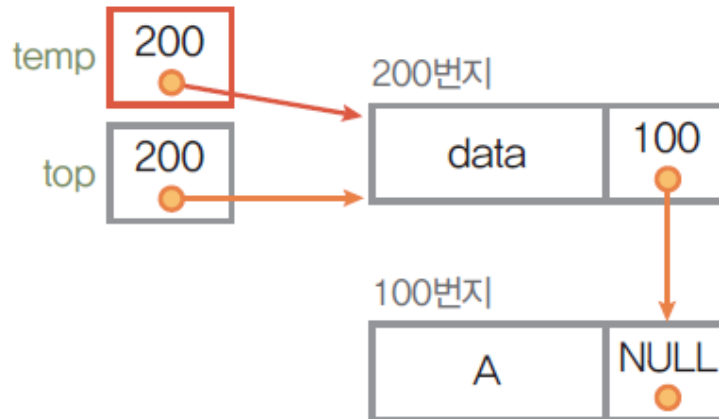


2. 스택의 구현: 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 25행 : 포인터 temp의 값(삽입 노드의 주소)을 포인터 top에 설정, 새로 삽입한 노드가 스택의 top 노드가 되도록 조정

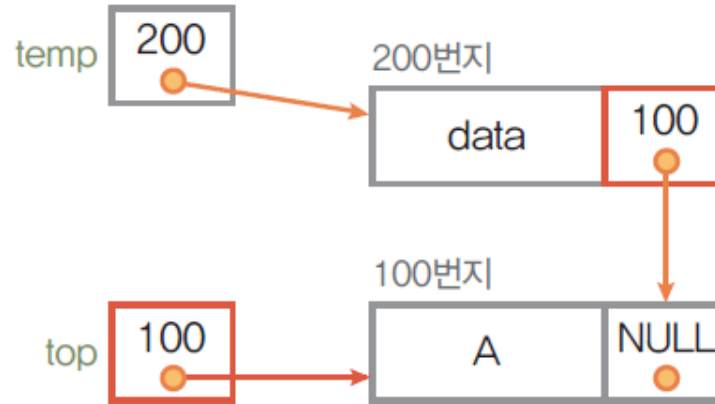


- 28~43행 : 연결 스택에서 삭제하는 연산을 수행하는 과정
 - 31행 : 포인터 temp를 top 노드에 설정하여 삭제할 노드를 가리킴



2. 스택의 구현: 연결 자료구조를 이용한 스택의 구현

- 38행 : 스택의 마지막 노드의 데이터 필드값을 변수 item에 저장
- 39행 : 포인터 top의 위치를 현재 마지막 노드의 아래 노드로 이동



- 40행 : 포인터 temp가 가리키는 노드를 메모리 해제
- 41행 : 변수 item의 값, 즉 스택의 top이었던 노드의 데이터를 반환
- 60~63행 : 연결 스택에 노드가 있는 동안, top 노드부터 링크 필드를 따라 아래 노드로 이동하면서 데이터 필드값을 출력. top 노드부터 출력하므로 출력 화면에서 왼쪽이 스택의 마지막 원소인 top이 됨

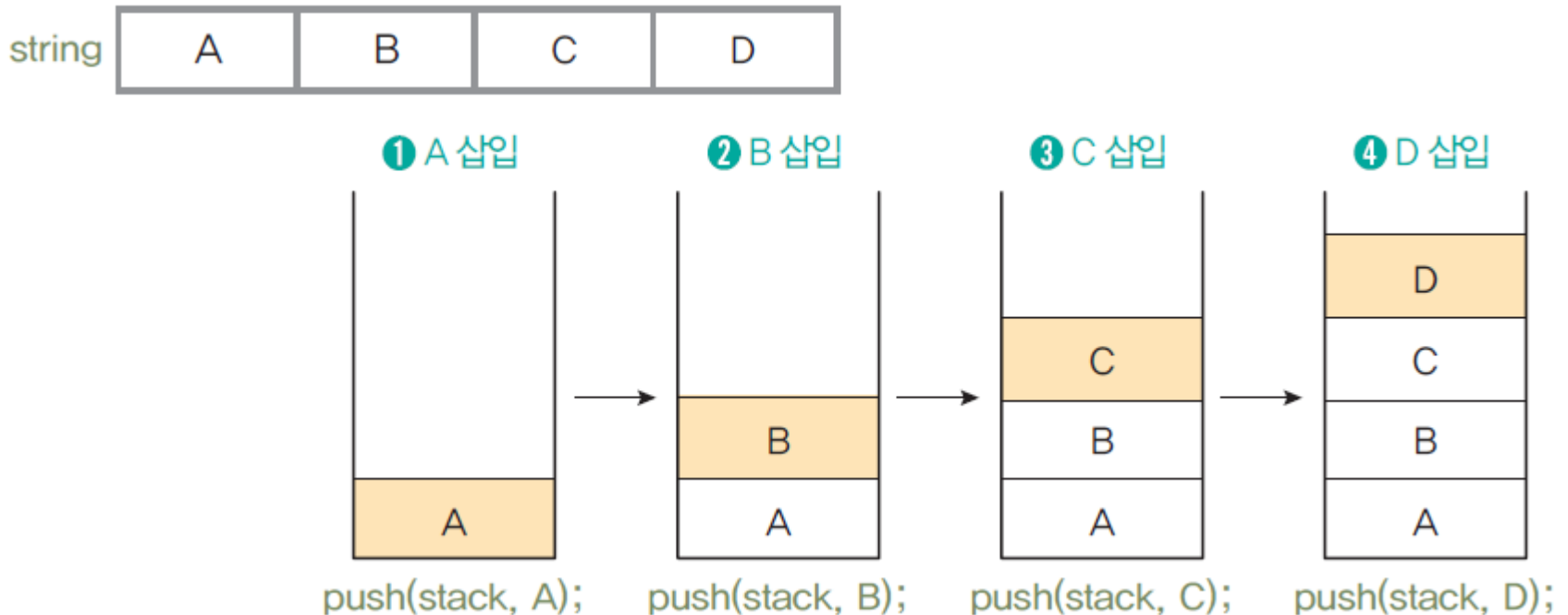


3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 역순 문자열

❖ 역순 문자열 만들기

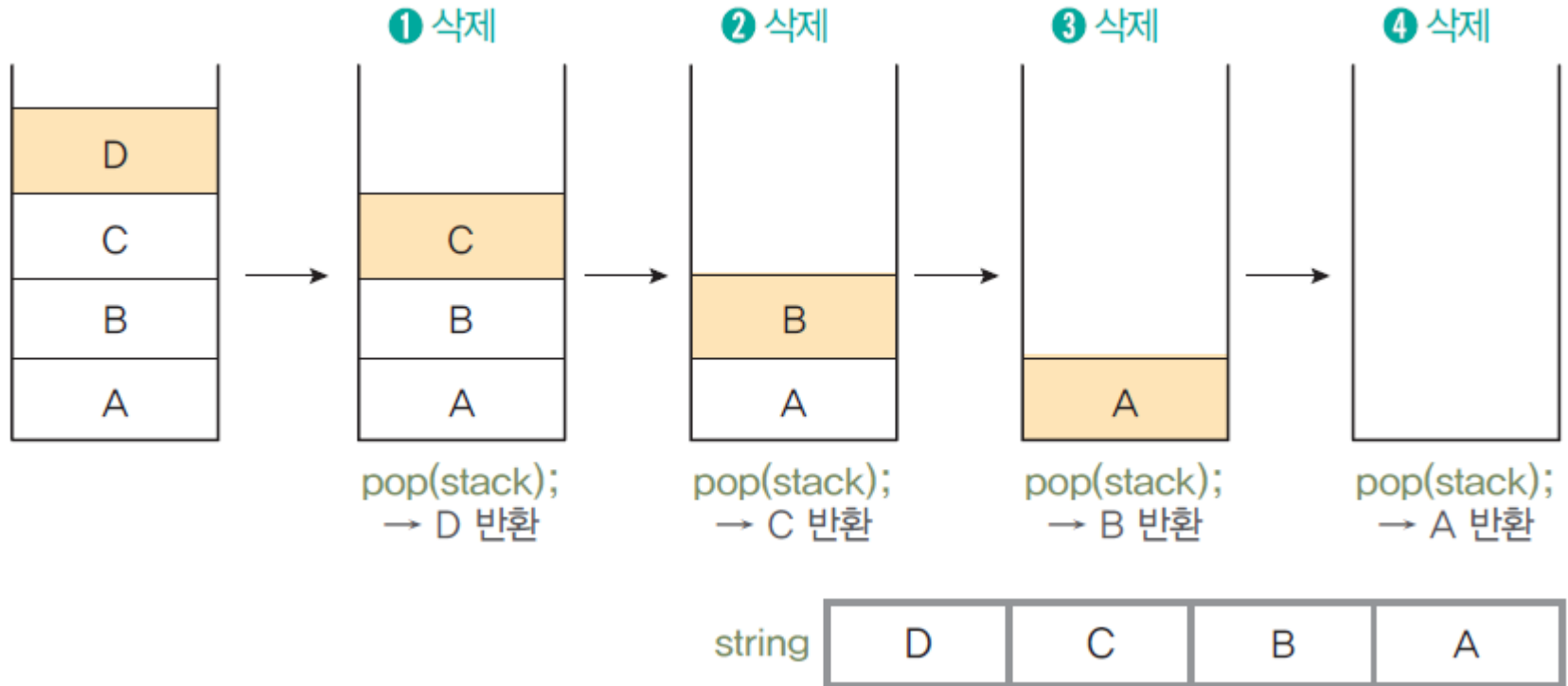
- 스택의 후입선출(LIFO) 성질을 이용

① 문자열을 순서대로 스택에 삽입



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 역순 문자열

② 스택에서 삭제하여 문자열을 만들기



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

❖ 시스템 스택

- 프로그램에서의 호출과 복귀에 따른 수행 순서를 관리
 - 가장 마지막에 호출된 함수가 가장 먼저 실행을 완료하고 복귀하는 후입선출 구조이므로, 후입선출 구조의 스택을 이용하여 수행순서 관리
 - 함수 호출이 발생하면 호출한 함수 수행에 필요한 지역변수, 매개변수 및 수행 후 복귀할 주소 등의 정보를 스택 프레임(stack frame)에 저장하여 시스템 스택에 삽입
 - 함수의 실행이 끝나면 시스템 스택의 top 원소(스택 프레임)를 삭제(pop)하면서 프레임에 저장되어있던 복귀주소를 확인하고 복귀
 - 함수 호출과 복귀에 따라 이 과정을 반복하여 전체 프로그램 수행이 종료되면 시스템 스택은 공백스택이 됨



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

- 함수 호출과 복귀에 따른 전체 프로그램의 수행 순서

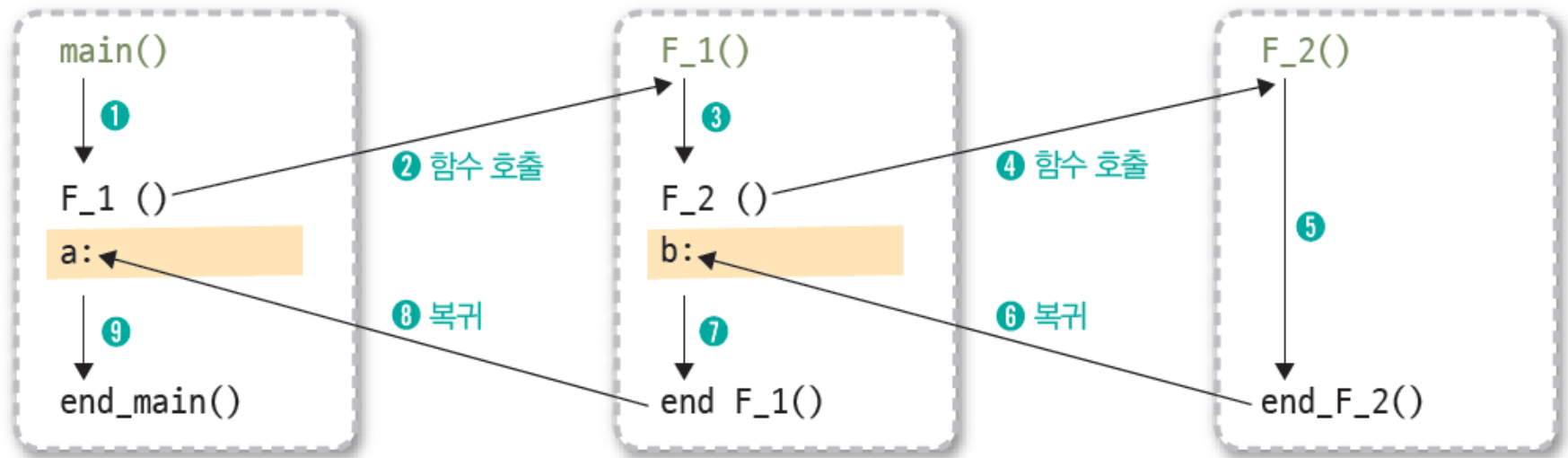


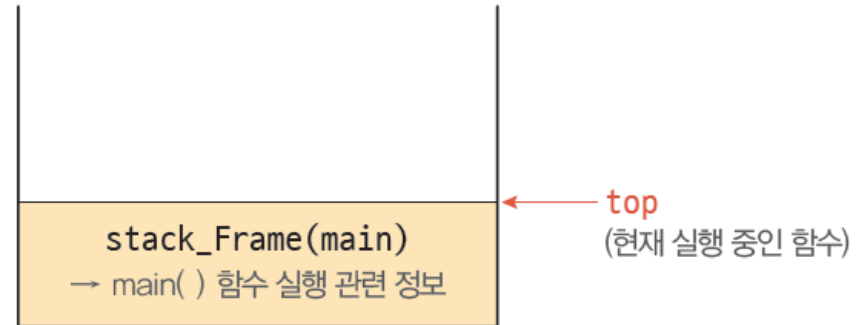
그림 5-9 함수 호출과 복귀에 따른 전체 프로그램 수행 순서



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

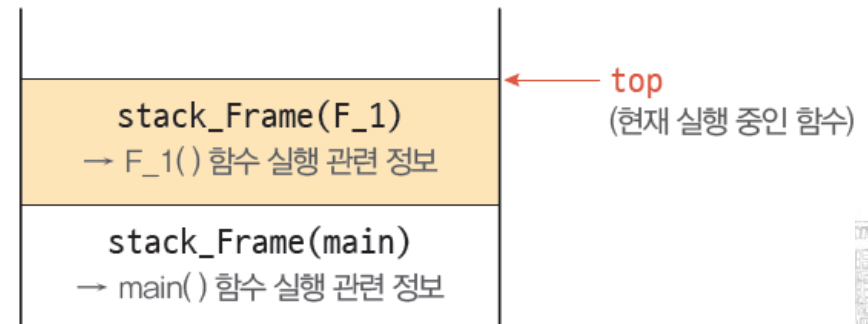
- ① main() 함수 실행 시작 : 시작하면 main() 함수가 호출되어 실행, main() 함수 시작과 관련된 정보를 스택 프레임에 저장, 시스템 스택에 삽입

```
push(System_stack, stack_Frame(main));
```



- ② F_1() 함수 호출 : main() 함수 실행 중 F_1() 함수 호출을 만나면 함수 호출과 복귀에 필요한 정보를 스택 프레임에 저장, 시스템 스택에 삽입, 호출된 함수인 F_1() 함수로 이동. 이때 스택 프레임에는 호출된 함수의 수행이 끝나고 main() 함수로 복귀할 주소 `a`를 저장

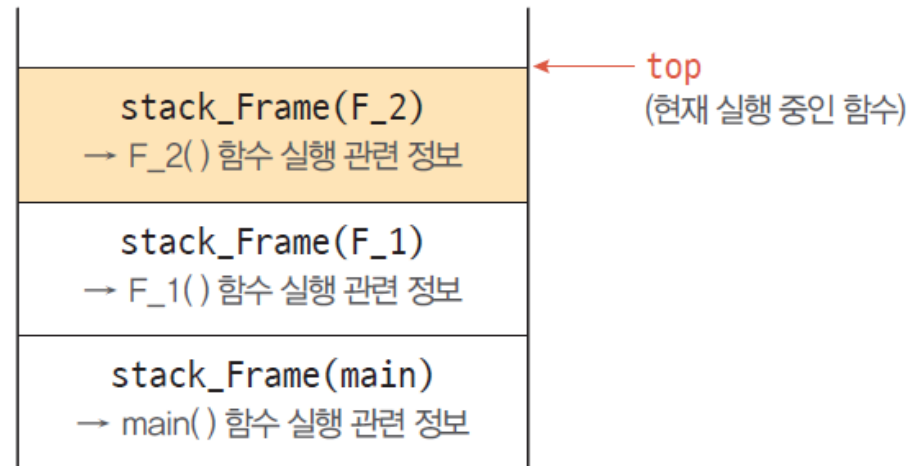
```
push(System_stack, stack_Frame(F_1));
```



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

- ③ 호출된 함수 F_1() 함수 실행
- ④ F_2() 함수 호출 : F_1() 함수 실행 중에 F_2() 함수 호출을 만나면 다시 함수 호출과 복귀에 필요한 정보를 스택 프레임에 저장하여 시스템 스택에 삽입하고, 호출된 함수인 F_2() 함수를 실행. 스택 프레임에는 F_1() 함수로 복귀할 주소 b를 저장

```
push(System_stack, stack_Frame(F_2));
```



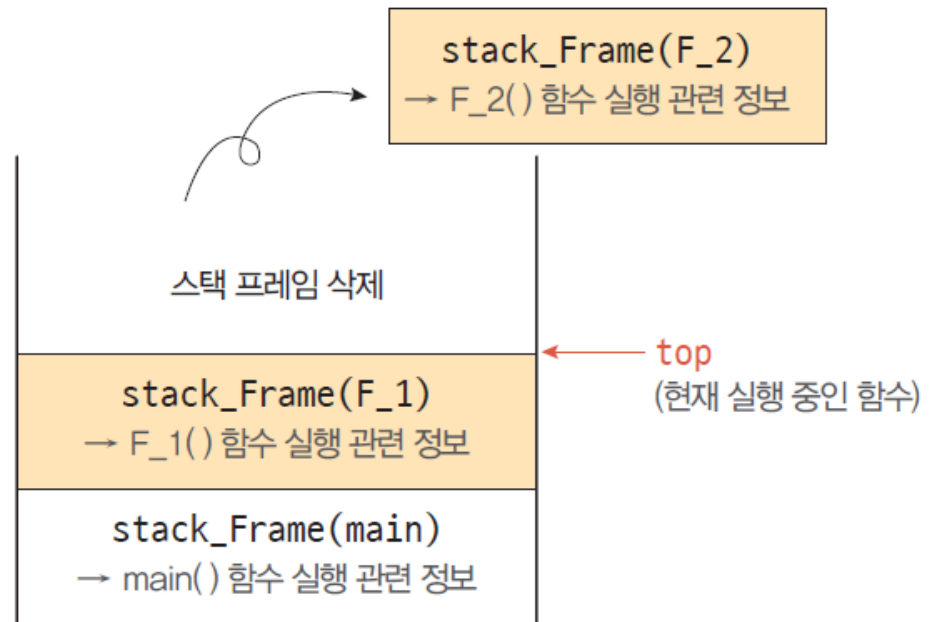
- ⑤ 호출된 함수 F_2() 함수 실행



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

- ⑥ F₂() 함수 실행 종료, F₁() 함수로 복귀 : F₂() 함수 실행이 끝나면 F₂() 함수를 호출했던 이전 위치로 복귀하여 이전 함수 F₁()의 작업을 계속해야 함. 시스템 스택의 top에 있는 스택 프레임을 pop하여 정보를 확인하고 복귀 및 작업 전환 실행함

pop(System_stack);



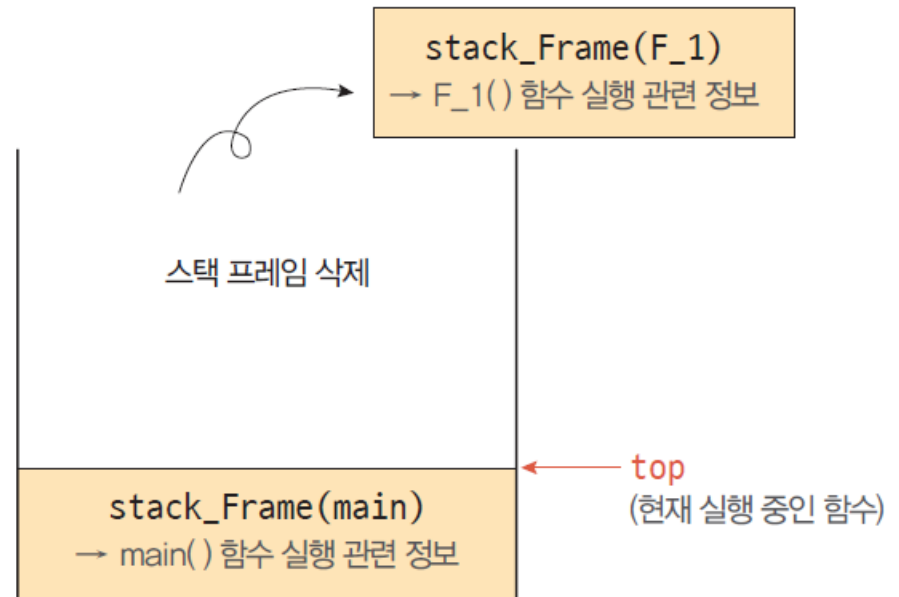
- ⑦ F₁() 함수로 복귀하여 F₁() 함수의 나머지 부분 실행



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

- ⑧ F_1() 함수 실행 종료, main() 함수로 복귀 : 스택의 top에 있는 스택 프레임들을 pop하여 정보를 확인하고 복귀 및 작업 전환을 실행

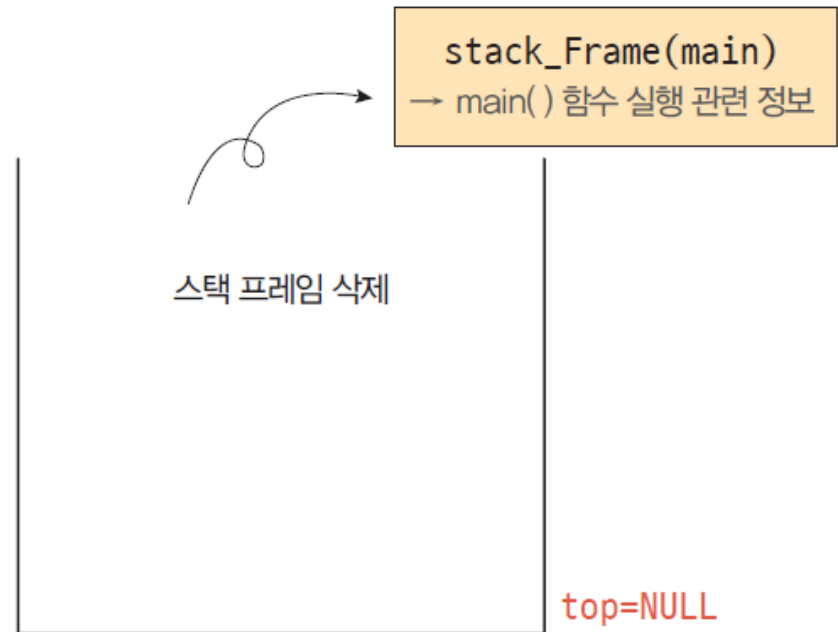
```
pop(System_stack);
```



3. 스택의 응용 : 시스템 스택

- ⑨ `main()` 함수 실행 완료(전체 프로그램 실행 완료) : 정상적인 함수 호출과 복귀가 모두 완료되었으므로 시스템 스택은 공백이 됨

```
pop(System_stack);
```



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

원리를 알면 IT가 맛있다
IT C KBOOK

❖ 수식의 괄호 검사

- 수식에 포함되어있는 괄호는 가장 마지막에 열린 괄호를 가장 먼저 닫아 주어야 하는 후입선출 구조로 구성되어있으므로, 후입선출 구조의 스택을 이용하여 괄호를 검사한다.
- 수식을 왼쪽에서 오른쪽으로 하나씩 읽으면서 괄호 검사
 - ① 왼쪽 괄호를 만나면 스택에 **push**
 - ② 오른쪽 괄호를 만나면 스택을 **pop**하여 마지막에 저장한 괄호와 같은 종류 인지를 확인
 - 같은 종류의 괄호가 아닌 경우 괄호의 짝이 잘못 사용된 수식임.
- 수식에 대한 검사가 모두 끝났을 때 스택은 공백 스택이 됨
 - 수식이 끝났어도 스택이 공백이 되지 않으면 괄호의 개수가 틀린 수식임.



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

알고리즘 5-3 수식의 괄호 쌍 검사

```
testPair()
  exp ← Expression;
  Stack ← null;
  while (true) do {
    symbol ← getSymbol(exp);
    case {
      symbol = "(" or "[" or "{" :
        push(Stack, symbol);
      symbol = ")" :
        open_pair ← pop(Stack);
        if (open_pair ≠ "(") then return false;
      symbol = "]" :
        open_pair ← pop(Stack);
        if (open_pair ≠ "[") then return false;
      symbol = "}" :
        open_pair ← pop(Stack);
        if (open_pair ≠ "{") then return false;
      symbol = null :
        if (isEmpty(Stack)) then return true;
        else return false;
    }
  }
end testPair()
```



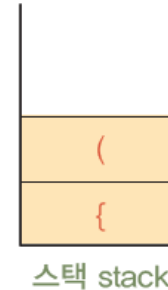
3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

원리를 알면 IT가 맛있다
IT COOLBOOK

■ 예

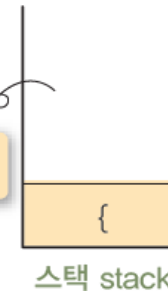
$\{(A+B)-3\} * 5 + [\{\cos(x+y)+7\}-1] * 4$

$\{(A+B)-3\} * 5 + [\{\cos(x+y)+7\}-1] * 4$
① push(stack, {)
② push(stack, ()



$\{(A+B)-3\} * 5 + [\{\cos(x+y)+7\}-1] * 4$
③ pop(stack)
같은 종류인지 확인

삭제된 원소 : (



$\{(A+B)-3\} * 5 + [\{\cos(x+y)+7\}-1] * 4$
④ pop(stack)
같은 종류인지 확인

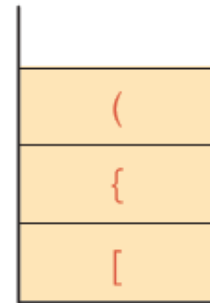
삭제된 원소 : {



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

원리를 알면 IT가 맛있다
IT COOLBOOK

{ (A + B) - 3 } * 5 + [{ cos (x + y) + 7 } - 1] * 4



스택 stack

{ (A + B) - 3 } * 5 + [{ cos (x + y) + 7 } - 1] * 4



스택 stack



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

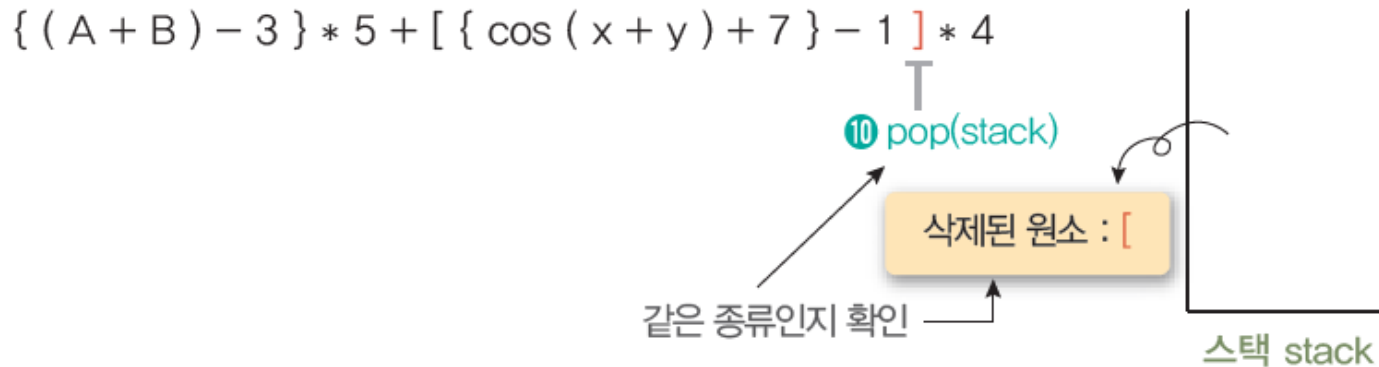
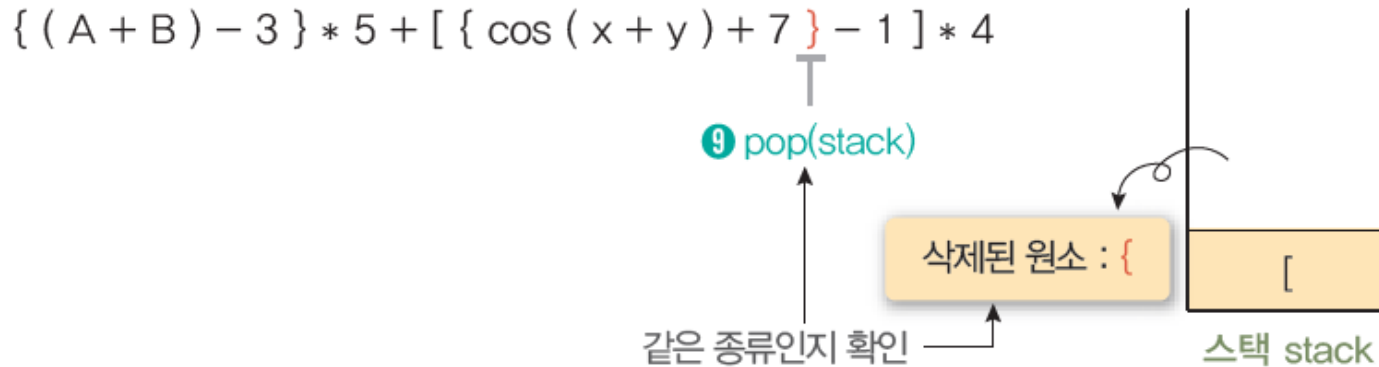
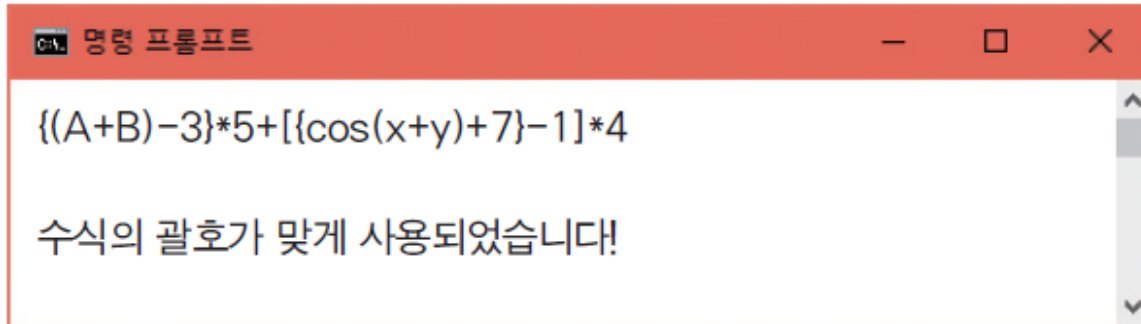


그림 5-10 수식 처리에 따른 스택 사용 과정



3. 스택의 응용 : 스택을 이용한 수식의 괄호 검사

- 스택을 이용해 수식의 괄호쌍 검사하기 프로그램 : [교재 253p](#)
- 실행 결과



```
명령 프롬프트
{(A+B)-3}*5+[{cos(x+y)+7}-1]*4
수식의 괄호가 맞게 사용되었습니다!
```



Thank You

