

4장 스택





스택이란?

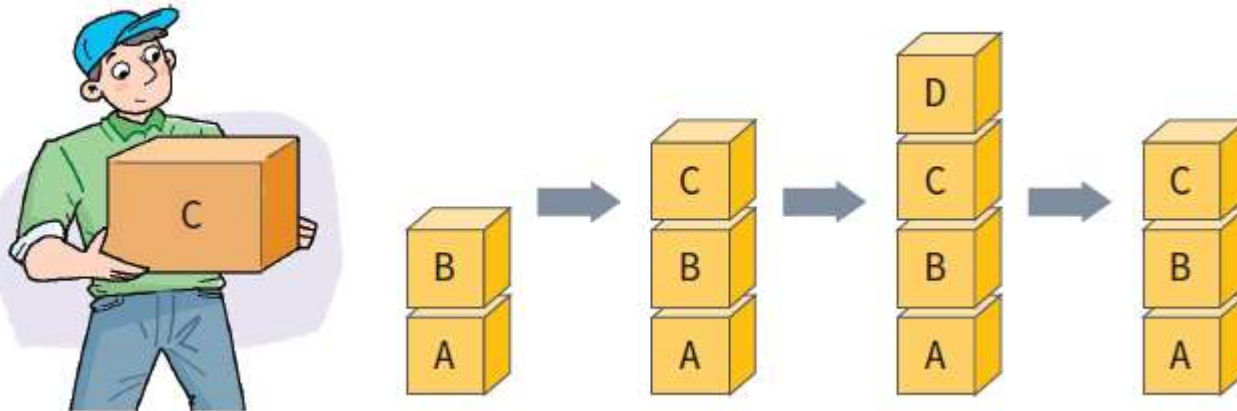
- 스택(stack): 쌓아놓은 더미





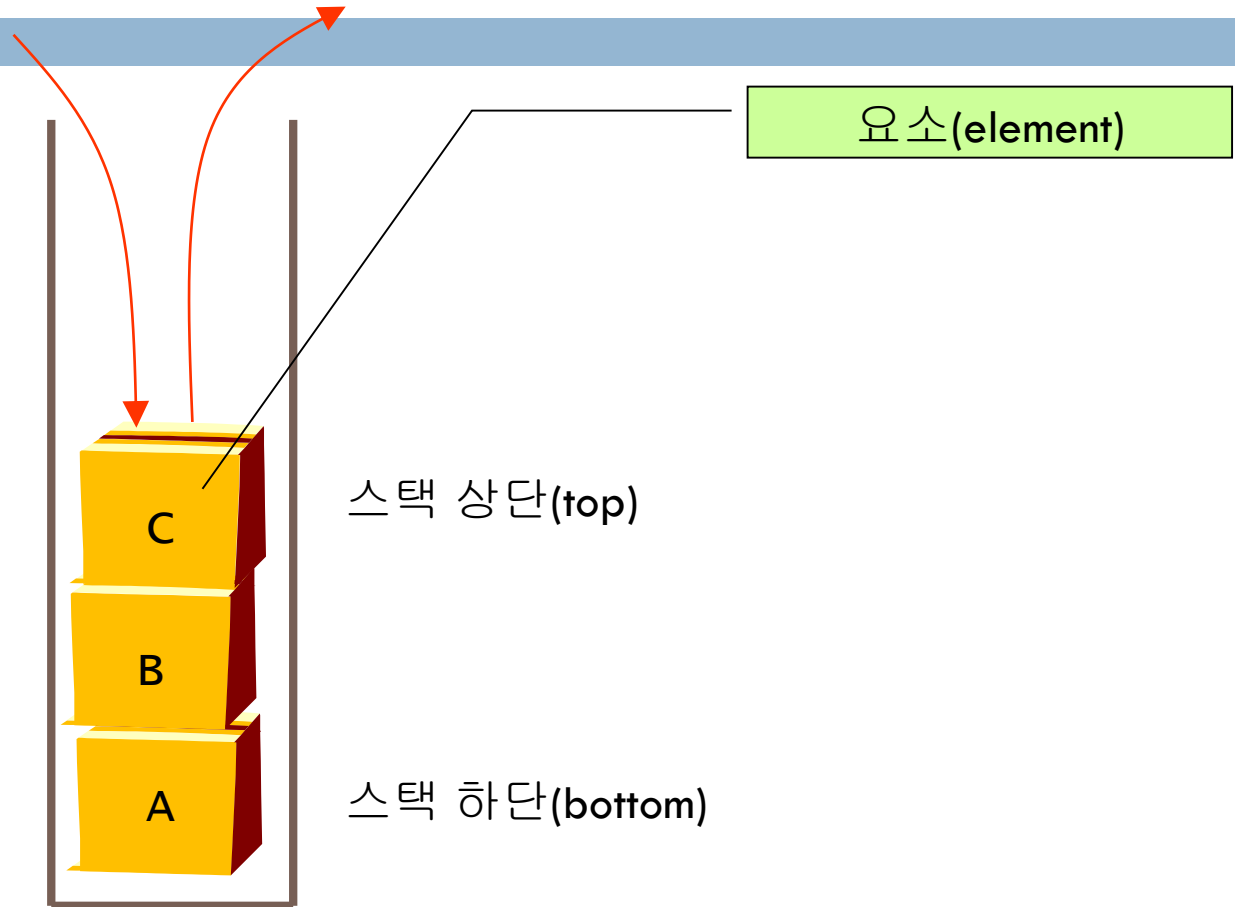
스택의 특징

- **후입선출(LIFO: Last-In First-Out)**: 가장 최근에 들어온 데이터가 가장 먼저 나감.





스택의 구조



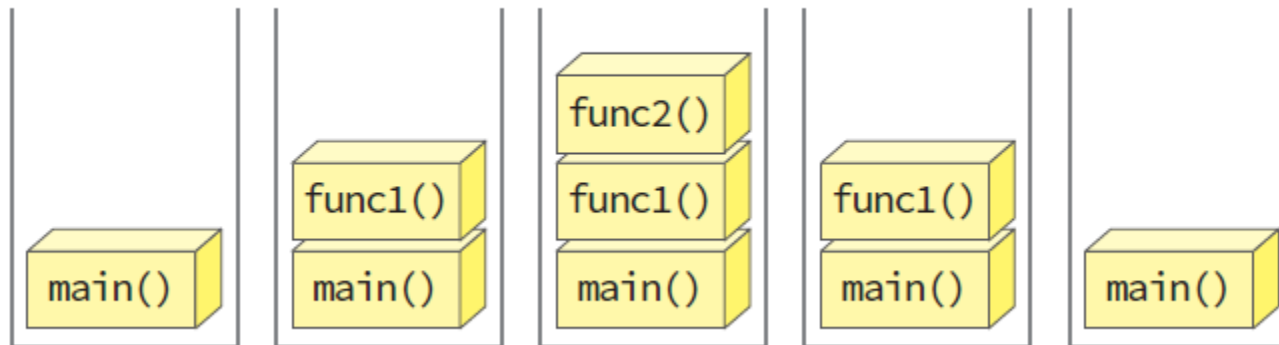
예제: 시스템 스택을 이용한 함수 호출



```
void func2(){  
    return;  
}
```

```
void func1(){  
    func2();  
}
```

```
int main(void){  
    func1();  
    return 0;  
}
```





스택 추상데이터타입(ADT)

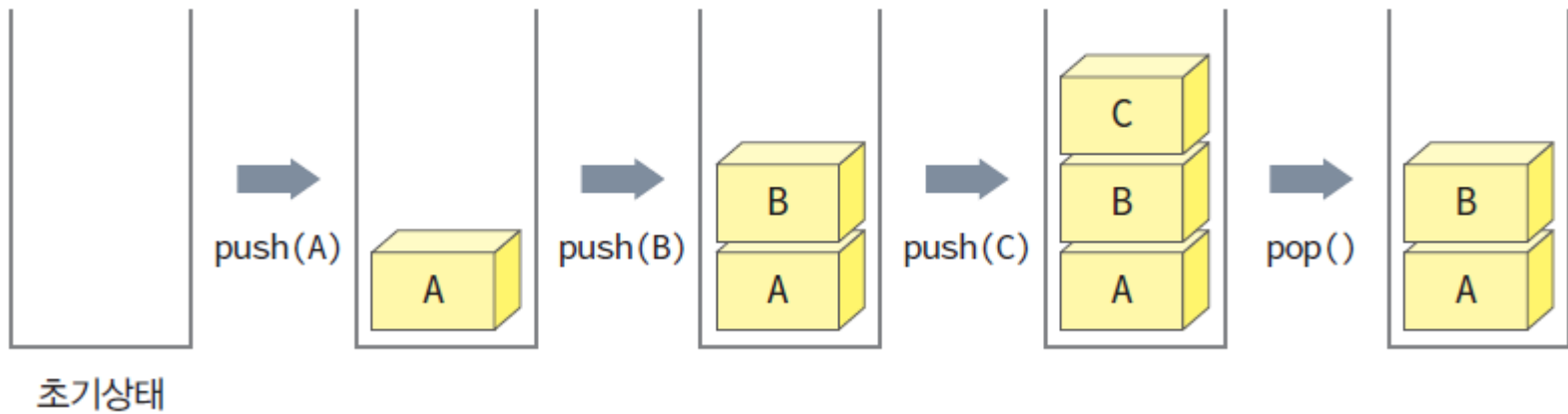
- 객체: 0개 이상의 원소를 가지는 유한 선형 리스트
- 연산:
 - `create(size) ::=` 최대 크기가 `size`인 공백 스택을 생성한다.
 - `is_full(s) ::=`
 - `if(스택의 원소수 == size) return TRUE;`
 - `else return FALSE;`
 - `is_empty(s) ::=`
 - `if(스택의 원소수 == 0) return TRUE;`
 - `else return FALSE;`
 - `push(s, item) ::=`
 - `if(is_full(s)) return ERROR_STACKFULL;`
 - `else` 스택의 맨 위에 `item`을 추가한다.
 - `pop(s) ::=`
 - `if(is_empty(s)) return ERROR_STACKEMPTY;`
 - `else` 스택의 맨 위의 원소를 제거해서 반환한다.
 - `peek(s) ::=`
 - `if(is_empty(s)) return ERROR_STACKEMPTY;`
 - `else` 스택의 맨 위의 원소를 제거하지 않고 반환한다.





스택의 연산

- `push()`: 스택에 데이터를 추가
- `pop()`: 스택에서 데이터를 삭제





스택의 연산

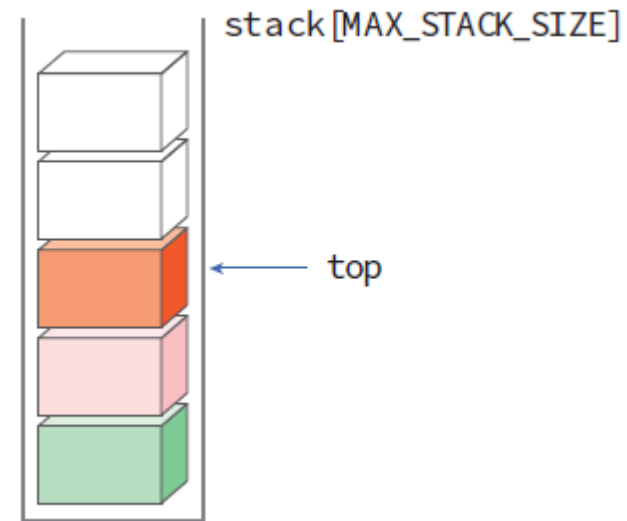
- `is_empty(s)`: 스택이 공백상태인지 검사
- `is_full(s)`: 스택이 포화상태인지 검사
- `create()`: 스택을 생성
- `peek(s)`: 요소를 스택에서 삭제하지 않고 보기만 하는 연산
 - ▣ (참고)`pop` 연산은 요소를 스택에서 완전히 삭제하면서 가져온다.





배열을 이용한 스택의 구현

- 1차원 배열 `stack[]`
- 스택에서 가장 최근에 입력되었던 자료를 가리키는 `top` 변수
- 가장 먼저 들어온 요소는 `stack[0]`에, 가장 최근에 들어온 요소는 `stack[top]`에 저장
- 스택이 공백상태이면 `top`은 -1





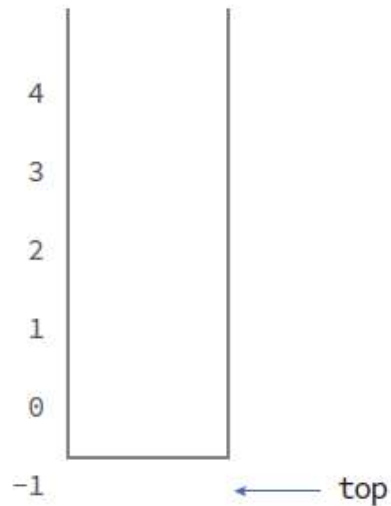
is_empty, is_full 연산의 구현

```
is_empty(S):
```

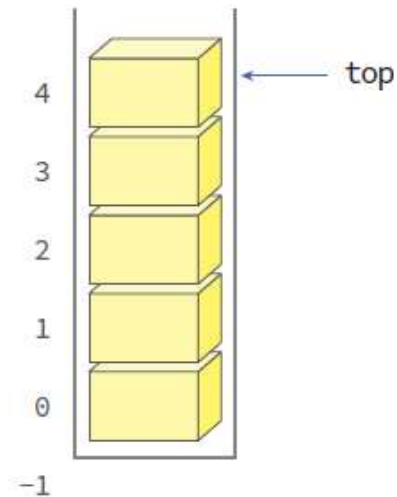
```
if top == -1  
    then return TRUE  
    else return FALSE
```

```
is_full(S):
```

```
if top == (MAX_STACK_SIZE-1)  
    then return TRUE  
    else return FALSE
```



(a) 공백상태



(b) 포화상태

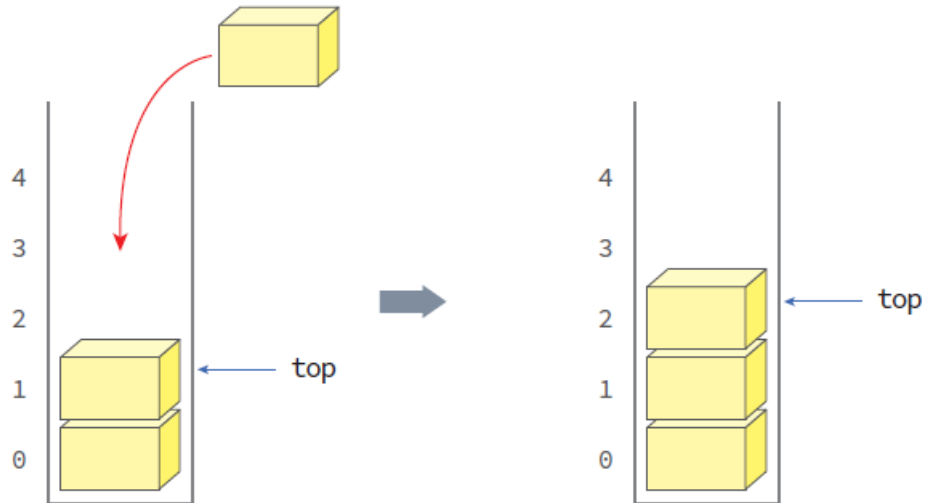




push 연산

```
push(S, x):
```

```
if is_full(S)  
    then error "overflow"  
    else  $top \leftarrow top + 1$   
          $stack[top] \leftarrow x$ 
```

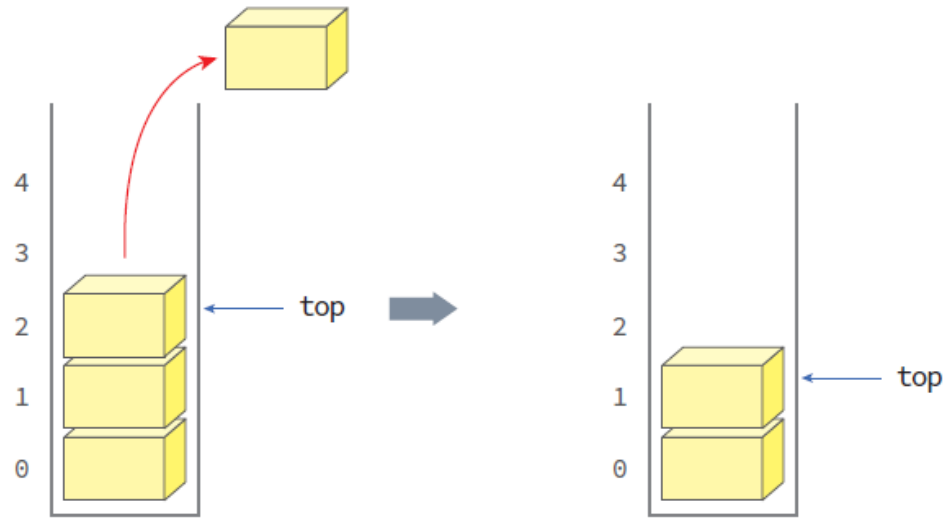




pop 연산

```
pop( $S, x$ ):
```

```
if is_empty( $S$ )  
  then error "underflow"  
  else  $e \leftarrow \text{stack}[\text{top}]$   
        $\text{top} \leftarrow \text{top} - 1$   
  return  $e$ 
```





전역 변수로 구현하는 방법

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define MAX_STACK_SIZE 100    // 스택의 최대 크기
typedef int element;          // 데이터의 자료형
element stack[MAX_STACK_SIZE]; // 1차원 배열
int top = -1;

// 공백 상태 검출 함수
int is_empty()
{
    return (top == -1);
}

// 포화 상태 검출 함수
int is_full()
{
    return (top == (MAX_STACK_SIZE - 1));
}
```





전역 변수로 구현하는 방법

```
// 삽입 함수
```

```
void push(element item)
```

```
{
```

```
    if (is_full()) {
```

```
        fprintf(stderr, "스택 포화 에러\n");
```

```
        return;
```

```
    }
```

```
    else stack[++top] = item;
```

```
}
```

```
// 삭제 함수
```

```
element pop()
```

```
{
```

```
    if (is_empty()) {
```

```
        fprintf(stderr, "스택 공백 에러\n");
```

```
        exit(1);
```

```
    }
```

```
    else return stack[top--];
```

```
}
```





전역 변수로 구현하는 방법

```
int main(void)
{
    push(1);
    push(2);
    push(3);
    printf("%d\n", pop());
    printf("%d\n", pop());
    printf("%d\n", pop());
    return 0;
}
```

3
2
1





구조체 배열 사용하기

```
#define MAX_STACK_SIZE 100
```

```
typedef int element;
```

```
typedef struct {
```

```
    element data[MAX_STACK_SIZE];
```

```
    int top;
```

```
} StackType;
```

배열의 요소는 element타입으로 선언

```
// 스택 초기화 함수
```

```
void init_stack(StackType *s)
```

```
{
```

```
    s->top = -1;
```

```
}
```

관련 데이터를 구조체로 묶어서 함수의 파라미터로 전달

```
// 공백 상태 검출 함수
```

```
int is_empty(StackType *s)
```

```
{
```

```
    return (s->top == -1);
```

```
}
```

```
// 포화 상태 검출 함수
```

```
int is_full(StackType *s)
```

```
{
```

```
    return (s->top == (MAX_STACK_SIZE - 1));
```

```
}
```





구조체 배열 사용하기

```
// 삽입함수
void push(StackType *s, element item)
{
    if (is_full(s)) {
        fprintf(stderr, "스택 포화 에러\n");
        return;
    }
    else s->data[++(s->top)] = item;
}

// 삭제함수
element pop(StackType *s)
{
    if (is_empty(s)) {
        fprintf(stderr, "스택 공백 에러\n");
        exit(1);
    }
    else return s->data[(s->top)--];
}
```





구조체 배열 사용하기

```
int main(void)
{
    StackType s;

    init_stack(&s);
    push(&s, 1);
    push(&s, 2);
    push(&s, 3);
    printf("%d\n", pop(&s));
    printf("%d\n", pop(&s));
    printf("%d\n", pop(&s));
}
```

3
2
1





동적 스택

```
...
int main(void)
{
    StackType *s;

    s = (StackType *)malloc(sizeof(StackType));
    init_stack(s);
    push(s, 1);
    push(s, 2);
    push(s, 3);
    printf("%d\n", pop(s));
    printf("%d\n", pop(s));

    printf("%d\n", pop(s));
    free(s);
}
```





동적 배열 스택

- `malloc()`을 호출하여서 실행 시간에 메모리를 할당 받아서 스택을 생성한다.

```
typedef int element;
typedef struct {
    element *data;           // data은 포인터로 정의된다.
    int capacity;           // 현재 크기
    int top;
} StackType;
```





동적 배열 스택

```
void push(StackType *s, element item)
{
    if (is_full(s)) {
        s->capacity *= 2;
        s->data =
            (element *)realloc(s->data, s->capacity * sizeof(element));
    }
    s->data[++(s->top)] = item;
}
```





스택의 응용: 괄호검사

- 괄호의 종류: 대괄호 ('[', ']'), 중괄호 ('{', '}'), 소괄호 ('(', ')')
- 조건
 1. 왼쪽 괄호의 개수와 오른쪽 괄호의 개수가 같아야 한다.
 2. 같은 괄호에서 왼쪽 괄호는 오른쪽 괄호보다 먼저 나와야 한다.
 3. 괄호 사이에는 포함 관계만 존재한다.
- 잘못된 괄호 사용의 예

(a(b)

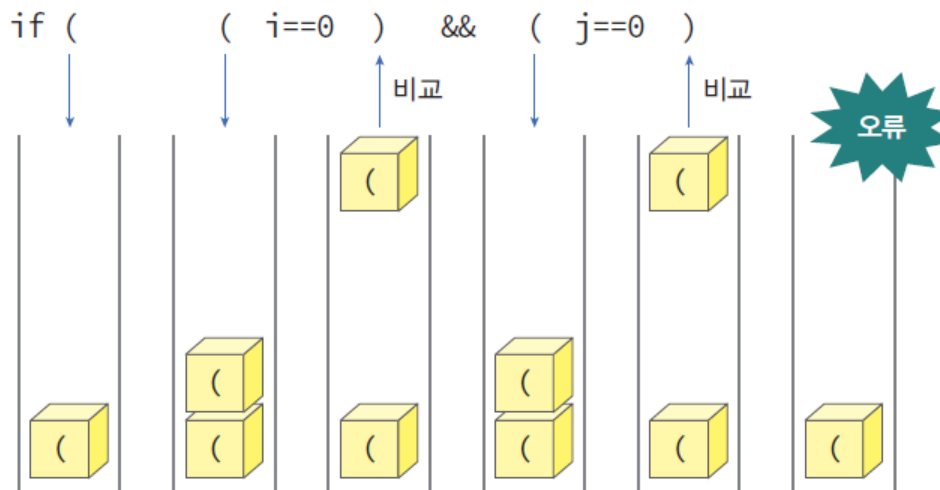
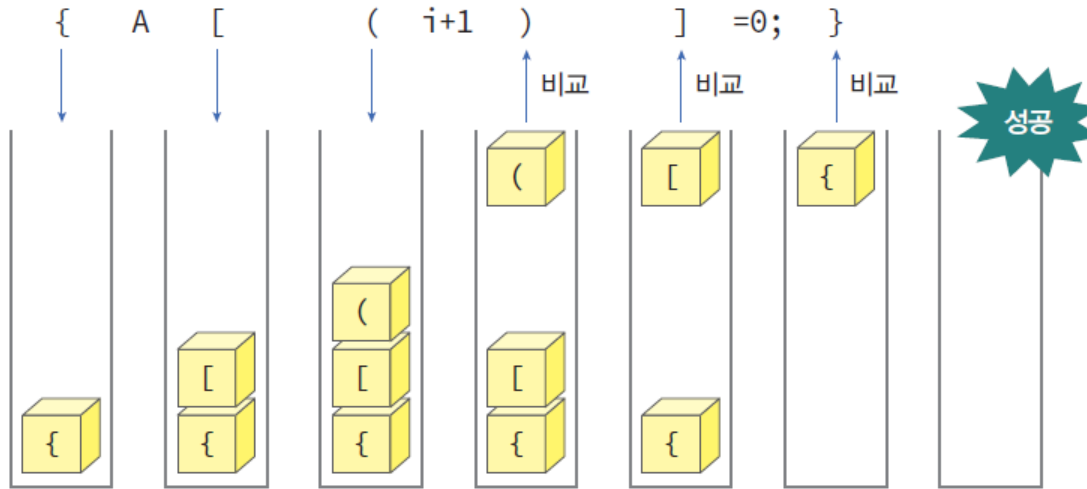
a(b)c)

a{b(c[d]e}f)





스택을 이용한 괄호 검사



□ 알고리즘의 개요

- 문자열에 있는 괄호를 차례대로 조사하면서 왼쪽 괄호를 만나면 스택에 삽입하고, 오른쪽 괄호를 만나면 스택에서 **top** 괄호를 삭제한 후 오른쪽 괄호와 짝이 맞는지를 검사한다.
- 이 때, 스택이 비어 있으면 조건 1 또는 조건 2 등을 위반하게 되고 괄호의 짝이 맞지 않으면 조건 3 등에 위반된다.
- 마지막 괄호까지를 조사한 후에도 스택에 괄호가 남아 있으면 조건 1에 위반되므로 0(거짓)을 반환하고, 그렇지 않으면 1(참)을 반환한다.





괄호 검사 알고리즘

check_matching(expr) :

while (입력 expr의 끝이 아니면)

ch ← expr의 다음 글자

switch(ch)

case '(': **case** '[': **case** '{':

ch를 스택에 삽입

break

case ')': **case** ']': **case** '}':

if (스택이 비어 있으면)

then 오류

else 스택에서 open_ch를 꺼낸다

if (ch 와 open_ch가 같은 짝이 아니면)

then 오류 보고

break

if(스택이 비어 있지 않으면)

then 오류

왼쪽 괄호이면 스택에
삽입

오른쪽 괄호이면 스택
에서 삭제비교





괄호 검사 프로그램

```
int check_matching(const char *in)
{
    StackType s;
    char ch, open_ch;
    int i, n = strlen(in);    // n= 문자열의 길이
    init_stack(&s);           // 스택의 초기화

    for (i = 0; i < n; i++) {
        ch = in[i];           // ch = 다음 문자
        switch (ch) {
            case '(': case '[': case '{':
                push(&s, ch);
                break;
        }
    }
}
```





```
case ')': case ']': case '}':
    if (is_empty(&s)) return 0;
    else {
        open_ch = pop(&s);
        if ((open_ch == '(' && ch != ')') ||
            (open_ch == '[' && ch != ']') ||
            (open_ch == '{' && ch != '}')) {
            return 0;
        }
        break;
    }
}
}
if (!is_empty(&s)) return 0; // 스택에 남아있으면 오류
return 1;
}
```





```
int main(void)
{
    char *p = "{ A[(i+1)]=0; }";
    if (check_matching(p) == 1)
        printf("%s 괄호검사성공\n", p);
    else
        printf("%s 괄호검사실패\n", p);
    return 0;
}
```

{ A[(i+1)]=0; } 괄호검사성공





수식의 계산

- 수식의 표기방법:
 - ▣ 전위(prefix), 중위(infix), 후위(postfix)

중위 표기법	전위 표기법	후위 표기법
$2+3*4$	$+2*34$	$234*+$
$a*b+5$	$++ab5$	$ab*5+$
$(1+2)*7$	$*+127$	$12+7+$

- 컴퓨터에서의 수식 계산순서
 - ▣ 중위표기식-> 후위표기식->계산
 - ▣ $2+3*4 \rightarrow 234*+ \rightarrow 14$
 - ▣ 모두 스택을 사용
 - ▣ 먼저 후위표기식의 계산법을 알아보자



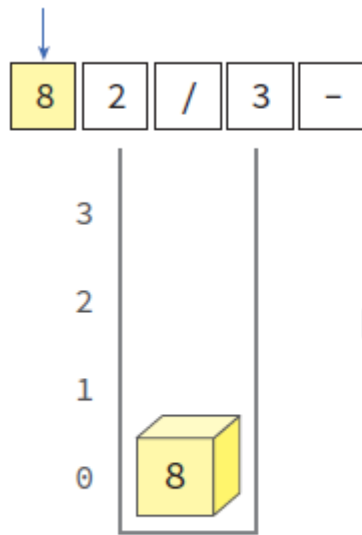


후위 표기식의 계산

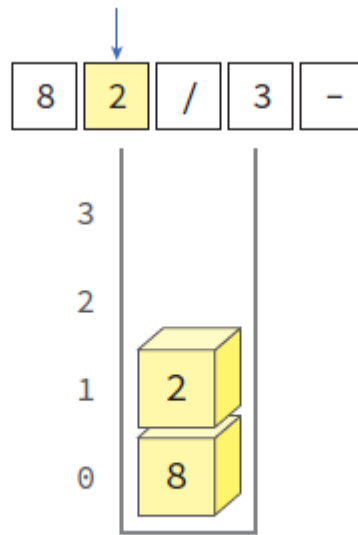
- 수식을 왼쪽에서 오른쪽으로 스캔하여 피연산자이면 스택에 저장하고 연산자이면 필요한 수만큼의 피연산자를 스택에서 꺼내 연산을 실행하고 연산의 결과를 다시 스택에 저장
- (예) $82/3-32^{*}+$

토 큰	스택						
	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
8	8						
2	8	2					
/	4						
3	4	3					
-	1						
3	1	3					
2	1	3	2				
*	1	6					
+	7						

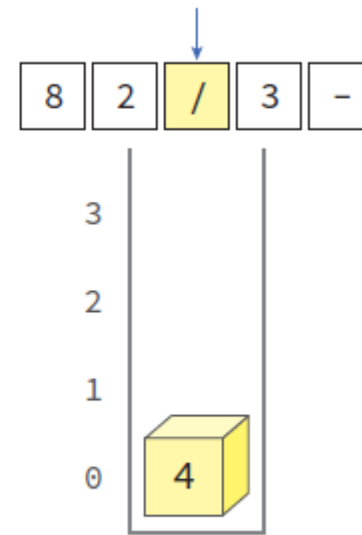




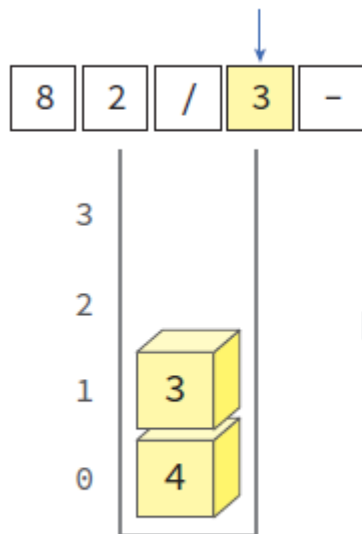
피연산자 → 삽입



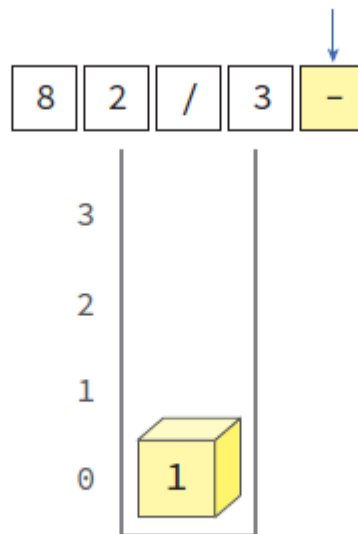
피연산자 → 삽입



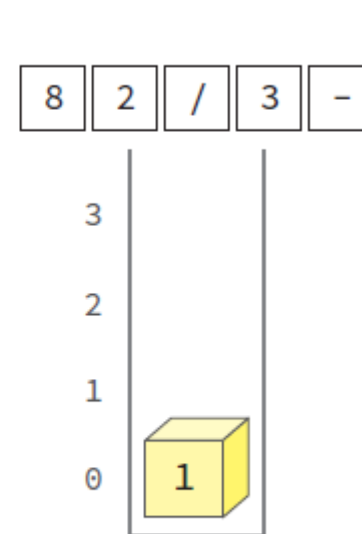
연산자 → $8/2=4$ 삽입



피연산자 → 삽입



연산자 → $4-3=1$ 삽입



종료 → 전체 연산 결과 =1





후위 표기식 계산 알고리즘

```
스택 s를 생성하고 초기화한다.  
for 항목 in 후위표기식  
do if (항목이 피연산자이면)  
    push(s, item)  
    if (항목이 연산자 op이면)  
    then second ← pop(s)  
        first ← pop(s)  
        result ← first op second // op 는 +-* / 중의 하나  
        push(s, result)  
final_result ← pop(s);
```





후위 표기식 계산

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX_STACK_SIZE 100

// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가
typedef char element;          // 교체!
// ...
// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가 끝

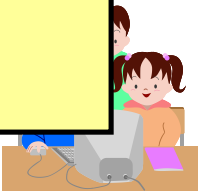
// 후위 표기 수식 계산 함수
int eval(char exp[])
{
    int op1, op2, value, i = 0;
    int len = strlen(exp);
    char ch;
    StackType s;
```





후위 표기식 계산

```
init_stack(&s);
for (i = 0; i < len; i++) {
    ch = exp[i];
    if (ch != '+' && ch != '-' && ch != '*' && ch != '/') {
        value = ch - '0';          // 입력이 피연산자이면
        push(&s, value);
    }
    else {                          // 연산자이면 피연산자를 스택에서 제거
        op2 = pop(&s);
        op1 = pop(&s);
        switch (ch) { // 연산을 수행하고 스택에 저장
            case '+': push(&s, op1 + op2); break;
            case '-': push(&s, op1 - op2); break;
            case '*': push(&s, op1 * op2); break;
            case '/': push(&s, op1 / op2); break;
        }
    }
}
return pop(&s);
}
```





```
int main(void)
{
    int result;
    printf("후위표기식은 82/3-32*+\n");
    result = eval("82/3-32*+");
    printf("결과값은 %d\n", result);
    return 0;
}
```

후위표기식은 82/3-32*+
결과값은 7





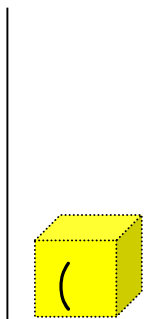
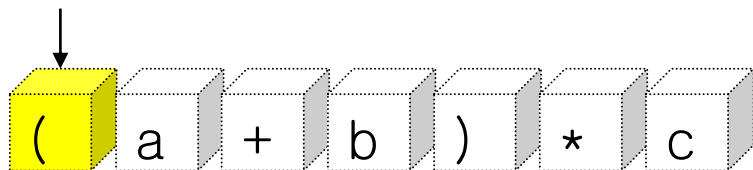
중위표기식->후위표기식

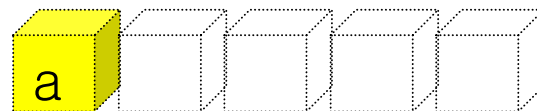
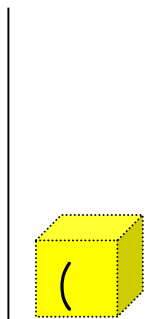
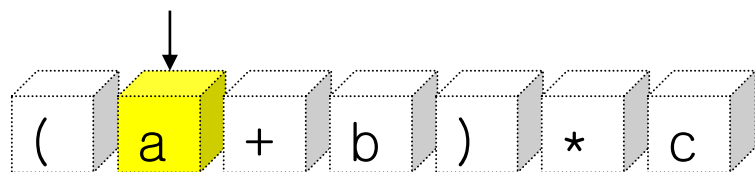
□ 중위표기와 후위표기

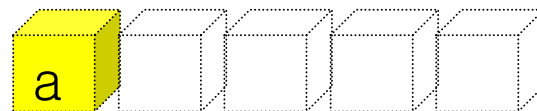
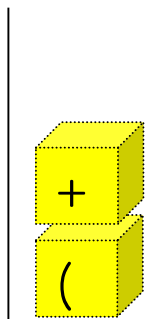
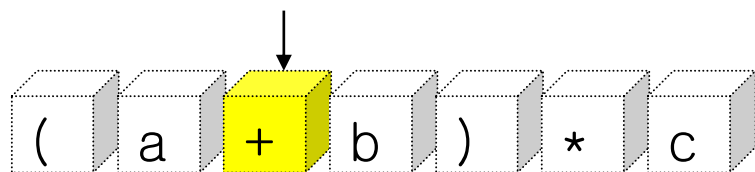
- 중위 표기법과 후위 표기법의 공통점은 피연산자의 순서는 동일
- 연산자들의 순서만 다름(우선순위순서)
->연산자만 스택에 저장했다가 출력하면 된다.
- $2+3*4 \rightarrow 234*+$

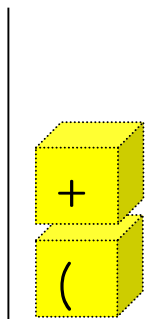
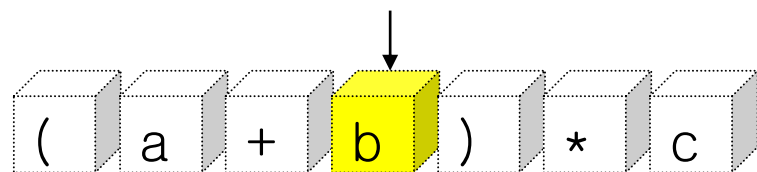
중위 표기법	후위 표기법
$a+b$	$ab+$
$(a+b)*c$	$ab+c*$
$a+b*c$	$abc*+$

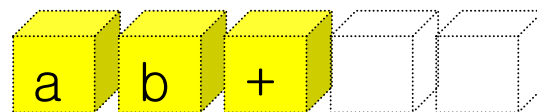
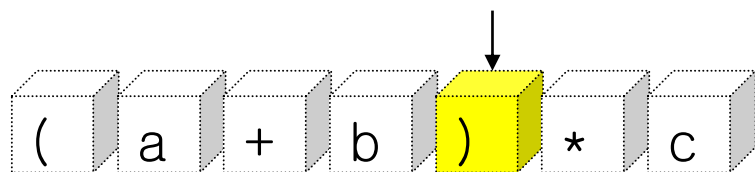


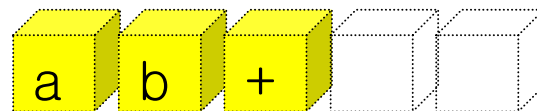
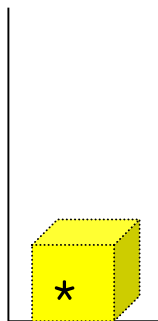
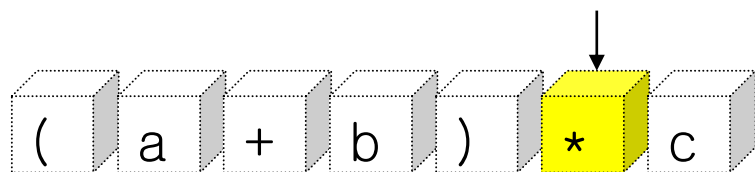


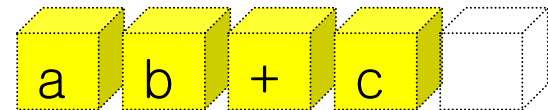
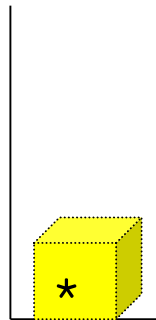
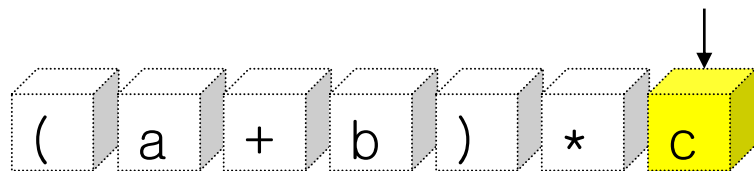


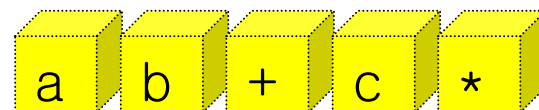
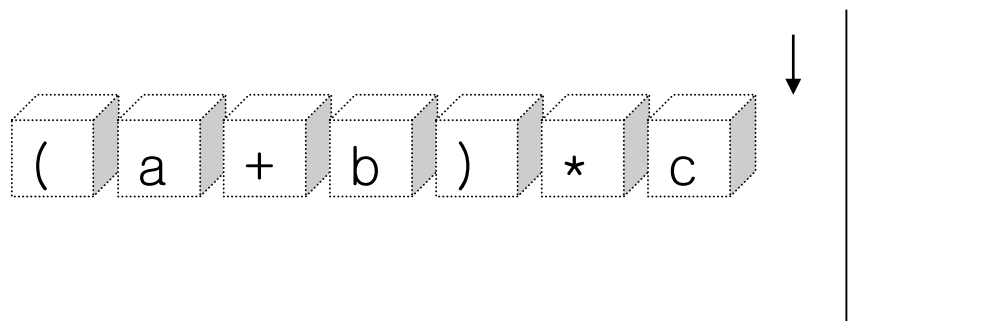














infix_to_postfix(exp) :

스택 s 를 생성하고 초기화

while (exp에 처리할 문자가 남아 있으면)

ch \leftarrow 다음에 처리할 문자

switch (ch)

case 연산자:

while (peek(s)의 우선순위 \geq ch의 우선순위)

do e \leftarrow pop(s)

e를 출력

push(s, ch);

break;

case 왼쪽 괄호:

push(s, ch);

break;

case 오른쪽 괄호:

e \leftarrow pop(s);

while(e \neq 왼쪽괄호)

do e를 출력

e \leftarrow pop(s)

break;

case 피연산자:

ch를 출력

break;





```
while( not is_empty(s) )  
  do e ← pop(s)  
    e를 출력
```





프로그램

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAX_STACK_SIZE 100

// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가
typedef char element;          // 교체!
// ...
// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가 끝

// 연산자의 우선순위를 반환한다.
int prec(char op)
{
    switch (op) {
        case '(': case ')': return 0;
        case '+': case '-': return 1;
        case '*': case '/': return 2;
    }
    return -1;
}
```





프로그램

// 중위 표기 수식 -> 후위 표기 수식

```
void infix_to_postfix(char exp[])
{
    int i = 0;
    char ch, top_op;
    int len = strlen(exp);
    StackType s;

    init_stack(&s); // 스택 초기화
    for (i = 0; i < len; i++) {
        ch = exp[i];
        switch (ch) {
            case '+': case '-': case '*': case '/': // 연산자

                // 스택에 있는 연산자의 우선순위가 더 크거나 같으면 출력
                while (!is_empty(&s) && (prec(ch) <=
prec(peek(&s))))
                    printf("%c", pop(&s));
                push(&s, ch);
                break;
        }
    }
    while (!is_empty(&s))
        printf("%c", pop(&s));
}
```





프로그램

```
case '(': // 왼쪽 괄호
    push(&s, ch);
    break;
case ')': // 오른쪽 괄호
    top_op = pop(&s);
    // 왼쪽 괄호를 만날때까지 출력
    while (top_op != '(') {
        printf("%c", top_op);
        top_op = pop(&s);
    }
    break;
default: // 피연산자
    printf("%c", ch);
    break;
}
}
while (!is_empty(&s)) // 스택에 저장된 연산자들 출력
    printf("%c", pop(&s));
}
```





```
//  
int main(void)  
{  
    char *s = "(2+3)*4+9";  
    printf("중위표시수식 %s \n", s);  
    printf("후위표시수식 ");  
    infix_to_postfix(s);  
    printf("\n");  
    return 0;  
}
```

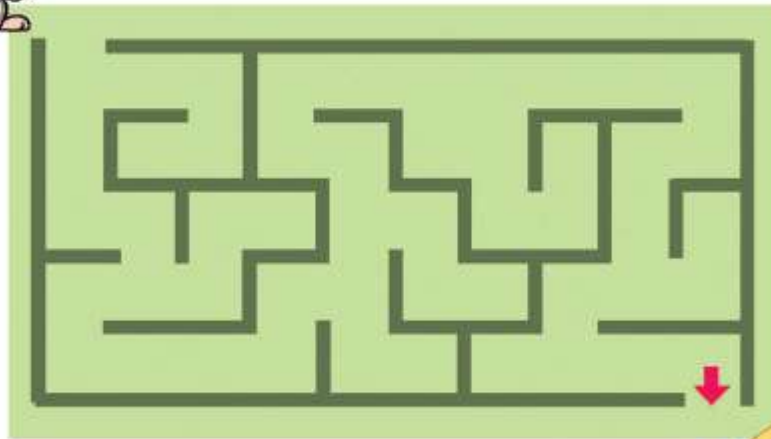
중위표시수식 (2+3)*4+9
후위표시수식 23+4*9+

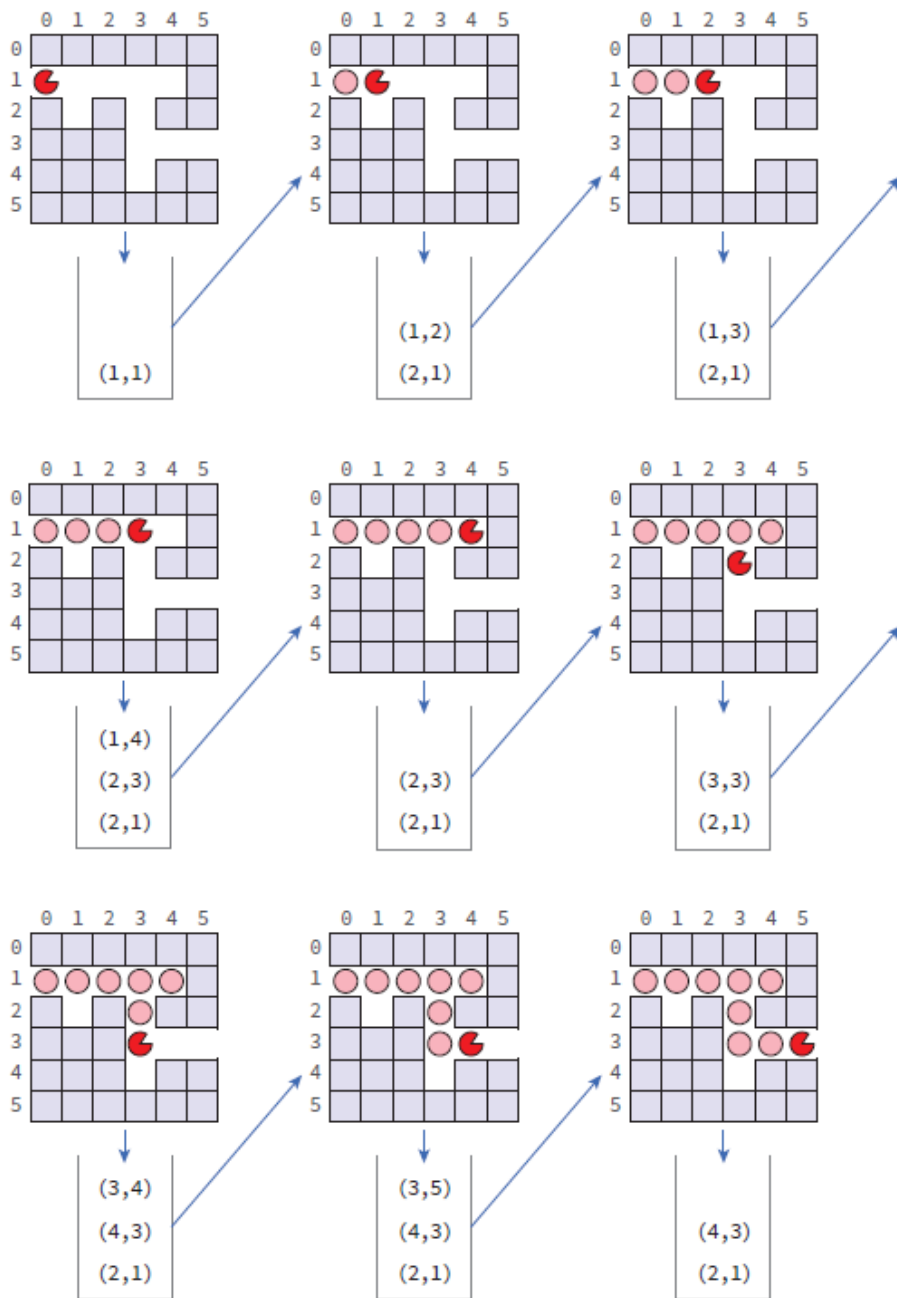




미로탐색문제

- 체계적인 방법 필요
- 현재의 위치에서 가능한 방향을 스택에 저장해놓았다가 막다른 길을 만나면 스택에서 다음 탐색 위치를 꺼낸다.







미로탐색 알고리즘

스택 s 과 출구의 위치 x , 현재 생쥐의 위치를 초기화

while(현재의 위치가 출구가 아니면)

do 현재 위치를 방문한 것으로 표기

if(현재 위치의 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽 위치가 아직 방문되지 않았고 갈 수 있으면)

then 그 위치들을 스택에 push

if(is_empty(s))

then 실패

else 스택에서 하나의 위치를 꺼내어 현재 위치로 만든다;

성공;





미로 프로그램

```
// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가
// ...
typedef struct {                                // 교체!
    short r;
    short c;
} element;
// 프로그램 4.3에서 스택 코드 추가 끝

element here = { 1,0 }, entry = { 1,0 };

char maze[MAZE_SIZE][MAZE_SIZE] = {
    { '1', '1', '1', '1', '1', '1' },
    { 'e', '0', '1', '0', '0', '1' },
    { '1', '0', '0', '0', '1', '1' },
    { '1', '0', '1', '0', '1', '1' },
    { '1', '0', '1', '0', '0', 'x' },
    { '1', '1', '1', '1', '1', '1' },
};
```





미로 프로그램

```
// 위치를 스택에 삽입
```

```
void push_loc(StackType *s, int r, int c)
```

```
{
```

```
    if (r < 0 || c < 0) return;
```

```
    if (maze[r][c] != '1' && maze[r][c] != '.') {
```

```
        element tmp;
```

```
        tmp.r = r;
```

```
        tmp.c = c;
```

```
        push(s, tmp);
```

```
    }
```

```
}
```

```
// 미로를 화면에 출력한다.
```

```
void maze_print(char maze[MAZE_SIZE][MAZE_SIZE])
```

```
{
```

```
    printf("\n");
```

```
    for (int r = 0; r < MAZE_SIZE; r++) {
```

```
        for (int c = 0; c < MAZE_SIZE; c++) {
```

```
            printf("%c", maze[r][c]);
```

```
        }
```

```
        printf("\n");
```

```
    }
```

```
}
```



미로 프로그램

```
int main(void)
{
    int r, c;
    StackType s;

    init_stack(&s);
    here = entry;
    while (maze[here.r][here.c] != 'x') {
        r = here.r;
        c = here.c;
        maze[r][c] = '.';
        maze_print(maze);
        push_loc(&s, r - 1, c);
        push_loc(&s, r + 1, c);
        push_loc(&s, r, c - 1);
        push_loc(&s, r, c + 1);
    }
}
```





미로 프로그램

```
        if (is_empty(&s)) {  
            printf("실패\n");  
            return;  
        }  
        else  
            here = pop(&s);  
    }  
    printf("성공\n");  
    return 0;  
}
```



실행결과

C:\ C:\#WIN	C:\ C:\#WIN	C:\ C:\#WIN
111111	111111	111111
.01001	..1001	..1001
100011	1.0011	1...11
101011	101011	101.11
10100x	10100x	101.0x
111111	111111	111111
111111	111111	111111
..1001	..1001	..1001
100011	1..011	1...11
101011	101011	101.11
10100x	10100x	101..x
111111	-> 111111	-> 111111
		성공

