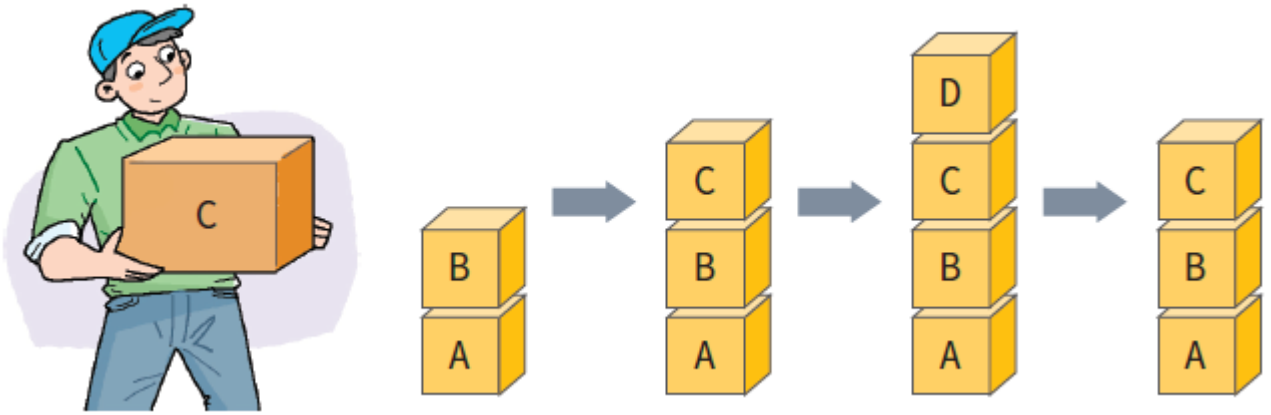
4장 스택

스택이란?

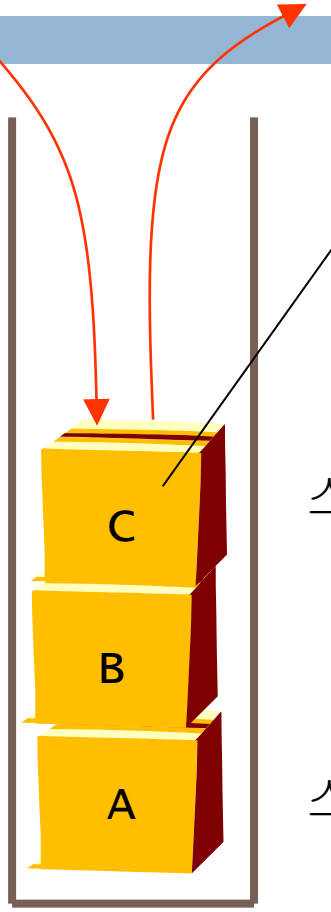
- 스택(stack): 쌓아놓은 더미

스택의 특징

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



스택의 구조



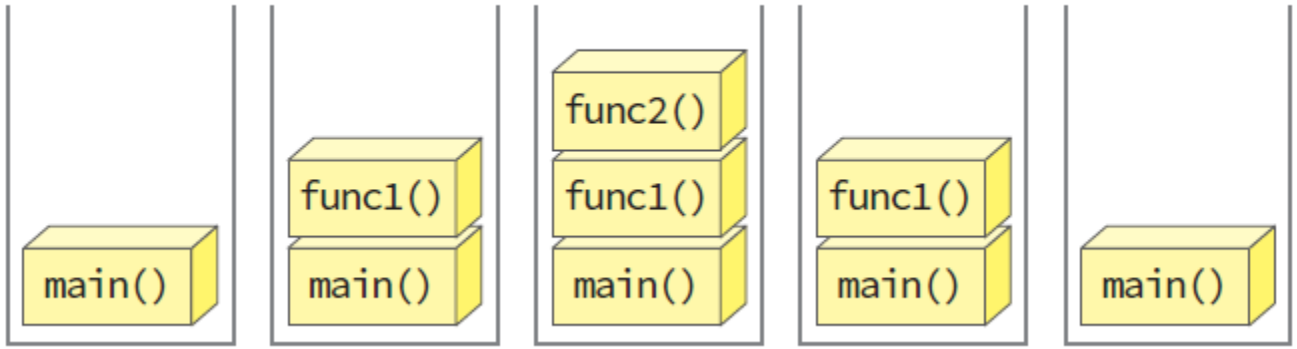
요소(element)

스택 상단(top)

스택 하단(bottom)

예제: 시스템 스택을 이용한 함수 호출

```
void func2(){
    return;
}

void func1(){
    func2();
}

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

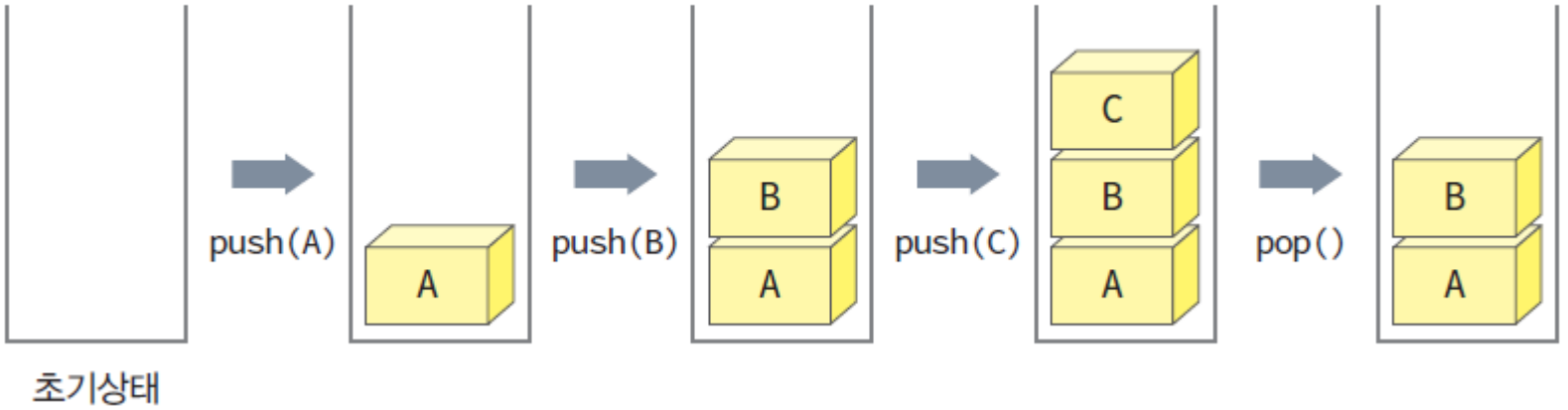


스택 추상데이터타입(ADT)

·객체: 0개 이상의 원소를 가지는 유한 선형 리스트
·연산:
- create(size) ::= 최대 크기가 size인 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 item을 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

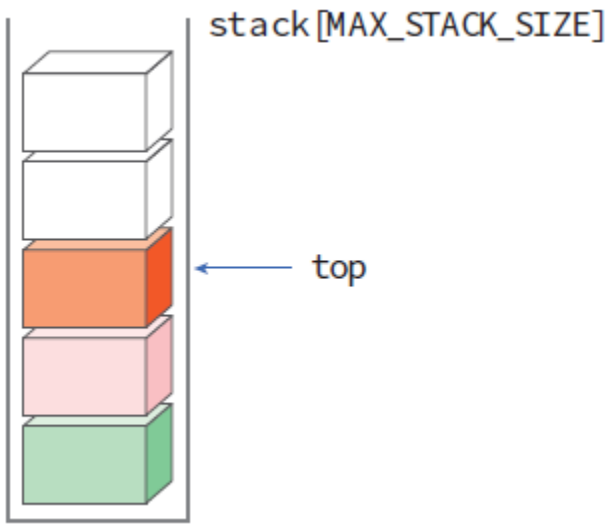


스택의 연산

- 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

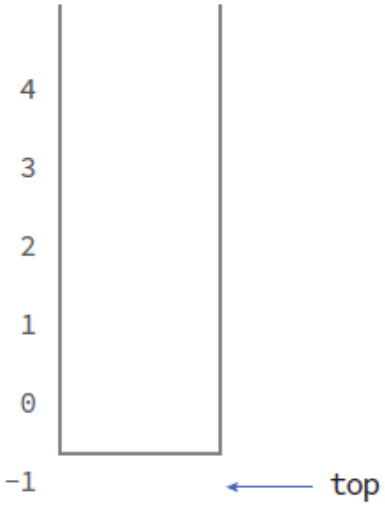
- 1차원 배열 stack[ ]
- 스택에서 가장 최근에 입력되었던 자료를 가리키는 top 변수
- 가장 먼저 들어온 요소는 stack[0]에, 가장 최근에 들어온 요소는 stack[top]에 저장
- 스택이 공백상태이면 top은 -1



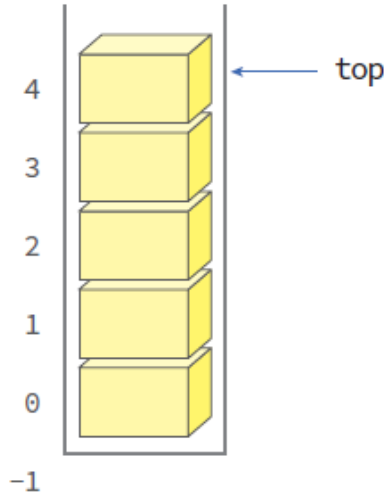
is_empty, is_full 연산의 구현

```
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
```



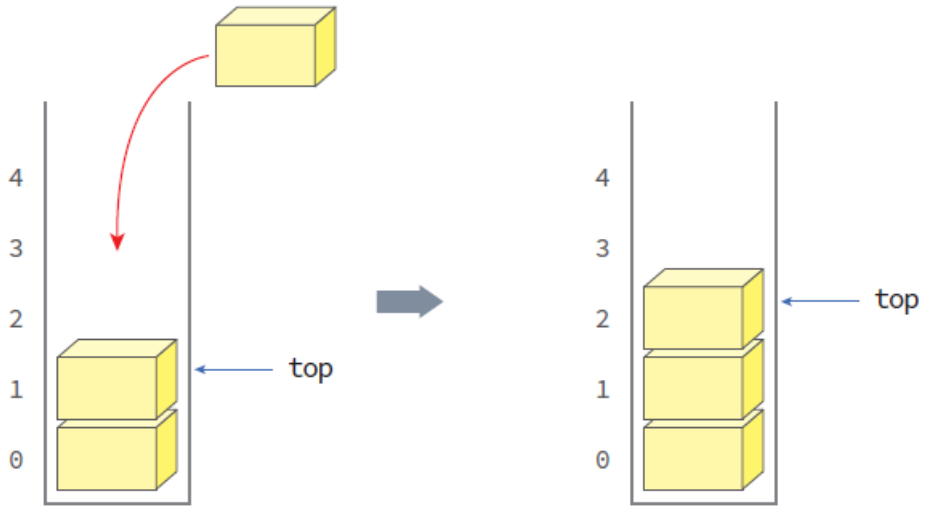
(a) 공백상태



(b) 포화상태

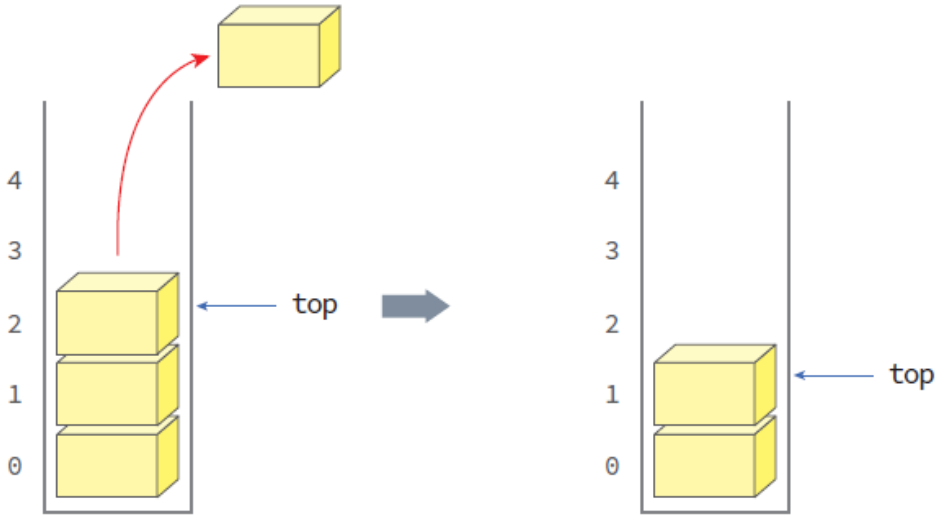
push 연산

```
push(S, x):


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



pop 연산

```
pop(S, x):

if is_empty(S)
     then error "underflow"
     else e←stack[top]
          top←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;

// 스택 초기화 함수
void init_stack(StackType *s)
{
        s->top = -1;
}

// 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));
}
```

배열의 요소는 element타입으로 선언

관련 데이터를 구조체로 묶어서 함수의 파라미터로 전달

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

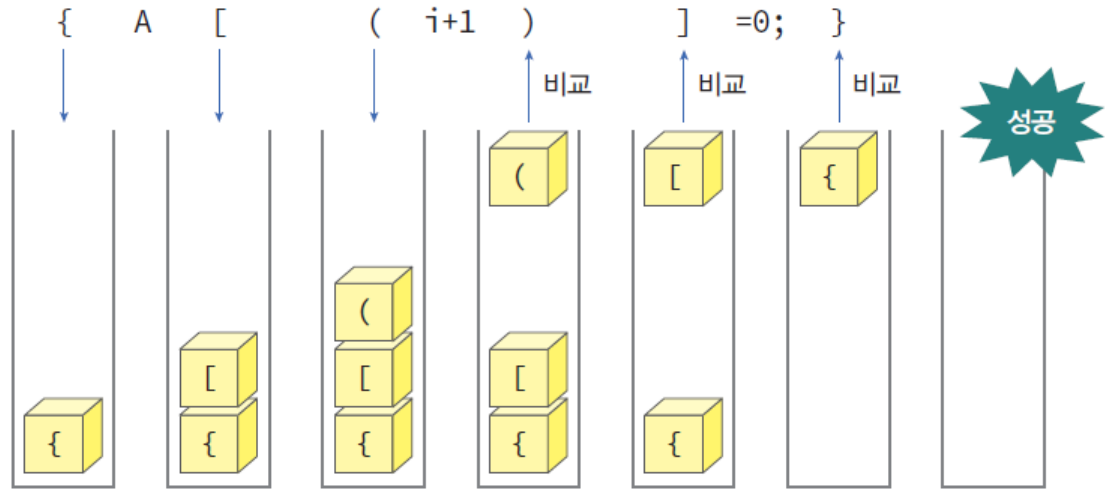
- 괄호의 종류: 대괄호 (‘[’, ‘]’), 중괄호 (‘{’, ‘}’), 소괄호 (‘(’, ‘)’)
- 조건
  1. 왼쪽 괄호의 개수와 오른쪽 괄호의 개수가 같아야 한다.
  2. 같은 괄호에서 왼쪽 괄호는 오른쪽 괄호보다 먼저 나와야 한다.
  3. 괄호 사이에는 포함 관계만 존재한다.
- 잘못된 괄호 사용의 예

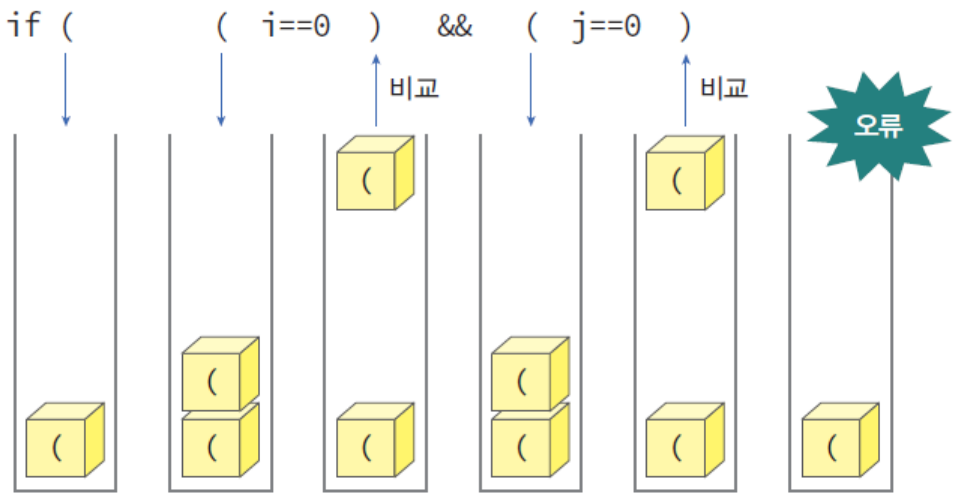
  (a(b)

  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 위배하게 되고 괄호의 짝이 맞지 않으면 조건 3 등에 위배된다.
- 마지막 괄호까지를 조사한 후에도 스택에 괄호가 남아 있으면 조건 1에 위배되므로 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 스택에서 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)

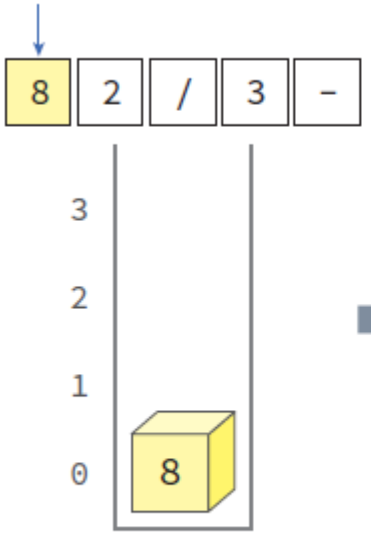
중위 표기법	전위 표기법	후위 표기법
2+3*4	+2*34	234*+
a*b+5	+*ab5	ab*5+
(1+2)*7	*+127	12+7+

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

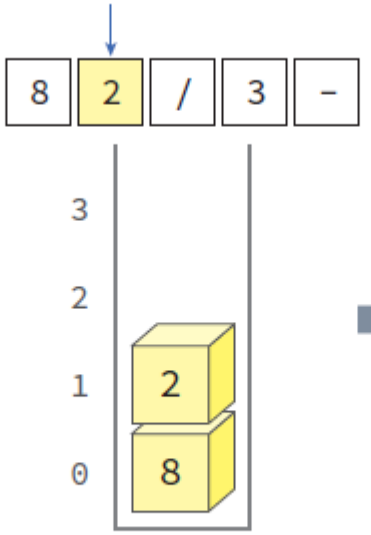
후위 표기식의 계산

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

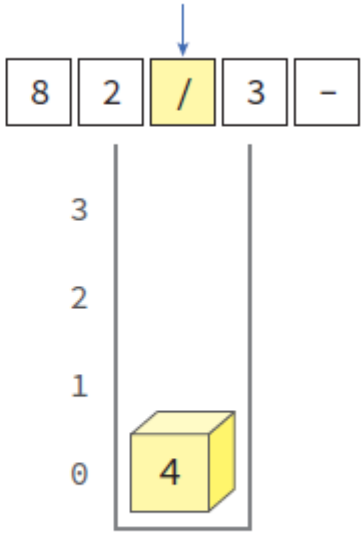
토큰	스택						
	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
8	8						
2	8	2					
/	4						
3	4	3					
-	1						
3	1	3					
2	1	3	2				
*	1	6					
+	7						



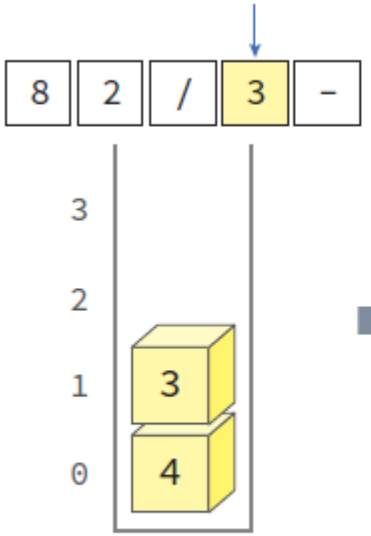
피연산자 → 삽입



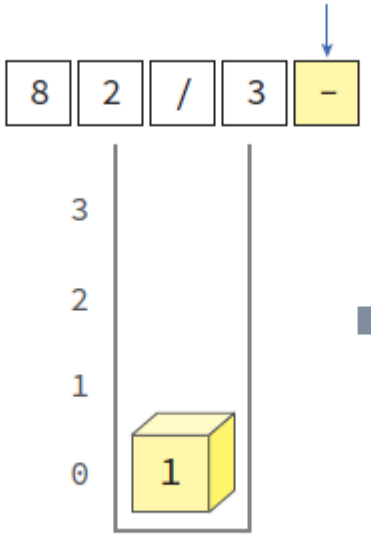
피연산자 → 삽입



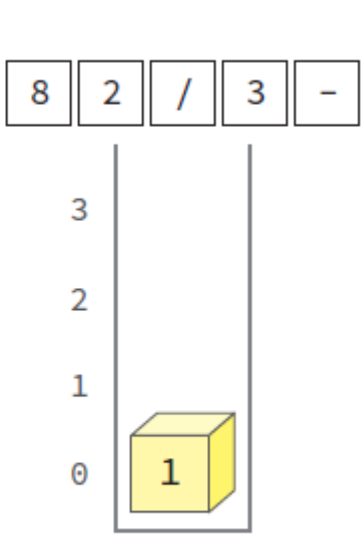
연산자 → 8/2=4 삽입



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);
}
```

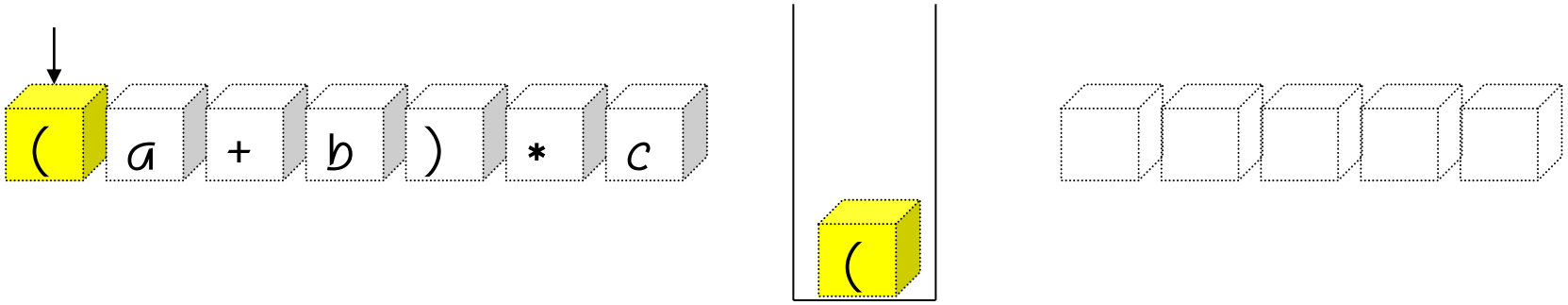
```
int main(void)
{
        int result;
        printf("후위표기식은 82/3-32*+\n");
        result = eval("82/3-32*+");
        printf("결과값은 %d\n", result);
        return 0;
}
```

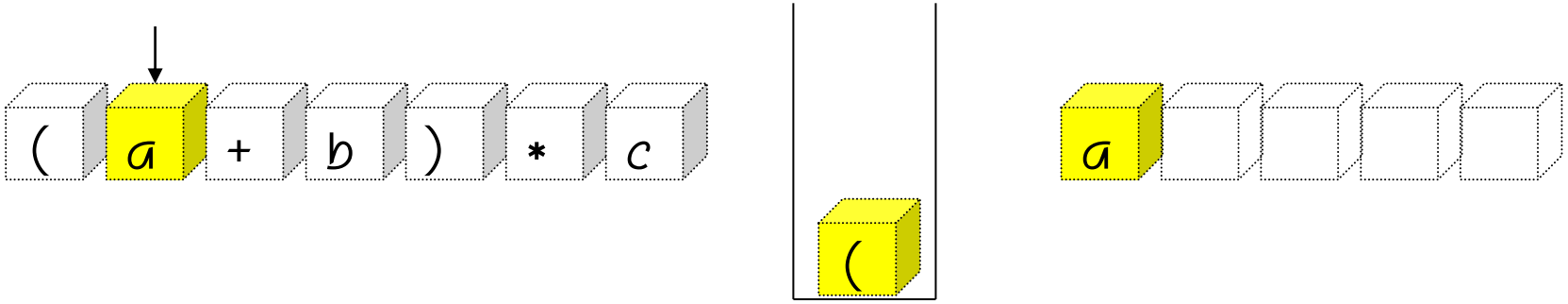
```
후위표기식은 82/3-32*+
결과값은 7
```

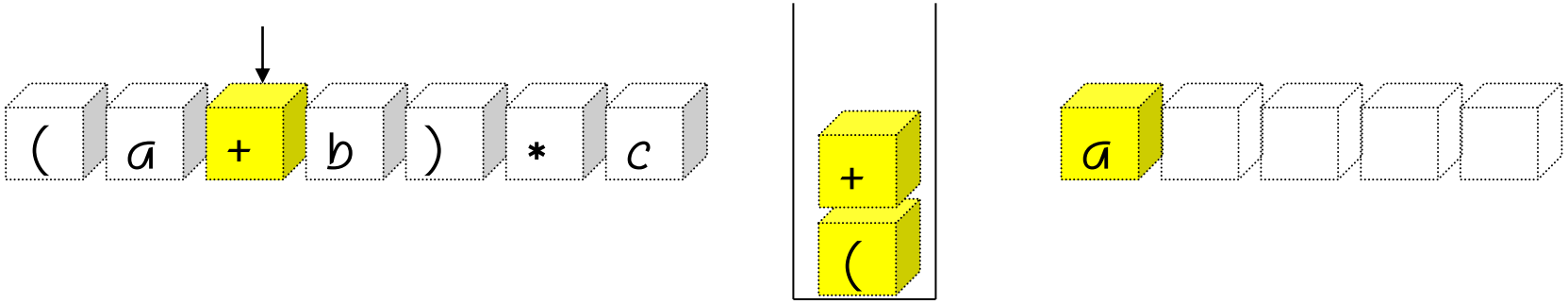
중위표기식->후위표기식

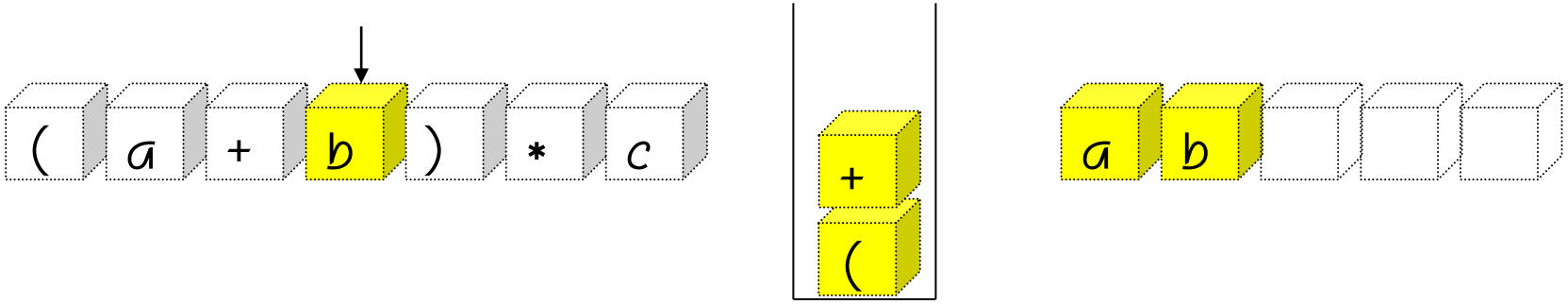
- 중위표기와 후위표기
  - 중위 표기법과 후위 표기법의 공통점은 피연산자의 순서는 동일
  - 연산자들의 순서만 다름(우선순위순서)
    ->연산자만 스택에 저장했다가 출력하면 된다.
  - 2+3*4 -> 234*+

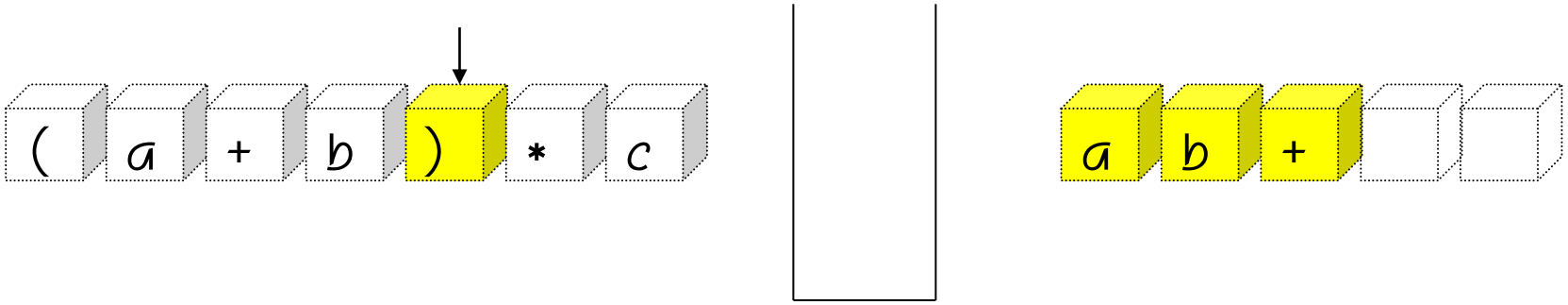
중위 표기법	후위 표기법
a+b	ab+
(a+b)*c	ab+c*
a+b*c	abc*+

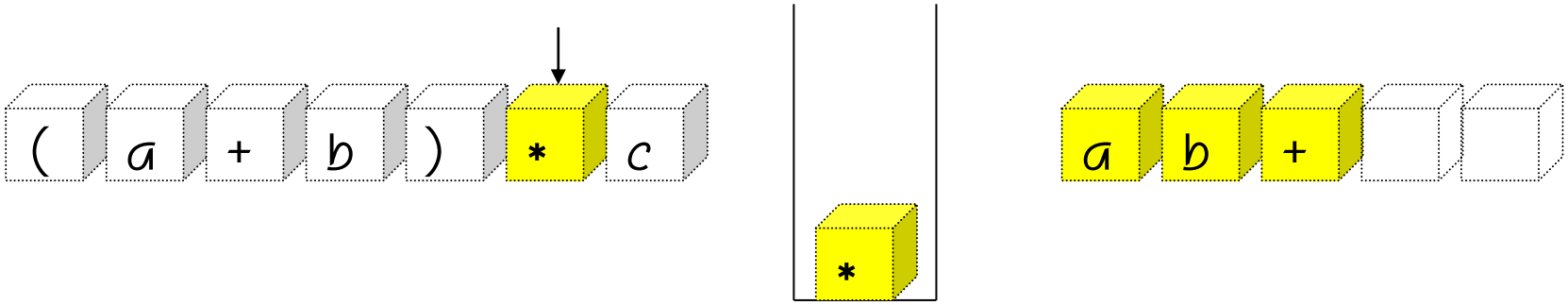

(a + b) * c
(

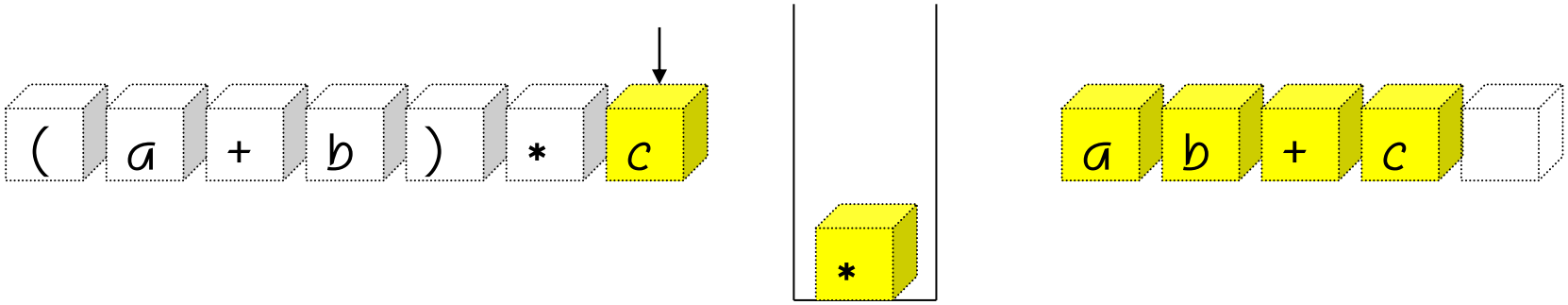

(a + b) * c
(
a

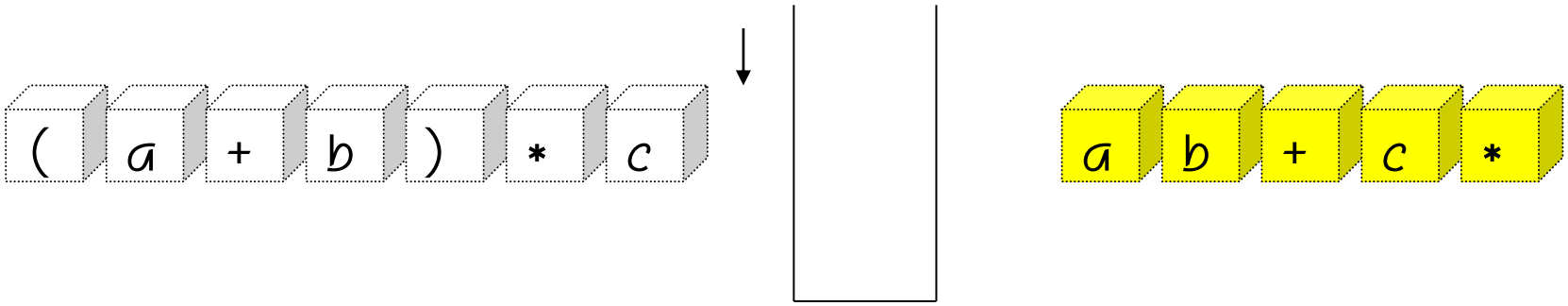

(
a
+
b
)
*
c
+
(
a


(
a
+
b
)
*
c
+
(
a
b


(
a
+
b
)
*
c
a
b
+


(
a
+
b
)
*
c
*
a
b
+


(
a
+
b
)
*
c
*
a
b
+
c


(a + b) * c
a b + c *

```
infix_to_postfix(exp) :


스택 s를 생성하고 초기화
while (exp에 처리할 문자가 남아 있으면)
    ch ← 다음에 처리할 문자
    switch (ch)
      case 연산자:
        while ( peek(s)의 우선순위 ≥ ch의 우선순위 )
          do e ← pop(s)
             e를 출력
        push(s, ch);
        break;
      case 왼쪽 괄호:
        push(s, ch);
        break;
      case 오른쪽 괄호:
        e ← pop(s);
        while( e ≠ 왼쪽괄호 )
          do e를 출력
             e ← pop(s)
        break;
      case 피연산자:
        ch를 출력
        break;
```

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


```
#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;
}
```


```
// 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;
```

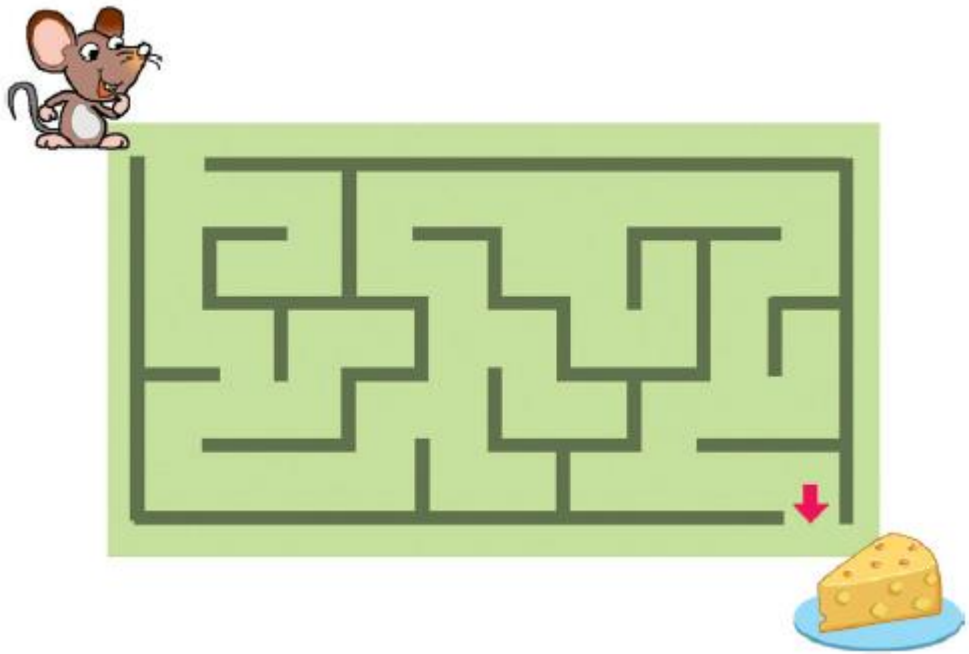

```
                case '(':     // 왼쪽 괄호
                              push(&s, ch);
                              break;
                case ')':     // 오른쪽 괄호
                              top_op = pop(&s);
                              // 왼쪽 괄호를 만날때까지 출력
                              while (top_op != '(') {
                                        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));
}
```

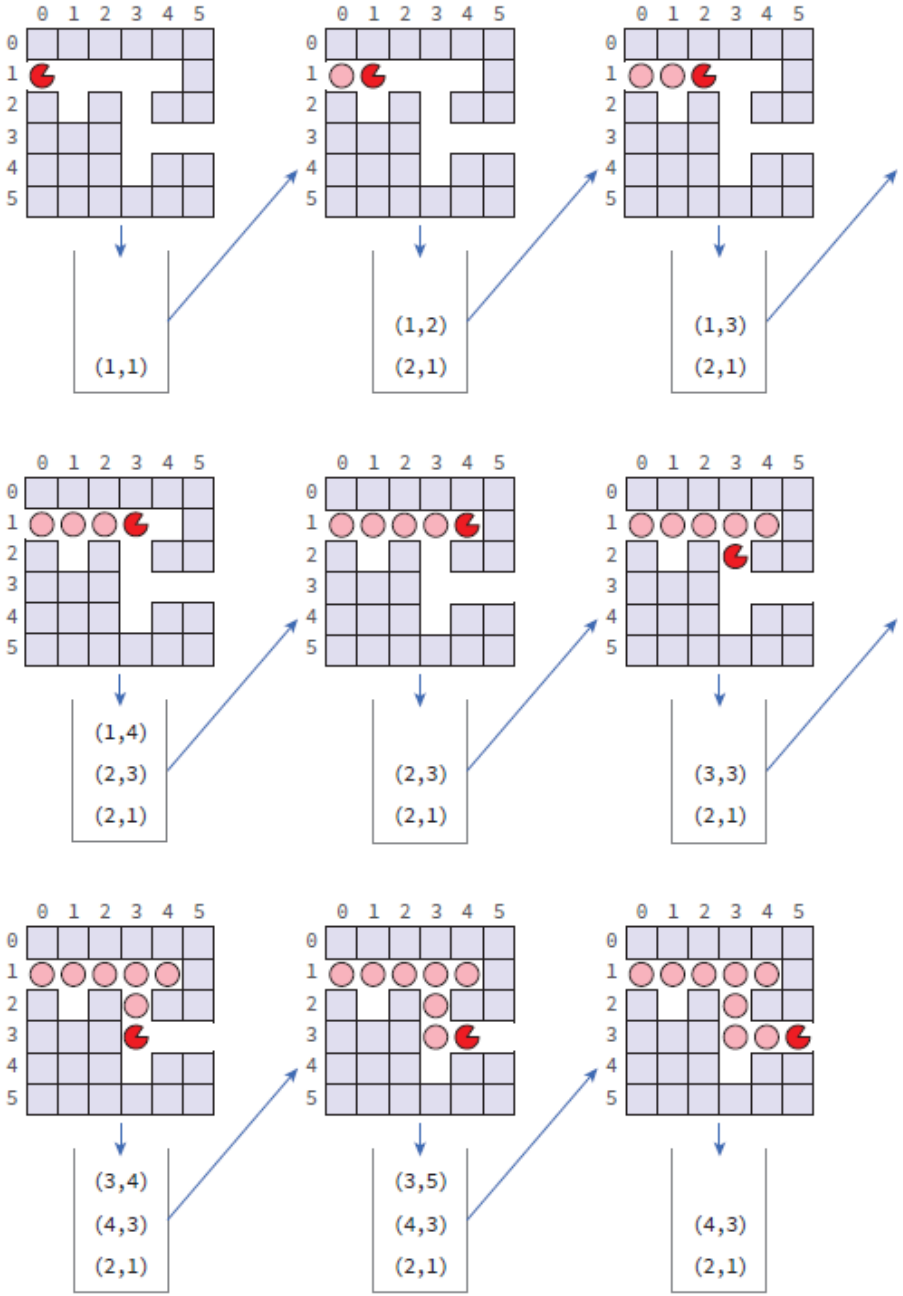
```
//
int main(void)
{
        char *s = "(2+3)*4+9";
        printf("중위표시수식 %s \n", s);
        printf("후위표시수식 ");
        infix_to_postfix(s);
        printf("\n");
        return 0;
}
```

```
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 s과 출구의 위치 x, 현재 생쥐의 위치를 초기화
while( 현재의 위치가 출구가 아니면 )
  do  현재위치를 방문한 것으로 표기
      if( 현재위치의 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽 위치가 아직 방문되지 않았고 갈수 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