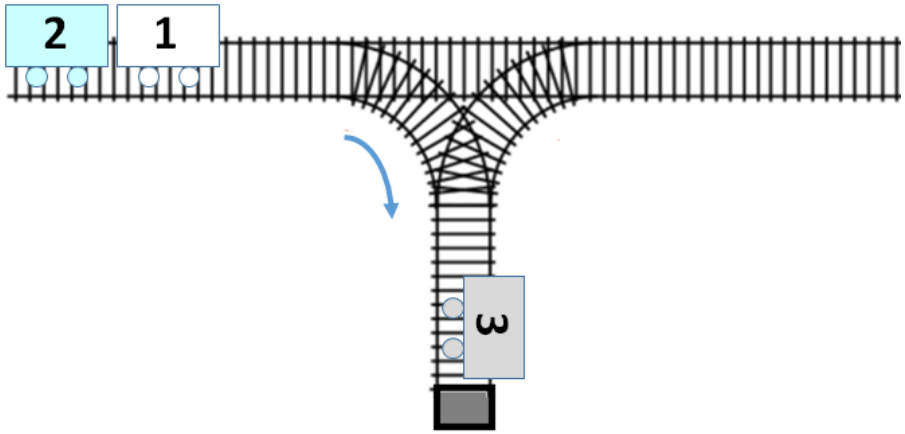
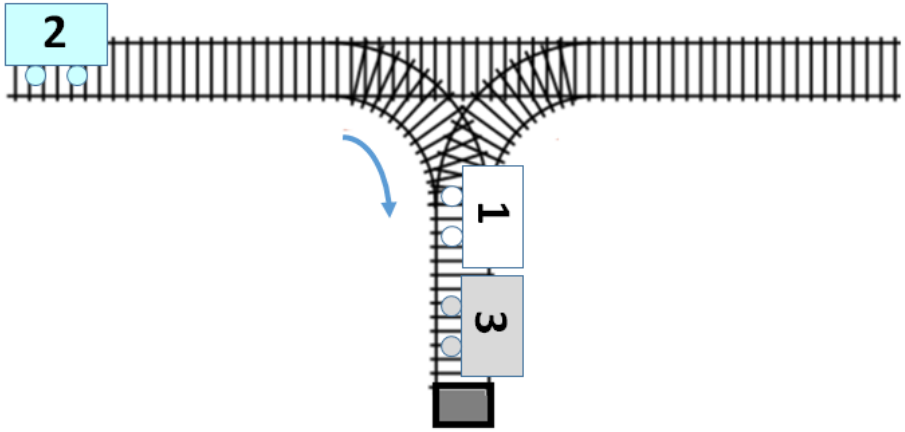
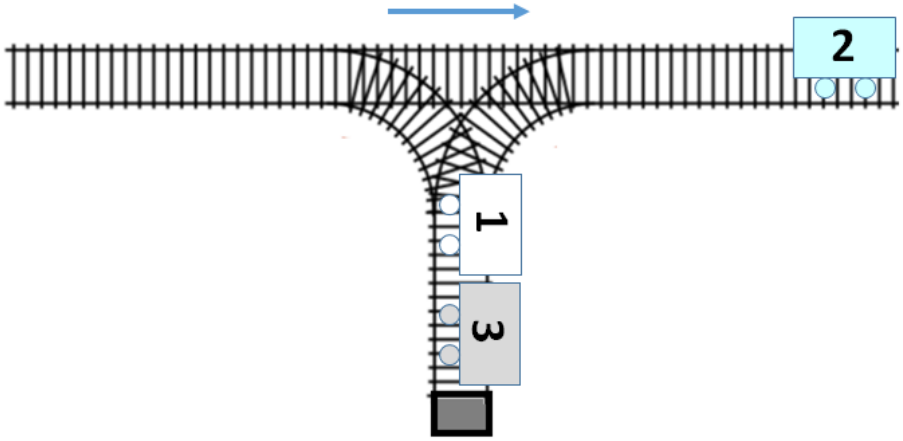
제 3장 스택과 큐

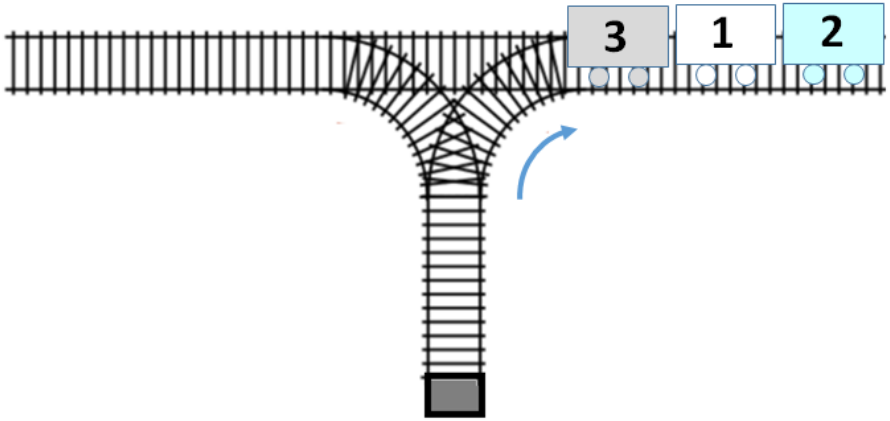
3.1 스택

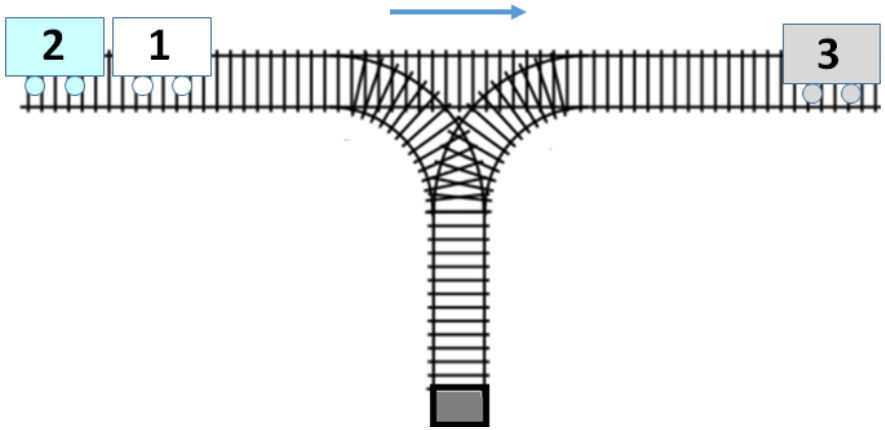
- 한 쪽 끝에서만 item(항목)을 삭제하거나 새로운 item을 저장하는 자료구조
- 새 item을 저장하는 연산: push
- Top item을 삭제하는 연산: pop
- 후입 선출(Last-In First-Out, LIFO) 원칙 하에 item의 삽입과 삭제 수행

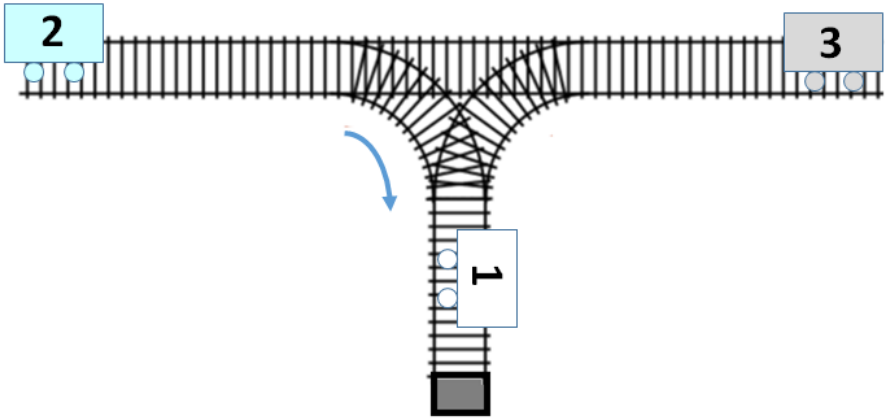

2
1
3

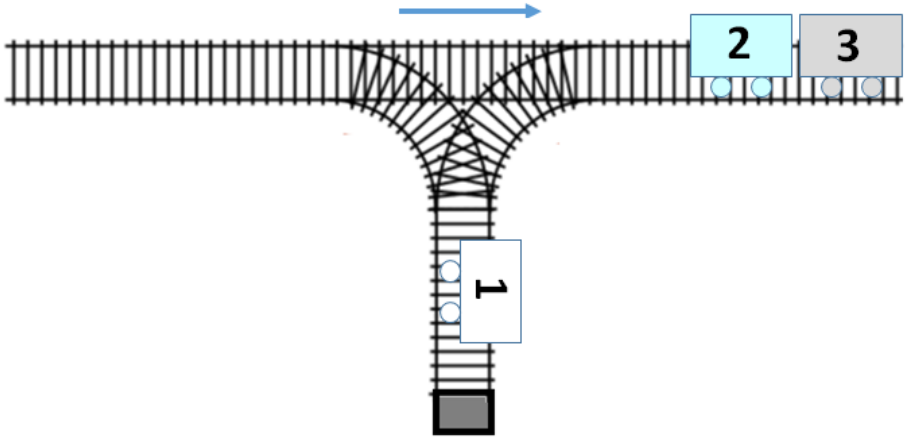

2
1
3

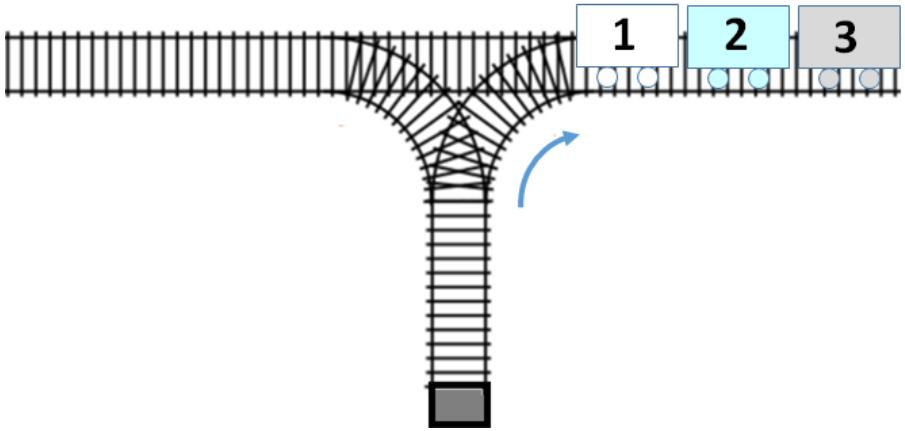

2
1
3

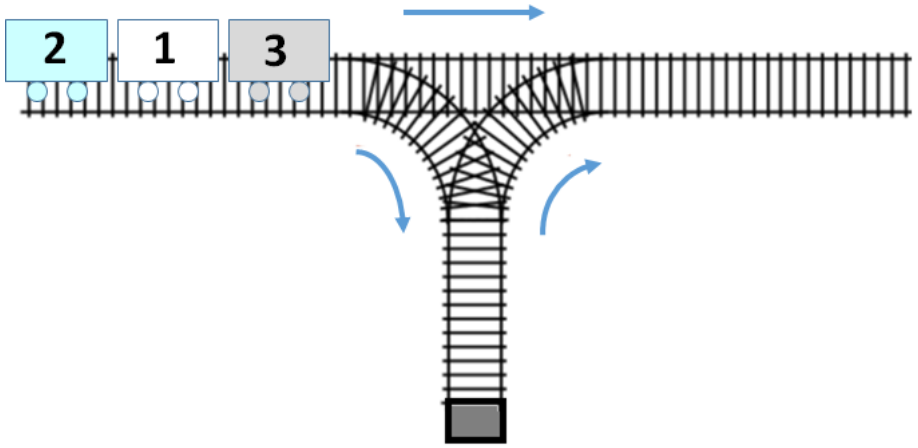

3
1
2

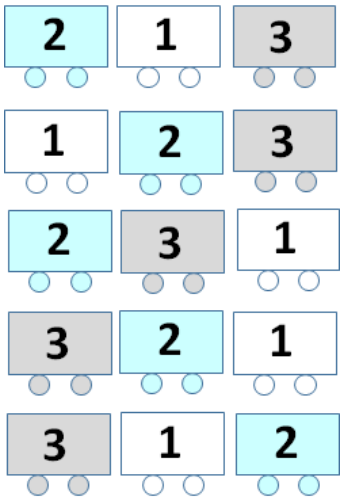

2
1
3


2
3
1

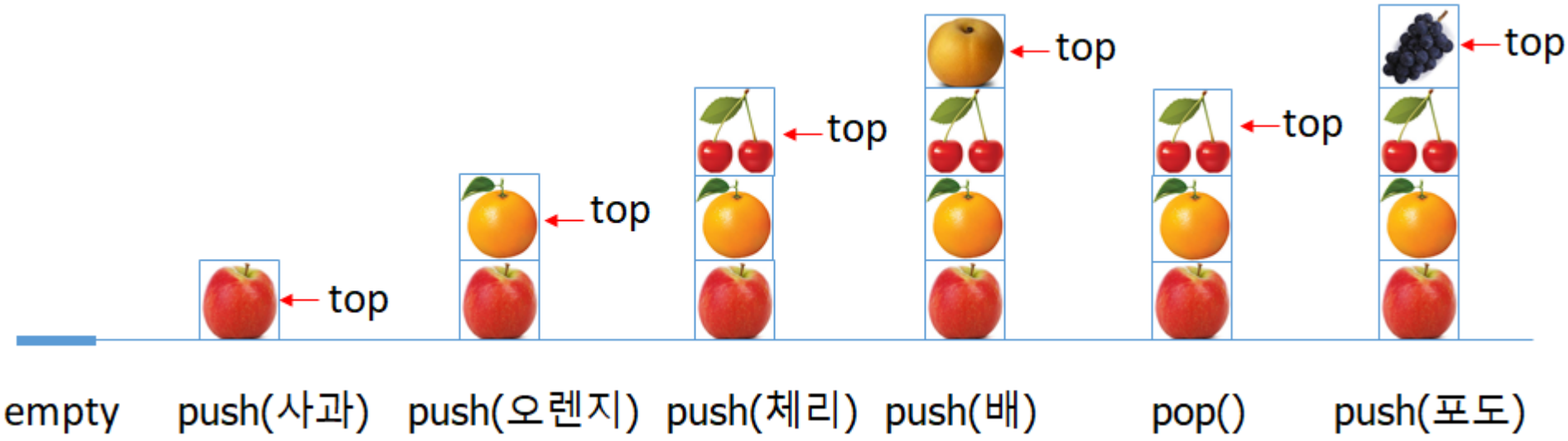

2
3
1


1
2
3

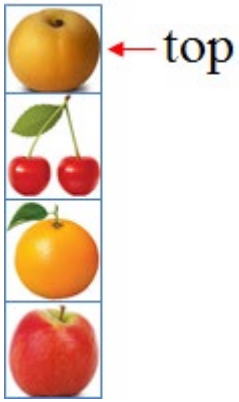

2
1
3

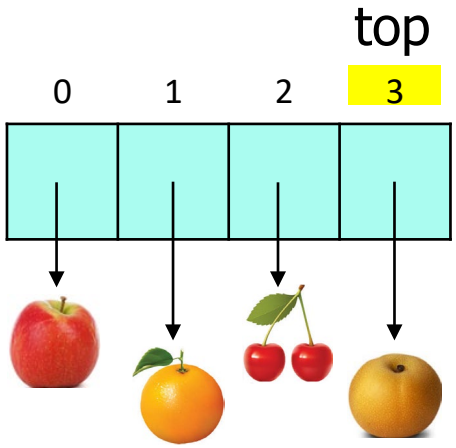

2 1 3
1 2 3
2 3 1
3 2 1
3 1 2

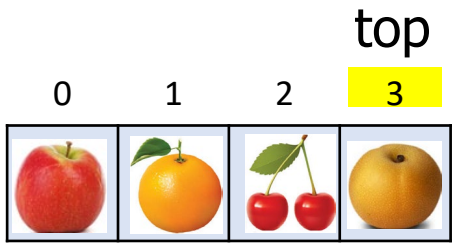

1 3 2



[그림 3-2] 스택의 push와 pop 연산







[그림 3-3] 리스트로 구현된 스택

리스트로 구현한 스택

```
01 def push(item): # 삽입 연산
02     stack.append(item)
03
04 def peek(): # top 항목 접근
05     if len(stack) != 0:
06         return stack[-1]
07
08 def pop(): # 삭제 연산
09     if len(stack) != 0:
10         item = stack.pop(-1)
11         return item
12 stack = []
```

push() = append()
리스트의 맨 뒤에 item 추가

top 항목
= 리스트의 맨 뒤 항목 리턴

pop()
리스트의 맨 뒤에 있는 항목 제거

리스트 선언

```
13 push('apple')
14 push('orange')
15 push('cherry')
16 print('사과, 오렌지, 체리 push 후:\t', end='')
17 print(stack, '\t<- top')
18 print('top 항목: ', end='')
19 print(peek())
20 push('pear')
21 print('배 push 후:\t\t', end='')
22 print(stack, '\t<- top')
23 pop()
24 push('grape')
25 print('pop(), 포도 push 후:\t', end='')
26 print(stack, '\t<- top')
```

일련의 스택 연산과 출력

[프로그램 3-1]

Console PyUnit

<terminated> liststack.py [C:₩Users₩sbyang₩AppData₩Local₩Programs₩Python₩Python36-32

```
사과, 오렌지, 체리 push 후:   ['apple', 'orange', 'cherry']   <- top
top 항목: cherry
배 push 후:                  ['apple', 'orange', 'cherry', 'pear']   <- top
pop(), 포도 push 후:         ['apple', 'orange', 'cherry', 'grape']  <- top
```

단순연결리스트로 구현한 스택

```
01 class Node: # Node 클래스
02     def __init__(self, item, link):
03         self.item = item
04         self.next = link
05
06 def push(item): # push 연산
07     global top
08     global size
09     top = Node(item, top)
10     size += 1
11
12 def peek(): # peek 연산
13     if size != 0:
14         return top.item
15
```

노드 생성자
항목과 다음 노드 레퍼런스

전역 변수

새 노드 객체를 생성하여
연결리스트의 첫 노드로 삽입

top 항목만 리턴

```
16 def pop(): # pop 연산
17     global top
18     global size
19     if size != 0:
20         top_item = top.item
21         top = top.next
22         size -= 1
23         return top_item
24 def print_stack(): # 스택 출력
25     print('top ->\t', end='')
26     p = top
27     while p:
28         if p.next != None:
29             print(p.item, '-> ', end='')
30         else:
31             print(p.item, end='')
32         p = p.next
33     print()
```

전역 변수

연결리스트에서 top이 참조하던 노드 분리시킴

제거된 top 항목 리턴

```
34 top = None
35 size = 0
36 push('apple')
37 push('orange')
38 push('cherry')
39 print('사과, 오렌지, 체리 push 후:\t', end='')
40 print_stack()
41 print('top 항목: ', end='')
42 print(peek())
43 push('pear')
44 print('배 push 후:\t\t', end='')
45 print_stack()
46 pop()
47 push('grape')
48 print('pop(), 포도 push 후:\t', end='')
49 print_stack()
```

초기화

프로그램 3-1과 동일함

[프로그램 3-2]

Console PyUnit

```
<terminated> linkedstack.py [C:₩Users₩sbyang₩AppData₩Local₩Programs₩Python₩Pyt
사과, 오렌지, 체리 push 후:   top ->  cherry -> orange -> apple
top 항목: cherry
배 push 후:                   top ->  pear -> cherry -> orange -> apple
pop(), 포도 push 후:          top ->  grape -> cherry -> orange -> apple
```

수행시간

- 파이썬의 리스트로 구현한 스택의 push와 pop 연산은 각각 O(1) 시간이 소요
- 파이썬의 리스트는 크기가 동적으로 확대 또는 축소되며, 이러한 크기 조절은 사용자도 모르게 수행된다. 이러한 동적 크기 조절은 스택(리스트)의 모든 항목들을 새 리스트로 복사해야 하기 때문에 O(N) 시간이 소요
- 단순연결리스트로 구현한 스택의 push와 pop 연산은 각각 O(1) 시간
  - 연결리스트의 맨 앞 부분에서 노드를 삽입하거나 삭제하기 때문

3.2 스택의 응용

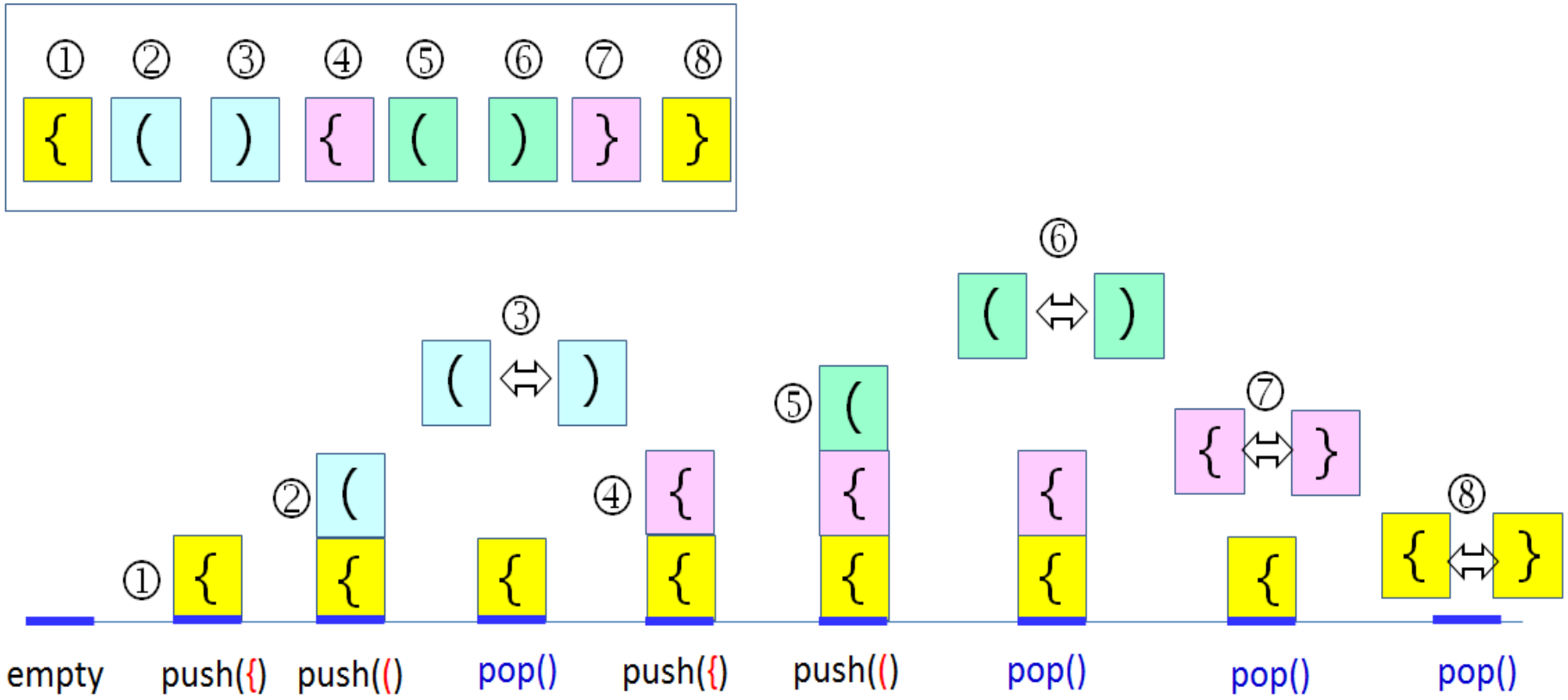
- 컴파일러의 괄호 짝 맞추기
- 회문(Palindrome) 검사하기

컴파일러의 괄호 짝 맞추기

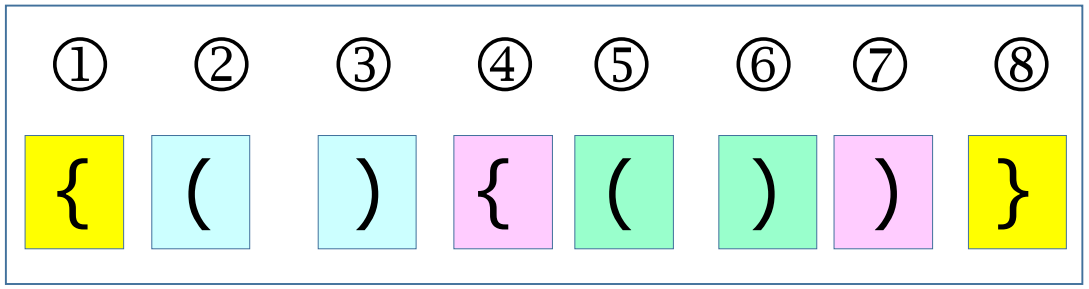
[핵심 아이디어] 왼쪽 괄호는 스택에 push, 오른쪽 괄호를 읽으면 pop 수행

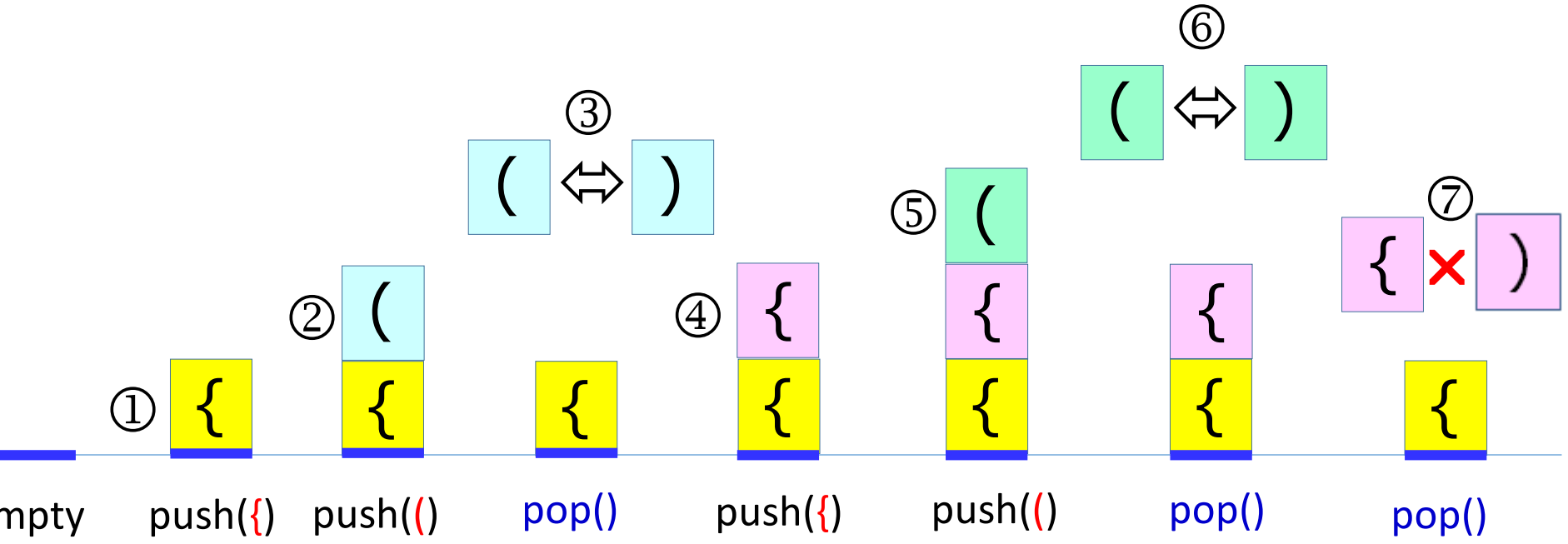
- pop된 왼쪽 괄호와 바로 읽었던 오른쪽 괄호가 다른 종류이면 에러 처리, 같은 종류이면 다음 괄호를 읽음
- 모든 괄호를 읽은 뒤 에러가 없고 스택이 empty이면, 괄호들이 정상적으로 사용된 것
- 만일 모든 괄호를 처리한 후 스택이 empty가 아니면 짝이 맞지 않는 괄호가 스택에 남은 것이므로 에러 처리

[예제 1]



[예제 2]





회문 검사하기

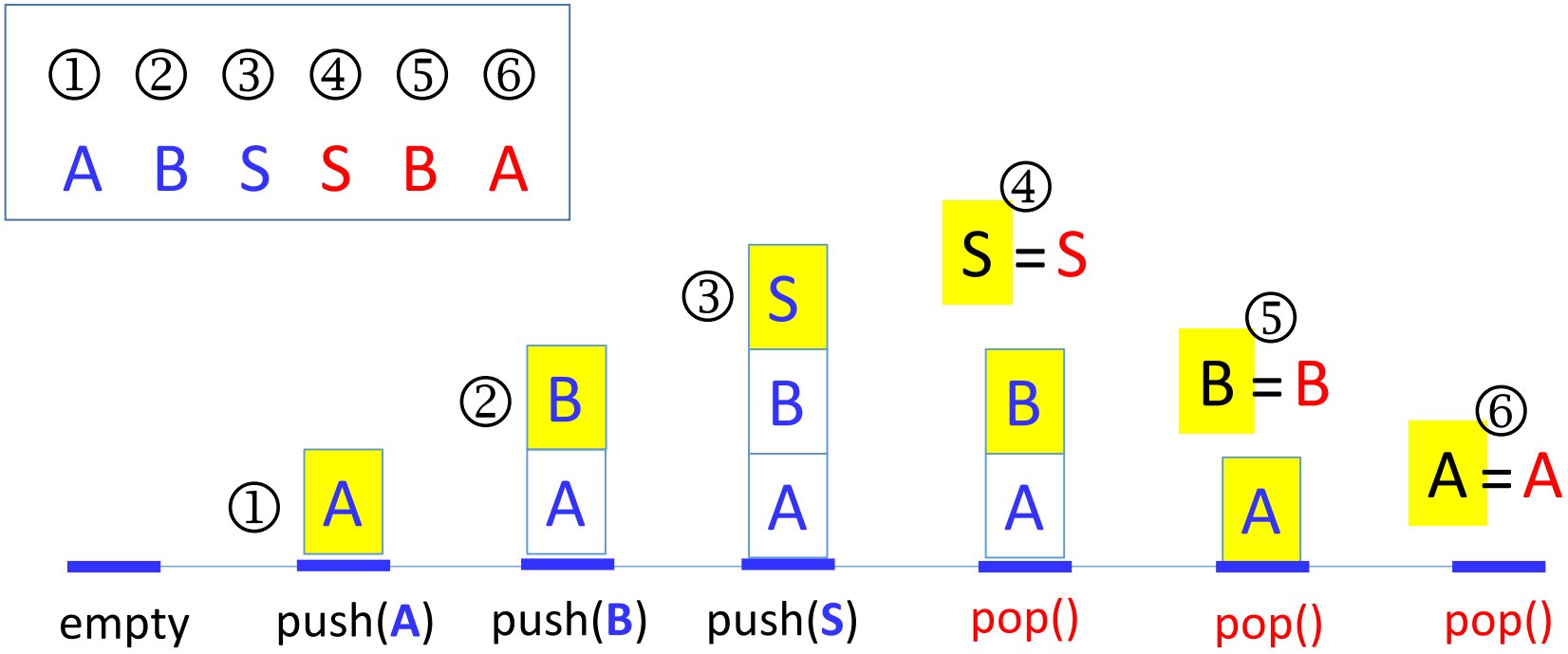
- 회문(Palindrome): 앞으로부터 읽으나 뒤로부터 읽으나 동일한 스트링

[핵심 아이디어] 전반부의 문자들을 스택에 push한 후, 후반부의 각 문자를 차례로 pop한 문자와 비교

- 회문 검사하기는 주어진 스트링의 앞부분 반을 차례대로 읽어 스택에 push한 후, 문자열의 길이가 짝수이면 뒷부분의 문자 1 개를 읽을 때마다 pop하여 읽어 들인 문자와 pop된 문자를 비교하는 과정을 반복 수행
- 만약 마지막 비교까지 두 문자가 동일하고 스택이 empty가 되면, 입력 문자열은 회문

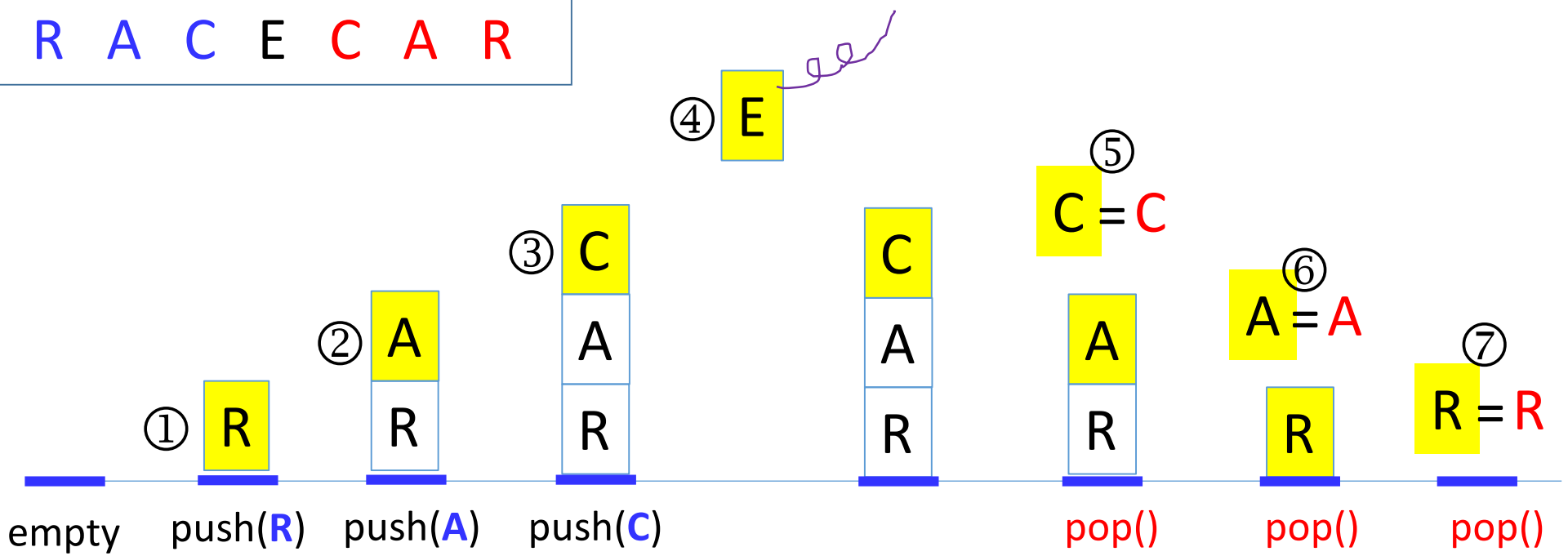
- 문자열의 길이가 홀수인 경우, 주어진 스트링의 앞부분 반을 차례로 읽어 스택에 push한 후, 중간 문자를 읽고 버린다. 이후 짝수 경우와 동일하게 비교 수행

[예제 1]



[예제 2]

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
R	A	C	E	C	A	R



스택의 기타 응용

- 후위표기법(Postfix Notation) 수식 계산하기
- 중위표기법(Infix Notation) 수식의 후위표기법 변환
- 미로 찾기
- 트리의 방문(4장)
- 그래프의 깊이우선탐색(8장)
- 프로그래밍에서 매우 중요한 함수/메소드 호출 및 재귀호출도 스택 자료구조를 바탕으로 구현

[연습문제]

수식의 표기법

- 프로그램을 작성할 때 수식에서 +, –, *, /와 같은 이항연산자는 2개의 피연산자들 사이에 위치
- 이러한 방식의 수식 표현이 중위표기법(Infix Notation)
- 컴파일러는 중위표기법 수식을 후위표기법(Postfix Notation)으로 바꾼다.
  - 그 이유는 후위표기법 수식은 괄호 없이 중위표기법 수식을 표현할 수 있기 때문
- 전위표기법(Prefix Notation): 연산자를 피연산자들 앞에 두는 표기법

[연습문제]

중위표기법 수식과 대응되는 후위표기법, 전위표기법 수식

중위표기법	후위표기법	전위표기법
A + B	A B +	+ A B
A + B – C	A B + C –	+ A – B C
A + B * C – D	A B C * + D –	– + A * B C D
(A + B) / (C – D)	A B+ C D – /	/ + A B – C D

[연습문제]

후위표기법 수식 계산

- [핵심 아이디어] 피연산자는 스택에 push하고, 연산자는 2회 pop하여 계산한 후 push

후위표기법으로 표현된 수식 계산 알고리즘

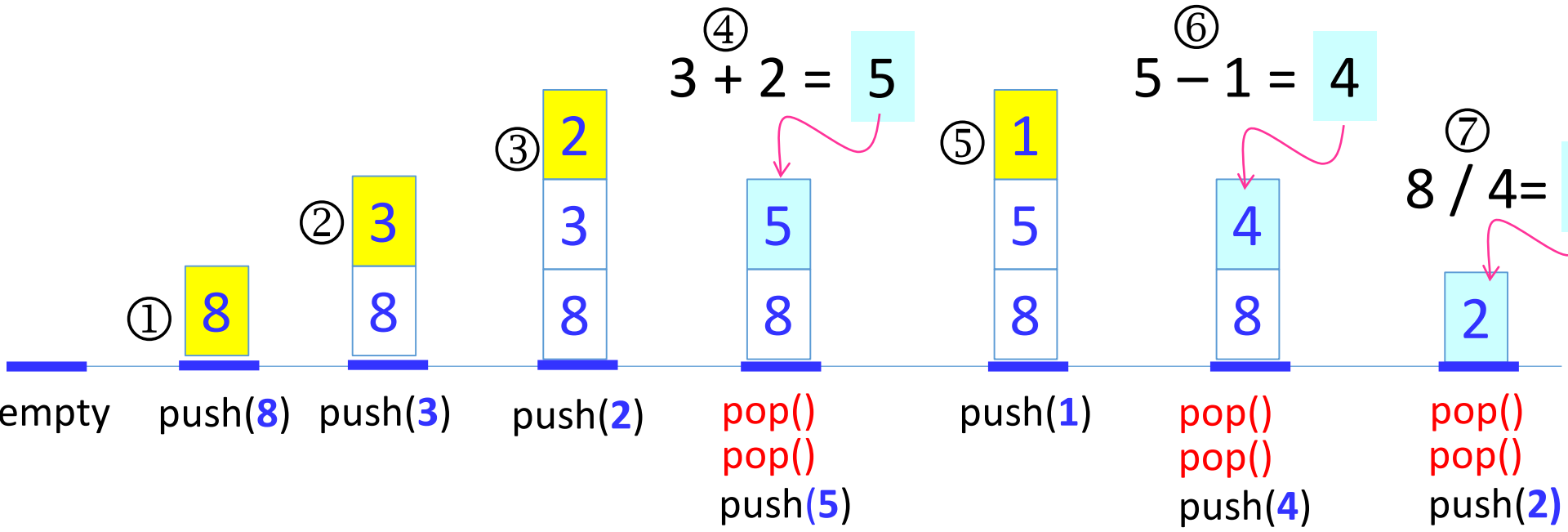
- 입력을 좌에서 우로 문자를 한 개씩 읽는다. 읽은 문자를 C라고하면

  [1] C가 피연산자이면 스택에 push

  [2] C가 연산자(op)이면 pop을 2회 수행한다. 먼저 pop된 피연산자가 A이고, 나중에 pop된 피연산자가 B라면, (A op B)를 수행하여 그 결과 값을 push

[연습문제]

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
8	3	2	+	1	−	/



[연습문제]

중위표기법 수식을 후위표기법으로 변환

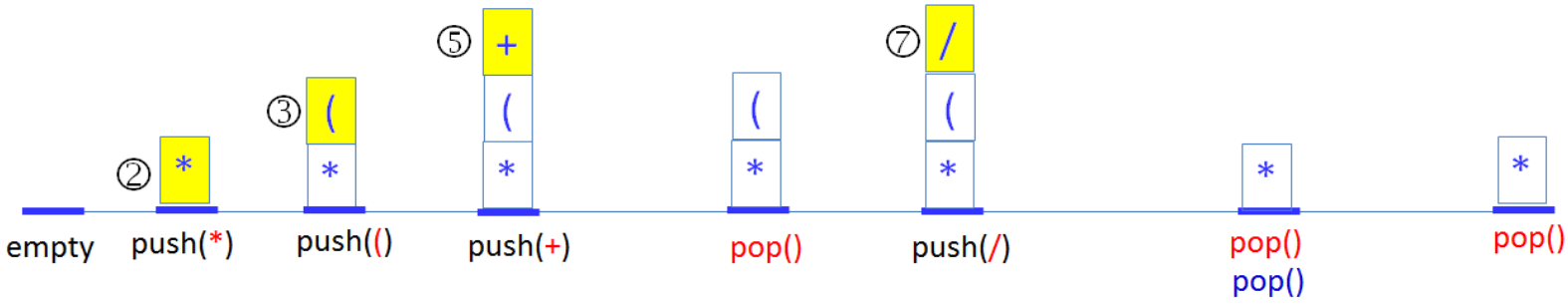
- [핵심 아이디어] 왼쪽 괄호나 연산자는 스택에 push하고, 피연산자는 출력

- 입력을 좌에서 우로 문자를 1개씩 읽는다. 읽은 문자가
  1. 피연산자이면, 읽은 문자를 출력
  2. 왼쪽 괄호이면, push
  3. 오른쪽 괄호이면, 왼쪽 괄호가 나올 때까지 pop하여 출력. 단, 오른쪽이나 왼쪽 괄호는 출력하지 않음
  4. 연산자이면, 자신의 우선순위보다 낮은 연산자가 스택 top에 올 때까지 pop하여 출력하고 읽은 연산자를 push
- 입력을 모두 읽었으면 스택이 empty될 때까지 pop하여 출력

[연습문제]

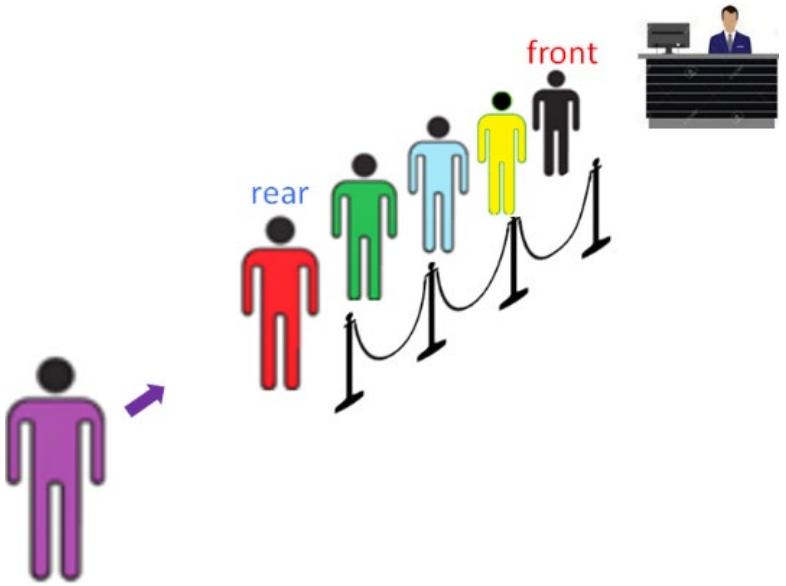
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
A	*	(	B	+	C	/	D	)

출력: A ① A B ④ A B C ⑥ A B C + ⑦ A B C + D ⑧ A B C + D / ⑨ A B C + D / *



3.3 큐

- 큐(Queue): 삽입과 삭제가 양 끝에서 각각 수행되는 자료구조
- 일상생활의 관공서, 은행, 우체국, 병원 등에서 번호표를 이용한 줄서기가 대표적인 큐
- 선입 선출(First-In First-Out, FIFO) 원칙 하에 item의 삽입과 삭제 수행



파이썬 리스트로 구현한 큐

```
01 def add(item): # 삽입 연산
02     q.append(item)
03
04 def remove(): # 삭제 연산
05     if len(q) != 0:
06         item = q.pop(0)
07         return item
08
09 def print_q(): # 큐 출력
10     print('front ->  ', end='')
11     for i in range(len(q)):
12         print('{!s:<8}'.format(q[i]), end='')
13     print('  <- rear')
```

맨 뒤에 새 항목 삽입

맨 앞의 항목 삭제

맨 앞부터 항목들을 차례로 출력

```
14 q = []
15 add('apple')
16 add('orange')
17 add('cherry')
18 add('pear')
19 print('사과, 오렌지, 체리, 배 삽입 후: \t', end='')
20 print_q()
21 remove()
22 print('remove한 후:\t\t', end='')
23 print_q()
24 remove()
25 print('remove한 후:\t\t', end='')
26 print_q()
27 add('grape')
28 print('포도 삽입 후:\t\t', end='')
29 print_q()
```

리스트 선언

일련의 큐 연산과 출력

[프로그램 3-3]

Console PyUnit

```
<terminated> listqueue.py [C:₩Users₩sbyang₩AppData₩Local₩Programs₩Python₩Python36-32₩pyt
사과, 오렌지, 체리, 배 삽입 후:  front ->  apple   orange  cherry  pear      <- rear
remove한 후:                     front ->  orange  cherry  pear      <- rear
remove한 후:                     front ->  cherry  pear      <- rear
포도 삽입 후:                    front ->  cherry  pear    grape     <- rear
```

단순연결리스트로 구현한 큐

```
01 class Node:
02     def __init__(self, item, n):
03         self.item = item
04         self.next = n
05 def add(item): # 삽입 연산
06     global size
07     global front
08     global rear
09     new_node = Node(item, None)
10     if size == 0:
11         front = new_node
12     else:
13         rear.next = new_node
14     rear = new_node
15     size += 1
```

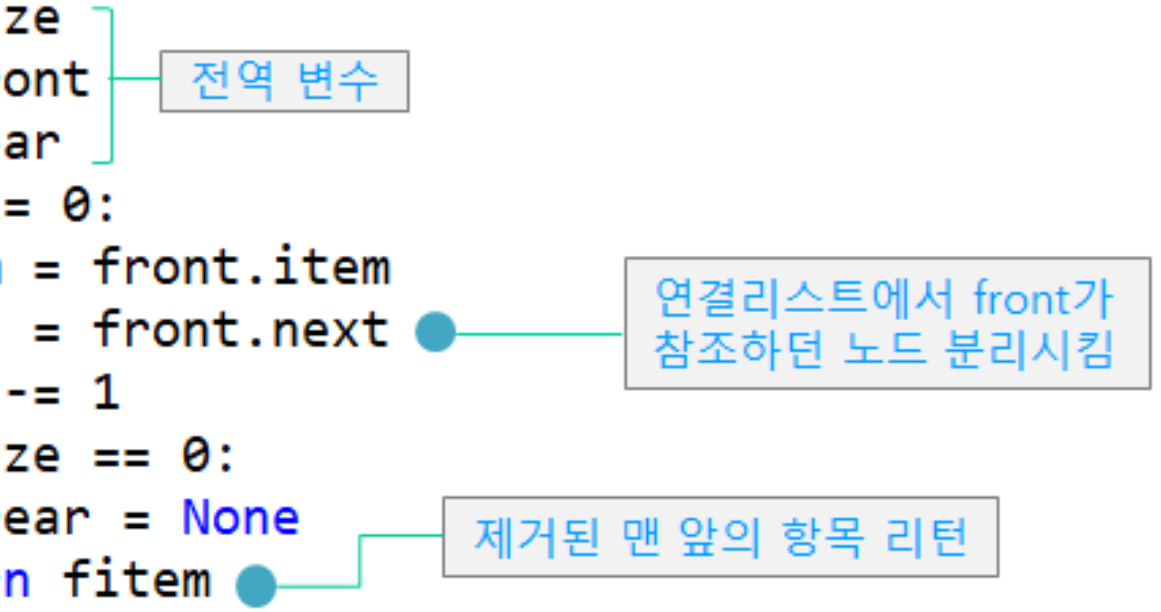
노드 생성자
항목과 다음 노드 레퍼런스

전역 변수

새 노드 객체를 생성

연결리스트의 맨 뒤에 삽입

```
16 def remove(): # 삭제 연산
17     global size
18     global front
19     global rear
20     if size != 0:
21         fitem = front.item
22         front = front.next
23         size -= 1
24         if size == 0:
25             rear = None
26         return fitem
```



```
27 def print_q(): # 큐 출력
28     p = front
29     print('front: ', end='')
30     while p:
31         if p.next != None:
32             print(p.item, '->    ', end='')
33         else:
34             print(p.item, end = '')
35         p = p.next
36     print('   : rear')
37 front = None
38 rear = None
39 size = 0
40 :
54
```

단순연결리스트(스택)의 항목을 차례로 출력

초기화

[프로그램 3-3]의 line 15~29와 동일

[프로그램 3-4]

Console PyUnit

```
<terminated> linkedqueue.py [C:₩Users₩sbyang₩AppData₩Local₩Programs₩Python₩Python36-32₩pyth
사과, 오렌지, 체리, 배 삽입 후: front: apple ->   orange ->   cherry ->   pear   : rear
remove한 후:                  front: orange ->   cherry ->   pear   : rear
remove한 후:                  front: cherry ->   pear   : rear
포도 삽입 후:                 front: cherry ->   pear ->   grape   : rear
```

Applications

- CPU의 태스크 스케줄링(Task Scheduling)
- 네트워크 프린터
- 실시간(Real-time) 시스템의 인터럽트(Interrupt) 처리
- 다양한 이벤트 구동 방식(Event-driven) 컴퓨터 시뮬레이션
- 콜 센터의 전화 서비스 처리 등
- 4장의 이진트리의 레벨순회(Level-order Traversal)
- 8장의 그래프에서 너비우선탐색(Breath-First Search) 등

수행시간

- 리스트로 구현한 큐의 add와 remove 연산은 각각 O(1) 시간이 소요
- 하지만 리스트 크기를 확대 또는 축소시키는 경우에 큐의 모든 항목들을 새 리스트로 복사해야 하므로 O(N) 시간이 소요
- 단순연결리스트로 구현한 큐의 add와 remove 연산은 각각 O(1) 시간

  ✓삽입 또는 삭제 연산이 rear 와 front로 인해 연결리스트의 다른 노드들을 일일이 방문할 필요 없이 각 연산이 수행되기 때문

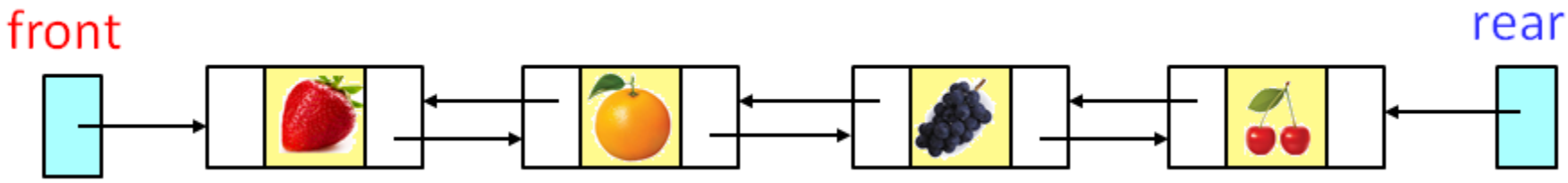
3.4 데크

- 데크(Double-ended Queue, Deque): 양쪽 끝에서 삽입과 삭제를 허용하는 자료구조
- 데크는 스택과 큐 자료구조를 혼합한 자료구조
- 따라서 데크는 스택과 큐를 동시에 구현하는데 사용

Applications

- 스크롤(Scroll)
- 문서 편집기 등의 undo 연산
- 웹 브라우저의 방문 기록 등
  - 웹 브라우저 방문 기록의 경우, 최근 방문한 웹 페이지 주소는 앞에 삽입하고, 일정 수의 새 주소들이 앞쪽에서 삽입되면 뒤에서 삭제가 수행

- 데크를 이중연결리스트로 구현하는 것이 편리
- 단순연결리스트는 rear가 가리키는 노드의 이전 노드의 레퍼런스를 알아야 삭제가 가능하기 때문



- 파이썬에는 데크가 Collections 패키지에 정의되어 있음
- 삽입, 삭제 등의 연산은 파이썬의 리스트의 연산들과 매우 유사

```
01 from collections import deque
02 dq = deque('data')
03 for elem in dq:
04     print(elem.upper(), end='')
05 print()
06 dq.append('r')
07 dq.appendleft('k')
08 print(dq)
09 dq.pop()
10 dq.popleft()
11 print(dq[-1])
12 print('x' in dq)
13 dq.extend('structure')
14 dq.extendleft(reversed('python'))
15 print(dq)
```

새 데크 객체를 생성

맨 뒤와 맨 앞에 항목 삽입

맨 뒤와 맨 앞의 항목 삭제

맨 뒤의 항목 출력

맨 뒤와 맨 앞에 여러 항목 삽입

Console PyUnit

<terminated> deque.py [C:₩Users₩sbyang₩AppData₩Local₩Programs₩Python₩Python36-32₩python.exe]

```
DATA
deque(['k', 'd', 'a', 't', 'a', 'r'])
a
False
deque(['p', 'y', 't', 'h', 'o', 'n', 'd', 'a', 't', 'a', 's', 't', 'r', 'u', 'c', 't', 'u', 'r', 'e'])
```

수행시간

- 데크를 배열이나 이중연결리스트로 구현한 경우, 스택과 큐의 수행시간과 동일
- 양 끝에서 삽입과 삭제가 가능하므로 프로그램이 다소 복잡
- 이중연결리스트로 구현한 경우는 더 복잡함

요약

- 스택은 한 쪽 끝에서만 item을 삭제하거나 새로운 item을 저장하는 후입선출(LIFO) 자료구조

- 스택은 컴파일러의 괄호 짝 맞추기, 회문 검사하기, 후위표기법수식 계산하기, 중위표기법 수식을 후위표기법으로 변환하기, 미로 찾기, 트리의 노드 방문, 그래프의 깊이우선탐색에 사용. 또한 프로그래밍에서 매우 중요한 메소드 호출 및 재귀호출도 스택 자료구조를 바탕으로 구현

- 큐는 삽입과 삭제가 양 끝에서 각각 수행되는 선입선출(FIFO) 자료구조

- 큐는 CPU의 태스크 스케줄링, 네트워크 프린터, 실시간 시스템의 인터럽트 처리, 다양한 이벤트 구동 방식 컴퓨터 시뮬레이션, 콜 센터의 전화 서비스 처리 등에 사용되며, 이진트리의 레벨순회와 그래프의 너비우선탐색에 사용

- 데크는 양쪽 끝에서 삽입과 삭제를 허용하는 자료구조로서 스택과 큐 자료구조를 혼합한 자료구조
- 데크는 스크롤, 문서 편집기의 undo 연산, 웹 브라우저의 방문 기록 등에 사용

스택, 큐, 데크의 수행시간 비교

자료구조	구현	삽입	삭제	비고
스택 큐 데크	*파이썬 리스트	O(1)	O(1)	*타 언어의 배열
	연결리스트†	O(1)	O(1)	†데크는 이중연결리스트로 구현