

7장. 큐

스택, 큐

- 리스트 작업은 시간과 무관하게 정의
- 스택과 큐의 작업은 시간을 기준으로 정의
- 큐는 가장 먼저 삽입된 데이터가 먼저 삭제되는 특성의 자료형을 추상화

학습목표

- 추상 자료형 큐의 기본 개념을 스택과 대조하여 이해한다.
- 추상 자료형 큐를 구현하기 위한 세 가지 방법을 이해한다.
- 원형 배열이 필요한 이유와 동작 원리를 이해한다.
- 큐의 응용 예를 구체적으로 명확하게 이해한다.

Section 01 큐 개념 - 큐

👤 큐 = 대기열



[그림 7-1] 대기열

📍 대기열을 모델링

- 선입선출, FIFO, FCFS

📍 용어

- 줄의 맨 앞을 큐 프론트(Queue Front)
- 맨 뒤를 큐 리어(Queue Rear)
- 큐 리어에 데이터를 삽입하는 작업 = 큐 애드(Add)
- 큐 프론트의 데이터를 삭제하는 작업 = 큐 리무브(Remove)

	삽입	삭제	검색
ADT 리스트	Insert	Delete	Retrieve
ADT 스택	Push	Pop	GetTop(PeekTop)
ADT 큐	Add(Enqueue)	Remove(Dequeue)	GetFront(PeekFront)

[표 7-1] 추상 자료형별 용어 차이

Section 02 추상 자료형 큐 - 추상 자료형 큐

작업

- **Create:** 새로운 큐를 만들기
- **Destroy:** 사용되던 큐를 파기하기
- **Add:** 현재의 리어 바로 뒤에 새로운 데이터를 삽입하기
- **Remove:** 프론트에 있는 데이터를 가져오기
- **GetFront:** 현재 큐 프론트에 있는 데이터를 검색하기(읽기)
- **IsEmpty:** 현재 큐가 비어있는지 확인하기
- **IsFull:** 현재 큐가 꽉 차 있는지 확인하기
- **GetSize:** 현재 큐에 들어가 있는 데이터 개수를 알려주기

👤 액시엄

- $\text{GetFront}(\text{Add}(\text{Create}(Q), V)) = V$
- $\text{GetFront}(\text{Add}(\text{Add}(Q, W), V)) = \text{GetFront}(\text{Add}(Q, W))$
- $\text{IsEmpty}(\text{Create}(Q)) = \text{TRUE}$
- $\text{Remove}(\text{Create}(Q)) = \text{ERROR}$
- $\text{GetFront}(\text{Create}(Q)) = \text{ERROR}$

Section 03 C++ 연결 리스트에 의한 큐 구현 - C++ 연결 리스트에 의한 큐

👤 코드 7-1: QueueP.h (C++ Interface by Linked List)

```
typedef struct
{ int Data;
  node* Next;
} node;
typedef node* Nptr;
const int MAX = 100;
```

큐 데이터를 정수 형으로 가정
다음 노드를 가리키는 포인터 변수
노드는 구조체 타입
Nptr 타입이 가리키는 것은 노드 타입

```
class queueClass
{ public:
  queueClass( );
  queueClass(const queueClass& Q);
  ~queueClass( );
  void Add(int Item);
  void Remove( );
  boolean IsEmpty( );
  boolean IsFull( );
private:
  Nptr Rear;
}
```

생성자 함수
복사 생성자 함수
소멸자 함수
Item 값을 큐에 삽입
큐 프런트를 삭제, 리턴 값 없음
비어 있는지 확인
꽉 차 있는지 확인
마지막 노드를 가리키는 포인터

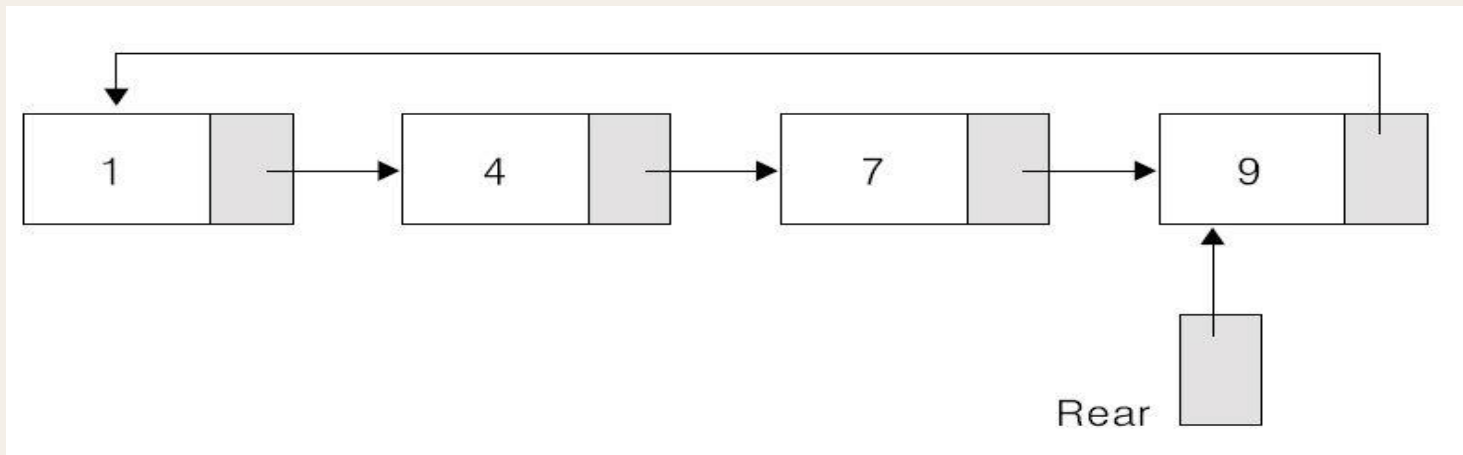
C++ 연결 리스트에 의한 큐

큐의 삽입 삭제

- 양쪽 끝에서 일어남(삽입은 리어에, 삭제는 프런트에서)
- 연결 리스트의 첫 노드를 프런트로, 마지막을 리어로 간주
- 스택은 삽입 삭제 모두 한쪽 끝에서 일어남

리어 포인터 하나로 구현한 큐

- 원형 연결 리스트
- 첫요소는 **Rear->Next**에 의해 접근 가능
- 프런트 포인터 하나로만 구현하면 삽입을 위해 끝까지 순회해야 함

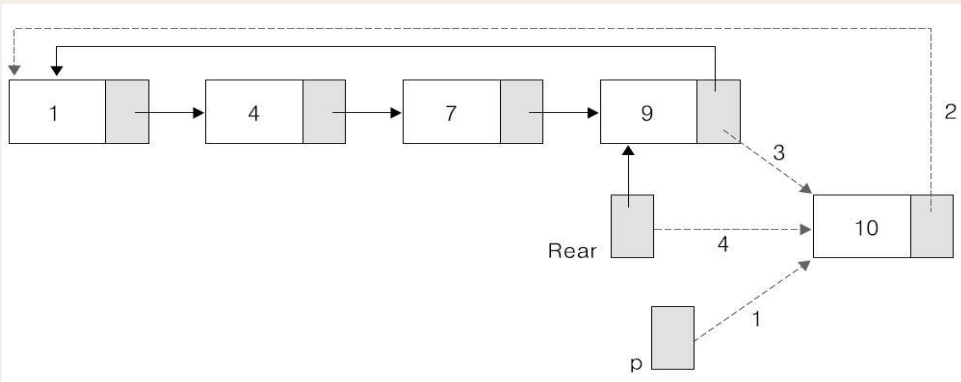


[그림 7-2] 원형 연결리스트에 의한 큐

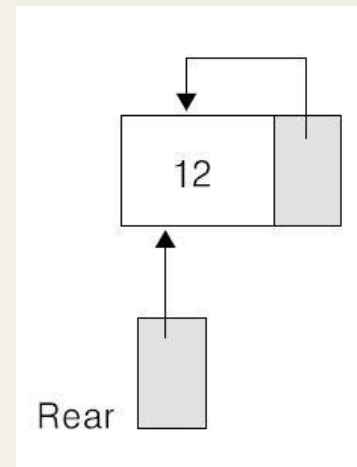
원형 연결 리스트 큐의 삽입

void queueClass::Add(int Item)

<pre> { if (!IsEmpty()) { Nptr p = new node; p->Data = Item; p->Next = Rear->Next; Rear->Next = p; Rear = p; } else { p = new node; p->Data = Item; p->Next = p; Rear = p; } } </pre>	<p>현재 하나 이상의 노드가 있다면 포인터 p가 공간의 새 노드의 시작주소를 가리키게 새 노드의 데이터 필드를 채우고 이 노드가 결국 마지막 노드가 될 것이니 이 노드가 현재의 프런트 노드를 가리키게 현재의 마지막 노드가 새 노드를 가리키게 새 노드를 마지막 노드로</p> <p>현재 비어있는 큐 이라면 포인터 p가 공간의 새 노드의 시작주소를 가리키게 새 노드의 데이터 필드를 채우고 자기 자신을 가리키게 새 노드를 마지막 노드로</p>
--	--



[그림 7-3] 원형 연결리스트 큐의 삽입



[그림 7-4] 큐

원형 연결 리스트 큐의 삭제

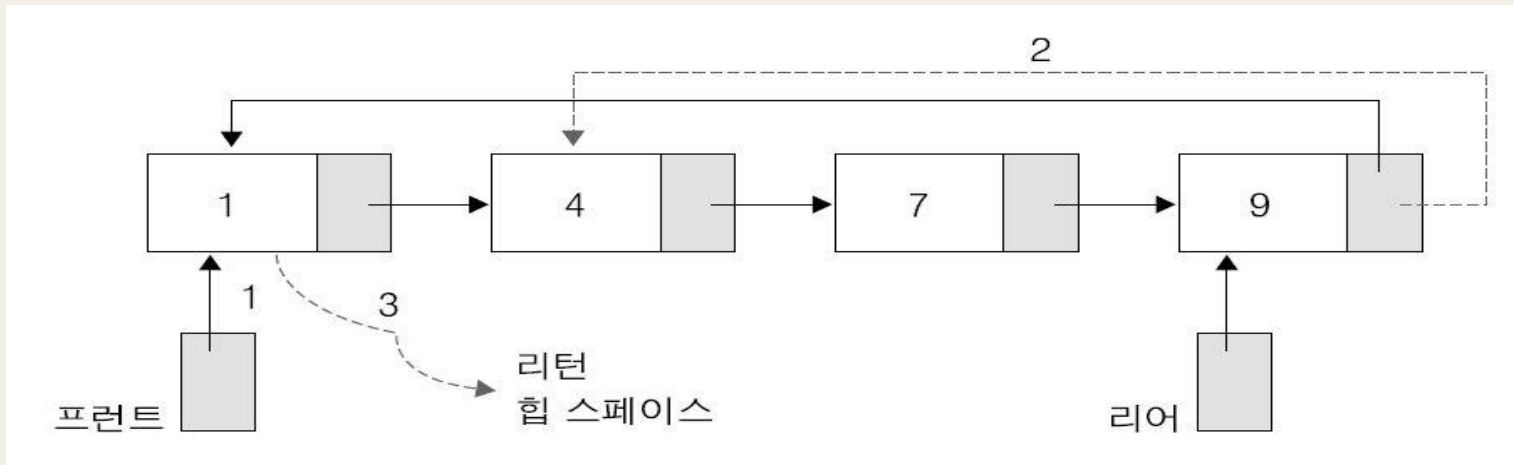
void queueClass::Remove()

```
{ Nptr Front = Rear->Next;  
  if (GetSize() >= 2)  
  { Rear->Next = Front->Next;  
    delete Front;  
  }  
  else if (GetSize() == 1)  
  { Rear = NULL;  
    delete Front;  
  }  
  else if (GetSize() == 0)  
  { cout << "Deletion on Empty Queue";  
  }  
}
```

편의상 프론트 포인터를 별도로 생성
노드 두 개 이상일 때
마지막 노드가 두 번째 노드를 가리키게
첫 노드가 사용하던 공간을 반납

노드 하나일 때
삭제하면 빈 큐가 되므로 빈 큐를 표시
첫 노드이자 마지막 노드의 공간 반납

빈 큐에 삭제명령은 오류로 처리



[그림 7-5] 원형연결 리스트 큐의 삭제

Section 04 C++ 배열에 의한 큐 구현 - C++ 배열에 의한 큐

👤 코드 7-4: QueueA.h (C++ Interface by Array)

```
const int MAX = 100;
```

```
class queueClass
```

```
{ public:
```

```
    queueClass( );
```

생성자 함수

```
    queueClass(const queueClass& Q);
```

복사 생성자 함수

```
    ~queueClass( );
```

소멸자 함수

```
    void Add(int Item);
```

Item 값을 큐에 삽입

```
    void Remove( );
```

큐 프론트를 삭제, 리턴 값 없음

```
    boolean IsEmpty( );
```

비어 있는지 확인

```
    boolean IsFull( );
```

꽉 차 있는지 확인

```
private:
```

```
    int Front, Rear;
```

프론트, 리어 인덱스를 추적

```
    int Count;
```

원형연결 배열에 사용

```
    int Queue[MAX];
```

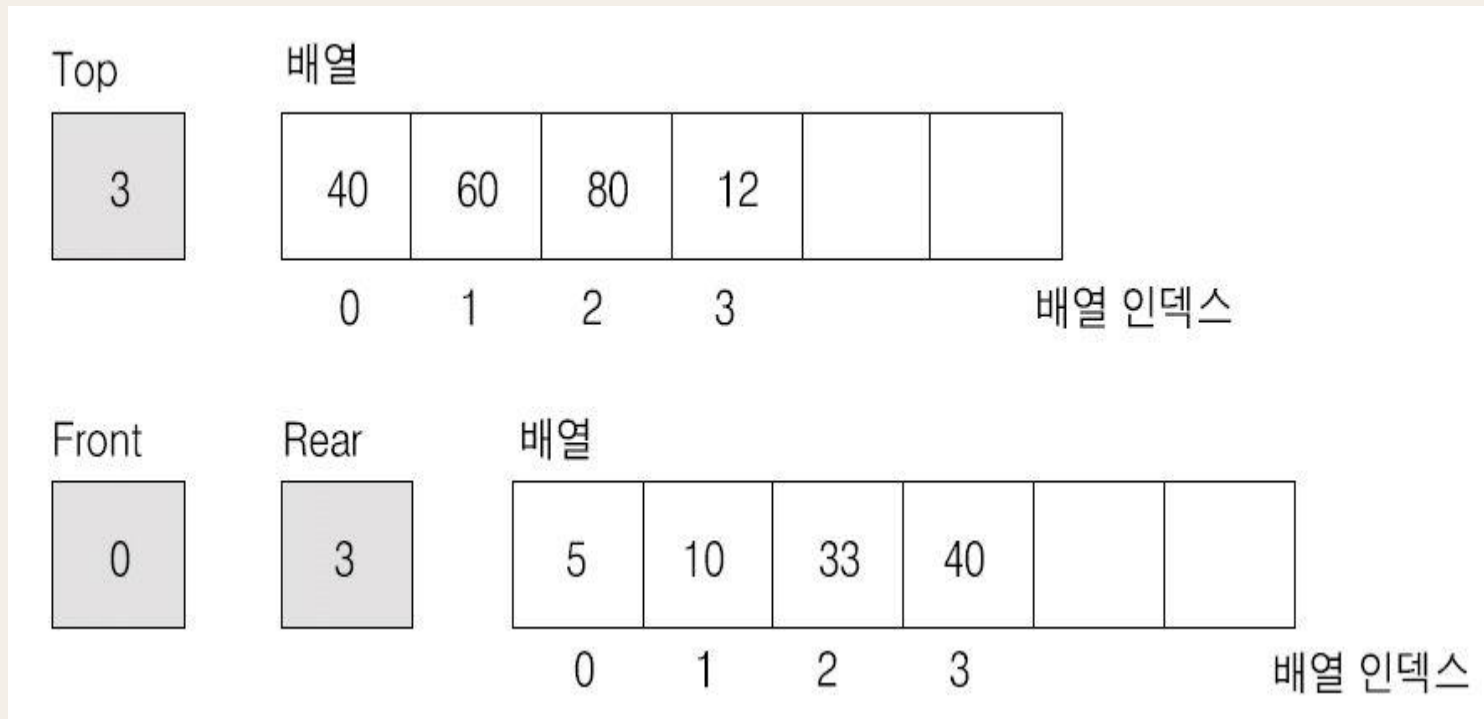
큐 데이터는 정수형, 최대 100개

```
}
```

배열에 의한 스택/큐 배열 비교

📌 스택, 큐

- 스택은 탑 변수
- 큐는 프런트, 리어 변수



[그림 7-6] 스택과 큐의 비교

배열에 의한 큐

👤 삽입, 삭제

- **Front 0, Rear -1**로 초기화
- 삽입이면 **Rear++** 한 후에 삽입
- 삭제이면 **Front++**

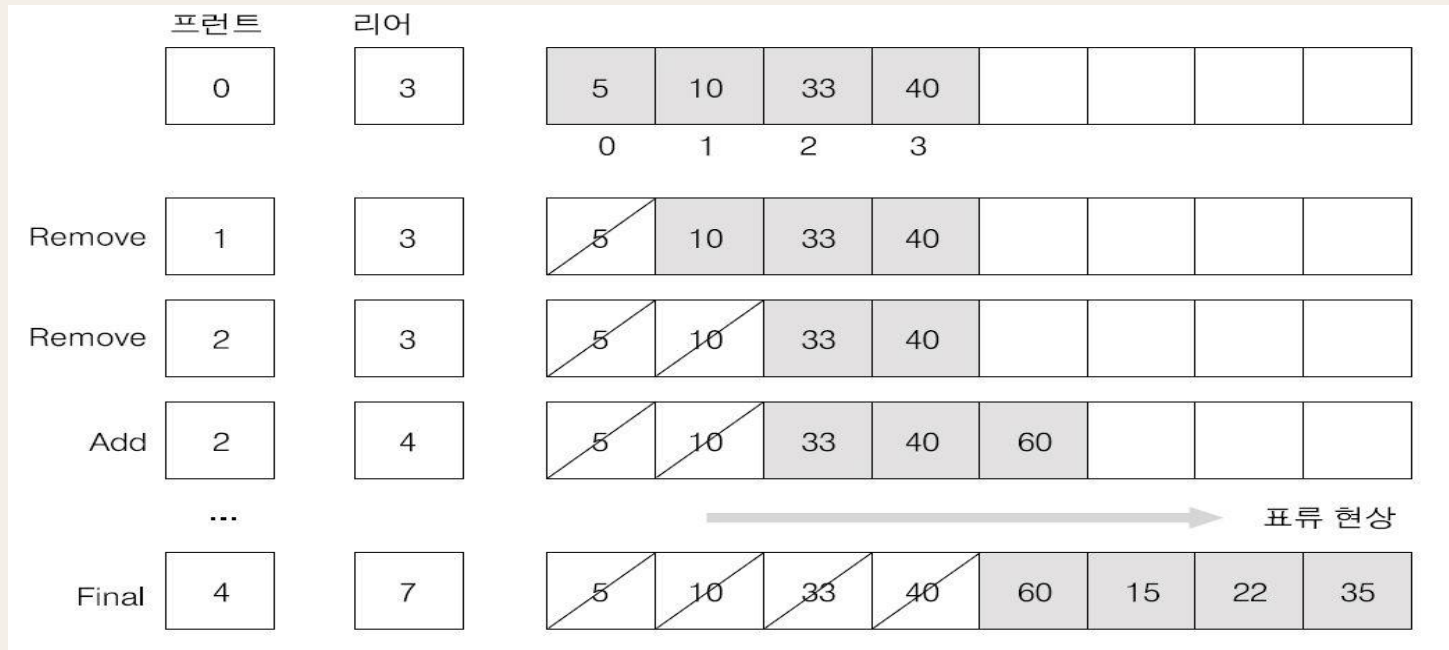
👤 큐의 상태 판단

- **Front > Rear**이면 빈 큐
- **Front == Rear**이면 큐 아이템 하나

배열에 의한 큐의 표류

표류

- 연속된 삽입, 삭제에 의한 오른쪽 이동
- 왼쪽 빈 공간이 있음에도 오른쪽에서 막힘
- 대책: 왼쪽 쉬프트
 - 삭제될 때마다
 - 오른쪽 끝에 막힐 때 몰아서 한번에

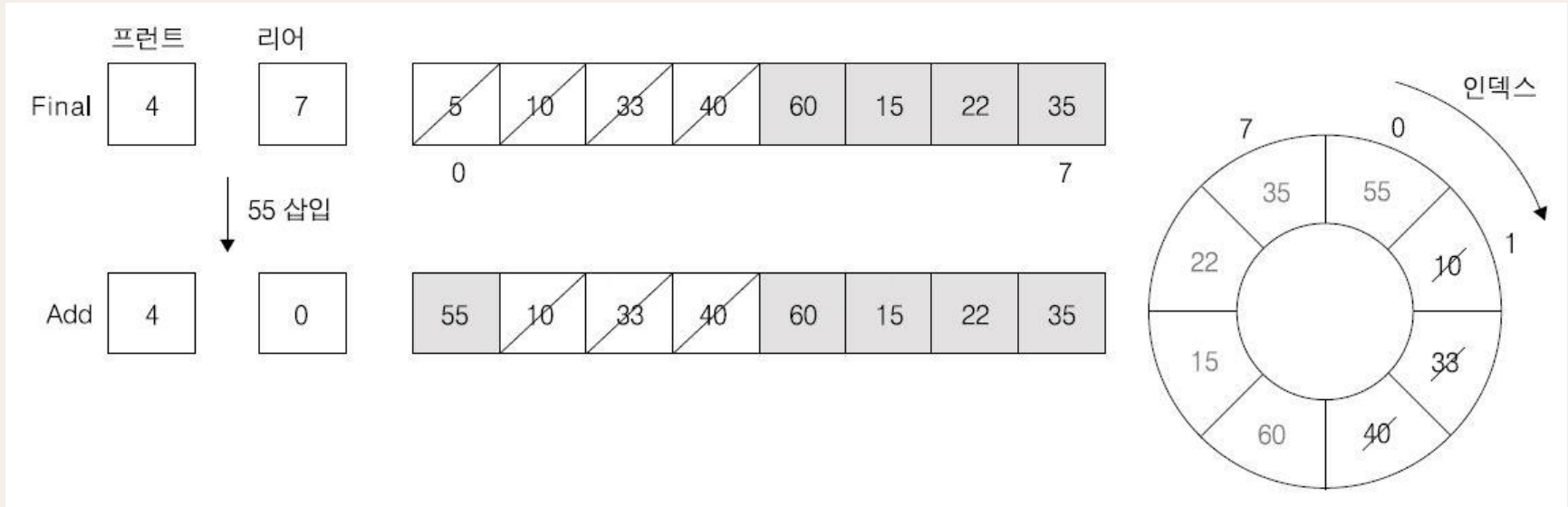


[그림 7-7] 표류 현상

원형 배열

삽입

- 삽입 인덱스: $(Rear + 1) \% MAX$



[그림 7-8] 원형 배열

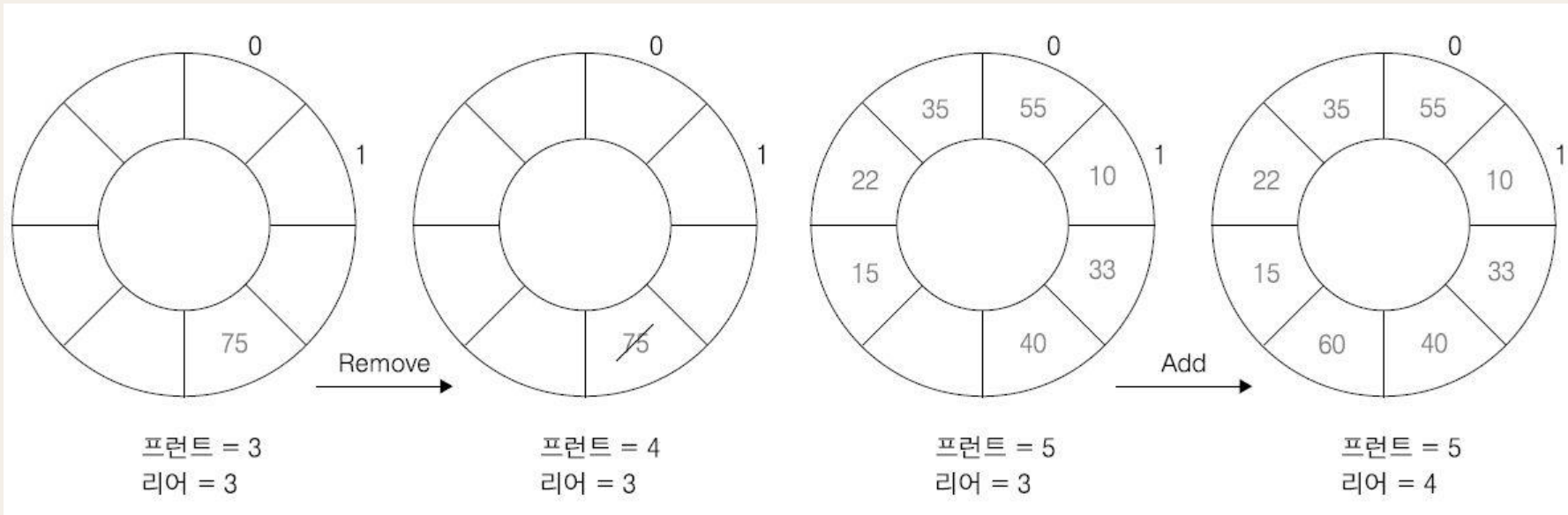
원형 배열

빈 큐와 꽉찬 큐 판정불가

- 인덱스로 봐서는 둘 다 동일 조건
- $\text{Front} = \text{Rear} + 1$

별도의 Count 변수 유지

- 삽입시 $\text{Count}++$
- 삭제시 $\text{Count}--$



[그림 7-9] 빈 큐와 꽉찬 큐

원형 배열 큐 함수

👤 코드 7-5: 원형 배열 큐의 초기화, 삽입, 삭제

queueClass::queueClass()

생성자 함수

```
{ Front = 0;  
  Rear = -1;  
  Count = 0;  
}
```

데이터 개수 0

void queueClass::Add(int Item)

```
{ if (Count <= Max)  
  { Rear = (Rear + 1) % MAX;  
    Queue[Rear] = Item;  
    Count++;  
  }  
}
```

아직 데이터 수가 최대가 아니라면
리어 인덱스 증가(원형으로)
큐 배열에 데이터 복사
데이터 수 증가

void queueClass::Remove()

```
{ if (Count > 0)  
  { Front = (Front + 1) % MAX;  
    Count--;  
  }  
}
```

데이터가 하나라도 있다면
프런트 인덱스 증가(원형으로)
데이터 수 감소

Section 05 추상 자료형 리스트에 의한 큐 구현 - 추상 자료형 리스트에 의한 큐

👤 코드 7-6: QueueL.h (C++ Interface by ADT LIST)

```
#include <ListP.h>
```

```
class queueClass
```

```
{ public:
```

```
    private:
```

```
        listClass L;
```

```
};
```

```
void queueClass::Add(int Item)
```

```
{ L.Insert(L.Length( ) + 1, Item);
```

```
}
```

```
void queueClass::Remove( )
```

```
{L.Delete(1);
```

```
}
```

```
int queueClass::GetFront(int& FrontItem) 검색 함수
```

```
{ L.Retrieve(1, FrontItem) ;
```

```
}
```

코드 6-7(또는 코드 6-5)과 동일

삽입 함수

삭제 함수

Section 06 큐 응용 예 - 큐 응용 예

👤 회문

- 앞에서 읽으나 뒤에서 읽으나 동일한 단어, 문자열
- 토마토, 기러기

👤 코드 7-7: 회문 판정

```
Q.Create(); S.Create();
for (i = 0; i < stringLength(); i++)
{  Read Character into C;
   Q.Add(C); S.Push(C);
}
Matched = TRUE;
while (!IsEmpty() && Matched)
{  if (Q.GetFront() == S.GetTop())
   { Q.Remove(); S.Pop();
     }
   else Matched = FALSE;
}
return MatchedSoFar;
}
```

큐와 스택을 생성

문자열 끝까지

하나씩 읽어서 변수 C에 저장

큐에 삽입, 스택에 삽입

매칭된 것으로 초기화

비어 있지 않고, 미스매치 되지 않는 동안

큐 프론트와 스택 탑이 일치하면

각각 삭제

일치하지 않으면 빠져나감

비어서 빠져나오면 트루를 리턴

큐 응용 예

👤 시뮬레이션

- 모의실험, 큐잉 이론
- 이벤트 발생시기: 시간 구동 시뮬레이션, 사건구동 시뮬레이션

👤 대기시간

- (A, 20, 5) (B, 22, 4) (C, 23, 2) (D, 30, 3)의 순서로 일이 발생

Event	CustomerQueue				Arrival	Start	End
20	A				A: 20	20	25
22	B						
23	B	C					
25	C				B: 22	25	29
29					C: 23	29	31
30	D						
31					D: 30	31	34
34							

[표 7-2] (A, 20, 5) (B, 22, 4) (C, 23, 2) (D, 30, 3)의 처리

👤 메저와 트리거

👤 그래픽 입력 모드

- 리퀘스트 모드
 - 프로그램이 요구하는 입력장비로부터 입력
 - 프로그램 실행 중에 메저값을 요구
- 샘플 모드
 - 프로그램이 요구하는 입력장비로부터 입력
 - 현재의 메저값을 가져다 실행
- 이벤트 모드
 - 사용자가 선택한 입력장비가 우선권을 가짐
 - 이벤트 큐와 콜백 함수

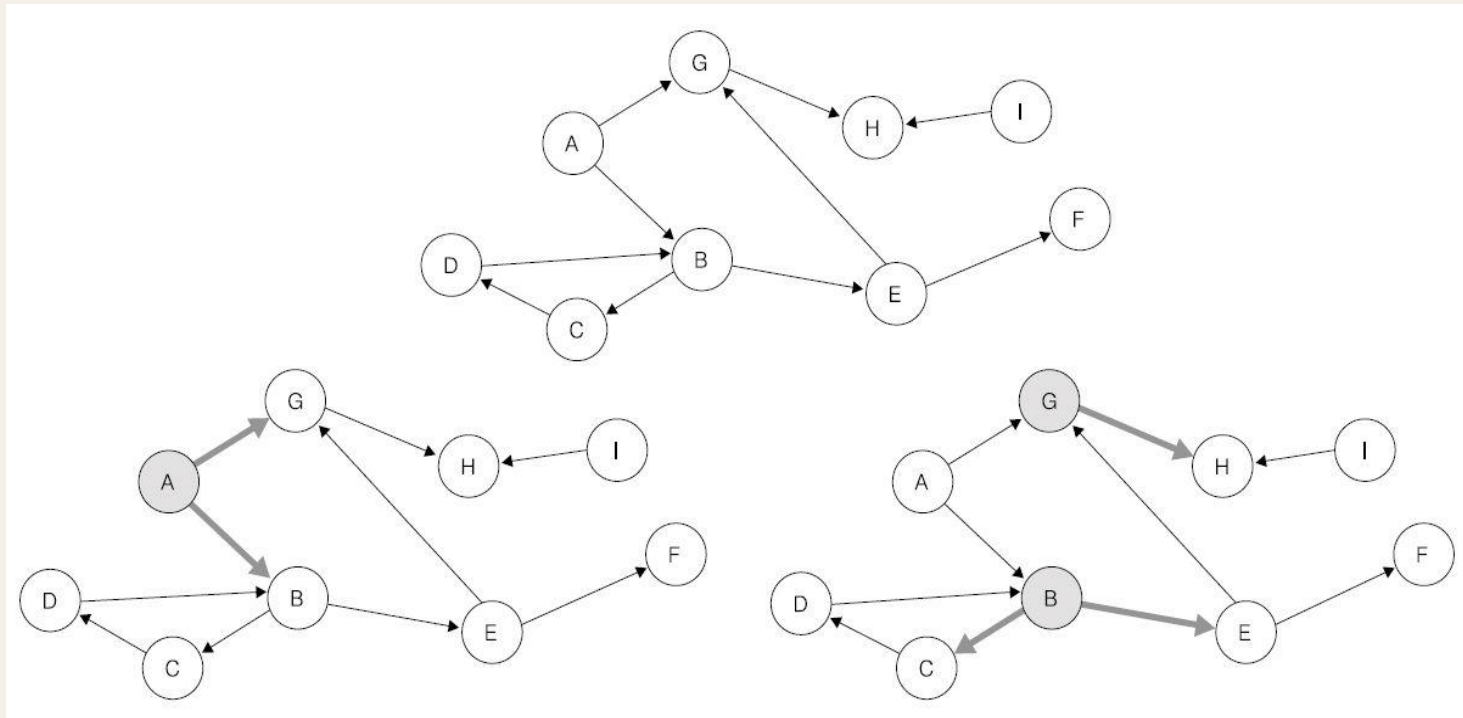
👤 시공유 시스템의 일괄처리 작업

- 사용자 ID 별로 우선순위를 분류
- `queueType MultiQueue[MaxPriority];` 이면 우선순위 별로 `MultiQueue[0]`, `MultiQueue[1]`, `MultiQueue[2]`를 형성
- 배치 잡이 제출되면, 운영체제 중 디스패처 (Dispatcher)는 사용자 ID 를 기준으로 해당 큐에 삽입
- 먼저 실행 중이던 잡이 끝나면, 운영체제 중 스케줄러(Job Scheduler)는 사용자 ID 를 기준으로 해당 큐에서 삭제

Section 07 너비우선 탐색 - 너비우선 탐색

👤 너비우선 탐색(BFS: Breadth First Search)

- 깊이보다는 폭을 취함
- A-B-G-C-E-H-D-F
- A에서 거리 1인 노드, 다시 각각으로부터 거리 1인 노드,

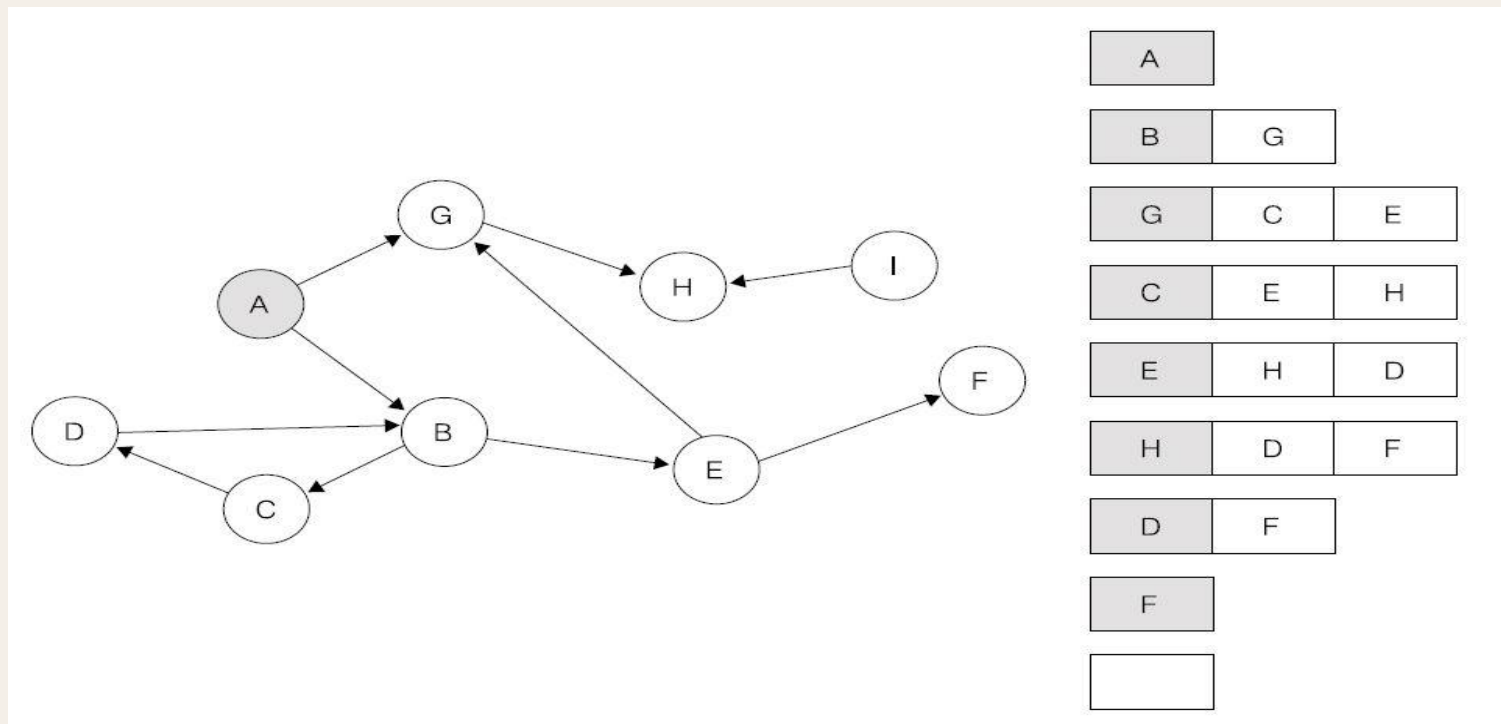


[그림 7-10] 너비우선 탐색

너비우선 탐색

너비우선 탐색을 위한 큐

- 시작 노드를 삽입
- 삭제와 동시에 인접 노드를 삽입
- 소모적 탐색
- 한번 간 노드는 다시 안 감



[그림 7-11] 너비우선 탐색과 큐

너비우선 탐색

👤 코드 7-8: 너비우선 탐색

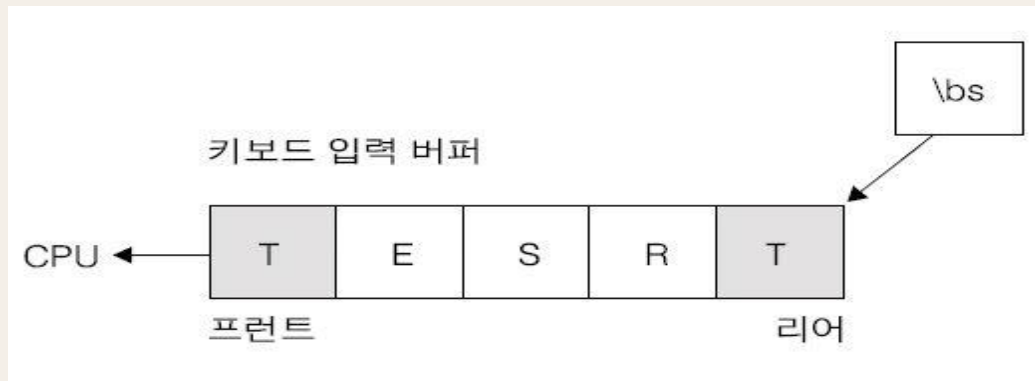
BreadthFirstSearch(Origin)

{ Q.Create();	새로운 큐를 만들기
Q.Add(Origin);	출발지를 큐에 삽입
Mark Origin as Visited;	출발지를 가 본 것으로 표시
while (!Q.IsEmpty())	빈 큐가 아닐 동안
{ Q.GetFront(Front);	큐 프런트에 있는 노드를 Front로 복사
Q.Remove();	큐 프런트를 제거
for (Each Unvisited Nodes C Adjacent to Front)	
{ Q.Add(C);	큐에 삽입
Mark C as Visited;	가 본 것으로 표시
}	
}	
}	

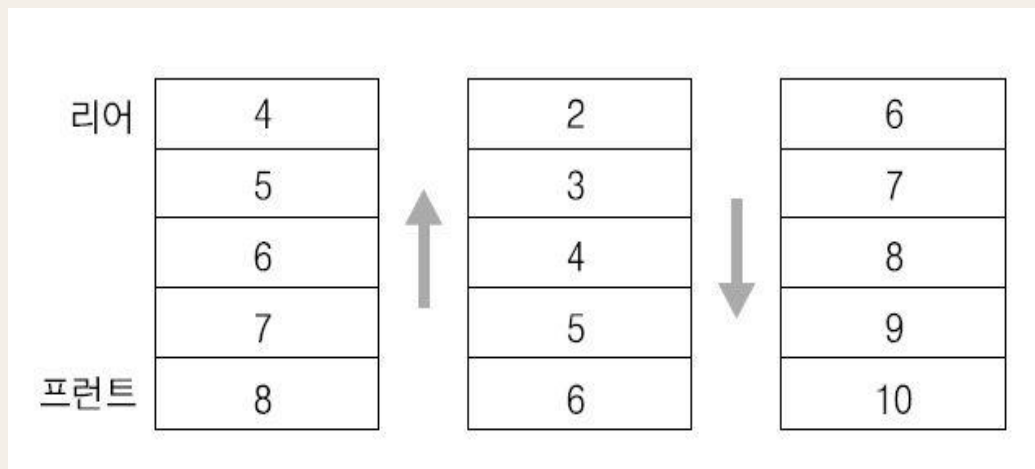
Section 08 덱 - 덱

👤 덱 (DEQUEUE: Double Ended Queue)

- 키보드 입력버퍼, 화면 스크롤
- 양쪽에서 삽입, 삭제의 필요성이 존재



[그림 7-12] 키보드 입력



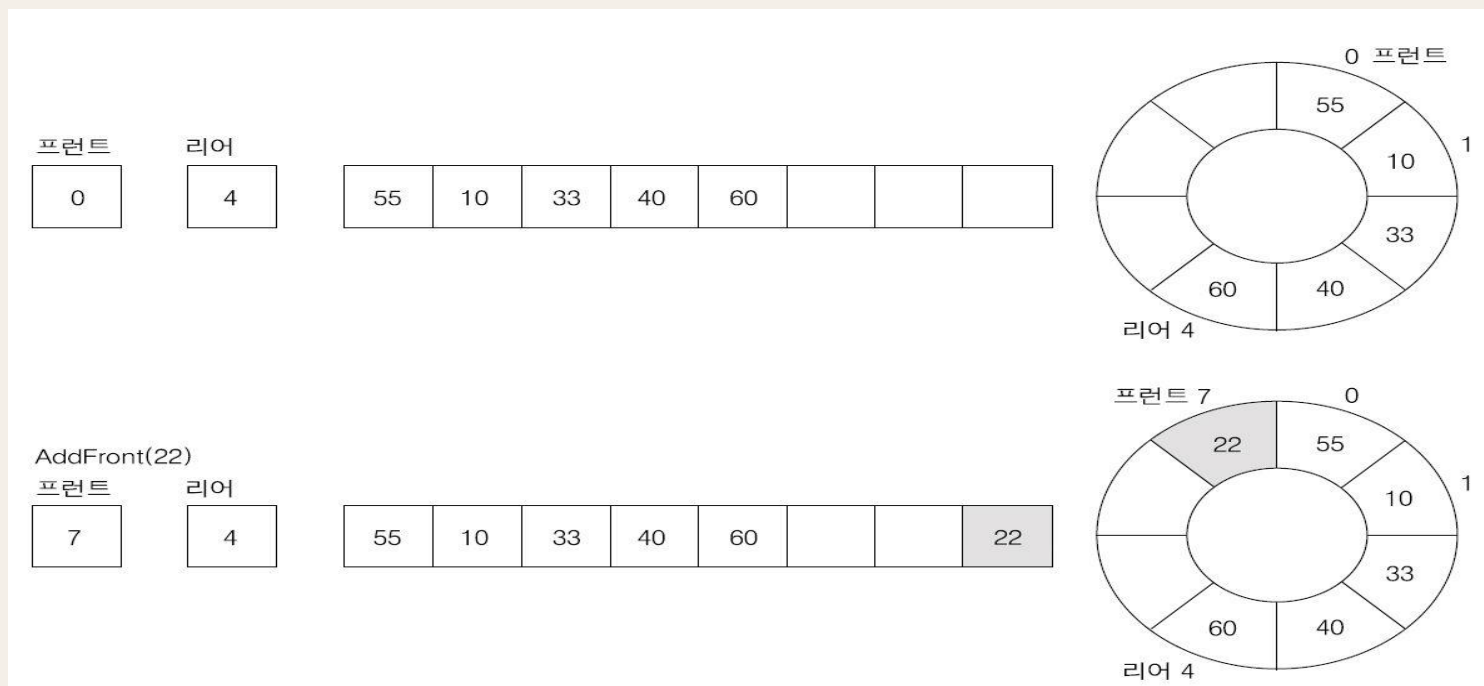
[그림 7-13] 화면 스크롤

👉 덱(DEQUEUE: Double Ended Queue)

- **AddLast(), AddFirst(), RemoveLast(), RemoveFirst()**
- **큐: RemoveFirst(), AddLast() 만을 사용**
- **스택: RemoveLast(), AddLast()만을 사용**
- **덱이 일반 클래스(General Class)라면**
- **큐나 스택은 특수 클래스(Special Class, Adaptor Class)**

원형배열 덱

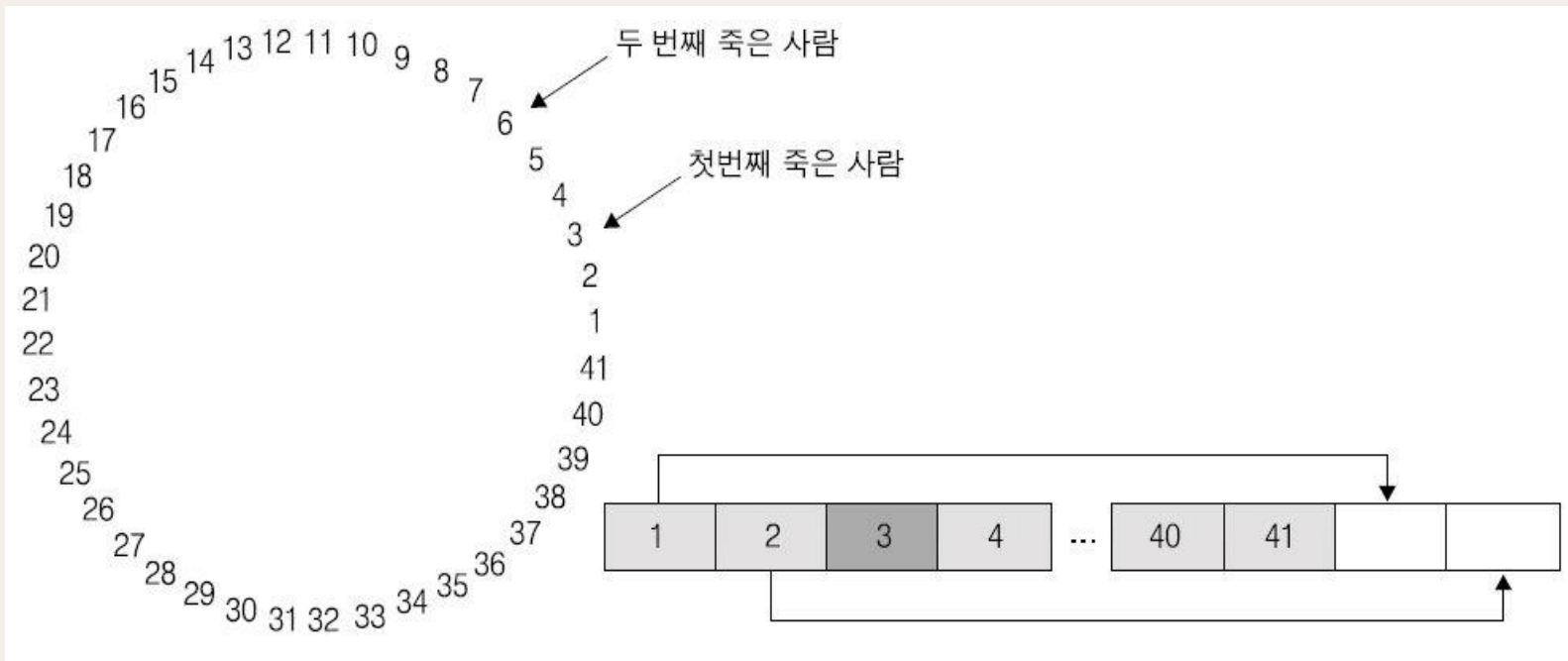
- 양쪽에서 삽입 삭제: 두 개의 포인터를 유지하는 것이 유리
- 고정된 한 쪽 끝에서 Add나 Remove가 일어나면 쉬프트 필요
- 프론트 삭제 시에 `Front ++;`에 의해 프론트가 전진
- 프론트 삽입 시에 `Front - -;`에 의해 프론트가 후진



[그림 7-14] 원형 배열 덱

👤 Josephus의 문제

- 유대인 41명이 로마군에 쫓겨 동굴에 갇혔다. 잡혀 죽기를 원치 않던 이 사람들은 [그림 7-15]와 같이 동글게 둘러앉아 아무도 남은 사람이 없을 때까지 다음 세 번째 사람(Every 3rd Person)을 죽이기로 했다. Josephus 는 이러한 죽음을 원치 않았다. 생존자 두 사람 중 하나가 되기 위해서는 몇 번째에서야 하는가



[그림 7-15] 요세푸스의 문제



Thank you
