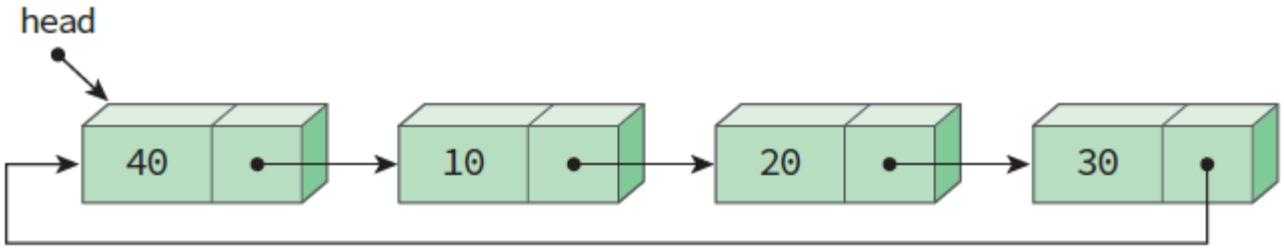
7장 리스트

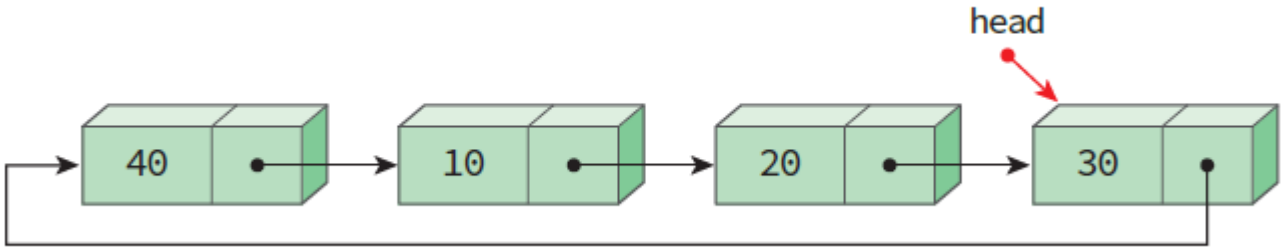
원형 연결 리스트

- 마지막 노드의 링크가 첫 번째 노드를 가리키는 리스트
- 한 노드에서 다른 모든 노드로의 접근이 가능

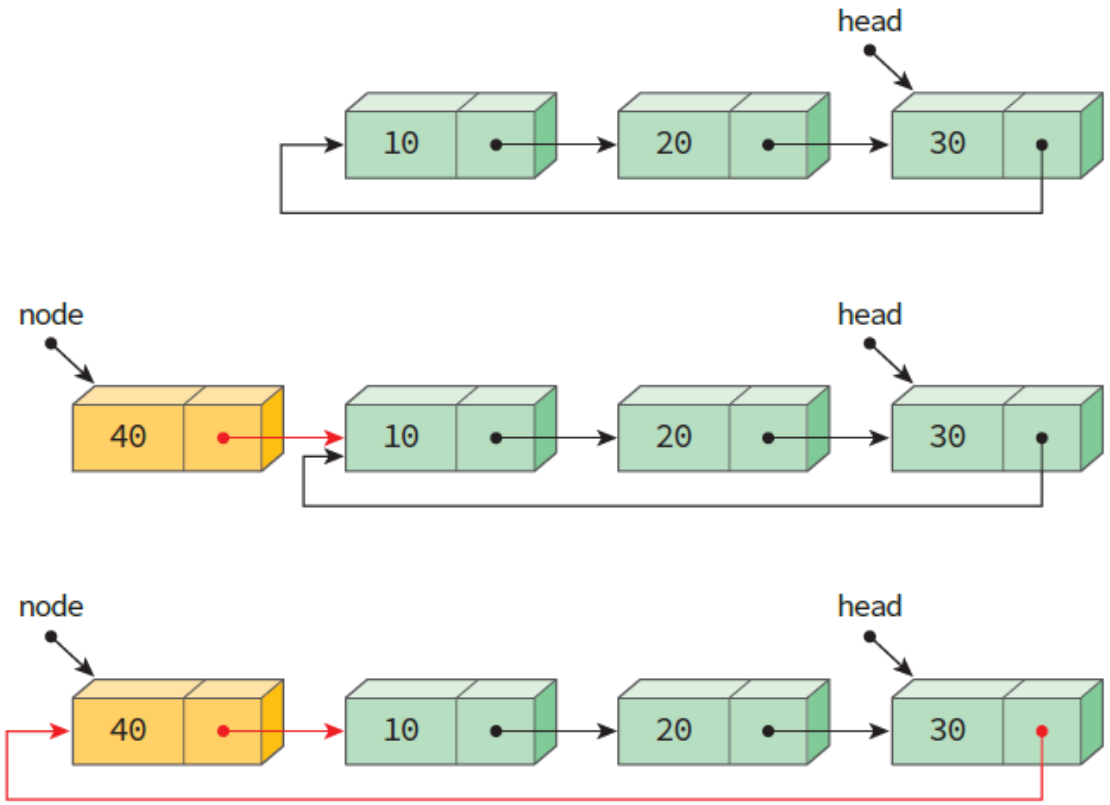


원형 연결 리스트

- 보통 헤드포인터가 마지막 노드를 가리키게끔 구성하면 리스트의 처음이나 마지막에 노드를 삽입하는 연산이 단순 연결 리스트에 비하여 용이



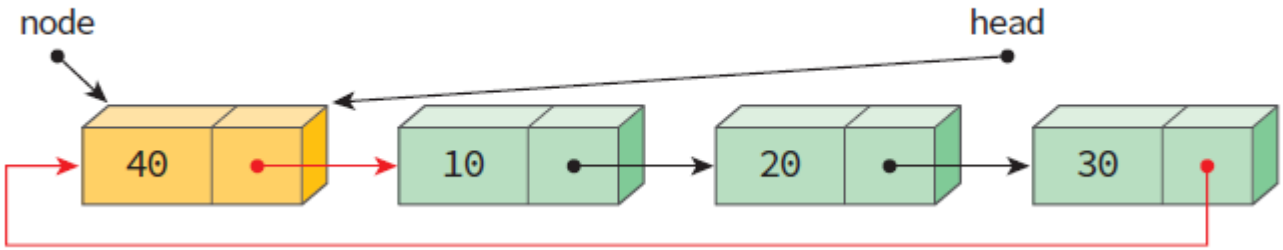
원형 연결 리스트의 처음에 삽입



원형 연결 리스트의 처음에 삽입

```
ListNode* insert_first(ListNode* head, element data)
{
        ListNode *node = (ListNode *)malloc(sizeof(ListNode));
        node->data = data;
        if (head == NULL) {
                head = node;
                node->link = head;
        }
        else {
                node->link = head->link;        // (1)
                head->link = node;              // (2)
        }
        return head;          // 변경된 헤드 포인터를 반환한다.
}
```

리스트의 끝에 삽입



리스트의 끝에 삽입

```
ListNode* insert_last(ListNode* head, element data)
{
        ListNode *node = (ListNode *)malloc(sizeof(ListNode));
        node->data = data;
        if (head == NULL) {
                head = node;
                node->link = head;
        }
        else {
                node->link = head->link;        // (1)
                head->link = node;              // (2)
                head = node;                    // (3)
        }
        return head;        // 변경된 헤드 포인터를 반환한다.
}
```

테스트 프로그램

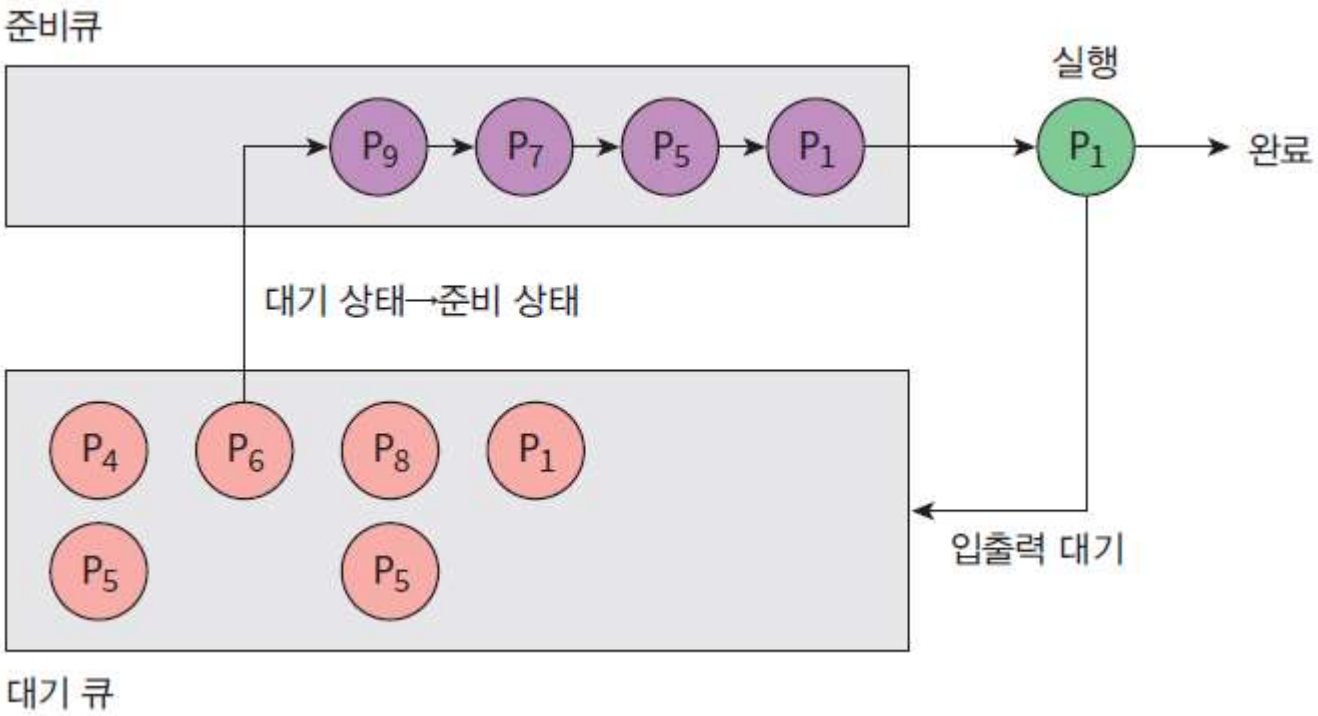
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef int element;
typedef struct ListNode {      // 노드 타입
        element data;
        struct ListNode *link;
} ListNode;

// 리스트의 항목 출력
void print_list(ListNode* head)
{
        ListNode* p;

        if (head == NULL) return;
        p = head->link;
        do {
                printf("%d->", p->data);
                p = p->link;
        } while (p != head);
        printf("%d->", p->data); // 마지막 노드 출력
}
```

테스트 프로그램

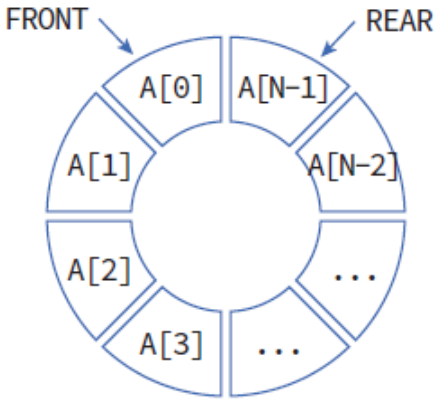
```
int main(void)
{
        ListNode *head = NULL;

        // list = 10->20->30->40
        head = insert_last(head, 20);
        head = insert_last(head, 30);
        head = insert_last(head, 40);
        head = insert_first(head, 10);
        print_list(head);
        return 0;
}
```

```
10->20->30->40->
```

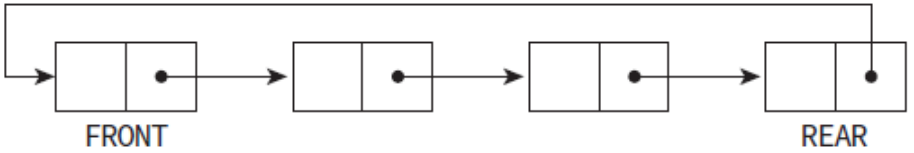
원형 연결 리스트의 응용



원형 연결 리스트의 응용



배열을 이용한 원형큐



연결 리스트를 이용한 원형큐

멀티 플레이어 게임

```
현재 차례=KIM
현재 차례=CHOI
현재 차례=PARK
현재 차례=KIM
현재 차례=CHOI
현재 차례=PARK
현재 차례=KIM
현재 차례=CHOI
현재 차례=PARK
현재 차례=KIM
```

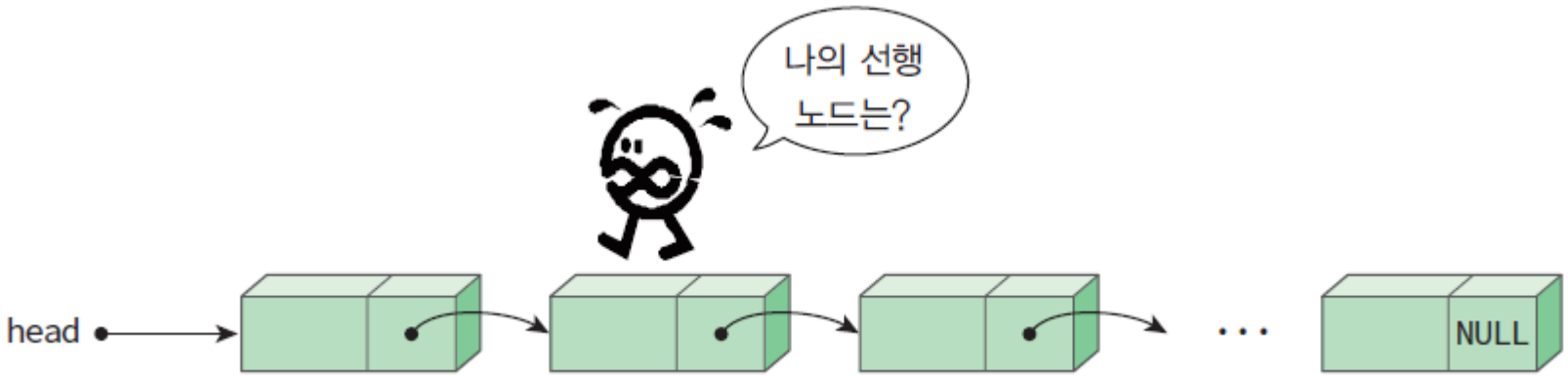
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

typedef char element[100];
typedef struct ListNode {       // 노드 타입
        element data;
        struct ListNode *link;
} ListNode;


ListNode* insert_first(ListNode* head, element data)
{
        ListNode *node = (ListNode *)malloc(sizeof(ListNode));
        strcpy(node->data, data);
        if (head == NULL) {
                head = node;
                node->link = head;
        }
        else {
                node->link = head->link;        // (1)
                head->link = node;              // (2)
        }
        return head;        // 변경된 헤드 포인터를 반환한다.
}
```

멀티 플레이어 게임

```
// 원형 연결 리스트 테스트 프로그램
int main(void)
{
        ListNode *head = NULL;

        head = insert_first(head, "KIM");
        head = insert_first(head, "PARK");
        head = insert_first(head, "CHOI");

                ListNode* p = head;
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
                printf("현재 차례=%s \n", p->data);
                p = p->link;
        }
        return 0;
}
```

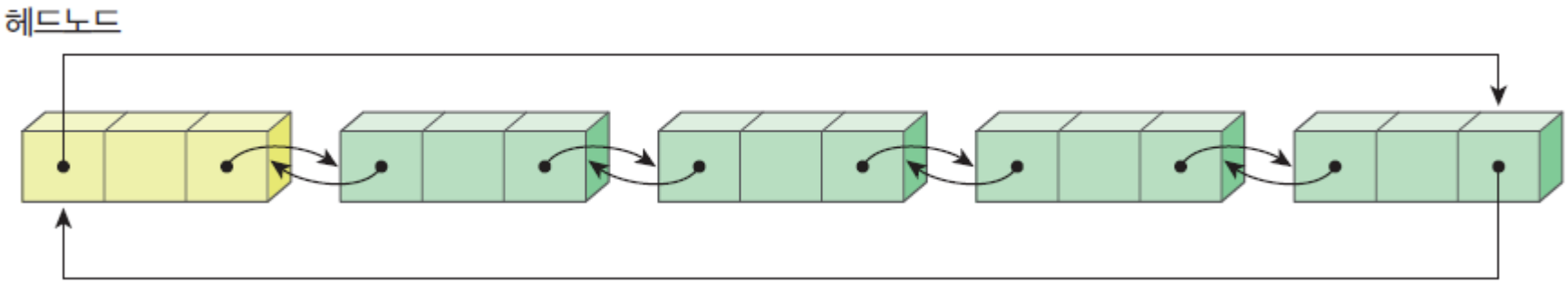
이중 연결 리스트

- 단순 연결 리스트의 문제점: 선행 노드를 찾기가 힘들다



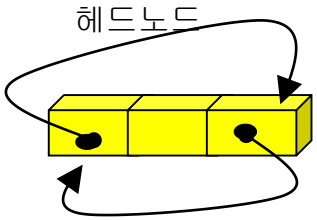
이중 연결 리스트

- 이중 연결 리스트: 하나의 노드가 선행 노드와 후속 노드에 대한 두 개의 링크를 가지는 리스트
- 단점은 공간을 많이 차지하고 코드가 복잡



헤드노드

- 헤드노드(head node): 데이터를 가지지 않고 단지 삽입, 삭제 코드를 간단하게 할 목적으로 만들어진 노드
  - 헤드 포인터와의 구별 필요
  - 공백상태에서는 헤드 노드만 존재

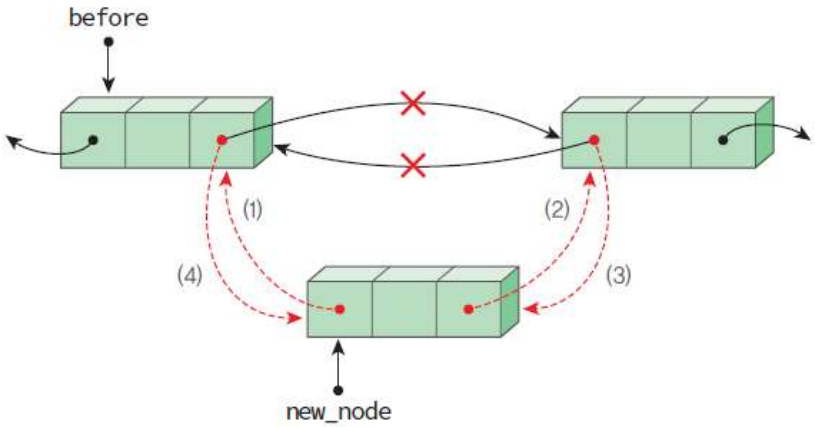


노드의 구조

- 이중연결리스트에서의 노드의 구조

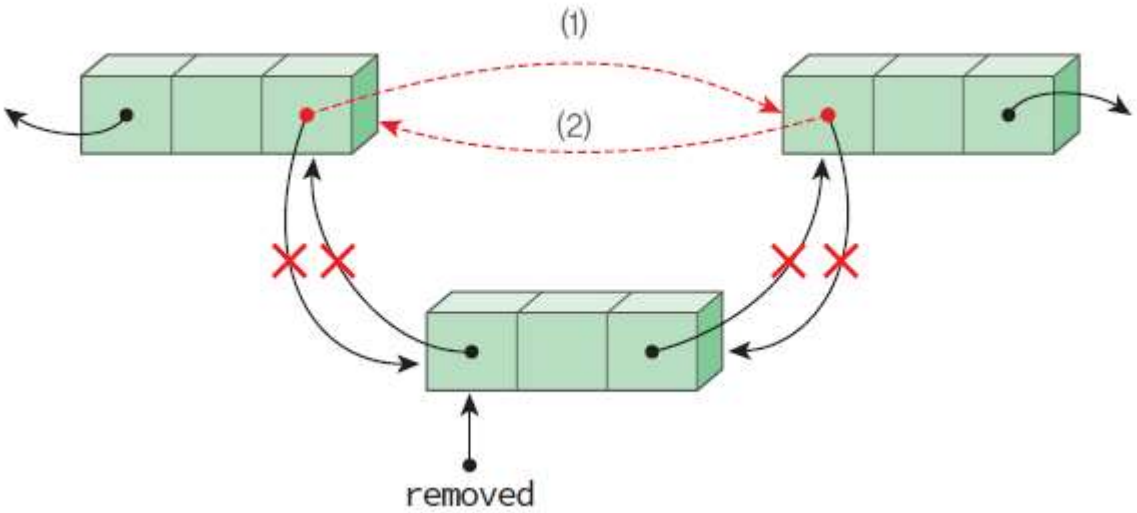
```
typedef int element;
typedef struct DlistNode {
        element data;
        struct DlistNode *llink;
        struct DlistNode *rlink;
} DlistNode;
```

삽입연산




```
// 새로운 데이터를 노드 before의 오른쪽에 삽입한다.
void dinsert(DListNode *before, element data)
{
        DListNode *newnode = (DListNode *)malloc(sizeof(DListNode));
        strcpy(newnode->data, data);
        newnode->llink = before;
        newnode->rlink = before->rlink;
        before->rlink->llink = newnode;
        before->rlink = newnode;
}
```

삭제연산




```
// 노드 removed를 삭제한다.
void ddelete(DListNode* head, DListNode* removed)
{
        if (removed == head) return;
        removed->llink->rlink = removed->rlink;
        removed->rlink->llink = removed->llink;
        free(removed);
}
```

테스트 프로그램

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

typedef int element;
typedef struct DListNode {     // 이중연결 노드 타입
        element data;
        struct DListNode* llink;
        struct DListNode* rlink;
} DListNode;

// 이중 연결 리스트를 초기화
void init(DListNode* phead)
{
        phead->llink = phead;
        phead->rlink = phead;
}
```

테스트 프로그램

```
// 이중 연결 리스트의 노드를 출력
void print_dlist(DListNode* phead)
{
        DListNode* p;
        for (p = phead->rlink; p != phead; p = p->rlink) {
                printf("<-| |%d| |-> ", p->data);
        }
        printf("\n");
}
// 새로운 데이터를 노드 before의 오른쪽에 삽입한다.
void dinsert(DListNode *before, element data)
{
        DListNode *newnode = (DListNode *)malloc(sizeof(DListNode));
        strcpy(newnode->data, data);
        newnode->llink = before;
        newnode->rlink = before->rlink;
        before->rlink->llink = newnode;
        before->rlink = newnode;
}
```

테스트 프로그램

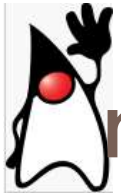
```
// 노드 removed를 삭제한다.
void ddelete(DListNode* head, DListNode* removed)
{
        if (removed == head) return;
        removed->llink->rlink = removed->rlink;
        removed->rlink->llink = removed->llink;
        free(removed);
}
```

테스트 프로그램

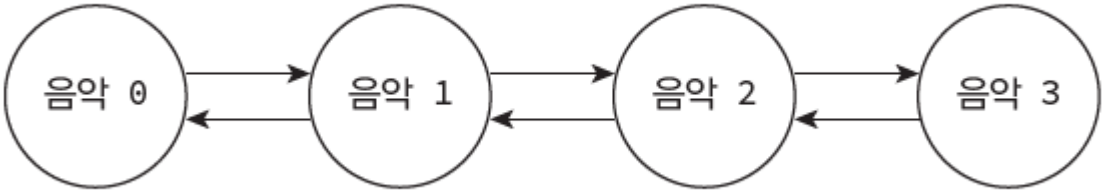
```
// 이중 연결 리스트 테스트 프로그램
int main(void)
{
        DListNode* head = (DListNode *)malloc(sizeof(DListNode));
        init(head);
        printf("추가 단계\n");
        for (int i = 0; i < 5; i++) {
                // 헤드 노드의 오른쪽에 삽입
                dinsert(head, i);
                print_dlist(head);
        }
        printf("\n삭제 단계\n");
        for (int i = 0; i < 5; i++) {
                print_dlist(head);
                ddelete(head, head->rlink);
        }
        free(head);
        return 0;
}
```

실행 결과

```
추가 단계
<-| |0| |->
<-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |3| |-> <-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |4| |-> <-| |3| |-> <-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->

삭제 단계
<-| |4| |-> <-| |3| |-> <-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |3| |-> <-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |2| |-> <-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |1| |-> <-| |0| |->
<-| |0| |->
```



mp3 재생 프로그램 만들기




```
<-| #Fernando# |-> <-| Dancing Queen |-> <-| Mamamia |->

명령어를 입력하시오(<, >, q): >
<-| Fernando |-> <-| #Dancing Queen# |-> <-| Mamamia |->

명령어를 입력하시오(<, >, q): >
<-| Fernando |-> <-| Dancing Queen |-> <-| #Mamamia# |->

명령어를 입력하시오(<, >, q): <
<-| Fernando |-> <-| #Dancing Queen# |-> <-| Mamamia |->

명령어를 입력하시오(<, >, q):
```

테스트 프로그램

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

typedef char element[100];
typedef struct DListNode {     // 이중연결 노드 타입
        element data;
        struct DListNode* llink;
        struct DListNode* rlink;
} DListNode;

DListNode* current;

// 이중 연결 리스트를 초기화
void init(DListNode* phead)
{
        phead->llink = phead;
        phead->rlink = phead;
}
```

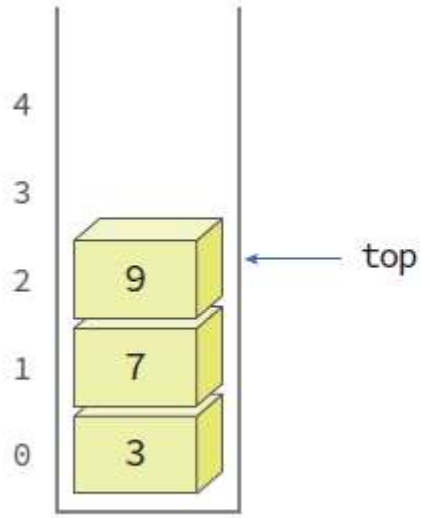
테스트 프로그램

```
// 이중 연결 리스트 테스트 프로그램
int main(void)
{
        char ch;
        DListNode* head = (DListNode *)malloc(sizeof(DListNode));
        init(head);

        dinsert(head, "Mamamia");
        dinsert(head, "Dancing Queen");
        dinsert(head, "Fernando");

        current = head->rlink;
        print_dlist(head);
```

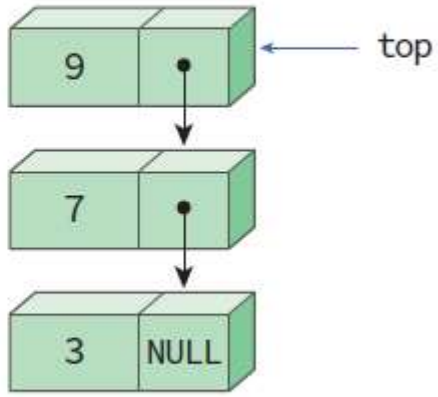
테스트 프로그램

```
        do {
                printf("\n명령어를 입력하시오(<, >, q): ");
                ch = getchar();
                if (ch == '<') {
                        current = current->llink;
                        if (current == head)
                                current = current->llink;
                }
                else if (ch == '>') {
                        current = current->rlink;
                        if (current == head)
                                current = current->rlink;
                }
                print_dlist(head);
                getchar();
        } while (ch != 'q');
        // 동적 메모리 해제 코드를 여기에
}
```

연결 리스트로 구현한 스택



(a) 배열을 이용한 스택

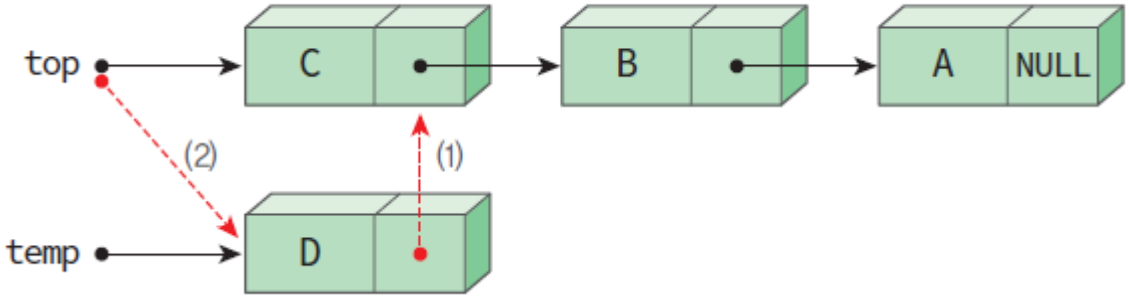


(b) 연결 리스트를 이용한 스택

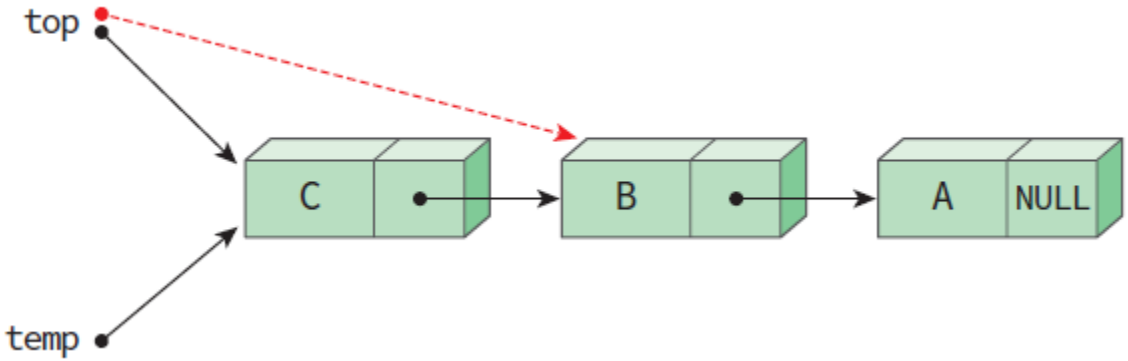
```
typedef int element;
typedef struct StackNode {
        element data;
        struct StackNode *link;
} StackNode;

typedef struct {
        StackNode *top;
} LinkedStackType;
```

```
typedef int element;
typedef struct StackNode {
        element data;
        struct StackNode *link;
} StackNode;

typedef struct {
        StackNode *top;
} LinkedStackType;
```

삽입 연산



삭제 연산



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

typedef int element;
typedef struct StackNode {
        element data;
        struct StackNode *link;
} StackNode;

typedef struct {
        StackNode *top;
} LinkedStackType;
// 초기화 함수
void init(LinkedStackType *s)
{
        s->top = NULL;
}
```

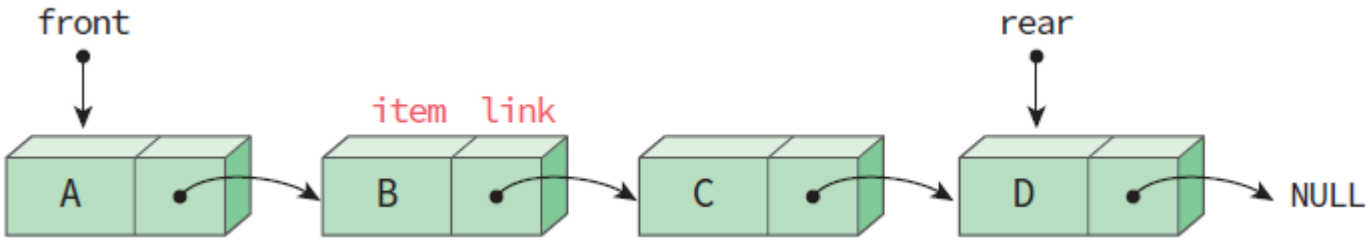
```
// 공백 상태 검출 함수
int is_empty(LinkedStackType *s)
{
        return (s->top == NULL);
}
// 포화 상태 검출 함수
int is_full(LinkedStackType *s)
{
        return 0;
}
// 삽입 함수
void push(LinkedStackType *s, element item)
{
        StackNode *temp = (StackNode *)malloc(sizeof(StackNode));
        temp->data = item;
        temp->link = s->top;
        s->top = temp;
}
void print_stack(LinkedStackType *s)
{
        for (StackNode *p = s->top; p != NULL; p = p->link)
                printf("%d->", p->data);
        printf("NULL \n");
}
```

```
// 삭제 함수
element pop(LinkedStackType *s)
{
        if (is_empty(s)) {
                fprintf(stderr, "스택이 비어있음\n");
                exit(1);
        }
        else {
                StackNode *temp = s->top;
                int data = temp->data;
                s->top = s->top->link;
                free(temp);
                return data;
        }
}
```

```
// 주 함수
int main(void)
{
        LinkedStackType s;
        init(&s);
        push(&s, 1); print_stack(&s);
        push(&s, 2); print_stack(&s);
        push(&s, 3); print_stack(&s);
        pop(&s); print_stack(&s);
        pop(&s); print_stack(&s);
        pop(&s); print_stack(&s);
        return 0;
}
```

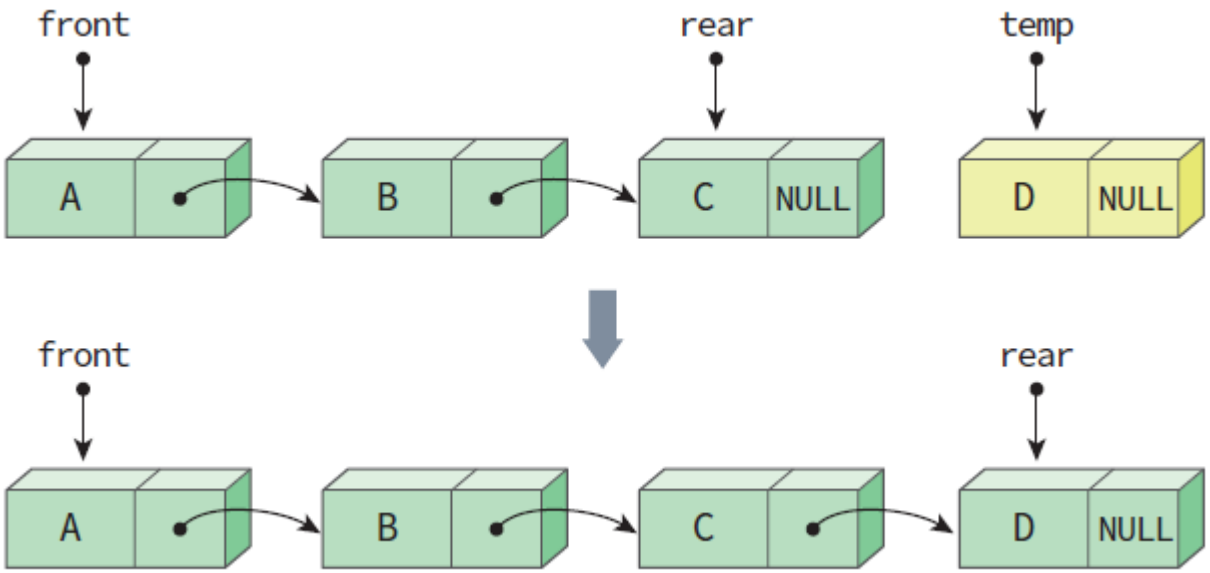
```
1->NULL
2->1->NULL
3->2->1->NULL
2->1->NULL
1->NULL
NULL
```

연결 리스트로 구현한 큐



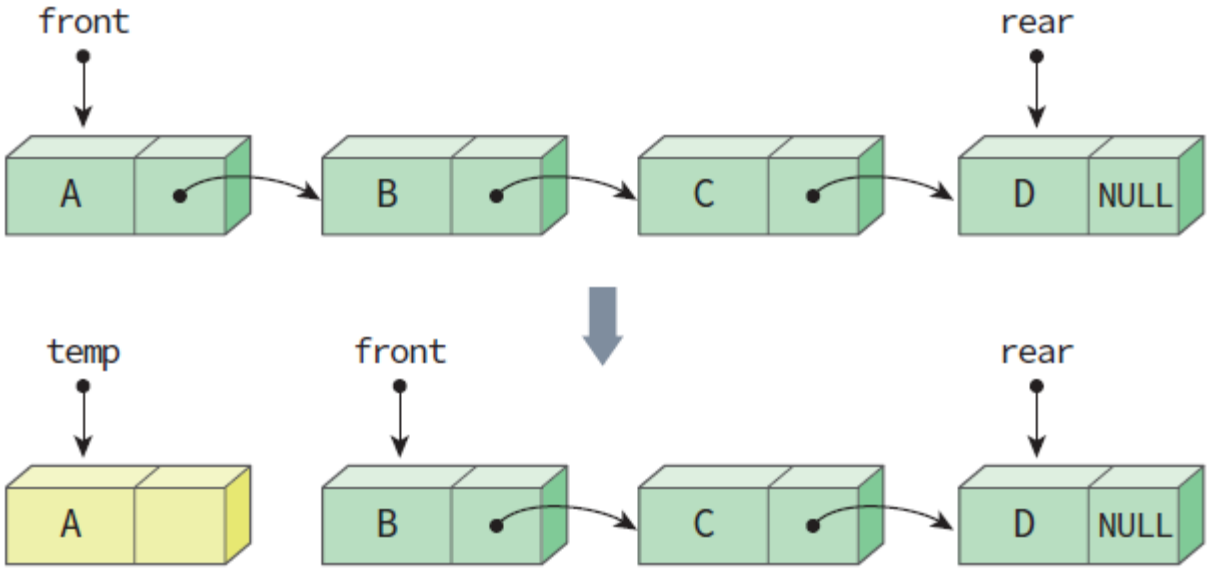
```
typedef int element;              // 요소의 타입
typedef struct QueueNode {        // 큐의 노드의 타입
        element data;
        struct QueueNode *link;
} QueueNode;

typedef struct {                  // 큐 ADT 구현
        QueueNode *front, *rear;
} LinkedQueueType;
```

삽입 연산



```
// 삽입 함수
void enqueue(LinkedQueueType *q, element data)
{
        QueueNode *temp = (QueueNode *)malloc(sizeof(QueueNode));
        temp->data = data;                          // 데이터 저장
        temp->link = NULL;              // 링크 필드를 NULL
        if (is_empty(q)) {              // 큐가 공백이면
                q->front = temp;
                q->rear = temp;
        }
        else {                  // 큐가 공백이 아니면
                q->rear->link = temp;  // 순서가 중요
                q->rear = temp;
        }
}
```

삭제 연산



```
// 삭제 함수
element dequeue(LinkedQueueType *q)
{
        QueueNode *temp =q-> front;
        element data;
        if (is_empty(q)) {              // 공백상태
                fprintf(stderr, "스택이 비어있음\n");
                exit(1);
        }
        else {
                data = temp->data;              // 데이터를 꺼낸다.
                q->front = q->front->link; // front로 다음노드
                if (q->front == NULL)           // 공백 상태
                        q->rear = NULL;
                free(temp);                     // 동적메모리 해제
                return data;                    // 데이터 반환
        }
}
```