윤성우의 열혈 자료구조

: C언어를 이용한 자료구조 학습서

Chapter 05. 연결 리스트(Linked List) 3

Introduction To Data Structures Using C

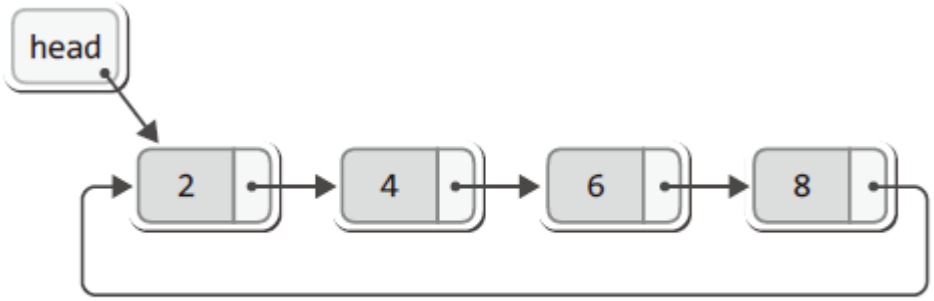
Chapter 05-1:

원형 연결 리스트

원형 연결 리스트의 이해

▶ [그림 05-1 : 단순 연결 리스트]

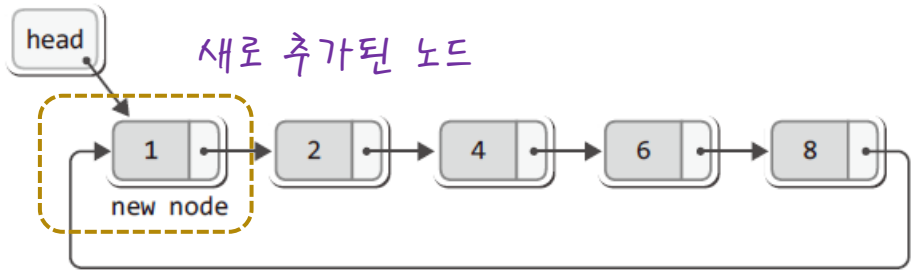
단순 연결 리스트의 마지막 노드는 NULL을 가리킨다.



▶ [그림 05-2: 원형 연결 리스트]

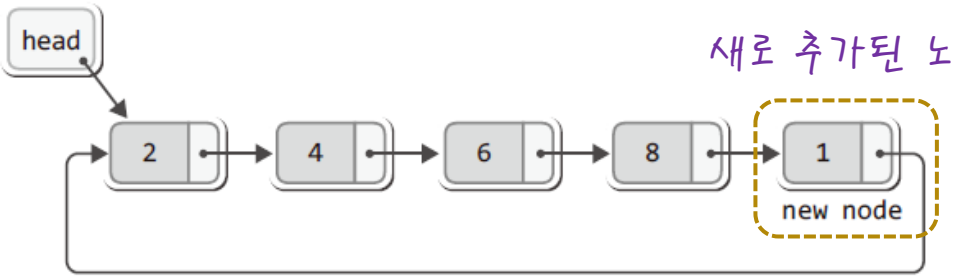
원형 연결 리스트의 마지막 노드는 첫 번째 노드를 가리킨다.

원형 연결 리스트의 노드 추가



이렇듯 모든 노드가 원의 형태를 이루면서 연결되어 있기 때문에 원형 연결 리스트에서는 사실상 머리와 꼬리의 구분이 없다.

▶ [그림 05-3: 원형 연결 리스트의 머리에 노드 추가]



▶ [그림 05-4: 원형 연결 리스트의 꼬리에 노드 추가]

같고 또 다른 점!

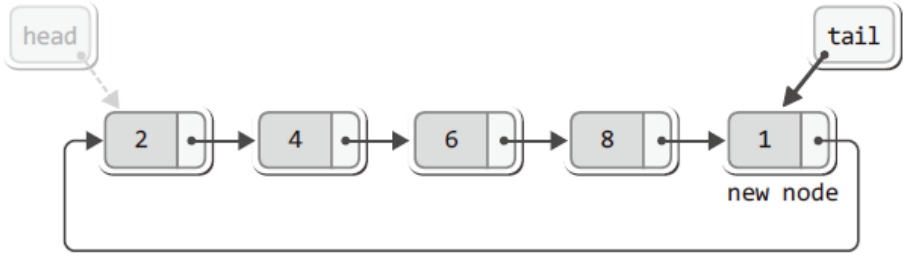
· 같다	두 경우의 노드 연결 순서가 같다.
· 다르다	head가 가리키는 노드가 다르다.

원형 연결 리스트의 대표적인 장점

원형 연결 리스트에서 놓칠 수 없는 장점

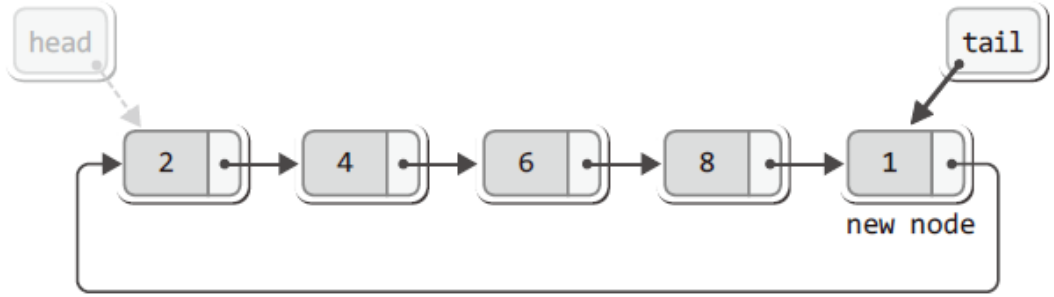
"단순 연결 리스트처럼 머리와 꼬리를 가리키는 포인터 변수를 각각 두지 않아도, 하나의 포인터 변수만 있어도 머리 또는 꼬리에 노드를 간단히 추가할 수 있다."

앞서 소개한 모델을 기반으로는 위의 장점을 살리기 어렵다. 그래서 우리는 변형된, 그러나 보다 일반적이라고 인식이 되고 있는 변경된 원형 연결 리스트를 구현한다.



▶ [그림 05-6: 변형된 원형 연결 리스트]

변형된 원형 연결 리스트



▶ [그림 05-6: 변형된 원형 연결 리스트]

- 꼬리를 가리키는 포인터 변수는? tail 입니다!
- 머리를 가리키는 포인터 변수는? tail->next 입니다!

이렇듯 리스트의 꼬리와 머리의 주소 값을 쉽게 확인할 수 있기 때문에 연결 리스트를 가리키는 포인터 변수는 하나만 있으면 된다.

변형된 원형 연결 리스트의 구현범위

· 조회관련 LFirst	이전에 구현한 연결 리스트와 기능 동일
· 조회관련 LNext	원형 연결 리스트를 계속해서 순환하는 형태로 변경!
· 삭제관련 LRemove	이전에 구현한 연결 리스트와 기능 동일
· 삽입관련	앞과 뒤에 삽입이 가능하도록 두 개의 함수 정의!
· 정렬관련	정렬과 관련된 부분 전부 제거
· 이외의 부분	이전에 구현한 연결 리스트와 기능 동일

원형 연결 리스트는 그 구조상 끝이 존재하지 않는다. 따라서 LNext 함수는 계속해서 호출이 가능하고, 이로 인해서 리스트를 순환하면서 저장된 값을 반환하도록 구현한다.

원형 연결 리스트의 헤더파일과 초기화 함수

```
typedef int Data;

typedef struct _node
{
    Data data;
    struct _node * next;
} Node;
```

```
typedef struct _CLL
{
    Node * tail;
    Node * cur;
    Node * before;
    int numOfData;
} CList;
```

```
typedef CList List;

void ListInit(List * plist);
void LInsert(List * plist, Data data);

void LInsertFront(List * plist, Data data);

int LFirst(List * plist, Data * pdata);
int LNext(List * plist, Data * pdata);
Data LRemove(List * plist);
int LCount(List * plist);
```

노드를 꼬리에 추가!

노드를 머리에 추가!

```
void ListInit(List * plist)
{
    plist->tail = NULL;
    plist->cur = NULL;
    plist->before = NULL;
    plist->numOfData = 0;
}
```

모든 멤버를 NULL과 0으로 초기화한다.

원형 연결 리스트 구현: 첫 번째 노드 삽입

```
// LInsert & LInsertFront의 공통 부분
void LInser~(List * plist, Data data)
{
    Node * newNode = (Node*)malloc(sizeof(Node));
    newNode->data = data;

    if(plist->tail == NULL)
    {
        plist->tail = newNode;
        newNode->next = newNode;
    }
    else
    {
        . . . . 차이가 나는 부분 . . . .
    }

    (plist->numOfData)++;
}
```

첫 번째 노드라면

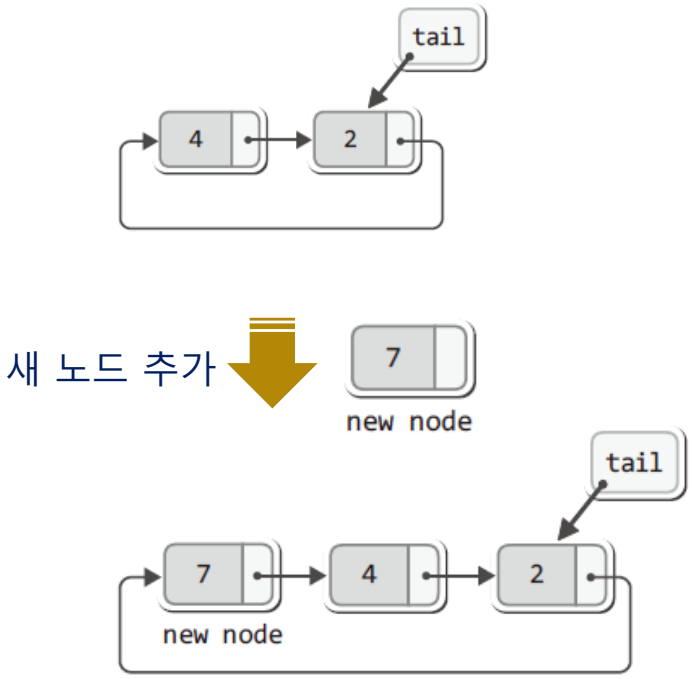
두 번째 이후의 노드라면

첫 번째 노드는 그 자체로 머리이자 꼬리이기 때문에 노드를 뒤에 추가하건 앞에 추가하건 그 결과가 동일하다!

원형 연결 리스트 구현: 두 번째 이후 노드 머리로 삽입

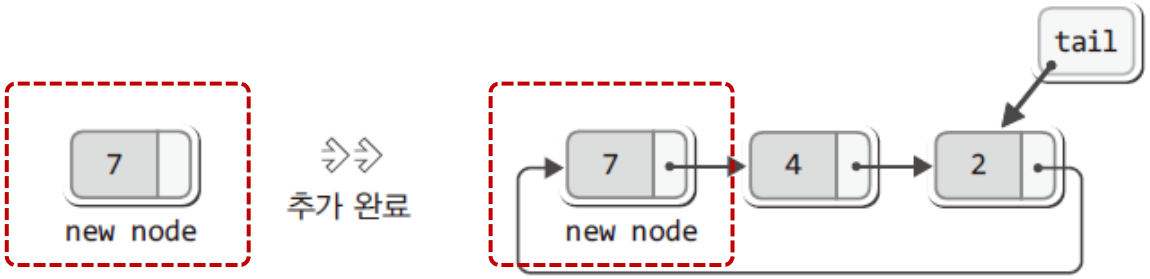
두 번째 이후의 노드 머리에 추가!

```
void LInsertFront(List * plist, Data data)
{
    Node * newNode = (Node*)malloc(sizeof(Node));
    newNode->data = data;

    if(plist->tail == NULL)
    {
        plist->tail = newNode;
        newNode->next = newNode;
    }
    else
    {
        newNode->next = plist->tail->next;
        plist->tail->next = newNode;
    }

    (plist->numOfData)++;
}
```



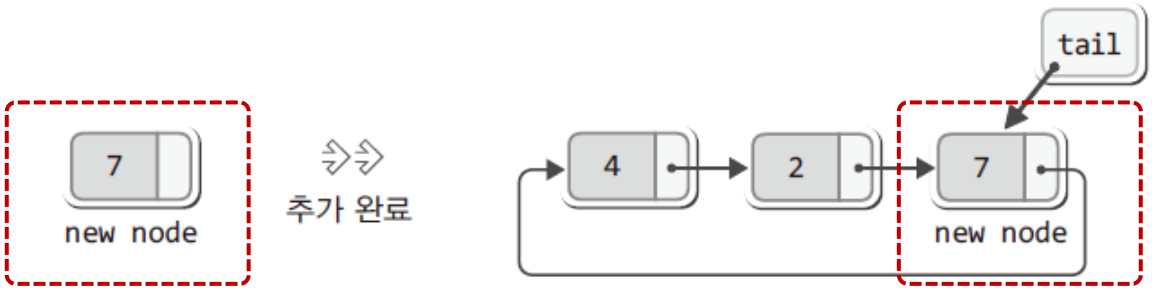
두 번째 이후 노드를 머리에 추가

원형 연결 리스트 구현: 앞과 뒤의 삽입 과정 비교1



노드를 머리에 추가한 결과

그림상에서 보았을 때 이 둘의 실질적인 차이점은?



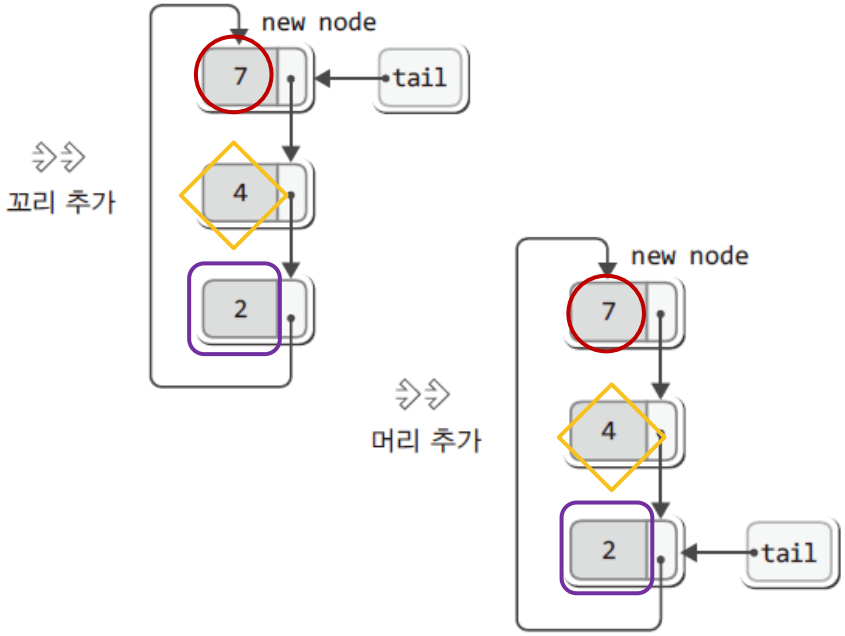
노드를 꼬리에 추가한 결과

원형 연결 리스트 구현: 앞과 뒤의 삽입 과정 비교2

두 번째 이후의 노드 꼬리에 추가!

```
void LInsert(List * plist, Data data)
{
    Node * newNode = (Node*)malloc(sizeof(Node));
    newNode->data = data;

    if(plist->tail == NULL)
    {
        plist->tail = newNode;
        newNode->next = newNode;
    }
    else
    {
        newNode->next = plist->tail->next;
        plist->tail->next = newNode;
        plist->tail = newNode;
    }

    (plist->numOfData)++;
}
```

tail의 위치가 유일한 차이점이다!



LInsertFront 함수에는 없는 문장!

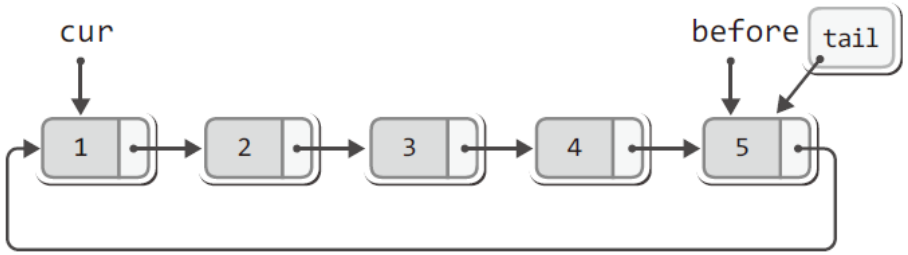
LInsertFront 함수와의 유일한 차이점!

원형 연결 리스트 구현: 조회 LFirst

```
int LFirst(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->tail == NULL)
        return FALSE;

    plist->before = plist->tail;
    plist->cur = plist->tail->next;

    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

```
typedef struct _CLL
{
    Node * tail;
    Node * cur;
    Node * before;
    int numOfData;
} CList;
```

cur이 가리키는 노드가 머리!

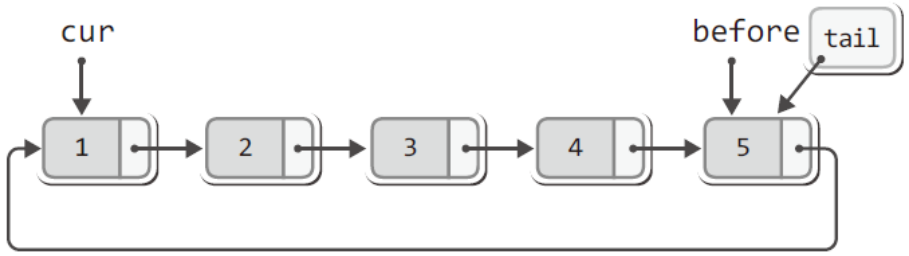


▶ [그림 05-12: LFirst 함수의 호출결과]

원형 연결 리스트 구현: 조회 LNext

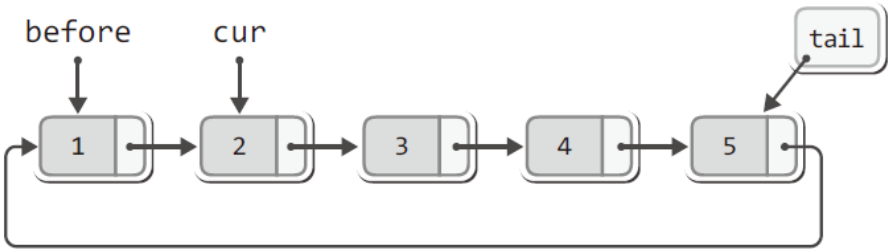
```
int LNext(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->tail == NULL)
        return FALSE;

    plist->before = plist->cur;
    plist->cur = plist->cur->next;

    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

원형 연결 리스트이므로 리스트의 끝을 검사하는 코드가 없다!



▶ [그림 05-12: LFirst 함수의 호출결과]

이어지는 LNext 호출결과



▶ [그림 05-13: LNext 함수의 호출결과]

원형 연결 리스트 구현: 노드의 삭제(복습)

더미 노드 기반 연결 리스트의 삭제 과정 복습!

- 핵심연산 1.

  삭제할 노드의 이전 노드가, 삭제할 노드의 다음 노드를 가리키게 한다.

- 핵심연산 2.

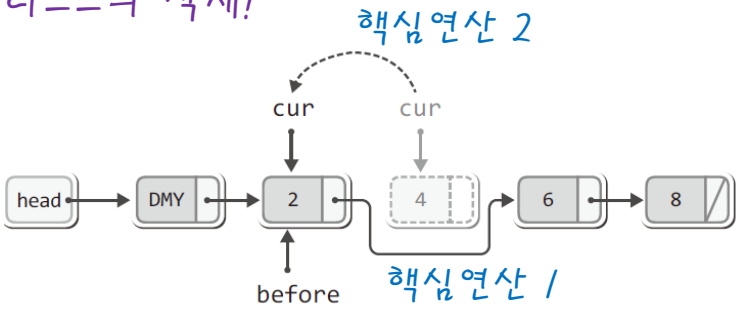
  포인터 변수 cur을 한 칸 뒤로 이동시킨다.

```
LData LRemove(List * plist)
{
    Node * rpos = plist->cur;
    LData rdata = rpos->data;

    plist->before->next = plist->cur->next;
    plist->cur = plist->before;

    free(rpos);
    (plist->numOfData)--;
    return rdata;
}
```

더미 기반 단순 연결 리스트의 삭제!

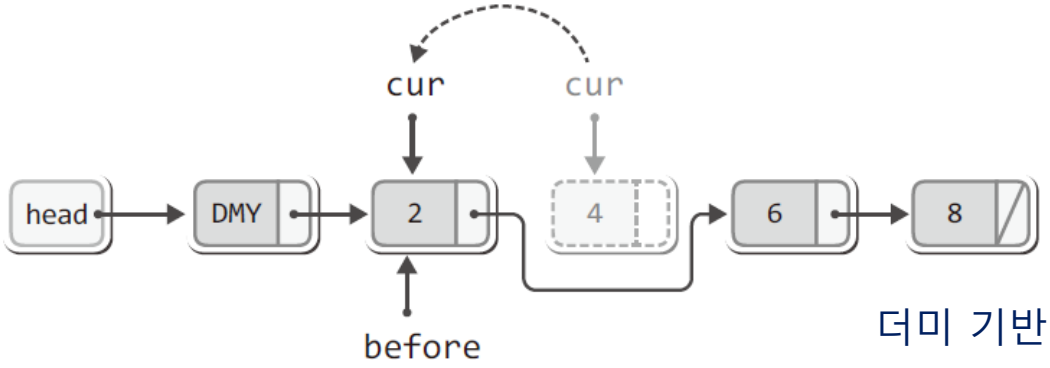
핵심연산 1

핵심연산 2

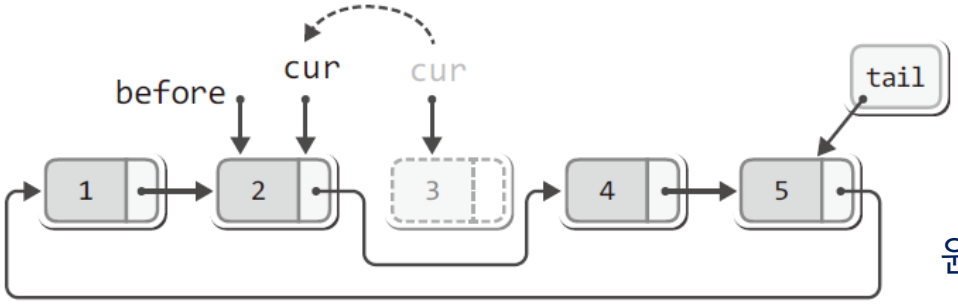


원형 연결 리스트의 삭제도 이와 별반 다르지 않다!

원형 연결 리스트 구현: 노드의 삭제(그림 비교)



더미 기반 단순 연결 리스트



원형 연결 리스트

그림상으로는 두 연결 리스트의 삭제 과정이 비슷해 보이나 원형 연결 리스트에는 더미 노드가 없기 때문에 삭제의 과정이 상황에 따라서 달라진다.

원형 연결 리스트 노드 삭제 구현

```
Data LRemove(List * plist)
{
    Node * rpos = plist->cur;
    Data rdata = rpos->data;

    if(rpos == plist->tail)
    {
        if(plist->tail == plist->tail->next)
            plist->tail = NULL;
        else
            plist->tail = plist->before;
    }

    plist->before->next = plist->cur->next;
    plist->cur = plist->before;

    free(rpos);
    (plist->numOfData)--;
    return rdata;
}
```

삭제할 노드를 tail이 가리킨다면

그리고 마지막 노드라면

단순 연결 리스트와 동일한 코드

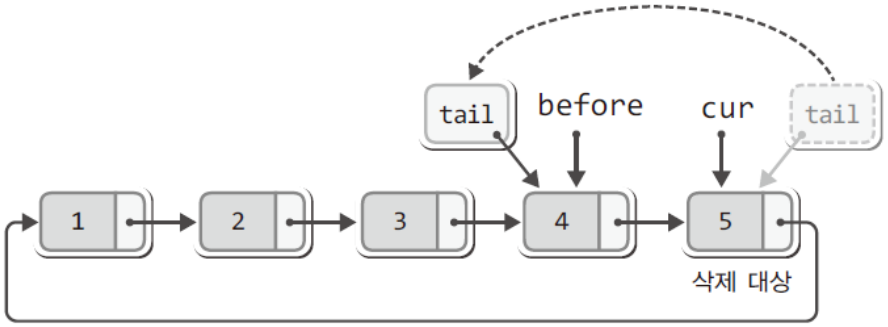
- 예외적인 상황 1

  삭제할 노드를 tail이 가리키는 경우

- 예외적인 상황 2

  삭제할 노드를 tail이 가리키는데,

  그 노드가 마지막 노드라면



▶ [그림 05-16: 삭제의 예외적인 경우]

예외적인 상황 1에 해당하는 경우

원형 연결 리스트 구현: 하나로 묶기

CLinkedList.c
CLinkedList.h
CLinkedListMain.c

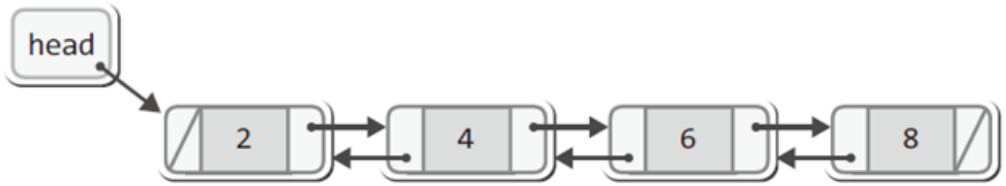
실행결과

```
1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5
1 3 5
```

Chapter 05-2:

양방향 연결 리스트

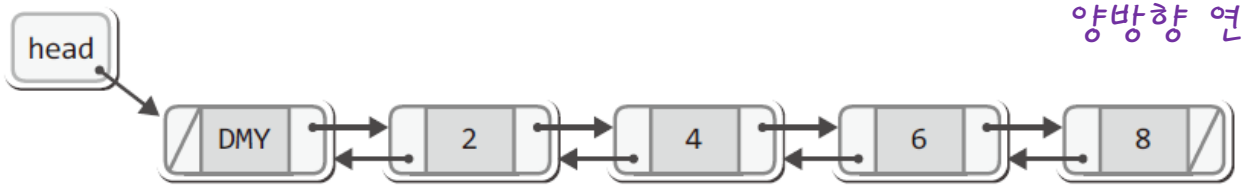
양방향 연결 리스트의 이해



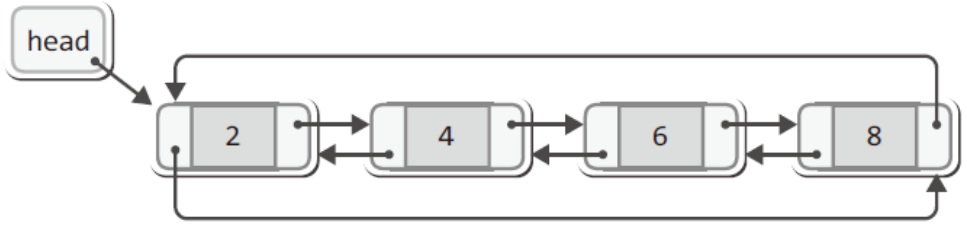
▶ [그림 05-17: 기본적인 양방향 연결 리스트]

```
typedef struct _node
{
    Data data;
    struct _node * next;
    struct _node * prev;
} Node;
```

양방향 연결 리스트를 위한 노드의 표현



▶ [그림 05-18: 더미 노드 양방향 연결 리스트]



▶ [그림 05-19: 원형 연결 기반의 양방향 연결 리스트]

양방향으로 노드를 연결하는 이유!

```
int LNext(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->tail == NULL)
        return FALSE;

    plist->before = plist->cur;
    plist->cur = plist->cur->next;

    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

단순 연결 리스트의 LNext

```
int LNext(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->cur->next == NULL)
        return FALSE;

    plist->cur = plist->cur->next;
    *pdata = plist->cur->data;

    return TRUE;
}
```

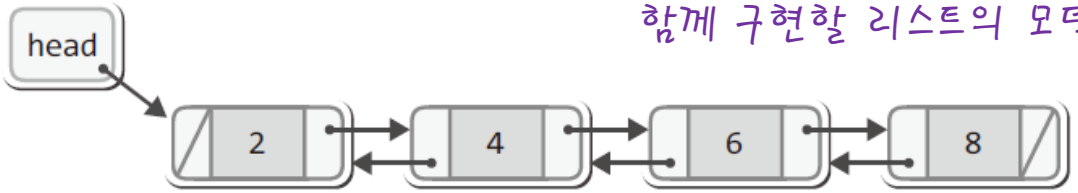
단순 연결 리스트와 같이 before를 유지할 필요가 없다!

양방향 연결 리스트의 LNext

- √ 오른쪽 노드로의 이동이 용이하다! 양방향으로 이동이 가능하다!
- √ 위의 코드에서 보이듯이 양방향으로 연결한다 하여 더 복잡한 것은 아니다!
  그렇게 느낀다면 선입견이다.

우리가 구현할 양방향 연결 리스트 모델

함께 구현할 리스트의 모델



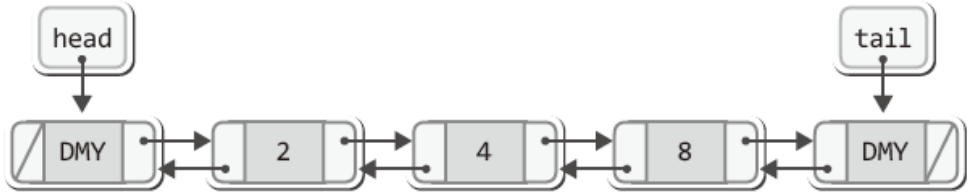
▶ [그림 05-20: 함께 구현할 양방향 연결 리스트의 구조]

√ LRemove 함수를 ADT에서 제외시킨다.

√ 대신에 왼쪽 노드의 데이터를 참조하는 LPrevious 함수를 ADT에 추가시킨다.

√ 새 노드는 머리에 추가한다.

문제 05-2를 통해서 구현을 요구하는 모델



▶ [그림 05-25: 양쪽으로 더미 노드가 존재하는 양방향 연결 리스트]

문제 05-2에서는 LRemove 함수를 정의한다. 그리고 이 문제는 리스트를 마무리 하는데 있어서 여러 가지 의미를 갖는다.

양방향 연결 리스트의 헤더파일

```
typedef int Data;

typedef struct _node
{
    Data data;
    struct _node * next;
    struct _node * prev;
} Node;

typedef struct _DLinkedList
{
    Node * head;
    Node * cur;
    int numOfData;
} DBLinkedList;
```

```
typedef DBLinkedList List;

void ListInit(List * plist);
void LInsert(List * plist, Data data);

int LFirst(List * plist, Data * pdata);
int LNext(List * plist, Data * pdata);
int LPrevious(List * plist, Data * pdata);
int LCount(List * plist);
```

LPrevious 함수는 LNext 함수와 반대로 이동한다!

양방향 연결 리스트의 활용의 예

```
int main(void)
{
    // 양방향 연결 리스트의 생성 및 초기화 ///////
    List list;
    int data;
    ListInit(&list);

    // 8개의 데이터 저장 ///////
    LInsert(&list, 1); LInsert(&list, 2);
    LInsert(&list, 3); LInsert(&list, 4);
    LInsert(&list, 5); LInsert(&list, 6);
    LInsert(&list, 7); LInsert(&list, 8);
```

추가된 이후의 연결 순서

head → 8 → 7 → 6 → 5 → 4 → 3 → 2 → 1

```
    // 저장된 데이터의 조회 ///////
    if(LFirst(&list, &data))
    {
        printf("%d ", data);

        // 오른쪽 노드로 이동하며 데이터 조회
        while(LNext(&list, &data))
            printf("%d ", data);

        // 왼쪽 노드로 이동하며 데이터 조회
        while(LPrevious(&list, &data))
            printf("%d ", data);

        printf("\n\n");
    }

    return 0;
}
```

실행결과

```
8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8
```

연결 리스트의 구현: 리스트의 초기화

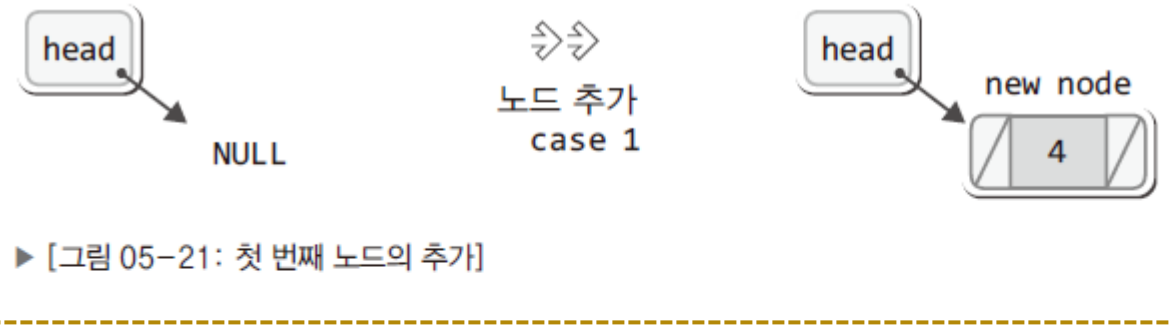
```
typedef struct _dbLinkedList
{
    Node * head;
    Node * cur;
    int numOfData;
} DBLinkedList;
```

ListInit 함수의 정의에 참조해야 하는 구조체의 정의

```
void ListInit(List * plist)
{
    plist->head = NULL;
    plist->numOfData = 0;
}
```

멤버 cur은 조회의 과정에서 초기화 되는 멤버이니 head와 numOfData만 초기화 하면 된다.

연결 리스트의 구현: 노드 삽입의 구분



▶ [그림 05-21: 첫 번째 노드의 추가]

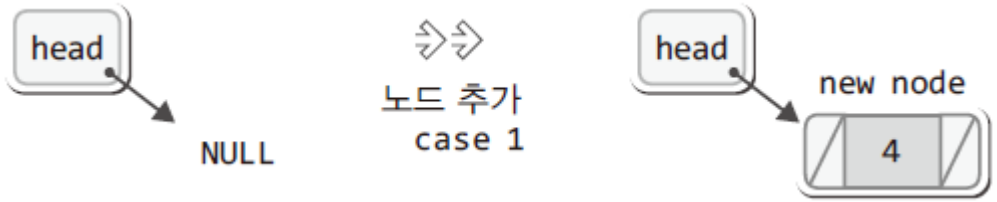
▶ [그림 05-22: 두 번째 이후의 노드 추가]

더미 노드를 기반으로 하지 않기 때문에 노드의 삽입 방법은 두 가지로 구분이 된다.

연결 리스트의 구현: 첫 번째 노드의 삽입

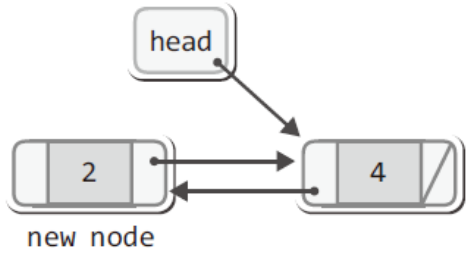
첫 번째 노드의 추가 과정만을 담은 결과

```
void LInsert(List * plist, Data data)
{
    Node * newNode = (Node*)malloc(sizeof(Node));
    newNode->data = data;

    // 아래 문장에서 plist->head는 NULL이다!
    newNode->next = plist->head;
    newNode->prev = NULL;
    plist->head = newNode;

    (plist->numOfData)++;
}
```

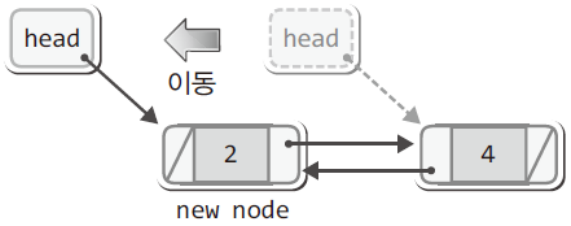


연결 리스트의 구현: 두 번째 이후 노드의 삽입

```
void LInsert(List * plist, Data data)
{
    Node * newNode = (Node*)malloc(sizeof(Node));
    newNode->data = data;

    newNode->next = plist->head;
    if(plist->head != NULL)
        plist->head->prev = newNode;

    newNode->prev = NULL;
    plist->head = newNode;

    (plist->numOfData)++;
}
```



▶ [그림 05-23: 두 번째 노드의 추가과정 1/2]



▶ [그림 05-24: 두 번째 노드의 추가과정 2/2]

첫 번째 노드의 추가 과정에 덧붙여서, if문이 포함하는 문장이 두 번째 이후의 노드 추가 과정에서는 요구가 된다.

연결 리스트의 구현: 데이터 조회

```
int LFirst(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->head == NULL)
        return FALSE;

    plist->cur = plist->head;

    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

```
int LNext(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->cur->next == NULL)
        return FALSE;

    plist->cur = plist->cur->next;
    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

```
int LPrevious(List * plist, Data * pdata)
{
    if(plist->cur->prev == NULL)
        return FALSE;

    plist->cur = plist->cur->prev;
    *pdata = plist->cur->data;
    return TRUE;
}
```

LFirst 함수와 LNext 함수는 사실상 단방향 연결 리스트의 경우와 차이가 없다. 그리고 LPrevious 함수는 LNext 함수와 이동 방향에서만 차이가 난다.

양방향 연결 리스트의 구현을 하나로 묶기

DBLinkedList.c
DBLinkedList.h
DBLinkedListMain.c

실행결과

```
8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8
```

수고하셨습니다~

Chapter 05에 대한 강의를 마칩니다!