

5장. 리스트

리스트

- 목록이나 도표처럼 여러 데이터를 관리할 수 있는 자료형을 추상화
- 데이터 삽입, 삭제, 검색 등 필요 작업을 가함
- 스택과 큐는 리스트의 특수한 경우에 해당

학습목표

- 추상 자료형 리스트 개념과 필요 작업을 이해한다.
- 배열로 구현하는 방법, 연결 리스트로 구현하는 방법을 숙지한다.
- C로 구현할 때와 C++로 구현할 때의 차이점을 이해한다.
- 자료구조로서 배열과 연결 리스트의 장단점을 이해한다.

Section 01 추상 자료형 리스트 - 목록(도표)

Position	Name	Quantity
1	Beer	10
2	Gum	5
3	Apple	4
4	Potato	8
5	Onion	8
...

[표 5-1] 구매 물품 리스트

추상 자료형 리스트의 작업

Insert(Position, Data)

- 데이터를 해당 위치(Position)에 넣기

Delete(Position)

- 해당 위치(Position)의 데이터를 삭제

Retrieve(Position, Data)

- 해당 위치(Position)의 데이터를 Data 변수에 복사

Create()

- 빈 리스트 만들기 (종이 준비)

Destroy()

- 리스트 없애기(종이 버리기)

IsEmpty()

- 빈 리스트인지 확인 (아무 것도 안 적혔는지 확인)

Length()

- 몇 개의 항목인지 계산 (몇 개나 적혔는지 세기)

👤 공리

- 추상자료형의 작업을 형식화

👤 리스트 공리

- $(aList.Create()).Length() = 0$
- $(aList.Insert(i, Data)).Length() = aList.Length() + 1$
- $(aList.Create()).IsEmpty() = TRUE$
- $(aList.Insert(i, Data)).Delete(i) = aList$
- $(aList.Create()).Delete(i) = ERROR$

👤 Insert(1, Ramen)

- 밀릴 것인가, 지울 것인가
- 공리로도 명시하기 어려움
- 인터페이스 파일에 정확한 커멘트를 요함

Section 02 C에 의한 리스트 구현 - C 배열에 의한 리스트

👤 구조체

- 카운트 변수
- 데이터 배열

Count	Data[]				
2	0	1	2	...	(MAX-1)
	324	256			

[그림 5-1] C 배열에 의한 리스트 구현

C 배열에 의한 리스트

👤 코드 5-1: ListA.h (C Interface by Array)

<code>#define MAX 100</code>	최대 100개 데이터를 저장
<code>typedef struct</code>	
<code>{ int Count;</code>	리스트 길이(데이터 개수)를 추적
<code>int Data[MAX];</code>	리스트 데이터는 정수형
<code>} listType;</code>	리스트 타입은 구조체
<code>void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item);</code>	해당 위치에 데이터를 삽입
<code>void Delete(listType *Lptr, int Position);</code>	해당 위치 데이터를 삭제
<code>void Retrieve(listType *Lptr, int Position, int *ItemPtr);</code>	
	찾은 데이터를 *ItemPtr에 넣음
<code>void Init(listType *Lptr);</code>	초기화
<code>bool IsEmpty(listType *Lptr);</code>	비어있는지 확인
<code>int Length(listType *Lptr);</code>	리스트 내 데이터 개수

C 배열에 의한 리스트

👤 **void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item):**

- 자료구조를 함수호출의 파라미터로 전달
- 리스트를 가리키는 포인터를 Lptr로 복사해 달라는 것
- C 언어로 구현할 때 일반특성으로서 전역변수를 회피하기 위함

👤 **void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item):**

- 삽입, 삭제는 원본 자체를 바꾸는 작업이므로 참조호출이 필요
- 리스트 자체 데이터는 복사되지 않음. 복사에 따른 시간도 줄어든다.

👤 **void Retrieve(listType *Lptr, int Position, int *ItemPtr);**

- 호출함수의 원본 데이터를 가리키는 포인터 값을 ItemPtr로
- *ItemPtr를 변형하면 호출함수의 원본 데이터 값이 변함
- void main()

```
{ listType List1;
```

```
int Result;
```

```
Insert(&List1, 1, 23); 리스트 처음에 23을 넣기
```

```
Retrieve(&List1, 1, &Result); 리스트의 첫 데이터를 Result에 넣기
```

```
}
```

C 배열에 의한 리스트

📌 코드 5-2: ListA.c (C Implementation by Array)

```
#include <ListA.h>                헤더파일을 포함
void Init(listType *Lptr)         초기화 루틴
{ Lptr->Count = 0;                데이터 수를 0으로 세팅
}
bool IsEmpty(listType *Lptr)     비어있는지 확인하는 함수
{ return (Lptr->Count == 0);     빈 리스트라면 TRUE
}
void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item)  삽입함수
{ if (Lptr->Count == MAX)         현재 꽉 찬 리스트
    printf("List Full");
  else if ((Position > (Lptr->Count+1)) || (Position < 1))
    printf("Position out of Range");  이격된 삽입위치 불허
  else
  {   for (int i = (Lptr->Count-1); i >= (Position-1); i--)  끝에서부터 삽입위치까지
      Lptr->Data[i+1] = Lptr->Data[i];                    오른쪽으로 한 칸씩 이동
    Lptr->Data[Position-1] = Item;                        원하는 위치에 삽입
    Lptr->Count += 1;                                     리스트 길이 늘림
  }
}
```


연결 리스트 기초

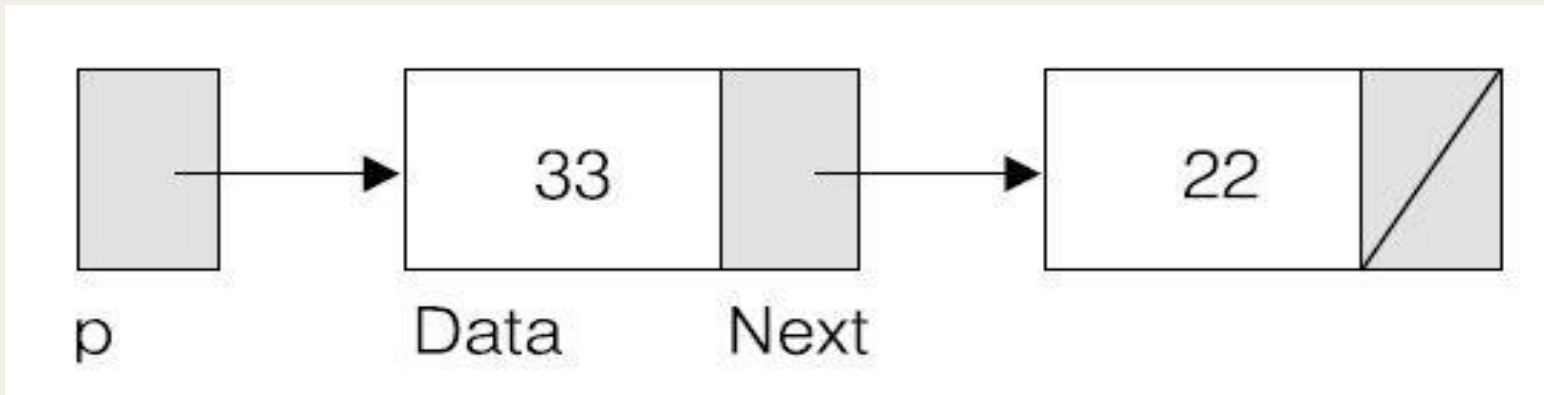
👉 typedef struct

```
{ int Data;  
  node* Next;  
} node;
```

노드 내부의 실제 데이터 또는 레코드
Next가 가리키는 것은 node 타입
구조체에 node라는 새로운 타입명 부여

```
typedef node* Nptr;  
Nptr p, q;
```

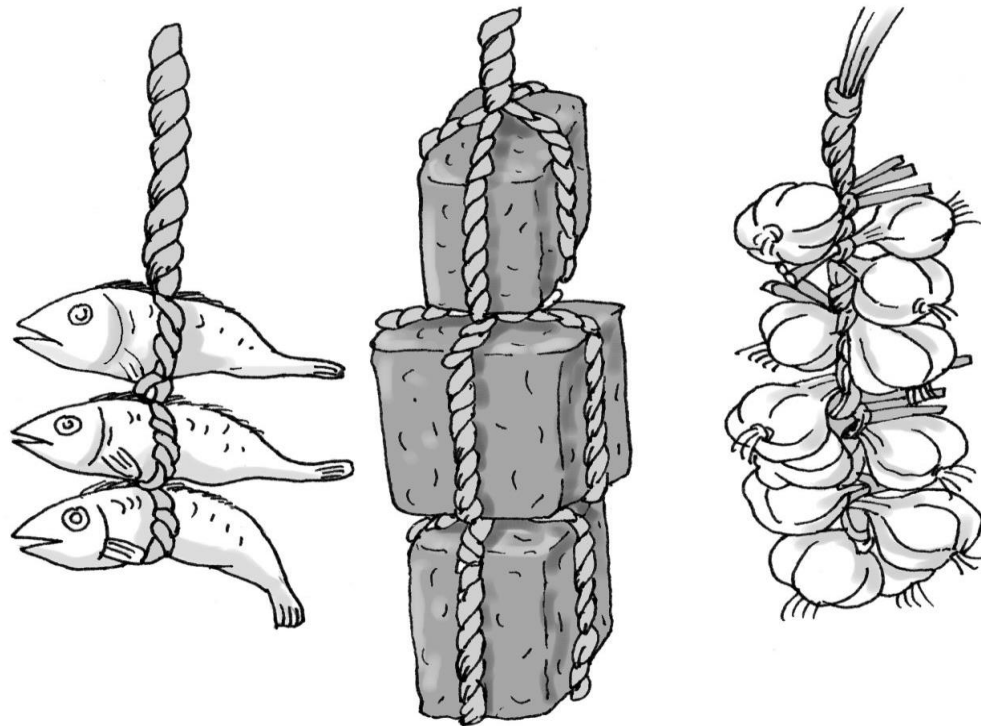
Nptr 타입이 가리키는 것은 node 타입
Nptr 타입 변수 p, q를 선언



[그림 5-3] 노드, 노드 포인터

연결 리스트 개념

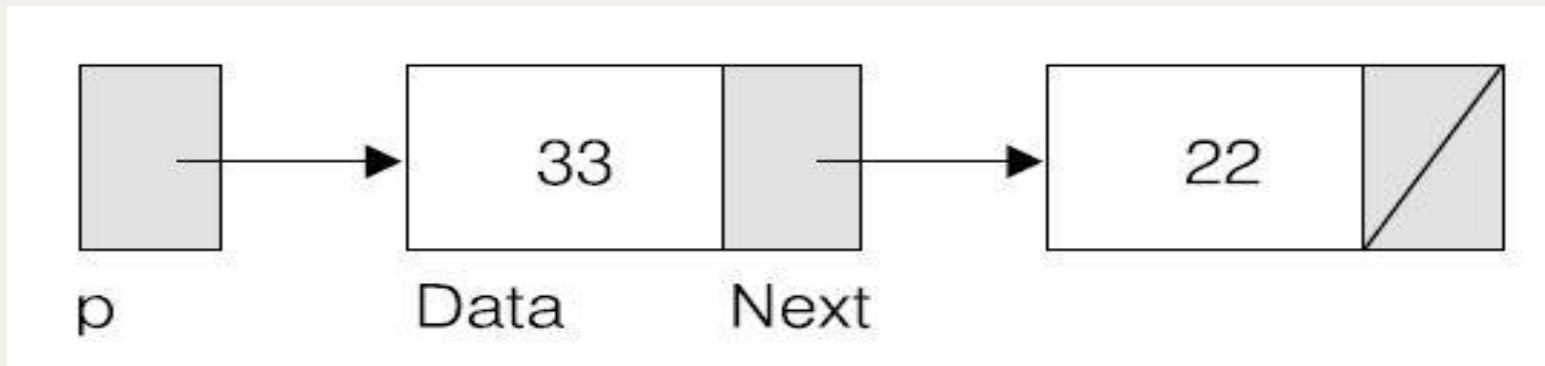
연결 리스트 개념



연결 리스트 기초

👤 노드 만들기, 이어 붙이기

```
p = (node *)malloc(sizeof(node));  
p->Data = 33;  
p->Next = (node *)malloc(sizeof(node));  
p->Next->Data = 22;  
p->Next->Next = NULL;
```

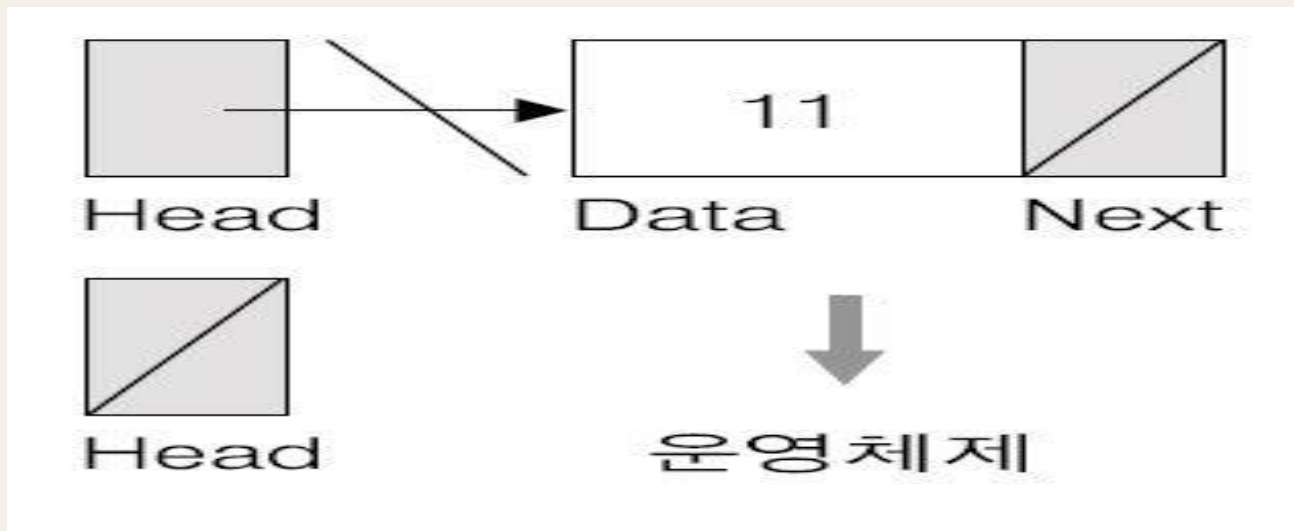


[그림 5-3] 노드, 노드 포인터

연결 리스트 기초

📌 공간 반납

```
Nptr Head;  
Head = (node *)malloc(sizeof(node));  
Head -> Data = 11;  
Head -> Next = NULL  
Head = NULL;
```

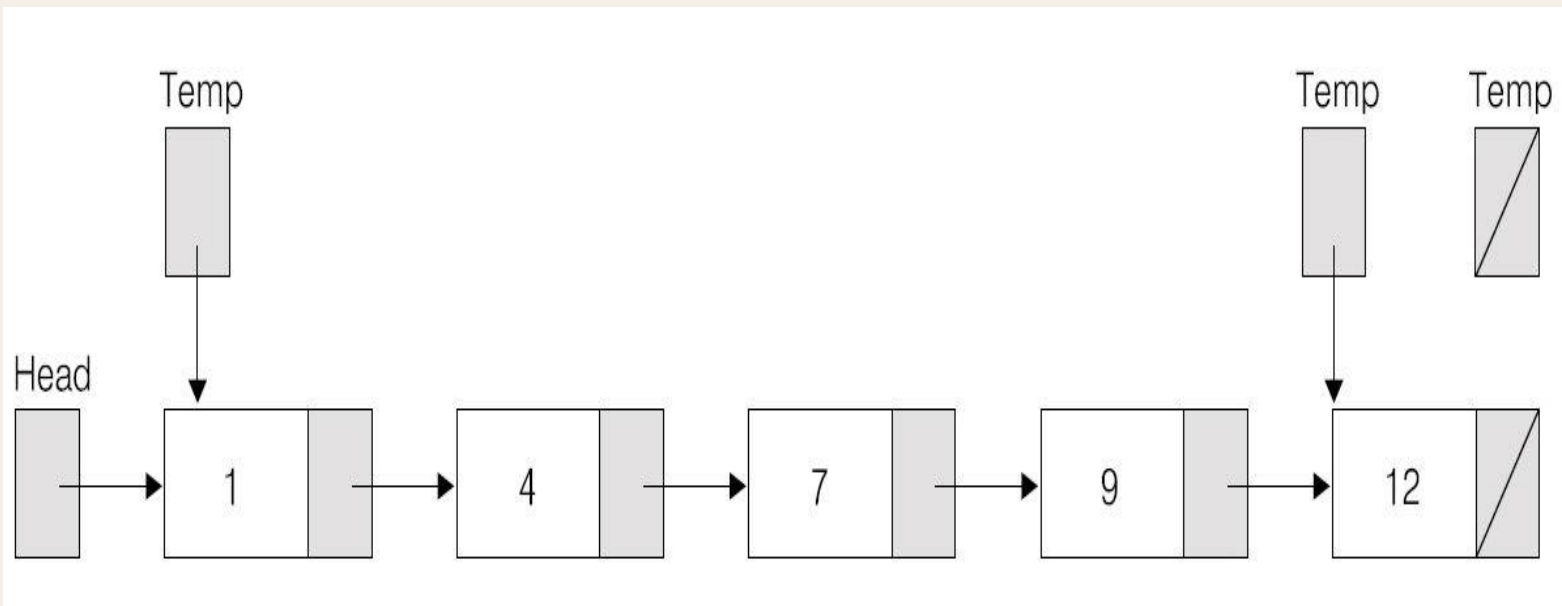


[그림 5-4] 공간 반납

연결 리스트 기본조작

디스플레이

```
Temp = Head;  
While (Temp != NULL)  
{ printf("%d ", Temp->Data);  
  Temp = Temp->Next;  
}
```



[그림 5-5] 연결 리스트의 출력

연결 리스트 기본조작

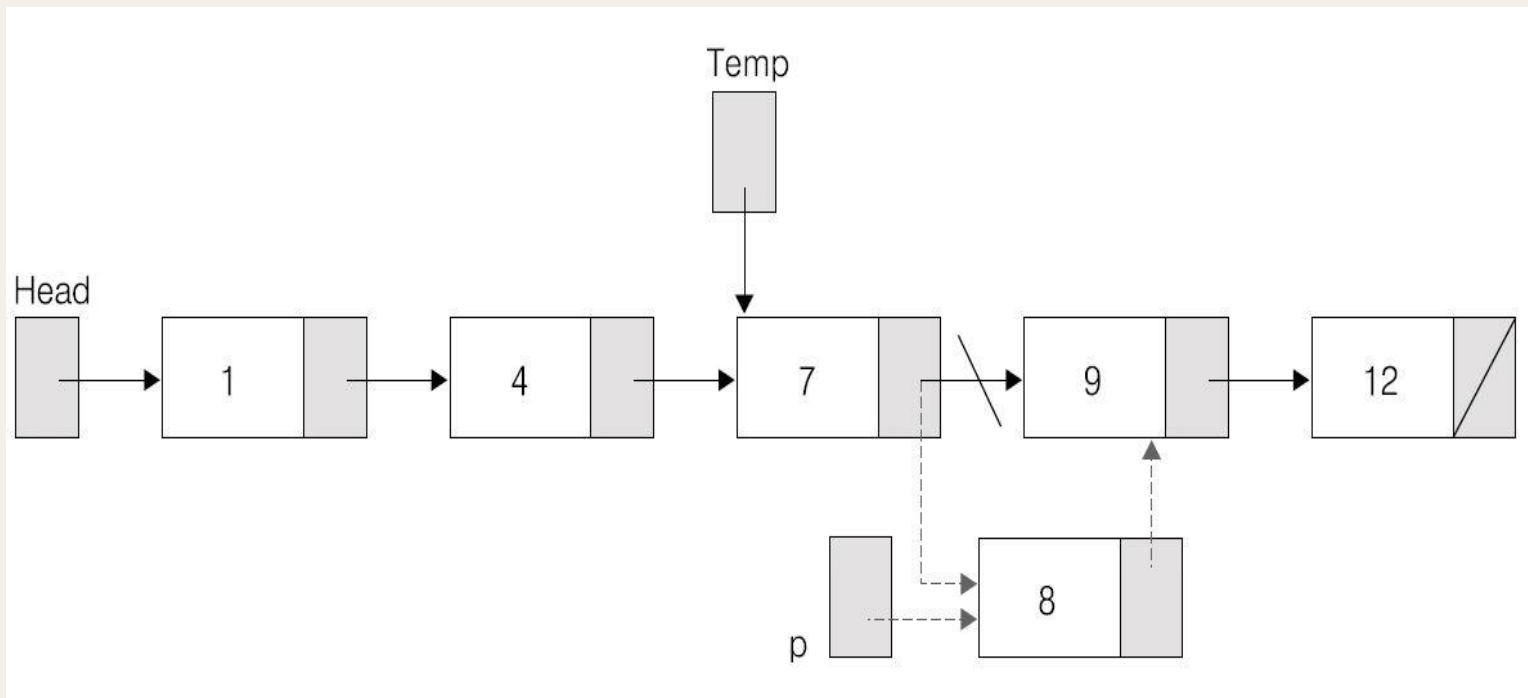
👉 간단한 삽입

```
p = (node *)malloc(sizeof(node));
```

```
p->Data = 8;
```

```
p->Next = Temp->Next;
```

```
Temp->Next = p;
```

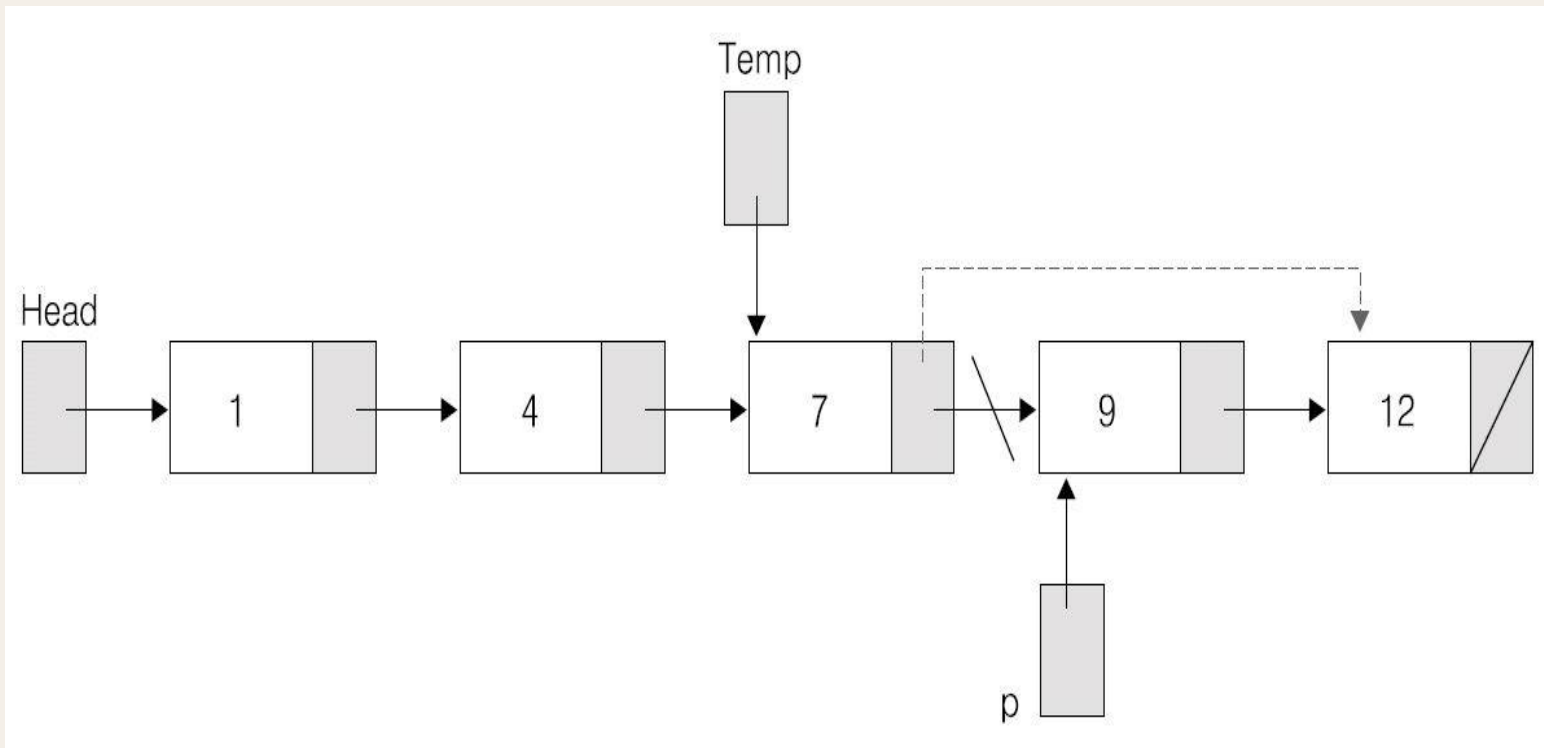


[그림 5-6] 간단한 삽입

연결 리스트 기본조작

간단한 삭제

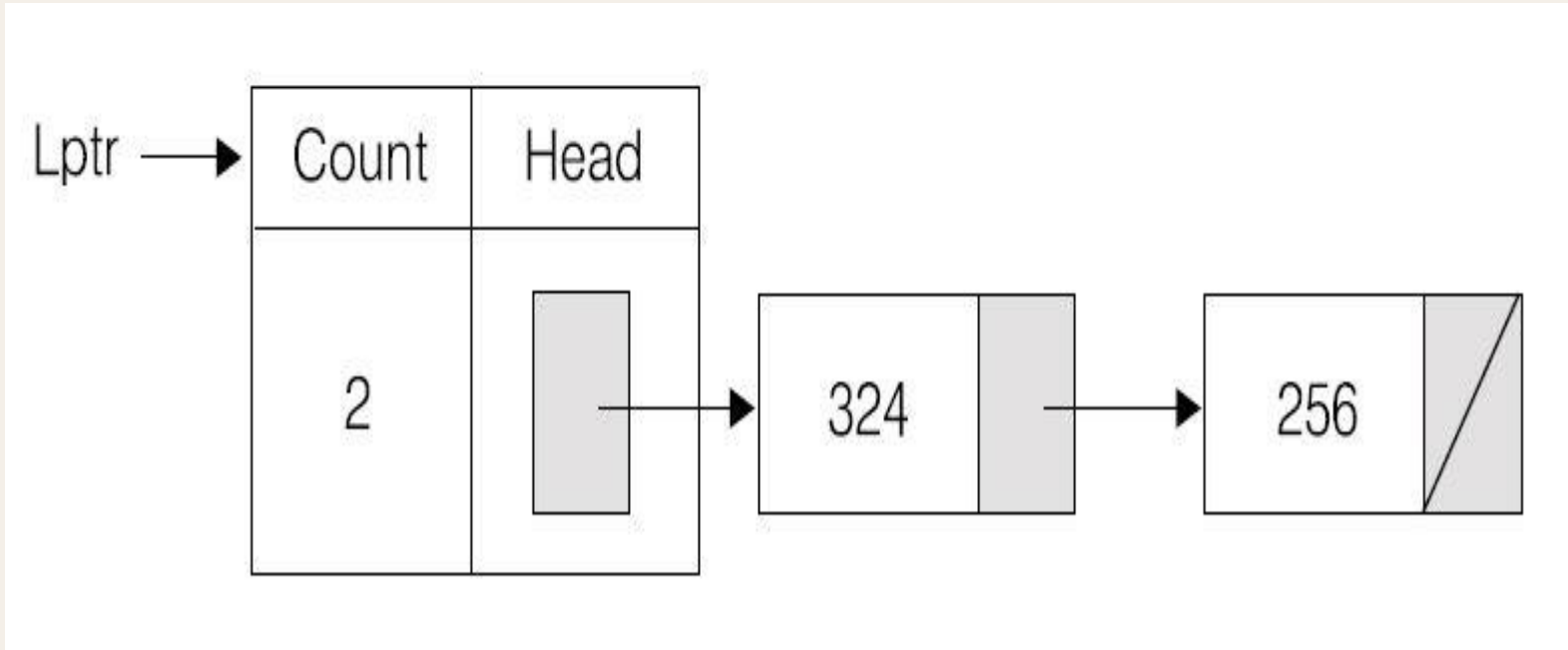
```
p = Temp->Next;  
Temp->Next = Temp->Next->Next;  
free p;
```



[그림 5-7] 간단한 삭제 예시

C 연결 리스트에 의한 리스트

📌 C 연결 리스트에 의한 리스트



[그림 5-8] 연결 리스트 표현을 위한 구조체

C 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-3: ListP.h (C Interface by Linked List)

typedef struct

```
{ int Data;          노드 내부의 실제 데이터 또는 레코드
  node* Next;       Next가 가리키는 것은 node 타입, 즉 자기 자신 타입
} node;            구조체에 node라는 새로운 타입명 부여
typedef node* Nptr; Nptr 타입이 가리키는 것은 node 타입
```

typedef struct

```
{ int Count;        리스트 길이를 추적
  Nptr Head;       헤드 포인터로 리스트 전체를 대변함
} listType;
```

void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item): 해당위치에 데이터를 삽입

void Delete(listType *Lptr, int Position); 해당위치 데이터를 삭제

void Retrieve(listType *Lptr, int Position, int *ItemPtr);

void Init(listType *Lptr); 초기화

bool IsEmpty(listType *Lptr); 비어있는지 확인

int Length(listType *Lptr); 리스트 내 데이터 수

C 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-4: ListP.c (C Implementation by Linked List)

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

헤더파일을 포함

```
void Init(listType *Lptr)
```

```
{ Lptr->Count = 0;
```

리스트 길이를 0으로 초기화

```
  Head = NULL;
```

헤드 포인터를 널로 초기화

```
}
```

```
bool IsEmpty(listType *Lptr)
```

빈 리스트인지 확인하기

```
{ return (Lptr->Count == 0);
```

리스트 길이가 0이면 빈 리스트

```
}
```

C 연결 리스트에 의한 리스트

📌 코드 5-4: ListP.c (C Implementation by Linked List)

```
void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item)  삽입함수
{ if ((Position > (Lptr->Count+1)) || (Position < 1))
    printf("Position out of Range");                이격된 삽입위치 불허
  else
  { Nptr p = (node *)malloc(sizeof(node));          삽입될 노드의 공간 확보
    p->Data = Item;                                  데이터 값 복사
    if (Position == 1)                              첫 위치에 삽입할 경우
    { p->Next = Lptr->Head;                          삽입노드가 현재 첫 노드를 가리킴
      Lptr->Head = p;                                헤드가 삽입노드를 가리키게
    }
    else                                             첫 위치가 아닐 경우
    { Nptr Temp = Lptr->Head;                        헤드 포인터를 Temp로 복사
      for (int i = 1; i < (Position-1); i++)
        Temp = Temp->Next;                          Temp가 삽입직전 노드를 가리키게
      p->Next = Temp->Next;                          삽입노드의 Next를 세팅
      Temp->Next = p;                                직전노드가 삽입된 노드를 가리키게
    }
    Lptr->Count += 1;                                리스트 길이 늘림
  }
}
```

C 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-5: 위치기반 연결 리스트의 삭제

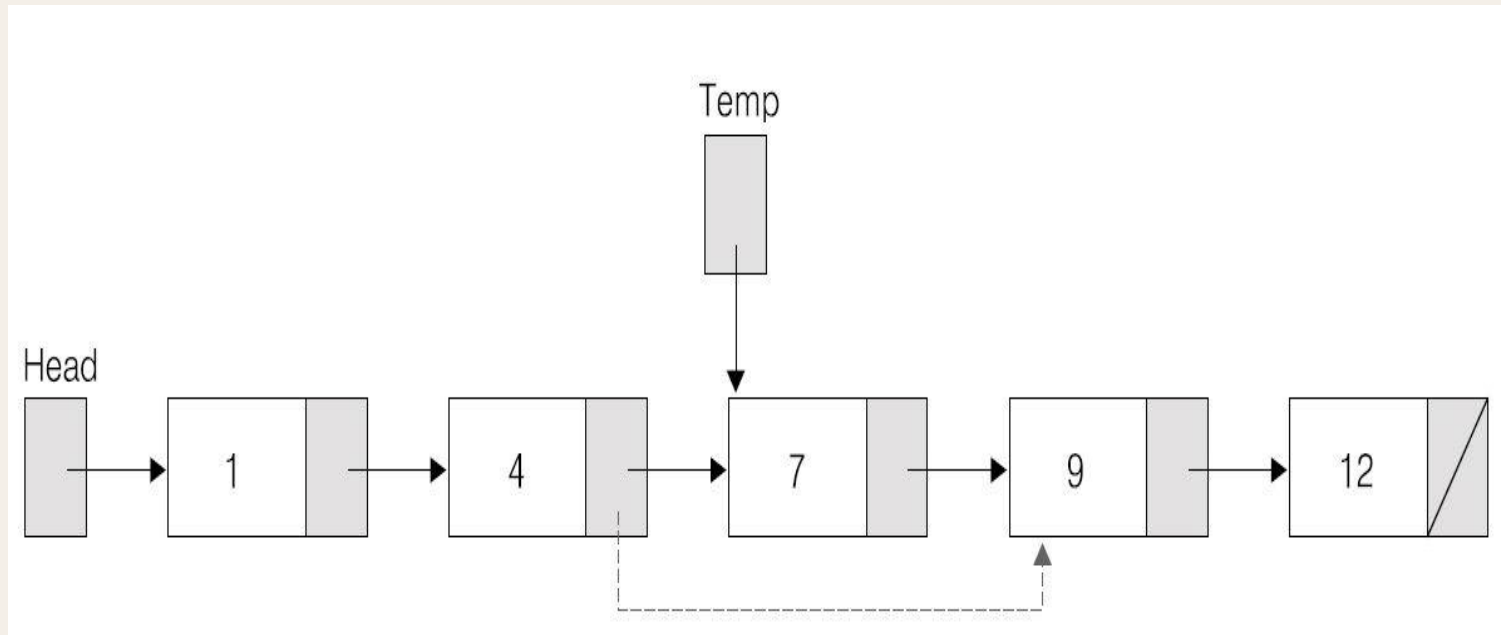
```
void Delete(listType *Lptr, int Position)           삭제 함수
{
    if (IsEmpty(Lptr))                             빈 리스트에서 삭제요구는 오류
        printf("Deletion on Empty List");
    else if (Position > (Lptr->Count) || (Position < 1))
        printf("Position out of Range");           삭제 위치가 현재 데이터 범위를 벗어남
    else
    {
        if (Position == 1)                          첫 노드를 삭제하는 경우
        {
            Nptr p = Lptr->Head;                    삭제될 노드를 가리키는 포인터를 백업
            Lptr->Head = Lptr->Head->Next;           헤드 가 둘째 노드를 가리키게
        }
        else
        {
            for (int i = 1; i < (Position-1); i++)
            {
                Temp = Temp->Next;                  Temp가 삭제직전 노드를 가리키게
                Nptr p = Temp->Next;                삭제될 노드를 가리키는 포인터를 백업
                Temp->Next = p->Next;                직전노드가 삭제될 노드 다음을 가리키게
            }
            Lptr->Count -= 1;                        리스트 길이 줄임
            free (p);                                메모리 공간 반납
        }
    }
}
```

C 연결 리스트에 의한 리스트

값 기반 연결리스트의 삭제

```
Temp = Lptr->Head;  
while((Temp != NULL) && (Temp->Data != Item))  
    Temp = Temp->Next;
```

- 이 코드로는 템프가 삭제 직전에 놓이게 할 수 없음



[그림 5-9] 정렬된 리스트의 삭제

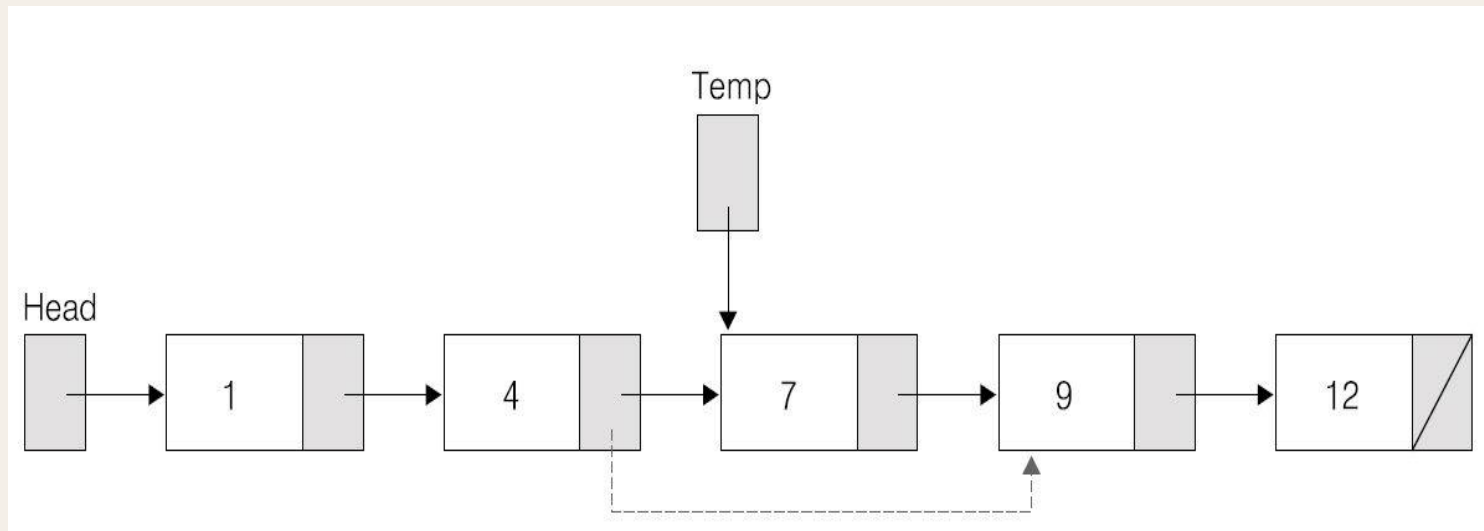
C 연결 리스트에 의한 리스트

예견 방식

```
Temp = Lptr->Head;  
while((Temp != NULL) && (Temp->Next->Data != Item)  
      Temp = Temp->Next;
```

데이터 15인 노드 삭제

- Temp가 데이터 12인 노드를 가리킬 때,
- Temp는 널이 아니지만 Temp->Next는 널임



[그림 5-9] 정렬된 리스트의 삭제

C 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-6 정렬된 연결 리스트의 삭제

Delete(listType *Lptr, int Item)

삭제 함수

```
{ Nptr Prev = NULL;
  Nptr Temp = Lptr->Head;
  while((Temp != NULL) && (Temp->Data != Item))
  { Prev = Temp;
    Temp = Temp->Next;
  }
  if (Prev == NULL)
  { if (Temp == NULL)
      printf("No Nodes to Delete");
    else
    { Lptr->Head = Lptr->Head->Next;
      free (Temp); Lptr->Count - = 1;
    }
  }
  else
  { if (Temp == NULL)
      printf("No Such Nodes");
    else
    { Prev->Next = Temp -> Next;
      free (Temp); Lptr->Count - = 1;
    }
  }
}
```

Prev는 널로 초기화

Temp는 헤드로 초기화

while((Temp != NULL) && (Temp->Data != Item))

Prev가 Temp를 가리키게

Temp는 다음 노드로 전진

Temp가 한번도 전진하지 않았음

처음부터 빈 리스트

삭제 대상이 첫 노드

Temp가 전진했음

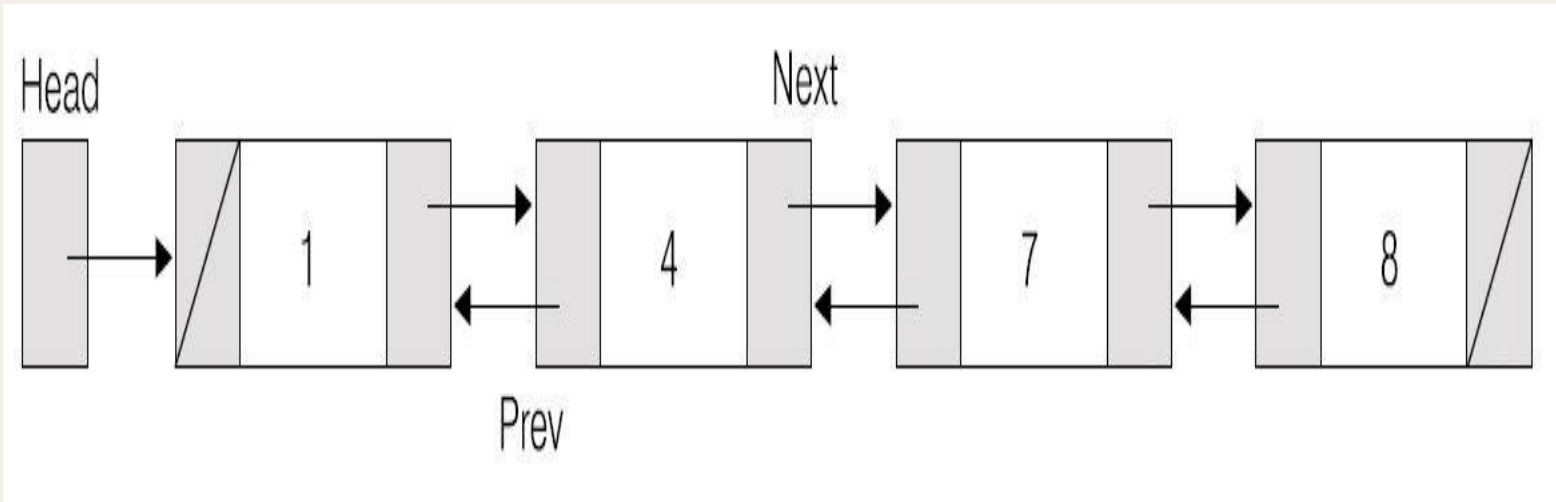
리스트 끝까지 삭제대상이 없음

삭제대상이 내부에 있음

직전노드가 삭제될 다음 노드를 가리킴

이중연결 리스트

- 👤 **typedef struct**
- 👤 **{ int Data;**
- 👤 **node* Prev, Next;** **Prev**는 이전 노드를, **Next**는 다음 노드를 가리킴
- 👤 **} node;**

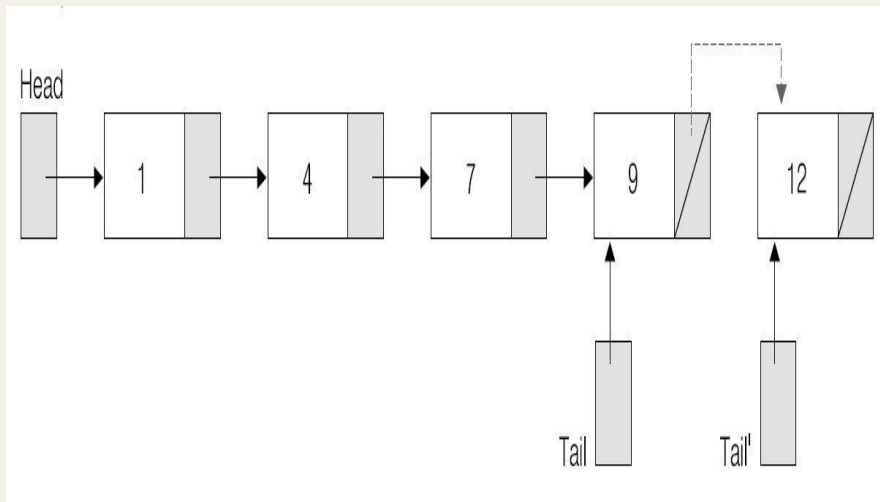


[그림 5-10] 이중 연결 리스트

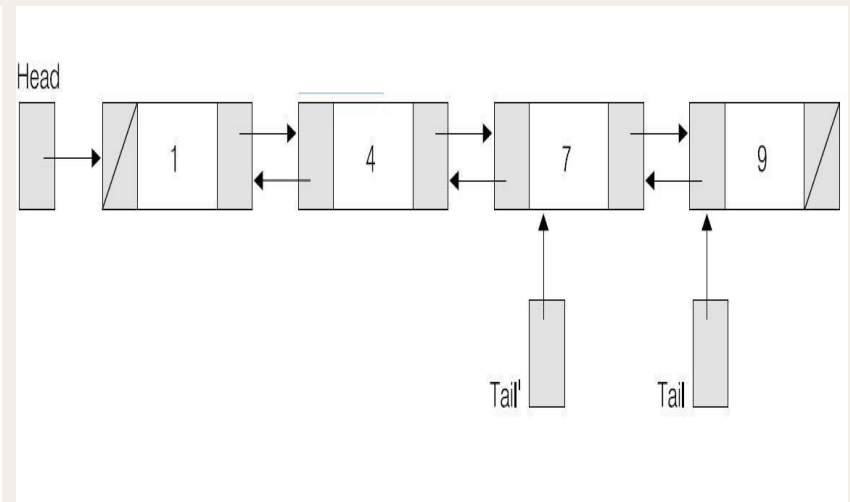
이중연결 리스트

단순연결 리스트의 삽입

- 테일 포인터가 따로 있으면 유리
- 삭제일 경우에는 테일 포인터가 뒤로 이동
- 이중 연결 이어야 테일 포인터를 뒤로 이동할 수 있음



[그림 5-11] 단순 연결 리스트의 테일 포인터

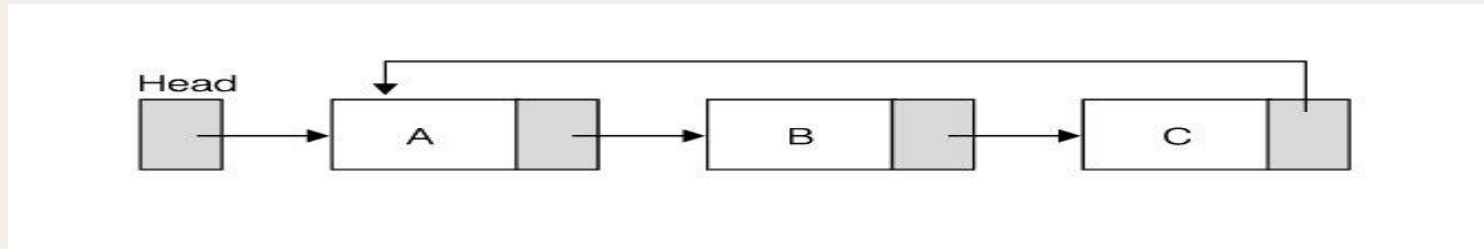


[그림 5-12] 헤드, 테일에 의한 이중 연결 리스트

원형 연결, 원형 이중연결

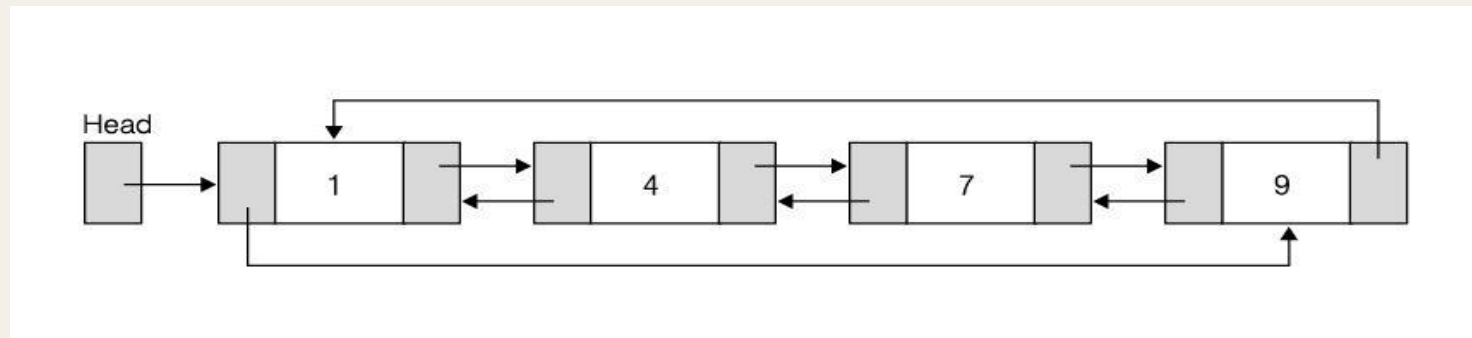
원형 연결

- 타임 셰어링 시스템의 타임 슬라이스
- 사용자 교대



[그림 5-13] 원형 연결 리스트

원형 이중 연결



[그림 5-14] 이중 원형 연결 리스트

Section 03 C++에 의한 리스트 구현 – C 배열과 C++배열 비교

ListA.h (C++ Interface by Array)	ListA.h (C Interface by Array)
<pre> const int MAX = 100; class listClass { public: listClass(); listClass(const listClass& L); ~listClass(); void Insert(int Position, int Item); void Delete(int Position); void Retrieve(int Position, int & Item); bool IsEmpty(); int Length(); private: int Count; int Data[MAX]; } </pre>	<pre> #define MAX 100 void Init(listType *Lptr); void Insert(listType *Lptr, int Position, int Item) void Delete(listType *Lptr, int Position); void Retrieve(listType *Lptr, int Position, int *ItemPtr); bool IsEmpty(listType *Lptr); int Length(listType *Lptr); typedef struct { int Count; int Data[MAX]; } listType; </pre>

[표 5-2] C++ 배열에 의한 리스트와 C 배열에 의한 리스트

C++ 배열에 의한 리스트

📌 코드 5-7: ListA.cpp (C++ Implementation by Array)

```
#include <ListA.h>
```

```
listClass::listClass()
```

```
{ Count = 0;
```

```
}
```

생성자

리스트 길이를 0으로 초기화

```
listClass::~listClass()
```

```
{
```

```
}
```

소멸자

```
listClass::listClass(const listClass& L)
```

```
{ Count = L.Count;
```

```
  for (int i = 1; i <= L.Count; ++i)
```

```
    Data[i-1] = L.Data[i-1];
```

```
}
```

복사 생성자

리스트 길이를 복사

깊은 복사에 의해 배열 요소 모두를 복사

👤 코드 5-8: ListP.h (C++ Interface by Linked List)

```
typedef struct
{
    int Data;
    node* Next;
} node;
typedef node* Nptr;

class listClass
{
public:
    listClass ( );
    listClass (const listClass& L);
    ~listClass ( );
    void Insert (int Position, int Item);
    void Delete (int Position);
    void Retrieve (int Position, int& Item);
    bool IsEmpty ( );
    int Length ( );
private:
    int Count;
    Nptr Head;
}
```

C++ 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-9: ListP.cpp (C++ Implementation by Linked List)

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

```
listClass::listClass()
```

```
{   Count = 0;  
    Head = NULL;  
}
```

생성자 함수

리스트의 길이를 0으로 초기화
헤드를 널로 초기화

```
bool listClass::IsEmpty( )
```

```
{   return (Count == 0);  
}
```

빈 리스트인지 확인하는 함수
배열 길이 0이면 TRUE

C++ 연결 리스트에 의한 리스트

👤 코드 5-9: ListP.cpp (C++ Implementation by Linked List)

```
void listClass::Delete(int Position)    삭제 함수
{ Nptr Temp;
  if (IsEmpty( ))
    cout << "Deletion on Empty List"; 빈 리스트에 삭제요구는 오류
  else if ((Position > Count) || (Position < 1))
    cout << "Position out of Range"; 삭제위치가 현재 데이터 범위를 벗어남
  else
  {   if (Position == 1)                삭제될 노드가 첫 노드일 경우
      {   Nptr p = Head;                삭제될 노드를 가리키는 포인터를 백업
          Head = Head->Next;            헤드가 둘째 노드를 가리키게
        }
      else                               삭제노드가 첫 노드가 아닌 경우
      {   for (int i = 1; i < (Position-1); i++)
          Temp = Temp->Next; Temp가 삭제될 노드 직전노드로 이동
          Nptr p = Temp->Next;          삭제될 노드를 가리키는 포인터를 백업
          Temp->Next = p->Next;        직전노드가 삭제될 노드 다음을 가리키게
        }
      Count - = 1;                      리스트 길이 줄임
      delete (p);                        메모리 공간 반납
    }
}
```

C++ 연결 리스트에 의한 리스트

👉 코드 5-9: ListP.cpp (C++ Implementation by Linked List)

listClass::~listClass()	소멸자 함수
{ while (!IsEmpty())	리스트가 완전히 빌 때까지
Delete(1);	첫 번째 것을 계속 지우기
}	
listClass::ListClass(const listClass& L)	복사 생성자 함수
{ Count = L.Count;	일단 리스트 개수를 동일하게
if (L.Head == NULL)	
Head = NULL	넘어온 게 빈 리스트라면 자신도 빈 리스트
else	
{ Head = new node;	빈 리스트 아니라면 일단 새 노드를 만들고
Head->Data = L.Head->Data;	데이터 복사
Nptr Temp1 = Head;	Temp1은 사본을 순회하는 포인터
for (Nptr Temp2=L.Head->Next; Temp2 != NULL; Temp2=Temp2->Next)	
{ Temp1->Next = new node;	사본의 현재 노드에 새 노드를 붙임
Temp1 = Temp1 -> Next;	새 노드로 이동
Temp1->Data = Temp2->Data;	새 노드에 원본 데이터를 복사
}	
Temp1->Next = NULL;	사본의 마지막 노드의 Next에 널을 기입
}	
}	
}	

Section 04 배열과 연결 리스트 비교 – 배열과 연결 리스트의 비교

공간

- 배열은 정적이므로 최대크기를 미리 예상해야 함.
- 만들어 놓은 배열 공간이 실제로 쓰이지 않으면 낭비
- 연결 리스트는 실행 시 필요에 따라 새로운 노드 생성
- 연결 리스트는 포인터 변수공간을 요함

검색시간

- 배열은 단번에 찾아감(묵시적 어드레싱: 인덱스 연산)
- 연결 리스트는 헤드부터 포인터를 따라감(현시적 어드레싱: 포인터 읽음)

삽입, 삭제 시간

- 배열의 삽입: 오른쪽 밀림(Shift Right)
- 배열의 삭제: 왼쪽 밀림(Shift Left)
- 연결 리스트: 인접 노드의 포인터만 변경

어떤 자료구조?

- 검색위주이면 배열이 유리
- 삽입 삭제 위주라면 연결 리스트가 유리
- 최대 데이터 수가 예측 불가라면 연결 리스트



Thank you
