CHAPTER

17

동적메모리

배재대학교 컴퓨터공학과 김창수

학습목표

- 동적 메모리 할당의 개념과 절차를 이해
- 동적 메모리 할당 관련 함수
- 연결 리스트

Contents

동적 할당 메모리의 개념

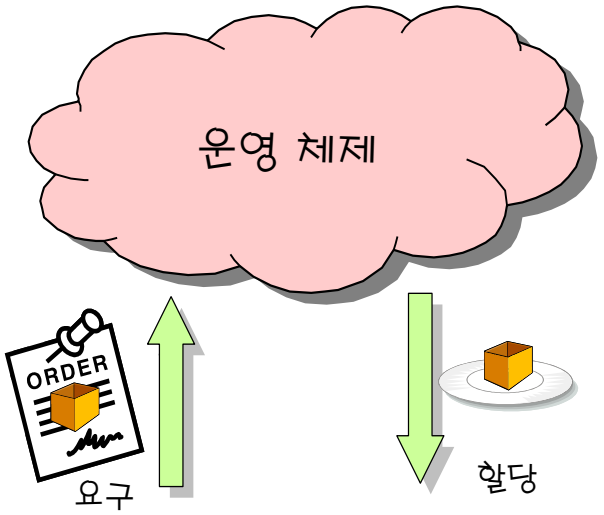
- 프로그램이 메모리를 할당받는 방법
  - 정적(static)
  - 동적(dynamic)

정적 메모리 할당

- **정적 메모리 할당**
  - 프로그램이 시작되기 전에 **미리 정해진 크기**의 메모리를 할당받는 것
  - 메모리의 크기는 프로그램이 **시작하기 전**에 결정
  - (예) int score_s[100];
  - 처음에 결정된 크기보다 더 큰 입력이 들어온다면 처리하지 못함
  - 더 작은 입력이 들어온다면 남은 메모리 공간은 낭비

동적 메모리 할당

- **동적 메모리 할당**
  - 실행 도중에 동적으로 메모리를 할당받는 것
  - 사용이 끝나면 시스템에 메모리를 반납
  - score = (int *)
    malloc(100*sizeof(int));
  - 필요한 만큼만 할당을 받고 메모리를 매우 효율적으로 사용
  - malloc() 계열의 라이브러리 함수를 사용




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

int main(void)
{
 int *p;
 p = (int *)malloc( sizeof(int) );
 ...
}
```

프로그램

동적 메모리 할당 절차


동적 메모리
1바이트가 필요합니다.
사용후엔 반드시
반납해주세요.
동적 할당받았던
메모리를 반납합니다.
감사합니다.
안 하면 메모리 샘
free() 사용

Contents

동적 메모리 할당

Syntax: 동적메모리할당

예

```
int *p;
p = (int *)malloc(100*sizeof(int));          // 100개의 정수 할당
```

동적 메모리의 주소

필요한 바이트 수

동적 메모리 사용

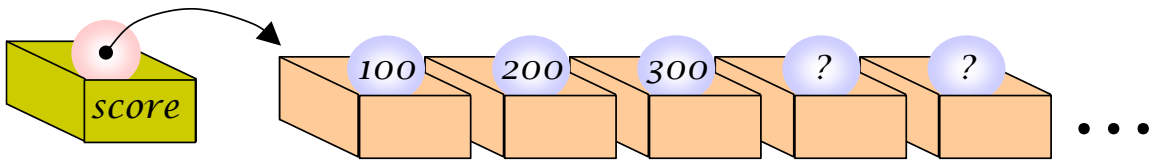
- 할당받은 공간은 어떻게 사용하면 좋을까?

- 첫 번째 방법: 포인터를 통하여 사용

```
*score = 100;
*(score+1) = 200;
*(score+2) = 300;
...
```

- 두 번째 방법: 동적 메모리를 배열과 같이 취급

```
score[0] = 100;
score[1] = 200;
score[2] = 300;
...
```



동적 메모리 반납

Syntax: 동적메모리해제

예

```
score = (int *)malloc(100*sizeof(int));
...
free(score);
```

score가 가리키는 동적 메모리를 반납한다.

동적 메모리 할당 예제


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(void)
{
        int *score;
        int i;
        list = (int *)malloc( 3*sizeof(int) );
        if( list == NULL )          // 반환값이 NULL인지 검사
        {
                printf("동적 메모리 할당 오류\n");
                exit(1);
        }
        for(i=0 ; i<3 ; i++)
                score[i] = 0;
        free(list);
        return 0;
}
```

동적 메모리 할당

동적 메모리 해제

예제 #2

- 성적 처리 프로그램을 작성한다고 하자. 사용자한테 학생이 몇 명인지를 물어보고 적절한 동적 메모리를 할당한다. 사용자로부터 성적을 받아서 저장하였다가 다시 출력한다.

```
학생의 수: 3
학생 #1 성적:100
학생 #2 성적:90
학생 #3 성적:80
==========================
학생 #1 성적:100
학생 #2 성적:90
학생 #3 성적:80
==========================
```

예제 #2


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(void)
{
        int *list;
        int i, students;
        printf("학생의 수: ");
        scanf("%d", &students);
        list = (int *)malloc(students * sizeof(int));
        if (list == NULL) { // 반환값이 NULL인지 검사
                printf("동적 메모리 할당 오류\n");
                exit(1);
        }
```

예제 #2


```
        for (i = 0; i < students; i++) {
                printf("학생 #%d 성적: ", i + 1);
                scanf("%d", &list[i]);
        }
        printf("================================\n");
        for (i = 0; i < students; i++) {
                printf("학생 #%d 성적: %d \n", i + 1, list[i]);
        }
        printf("================================\n\n");
        free(list);
        return 0;
}
```

예제 #3

- 구조체를 저장할 수 있는 공간을 할당 받아서 사용해본다.

예제


```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
struct Book {
        int number;
        char title[50];
};

int main(void)
{
        struct Book *p;
        p = (struct Book *)malloc(2 * sizeof(struct Book));
        if (p == NULL) {
                printf("메모리 할당 오류\n");
                exit(1);
        }
        p[0].number = 1;
        strcpy(p[0].title, "C Programming");
        p[1].number = 2;
        strcpy(p[1].title, "Data Structure");
        free(p);
        return 0;
}
```

구조체 배열 할당

Lab:10개의 문자열을 저장하는 동적 메모리

- **최대 10개의 문자열을 저장할 수 있는 동적 메모리를 생성해보자.**

```
문자열 0: test string
문자열 1: test string
문자열 2: test string
문자열 3: test string
문자열 4: test string
문자열 5: test string
문자열 6: test string
문자열 7: test string
문자열 8: test string
문자열 9: test string
```

예제


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
int main(void)
{
        char* list[10];
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
                list[i] = (char*)malloc(100 * sizeof(char));
                if (list[i] == NULL) {
                        printf("malloc() 실패!\n\n");
                        exit(1);
                }
                strcpy(list[i], "test string");
        }
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
                printf("문자열 %d: %s\n", i, list[i]);
        }
        return 0;
}
```

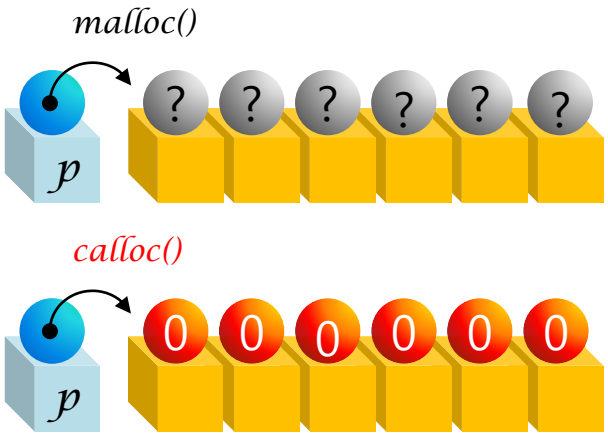
Contents

calloc()


```
void *calloc(size_t    n,   size_t    size);
```

- calloc()은 0으로 초기화된 메모리 할당
- 항목 단위로 메모리를 할당
- (예)

```
int *p;
p = (int *)calloc(5, sizeof(int));
```

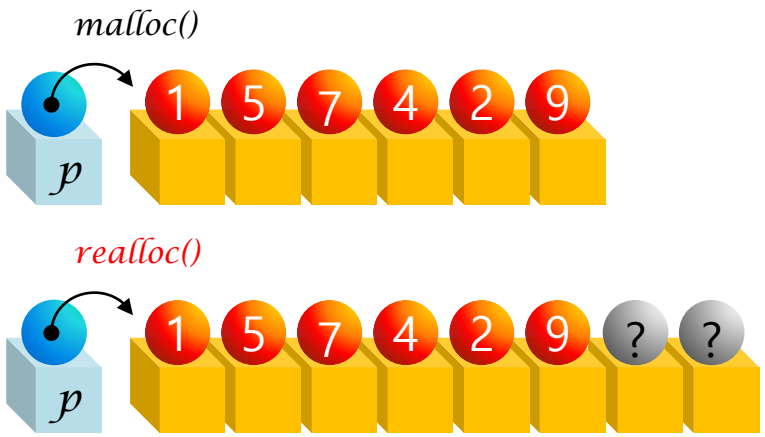


realloc()


```
void *realloc(void *memblock,     size_t   size);
```

- realloc() 함수는 할당하였던 메모리 블록의 크기를 변경
  - (예)

```
int *p;
p = (int *)malloc(5 * sizeof(int)));
p = realloc(p,   7 * sizeof(int)));
```



예제

- 아래의 코드는 2개의 정수를 저장하는 동적 메모리를 할당을 받는다. 이 공간을 정수 3개를 저장할 수 있는 공간으로 확장한다

```
정수 2개를 저장할 공간이 필요
정수 3개를 저장할 공간으로 확장
10 20 30
```

예제

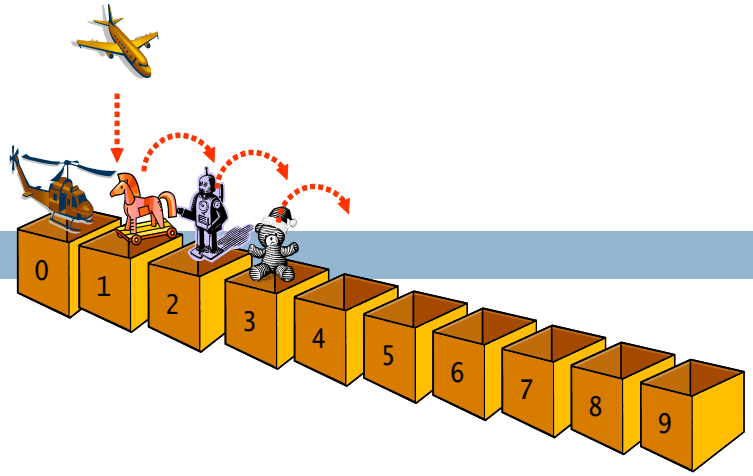

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
        printf("정수 2개를 저장할 공간이 필요 \n");
        int *list = (int *)malloc(sizeof(int) * 2);
        int i;
        int *list_new;

        list[0] = 10;
        list[1] = 20;
        printf("정수 3개를 저장할 공간으로 확장 \n");

        list_new = (int *)realloc(list, sizeof(int) * 3);
        list_new[2] = 30;

        for (i = 0; i < 3; i++)
                printf("%d ", list_new[i]);
        printf("\n");
        return 0;
}
```

중간 점검

1. 동적 할당 후에 메모리 블록을 초기화하여 넘겨주는 함수는 _____이다.
2. 할당되었던 동적 메모리의 크기를 변경하는 함수는 _____이다.
3. 동적 메모리 할당에서의 단위는 _____이다.
4. malloc()이 반환하는 자료형은 _____이다.

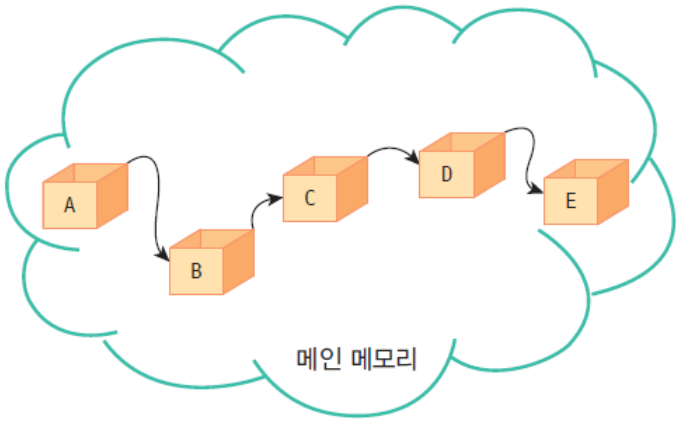
Contents

연결 리스트



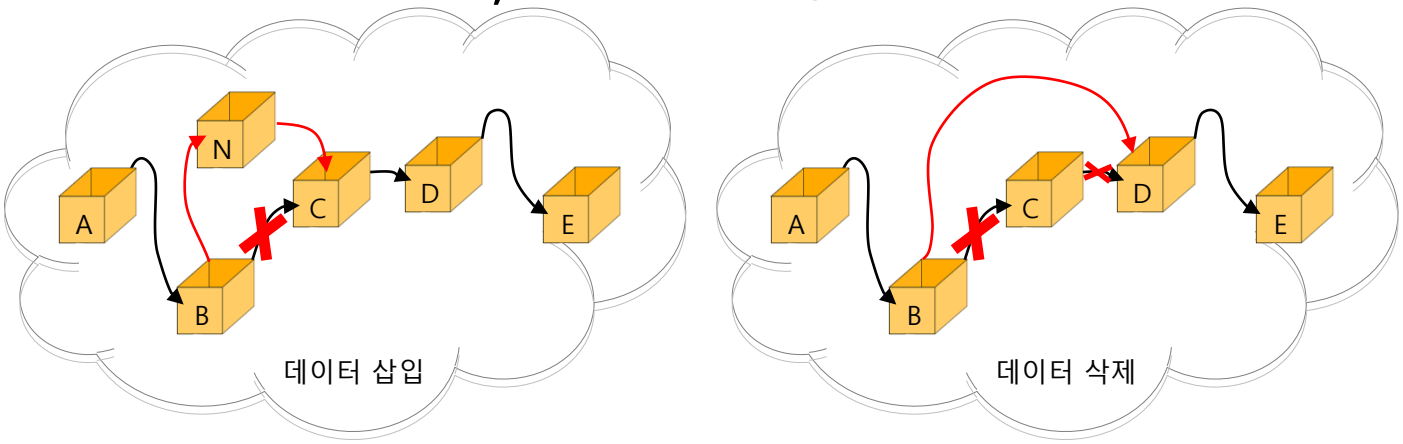
- 배열(array)
  - 장점: 구현이 간단하고 빠르다
  - 단점: 크기가 고정된다. 중간에서 삽입, 삭제가 어렵다.

- 연결 리스트(linked list)
  - 각각의 원소가 포인터를 사용하여 다음 원소의 위치를 가리킨다.



연결 리스트의 장단점

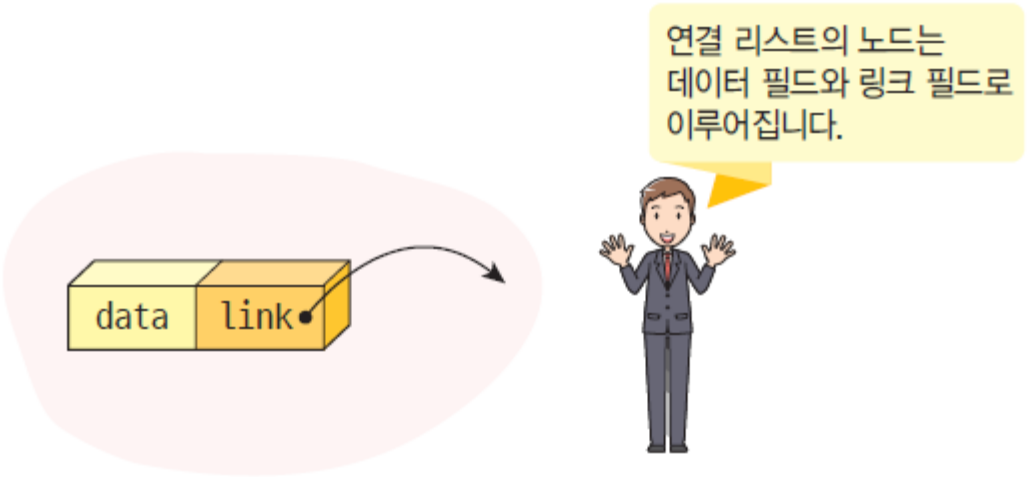
- 중간에 데이터를 삽입, 삭제하는 경우



- 데이터를 저장할 공간이 필요할 때마다 동적으로 공간을 만들어서 쉽게 추가
- 구현이 어렵고 오류가 나기 쉽다.
- 중간에 있는 데이터를 빠르게 가져올 수 없다.

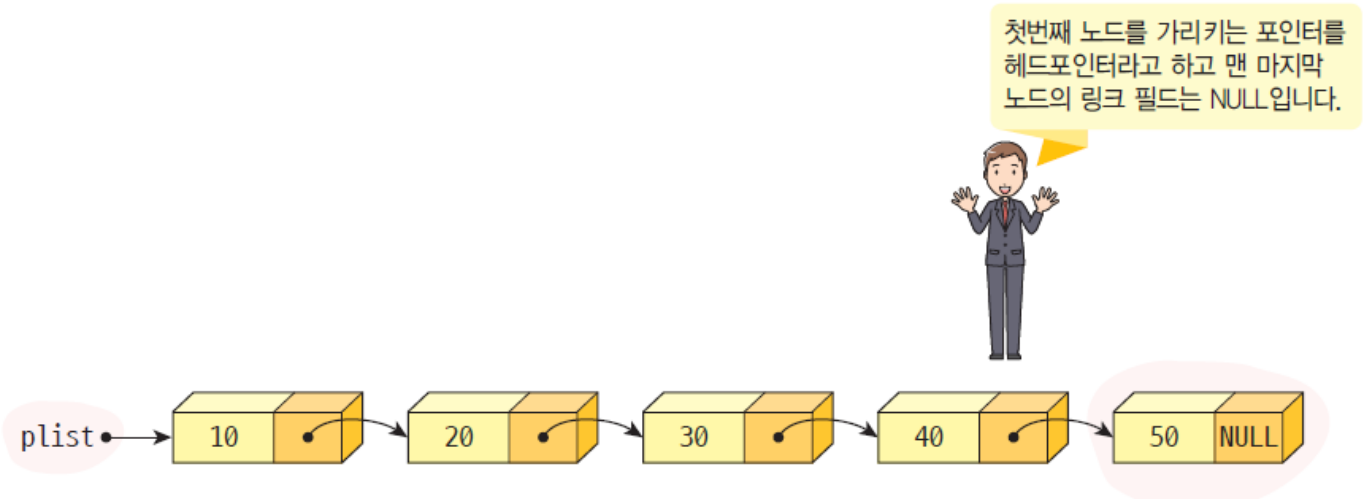
연결 리스트의 구조

- 노드(node) = **데이터 필드**(data field)+ **링크 필드**(link field)



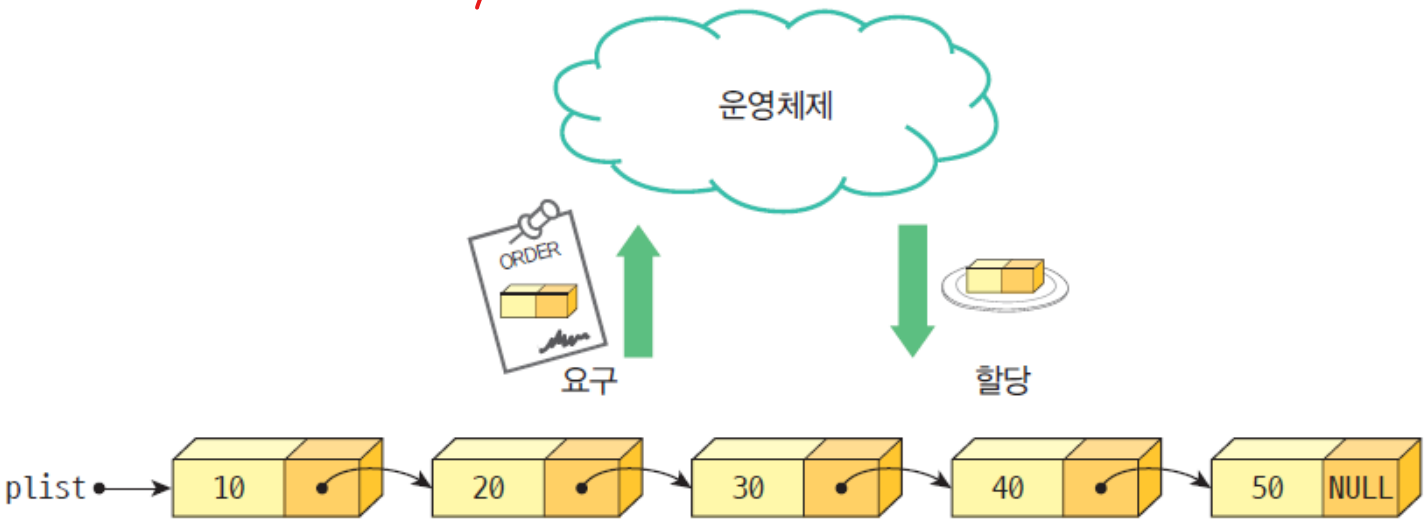
연결 리스트의 구조

- 헤드 포인터(head pointer): 첫번째 노드를 가리키는 포인터



노드 생성

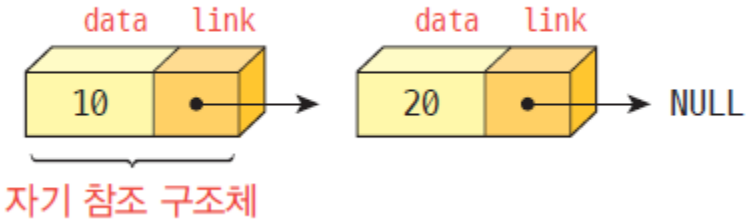
- 노드들은 동적으로 생성된다.



자기 참조 구조체

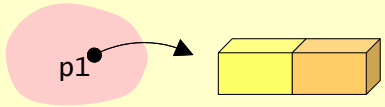
- 자기 참조 구조체(self-referential structure)는 특별한 구조체로서 구성 멤버 중에 같은 타입의 구조체를 가리키는 포인터가 존재하는 구조체

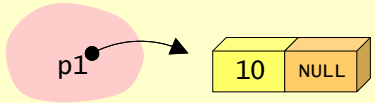
```
typedef  struct NODE {
        int data;
        struct NODE *link;
} NODE;
```

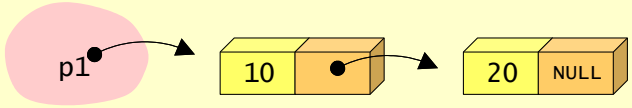


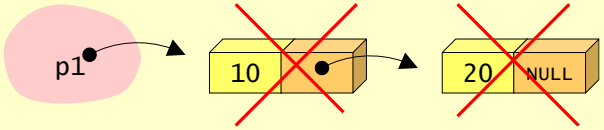
간단한 연결 리스트 생성


```
NODE *p1;
p1 = (NODE *)malloc(sizeof(NODE));

p1->data = 10;
p1->link = NULL;

NODE *p2;
p2 = (NODE *)malloc(sizeof(NODE));
p2->data = 20;

p2->link = NULL;
p1->link = p2;

free(p1);
free(p2);
```









연결 리스트의 응용

- 소장하고 있는 책의 목록을 관리하는 프로그램을 작성
  - 연결 리스트를 사용하여서 작성

실행 결과

```
책의 제목을 입력하시오: (종료하려면 엔터)컴퓨터개론
책의 출판연도를 입력하시오: 2006
책의 제목을 입력하시오: (종료하려면 엔터)C언어
책의 출판연도를 입력하시오: 2007
책의 제목을 입력하시오: (종료하려면 엔터)
책의 제목:컴퓨터개론 출판연도:2006
책의 제목:C언어 출판연도:2007
```

연결 리스트를 이용한 프로그램


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

#define S_SIZE 50

typedef struct NODE {
        char title[S_SIZE];
        int year;
        struct NODE *link;
} NODE;
```

연결 리스트를 이용한 프로그램


```
int main(void)
{
        NODE *list = NULL;
        NODE *prev, *p, *next;
        char buffer[S_SIZE];
        int year;
```

연결 리스트를 이용한 프로그램


```
while(1)    {
            printf("책의 제목을 입력하시오: (종료하려면 엔터)");
            gets(buffer);
            if( buffer[0] == '\0' )
                        break;
            p = (NODE *)malloc(sizeof(NODE));
            strcpy(p->title, buffer);
            printf("책의 출판 연도를 입력하시오: ");
            gets(buffer);
            year = atoi(buffer);
            p->year = year;
            if( list == NULL )      // 리스트가 비어 있으면
                        list = p;   // 새로운 노드를 첫번째 노드로 만든다.
            else                    // 리스트가 비어 있지 않으면
                        prev->link = p;// 새로운 노드를 이전 노드의 끝에
            p->link = NULL;         // 새로운 노드의 링크 필드를 NULL로 설정
            prev = p;
}
```

연결 리스트를 이용한 프로그램


```
        printf("\n");
        // 연결 리스트에 들어 있는 정보를 모두 출력한다.
        p = list;
        while( p != NULL )
        {
                printf("책의 제목:%s 출판 연도:%d \n", p->title, p->year);
                p = p->link;
        }
        // 동적 할당을 반납한다.
        p = list;
        while( p != NULL )
        {
                next = p->link;
                free(p);
                p = next;
        }
        return 0;
}
```

중간 점검

1. 연결 리스트에서 다음 노드는 _____로 가리킨다.
2. 연결 리스트의 일반적인 노드는 _____필드와 _____ 필드로 구성되어 있다.
3. 구조체의 멤버 중에 자기 자신을 가리키는 포인터가 존재하는 구조체를 _____라고 한다.
4. 배열과 연결 리스트의 가장 큰 차이점은 무엇인가?

mini project: 영화 관리 프로그램

- 구조체 배열을 동적 메모리를 이용하여서 생성하고 여기에 영화 정보를 저장했다가 다시 화면에 예쁘게 출력하는 프로그램을 작성하여 보자.
- 영화 정보를 사용자로부터 받는다.

실행 결과

```
몇 편이나 저장하시겠습니까? 1
영화 제목:저스티스 리그
영화 평점:9.0
========================
제목    평점
========================
트랜스포머 9.000000
========================
```

힌트

- 이 문제는 물론 정적 배열을 사용하면 아주 쉬운 문제이지만 여기서 동적 메모리 할당을 이용해보자. 동적 메모리를 사용하면 사용자가 원하는 만큼의 공간을 실행 시간에 할당받을 수 있다. 먼저 영화 정보를 다음과 같이 구조체로 표현한다.

```
typedef struct movie {        // 구조체 타입 정의
  char title[100];     // 영화 제목
  double rating;       // 영화 평점
} MOVIE;
```

- 사용자가 입력하고자 하는 영화의 수를 size에 입력받은 후에, 동적으로 할당

```
movies = (MOVE *)malloc(sizeof(MOVIE)* size);        // 동적 메모리 할당
```

예제


```
#include <stdio.h>
typedef struct movie {          // 구조체 타입 정의
        char title[100];        // 영화 제목
        double rating;          // 영화 평점
} MOVIE;
int main(void)
{
        MOVIE *movies;      // 동적 메모리 공간을 가리키는 포인터
        int size, i;
        printf("몇 편이나 저장하시겠습니까? ");
        scanf("%d", &size);
        movies = (MOVIE *)malloc(sizeof(MOVIE)* size);   // 동적 메모리 할당
        if( movies == NULL ){
                printf("동적 메모리 할당 오류");
                exit(1);
        }
```

예제


```
        for(i=0; i<size ;i++) {              // size편의 영화 정보 입력
                printf("영화 제목");
                fflush(stdin);                          // 입력 버퍼를 비운다.
                gets(movies[i].title); // 영화 제목에는 빈칸이 있을 수 있다.
                printf("영화 평점");
                scanf("%lf", &(movies[i].rating));
        }
        printf("=========================\n");
        printf("제목 \t 평점 \n");
        printf("=========================\n");
        for(i=0;i<size;i++)
                printf("%s \t %f \n", movies[i].title, movies[i].rating);
        printf("\n=========================\n");
        free(movies);                                   // 동적 메모리 공간 해제
        return 0;
}
```

도전문제

- 사용자가 입력한 데이터를 파일에 기록하는 코드를 추가해보자.
- 프로그램이 시작할 때 파일에서 데이터를 읽어오는 코드도 추가하여 보자.