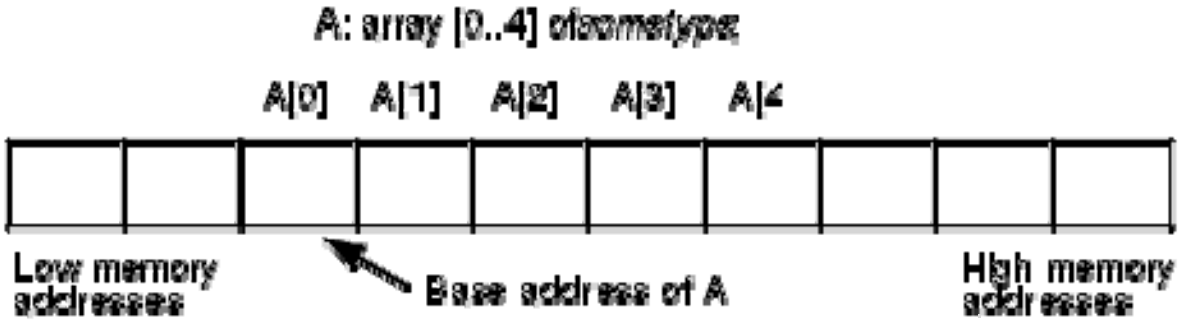
제 3 강 . 배열(Array) 자료구조

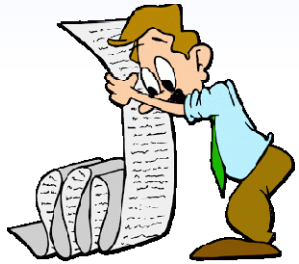


제 3 강 . 배열 자료구조

학습 목차

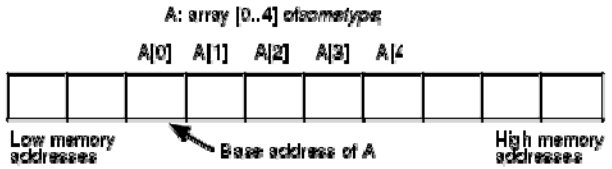
1. 배열의 개념
2. 구조체
3. 희소(Sparce) 행렬
4. 다차원 배열의 저장

1. 배열의 개념



- 리스트는 일상 생활에서 가장 많이 쓰이는 자료 형태이다.
  예) 학생의 명단, 은행 거래 고객 명단, 월별 판매액 등

- 배열(Array)은 컴퓨터 언어에서 리스트를 저장하는 데이터 타입이다.



- 리스트와 배열은 같은 개념이지만 다른 차원의 용어이다.

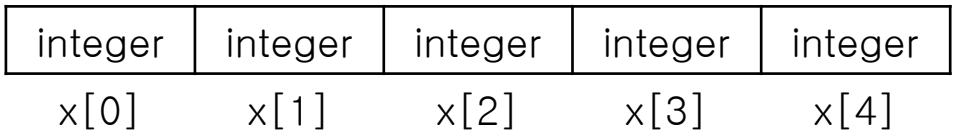
- C 언어로 표현된 리스트의 예

```
int student[100];          /* 학생의 번호 100 개 */
char name[100][];          /* 문자 배열의 배열 */
int sales[12];             /* 월 판매액 12개 */
```

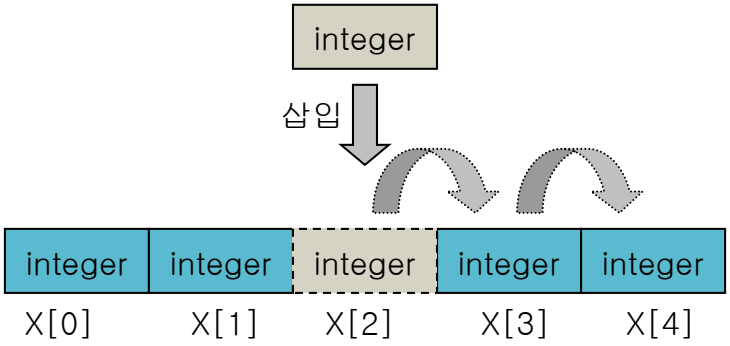
❖ 배열에 관한 연산(생성, 삽입, 삭제 등)

- 새로운 배열의 **생성**

  예) `int x[5]; /* 언어에 따라 첨자는 0혹은 1에서 시작 – C 는 0부터 시작한다. */`

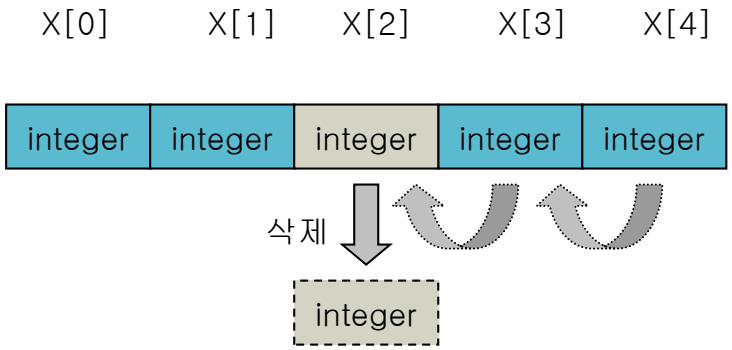


- 순서(order)를 유지하는 배열에서 데이터의 삽입과 삭제



- 배열에 새로운 값 **삽입**
  (나머지 값들을 한 칸씩 이동)

- 배열에 값을 **삭제**
  (나머지 값을 한 칸씩 이동)



✓배열과 기억 장소

배열은 기억 장소에서 연속된 위치를 차지한다.

예) `int list[5];`

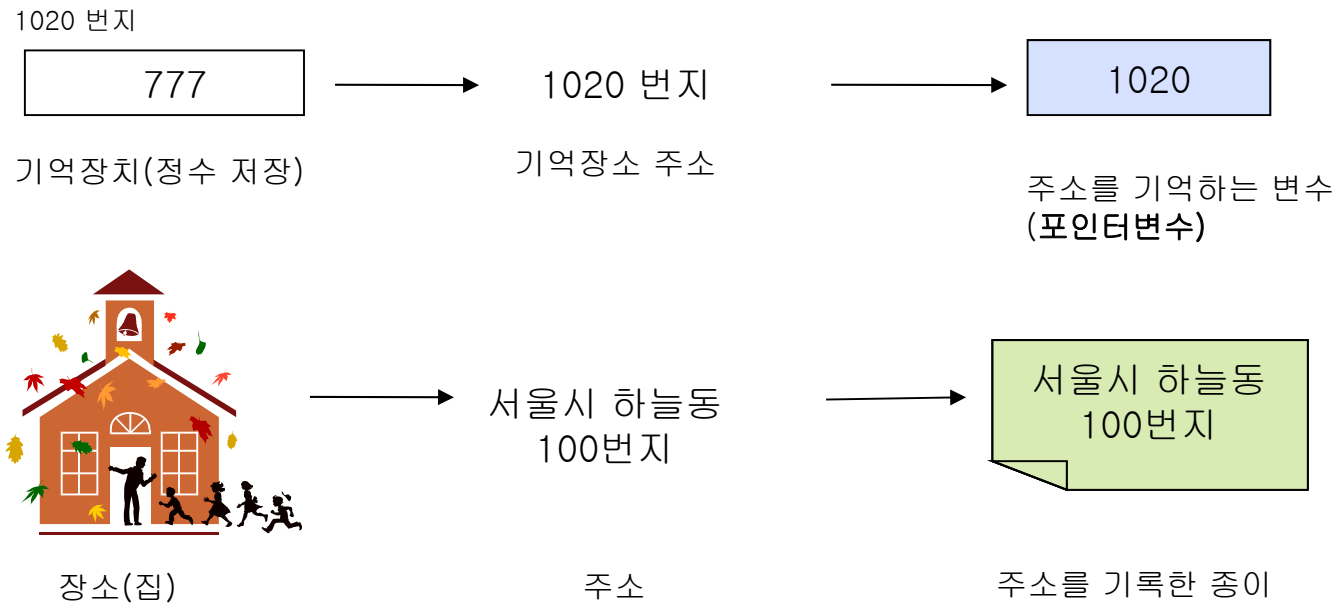
```
   /* sizeof() 함수는 데이터의 길이를 byte로 반환하는 함수 */
   /* C 언어에서 sizeof(int)의 값은 2 byte 이지만 시스템에
   따라서 4 byte 인 경우도 있다. */
```

변수	기억장소 주소
list[0]	α (<–시작 주소 값)
list[1]	α + sizeof(int)
list[2]	α + 2·sizeof(int)
list[3]	α + 3·sizeof(int)
list[4]	α + 4·sizeof(int)

❖포인터 타입이란?

포인터 타입은 데이터가 기억장소의 주소를 저장하는 타입이다.
사람이 사는 모든 집에 "주소"가 있고 컴퓨터의 기억 장소도 "주소"가 있다.

기억 장소 -> 기억장소의 주소 -> 주소를 저장하는 기억장소



포인터 타입 예

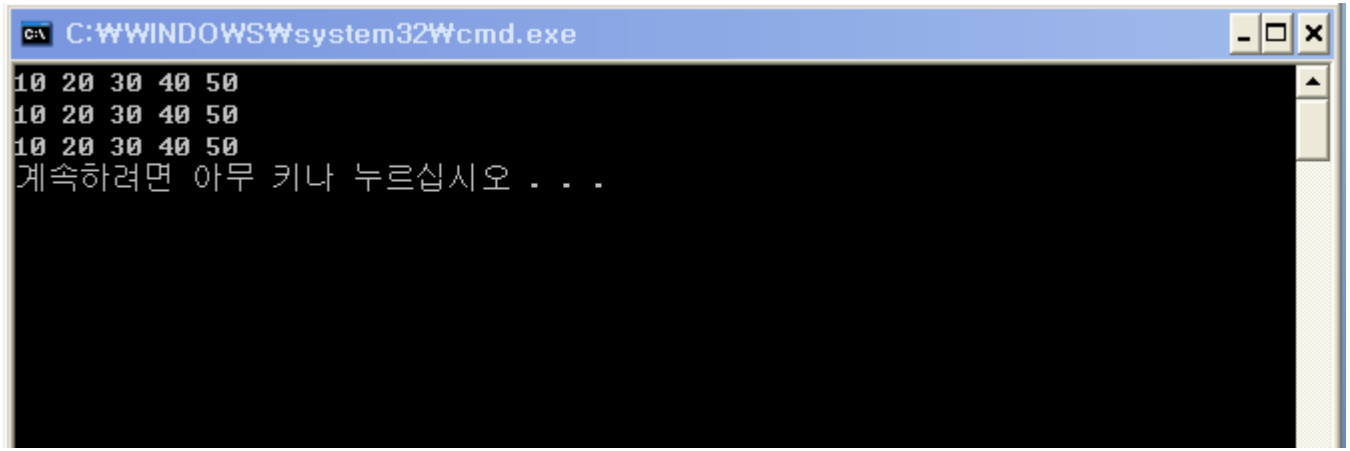
```
int x;        /* 내용을 저장하는 변수 */
int *y;       /* 주소를 저장하는 변수 */
int z;

x = 10;       /* 내용 10을 저장 */
y = &x;       /* 변수 x의  주소를 저장 */
Z = *y;       /* 주소 y가 가리키는 곳의 내용을 저장 */
              /* z = x와 같은 의미가 된다. */

int a[20];    /* 배열 변수 a는 주소 값으로 처리한다. */
              /* 그 이유는 배열의 내용 전체를 이동할 경우
                 보다 주소 값을 알려주면 편하기 때문이다. */
```

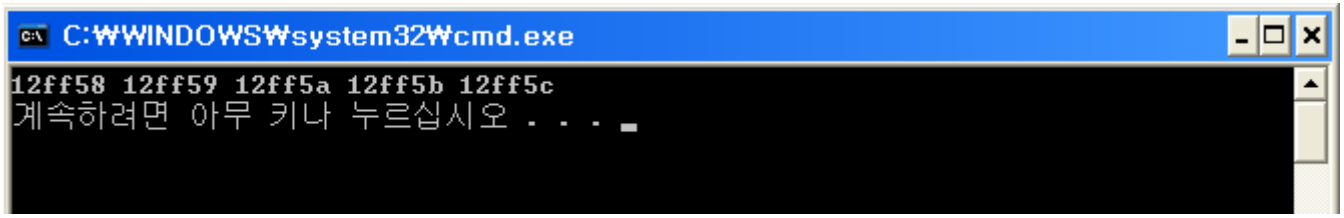
[포인터 타입 예 1]
– * 연산자와 [] 연산자, & 연산자

```
#include <stdio.h>
void main( )
{
        int iarr[5] ={10, 20, 30, 40, 50};
        printf("%d %d %d %d %d₩n",
                iarr[0], iarr[1], iarr[2], iarr[3], iarr[4]);
        printf("%d %d %d %d %d₩n",
                *(iarr+0), *(iarr+1), *(iarr+2), *(iarr+3), *(iarr+4));
        printf("%d %d %d %d %d₩n",
                *&iarr[0], *&iarr[1], *&iarr[2], *&iarr[3], *&iarr[4]);
}
```

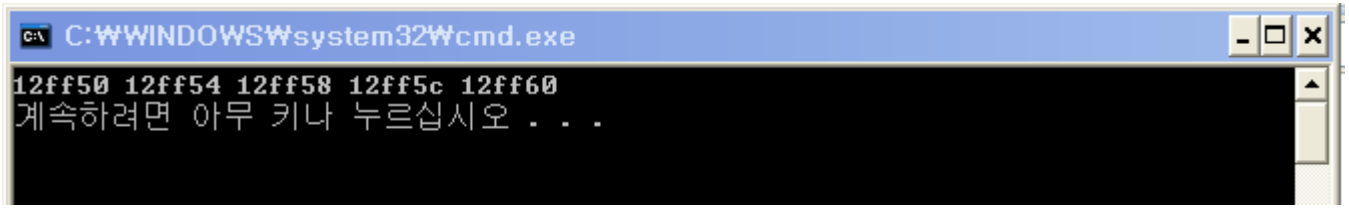


[포인터 타입 예 2]
- 문자와 정수형 데이터의 저장 길이

```
#include <stdio.h>
void main ( )
{
        char carr[5] = {'A', 'B', 'C', 'D', 'E'};
        printf("%x %x %x %x %x₩n",
                carr, carr+1, carr+2, carr+3, carr+4);
}
```



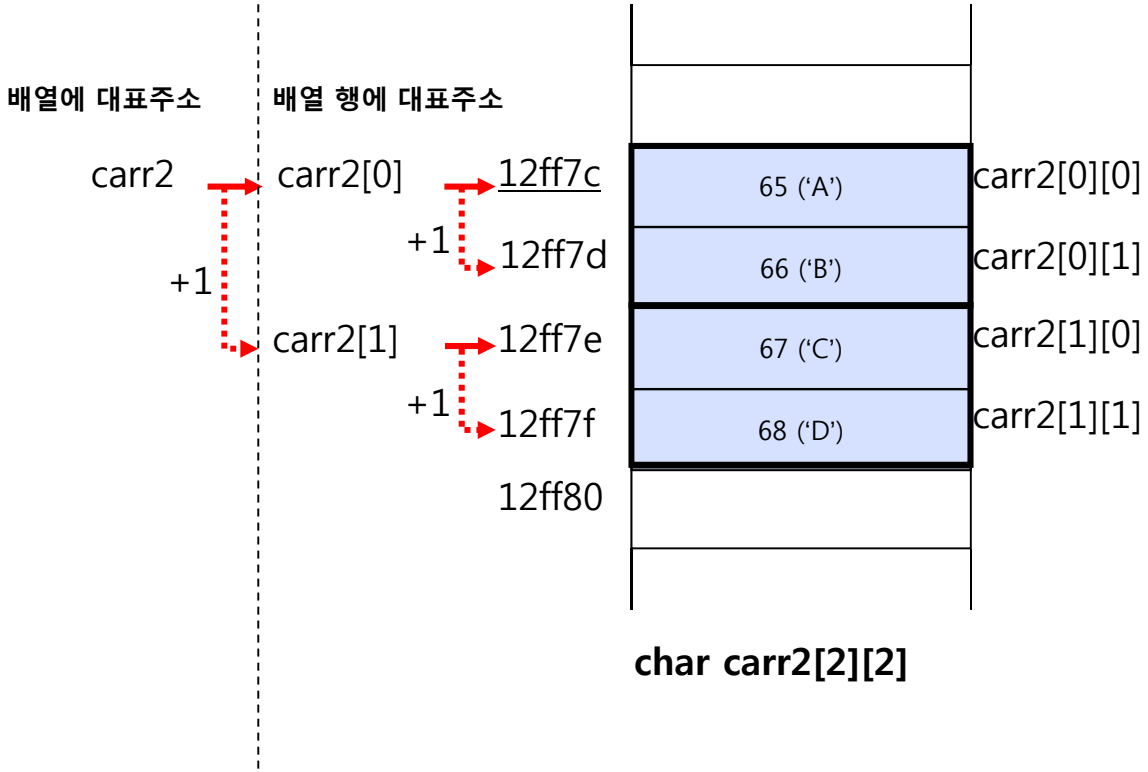

```
#include <stdio.h>
void main( )
{
        int iarr[5] ={10, 20, 30, 40, 50};
        printf("%x %x %x %x %x₩n",
                iarr, iarr+1, iarr+2, iarr+3, iarr+4);
}
```



[포인터 타입 예 3]
- char형 배열주소의 연산

```
#include <stdio.h>
void main ( )
{
        char carr2[2][2] = {'A','B','C','D'};
        printf("%x %x %x %x₩n",
                &carr2[0][0], carr2, carr2[0], carr2[1]);
        printf("%x %x %x %x₩n",
                &carr2[0][0]+1, carr2+1, carr2[0]+1, carr2[1]+1);
}
```

- char형 배열주소의 연산



- 배열에 대한 예제 프로그램

전역변수 선언

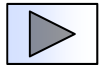
```
#define MAX_SIZE 100
float sum(float [], int);
int i;
```

주 프로그램

```
void main(void) {
  float input[MAX_SIZE], answer;
  for(i=0; i < MAX_SIZE; i++) input[i] = (float)i;
  answer = sum(input, MAX_SIZE);
  printf("The sum is: %f\n", answer);
}
```

함수 프로그램

```
float sum(float list[], int n) {
 int i;
 float tempsum = 0;
 for(i= 0; i < n; i++) tempsum += list[i];
 return tempsum;
}
```



- 배열에 대한 예제 프로그램 – 선언부분 설명

```
/* 이 부분에 선언된 변수들은 프로그램 전체에서 사용한다 */
   #define MAX_SIZE 100
/* 상수 MAX_SIZE 값을 100으로 선언한다 */
   float sum(float [], int);
/* 함수 sum()을 선언한다. 미리 선언을 해야 main() 에서 인식을
한다. */
   int i;
/* 정수형 변수 I 선언 */
```

- 배열에 대한 예제 프로그램 – main() 프로그램 설명

```
/* C 프로그램에서 main()은 반드시 1개 있어야한다. */
   int main( )
   {
    float input[MAX_SIZE], answer;
/* 실수형 배열변수 input[], answer 선언 */
/* for 문은 for(초기문, 조건문, 실행문)반복문; 으로
        초기문장은 1번 실행하고 조건문이 false나 0이 될
        때까지 조건문->반복문->실행문을 반복실행한다. */
    for(i=0; i < MAX_SIZE; i++) input[i] = (float)i;
/* for 문을 실행하여 input[I] = I 문장을 100번
     반복 실행한다. input[] 배열을 초기화시킨다.*/
    answer = sum(input, MAX_SIZE);
/* 함수 sum()을 호출한다. 인자는 배열 input과 MAX_SIZE
이다. */
     printf("The sum is: %f\n", answer);
/* 결과를 출력하는 문장이다. */
   }
```

- 배열에 대한 예제 프로그램 – 함수 sum() 설명

```
 /* 함수는 인자를 받아서 결과를 반환한다. sum()의 인자는
list[]와 n이다. */
   float sum(float list[], int n) {
    int i;
/* 변수 i의 선언, 함수 안에서만 사용할 수 있다 */
    float tempsum = 0;
    for(i= 0; i < n; i++) tempsum += list[i];
/* tempsum += list[i]; 문장을 n번 실행한다 */
    return tempsum;
/* tempsum 값을 반환한다. */
   }
```

2 구조체(Structures)

- **구조체는 데이터를 표현하는 단위이다.**

  예) 학생의 명단, 은행 거래 고객 명단, 월별 판매액 등

  그러나 **학생의 명단은** 학생의 학번과 이름, 주소
  고객 명단은 고객의 이름, 주소, 계좌번호 등으로
  여러 개의 작은 값(필드)들이 합해서 한 개의 데이터를 구성한다.
  이러한 데이터 타입은 복합 데이터에 해당된다. 복합 데이터를
  1개의 변수로 표현하는 방법은 구조체(structure)를 사용한다.

- **구조체는 각 데이터가 타입과 이름을 갖는다.**

❖ 구조체의 예

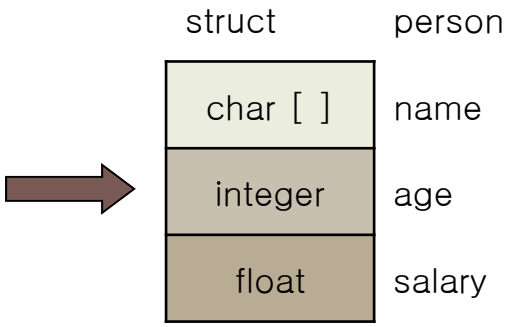
"사람(person)" 데이터 타입

어떤 사람의 신상에 관해 컴퓨터에 저장할 때 3개의 필드로 구성된다고 하자.

1) **이름**(*name*)은 **문자** 배열로 구성
2) **나이**(age)는 **정수**(integer) 변수로 구성
3) **급여**(salary)는 **실수**(float) 변수로 구성

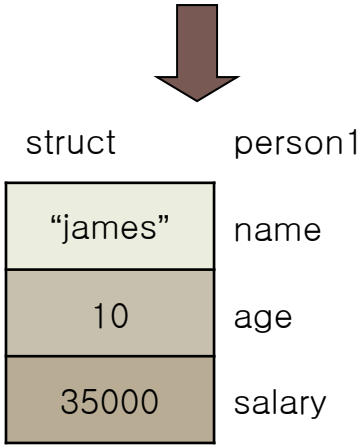
C 언어로 아래와 같이 선언이 된다.

```
struct {
    char name[10];
    int age;
    float salary;
} person;
```



✓ 구조체에 데이터 저장

```
struct person person1;
strcpy(person1.name, "james");
/* strcpy() 함수는 문자열을 복사하는 함수 */
person1.age = 10;
person1.salary = 35000;
```

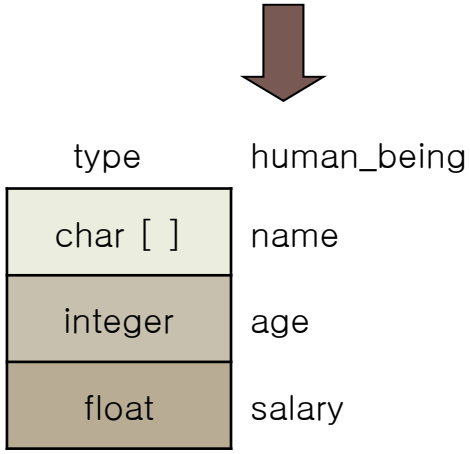


✓ typedef statement - - 구조체 타입을 선언한다.

```
typedef struct
human_being {
    char name[10];
    int age;
    float salary;
};
```

혹은

```
typedef struct {
    char name[10];
    int age;
    float salary;
} human_being;
```



❖ struct 타입

✓치환문 (assignment) - - struct 전체를 치환한다

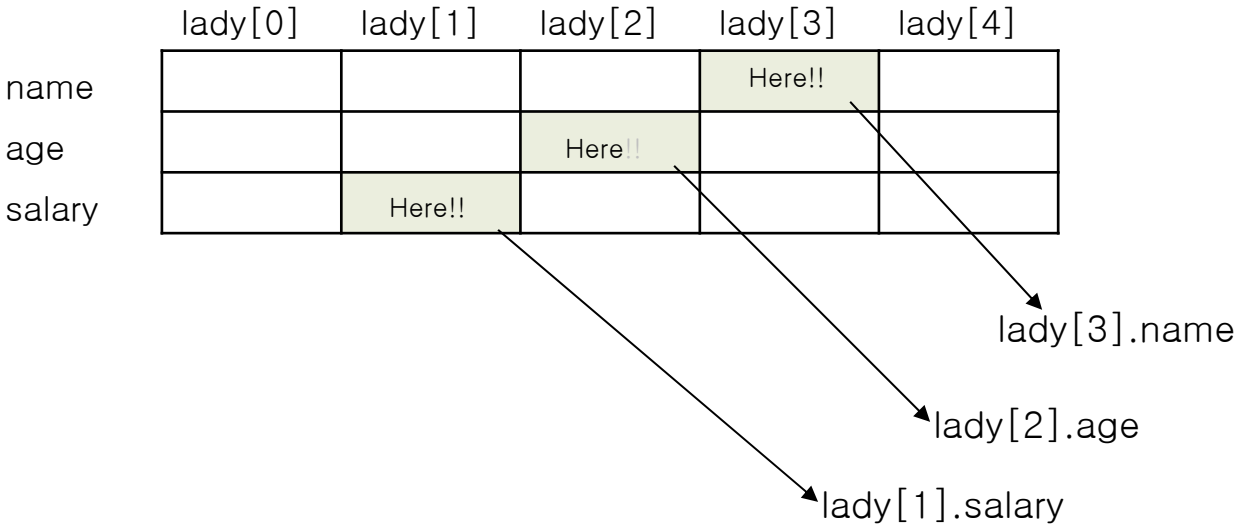
```
human_being person1, person2;
…
person1 = person2;
```

- struct 필드 단위로 치환한다.

```
strcpy(person1.name, person2.name);
person1.age=person2.age;
person1.salary=person2.salary;
```

❖ **Struct의 배열 -** 구조체의 배열은 다음과 같이 선언된다.

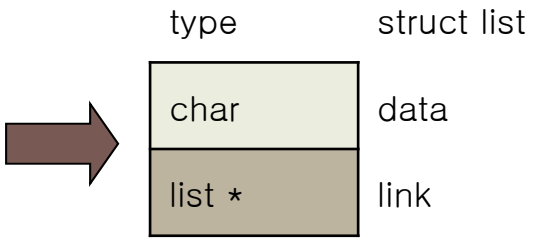
```
struct {
    char name[10];
    int age;
    float salary;
} person;
struct person lady[5];
```



❖ 자기참조 구조체(Self-referential structures)

구조체의 필드 중 하나가 구조체에 대한 포인터를 나타내는 타입이다.
앞으로 배울 연결리스트, 트리, 그래프의 구현에 쓰이는 방법이다.
다른 구조체를 연결하고 있기 때문에
동적기억장소(dynamic storage management) 구현에 쓰이는 방법이다

```
typedef struct list {
  char data;
  list *link;
};
```



Link 필드의 값

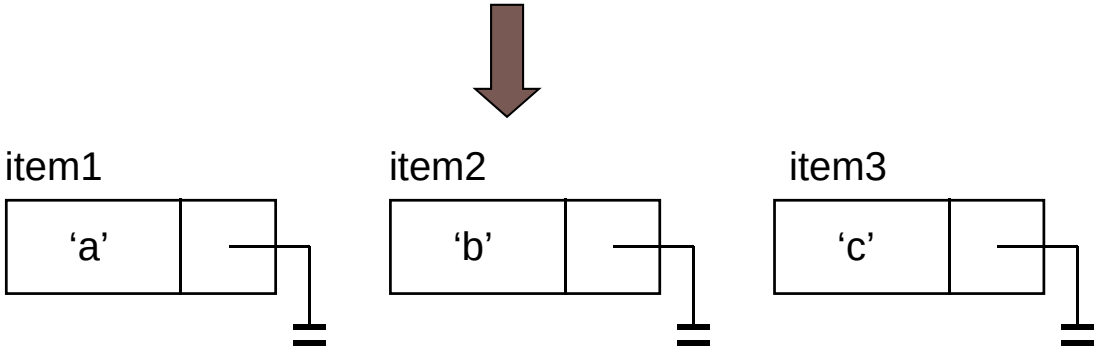
- 기억장소에 대한 포인터로 *list* 타입을 가리킨다.
- 아무것도 가리키지 않으면 0(NULL)값을 갖는다.

```
/* UNIX 시스템에서 실제 프로그램 코드 */
struct node {
        int data;
        struct node * link;
};
typedef struct node list_node;
typedef list_node * list_ptr;
```

✓자기참조 구조체 노드 선언

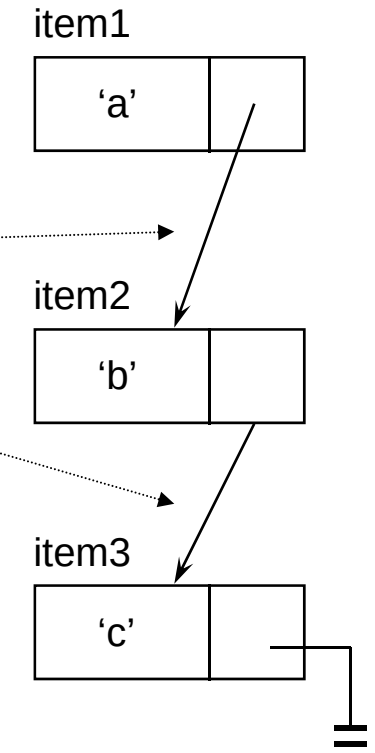
```
List_node item1, item2, item3;

item1.data = ‘a’;
item2.data = ‘b’;
item3.data = ‘c’;
item1.link = item2.link = item3.link = NULL;
```



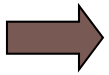
✓자기참조 구조체의 연결

```
item1.link=&item2;
item2.link=&item3;
```



3. 희소(Sparce) 행렬 – 배열의 응용 예

예) 행렬을 프로그램에 저장하려면 다음과 같이 선언을 하게 된다.

`int A[6,6]` 

	열 0	열 1	열 2	열 3	열 4	열 5
행 0	15	0	0	22	0	15
행 1	0	11	3	0	0	0
행 2	0	0	0	-6	0	0
행 3	0	0	0	0	0	0
행 4	91	0	0	0	0	0
행 5	0	0	28	0	0	0

행렬을 표현하는 데 필요한 기억 장소의 크기는

- *m* **n* (m 행, n 열)
- 공간복잡도(space complexity)

  S(*m*, *n*) = *m* * *n*

만약 m과 n의 값이 크다면(m=1000, n=10000),
행렬을 표현하는 데 필요한 기억 장소의 크기는?
- 1000 * 10000 = 10,000,000
- 기억 공간 활용의 비효율성

개선된 방법의 사용
- 큰 행렬은 값이 0인 항이 많다.
  0이 아닌 항을 <행, 열, 값> 로 저장한다.
- 공간복잡도(space complexity)
  S(*m*, *n*) = 3 * (0이 아닌 항의 수) < *m* * *n*

	col 0	col 1	col 2
row 0	-27	3	4
row 1	6	82	-2
row 2	109	-64	11
row 3	12	8	9
row 4	48	27	47

C 언어로 희소 행렬의 자료 구조를 선언하면 다음과 같다.

```
#define MAX_TERMS 101
typedef struct {
        int col;
        int row;
        int value;
} term;
term a[MAX_TERMS];
```

- *a*[0].*row*: 행의 수
- *a*[0].*col*: 열의 수
- *a*[0].*value*: 0이 아닌 항의 수

희소(sparse) 행렬의 표현된 모습

	row	col	value
a[0]	6	6	8
[1]	0	0	15
[2]	0	3	22
[3]	0	5	15
[4]	1	1	11
[5]	1	2	3
[6]	2	3	-6
[7]	4	0	91
[8]	5	2	28

- 공간 복잡도(space complexity)

  $S(n, m) = 3 * t$ where

  t: 0이 아닌 항의 수

- 공간복잡도는 행과 열의 수에 무관하며 0이 아닌 값과 관계있다.

4. 다차원 배열의 저장

- 1차원 배열은 기억장소에 순서대로 저장한다.
- N차원 배열이 어떻게 1차원의 물리적인 기억장소에 저장이 될까?
- N차원 배열의 임의의 원소는 기억장소의 어디에 저장되어 있는가?

```
int a[upper0][upper1]···[uppern-1] /* 선언 */
```

- 배열의 전체 원소의 수

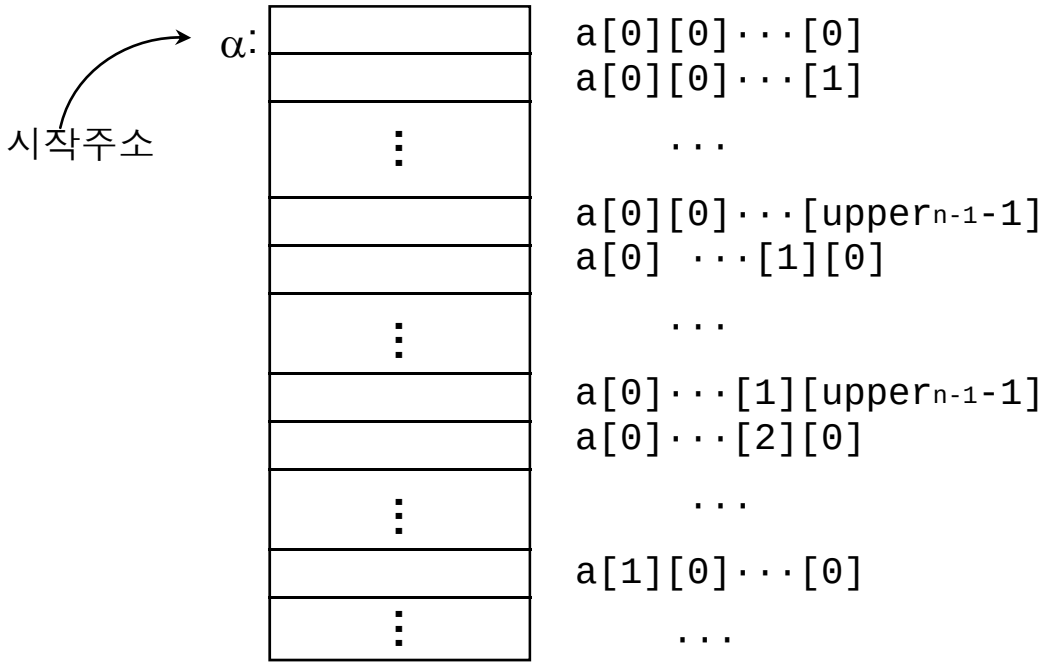
$$\prod_{i=0}^{n-1} upper_i$$

예) int a[6][7][8]으로 선언될 때
- 전체 원소의 수 = 6 * 7 * 8 = 336 (units)

❖ 다차원 배열의 저장 방법

- 행 우선저장(row major order) – 1행, 2행, 3행 … 순으로 저장
- 열 우선저장(column major order) – 1열, 2열, 3열 … 순으로 저장

예) 행 우선저장(rows major order)으로 저장했을 때



a[2][5]···[3] 항은 기억 장소의 어디에 있을까?
- 시작주소 + 시작부터의 위치
- α : 시작주소라고 가정

✓ **1 차원 배열** a[u0]에서 a[i]은 ?

a[0]	:	α
a[1]	:	α + 1
⋮		⋮
a[u0-1]	:	α + (u0 - 1)

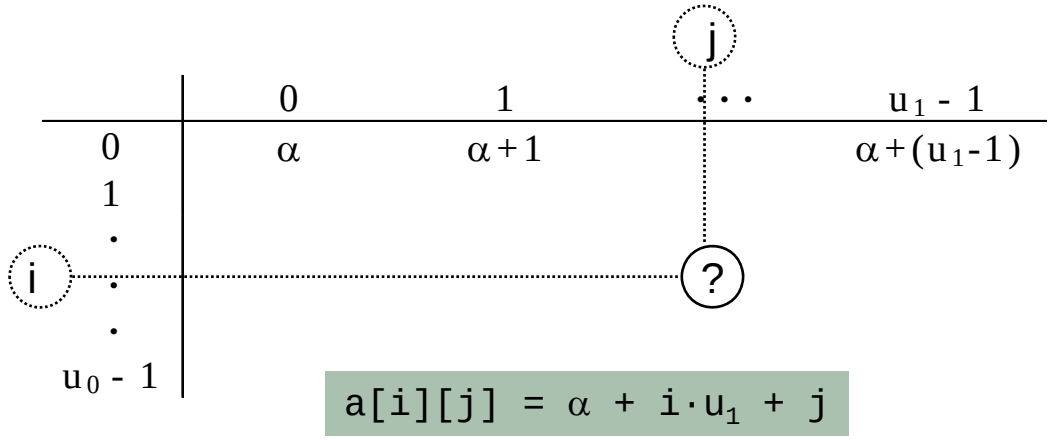
a[i] = α + i

예) int x[8]로 선언되어 있을 때, x[0]의 주소가 100번지이면,

x[5]의 주소는?(integer 형이 기억장소를 2 byte 차지한다고 가정)

-> int[5]의 주소 = 100 + 5 X 2 = 110 번지

✓ **2 차원 배열에서 a[u0][u1]는 ?**



$a[i][j] = \alpha + i \cdot u_1 + j$

예) int x[4][5]로 선언되어 있을 때, x[0][0]의 주소가 100번지이면, X[2][3]의 주소는?

(행우선 저장, integer 형이 기억장소를 2 byte 차지한다고 가정)

-> X[2][3]의 주소 = 100 + 2 (2 X 5 + 3) = 126 번지

✓ **3 차원 배열에서 a[u0][u1][u2]는 ?**

$$a[i][j][k] = \alpha + i \cdot u_1 \cdot u_2 + j \cdot u_2 + k$$
$$= \alpha + u_2[i \cdot u_1 \cdot + j] + k$$

예) int x[3][4][5]로 선언되어 있을 때, x[0][0][0]의 주소가 100번지이면, int[2][3][4]의 주소는?
(행우선 저장, integer 형이 기억장소를 2 byte 차지한다고 가정)

-> X[2][3][4]의 주소 = 100 + 2 (2 X 4 X 5 + 3 X 5 + 4)

예) int x[3][4][5]로 선언되어 있을 때, x[0][0][0]의 주소가 100번지이면, int[2][3][4]의 주소는?
(열우선 저장, integer 형이 기억장소를 2 byte 차지한다고 가정)

-> X[2][3][4]의 주소 = 100 + 2 (2 + 3 X 3 + 4 X 3 X 4)

✓ **N 차원 배열의 경우 a[u0][u1]···[un-1]는 ?**

$$a[i_0][i_1]\cdots[i_{n-1}]$$
$$= \alpha + \sum i_j \cdot a_j \ , \quad a_j = \prod u_k, \ 0 < j < n-1$$
$$a_{n-1} = 1$$

Q/A

1. **(배열의 저장)** – 시작위치가 100이고 원소의 길이가 4바이트인 1차원 리스트가 배열에 저장되어 있을 때 9번째 원소의 주소는 얼마인가?

2. **(2차원 배열의 저장)** 행우선 저장방식의 2차원 배열 int A[5][3]에서 A[3][1]은 몇 번째 원소인가?

3. **(2차원 배열의 저장)** 행우선 저장방식의 2차원 배열 int A[5][3]에서 A[3][1]의 주소는?
   A[0][0]은 100번지에 저장되어 있고 int 는 4바이트씩 차지한다.

4. **(3차원 배열의 저장)** 열우선 저장방식의 3차원 배열 int A[5][3][4]에서 A[3][1][2]의 주소는?
   A[0][0][0]은 100번지에 저장되어 있고 int 는 4바이트씩 차지한다.

Review

⦿ 리스트는 가장 많이 사용되는 자료의 형태이다.

배열은 프로그램 언어에서 데이터 타입이다.

리스트를 배열을 이용하면 쉽게 표현할 수 있다.

다차원 배열을 기억장소에 표현하는 방법은 행우선과 열우선 방법이 있다.

⦿ 구조체는 여러 개의 다른 데이터를 한 개의 데이터로 묶는데 사용한다.

구조체의 특별한 형태로 자기 참조 구조체가 있다.

(일상생활 데이터)	(컴퓨터 데이터)
이름, 나이, 주민등록번호	데이터들
나이의 모임, 이름의 모임	배열
한 사람에 관한 데이터(이름, 나이, ...)	구조체
여러 사람의 데이터	구조체의 배열

⦿ 포인터 타입(주소 값)

- 데이터가 저장된 기억장소 주소를 다루는 타입을 포인터 타입이라 한다.
- 선언은 *, 변수의 주소 값은 &, 주소 값의 참조는 * 연산자를 이용한다.
- 배열 변수는 자동으로 포인터 형으로 선언된다.