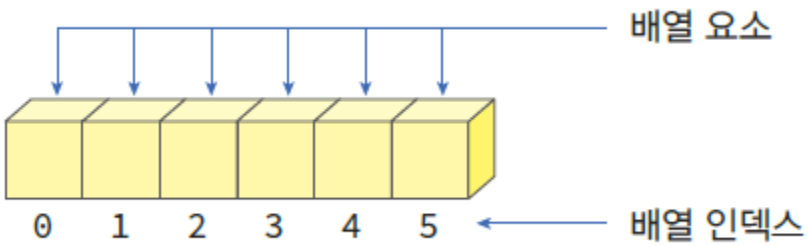
3장 배열, 구조체, 포인터

배열이란?

- 같은 형의 변수를 여러 개 만드는 경우에 사용
  - int list1, list2, list3, list4, list5, list6; → int list[6];



배열 ADT

ADT 3.1 Array

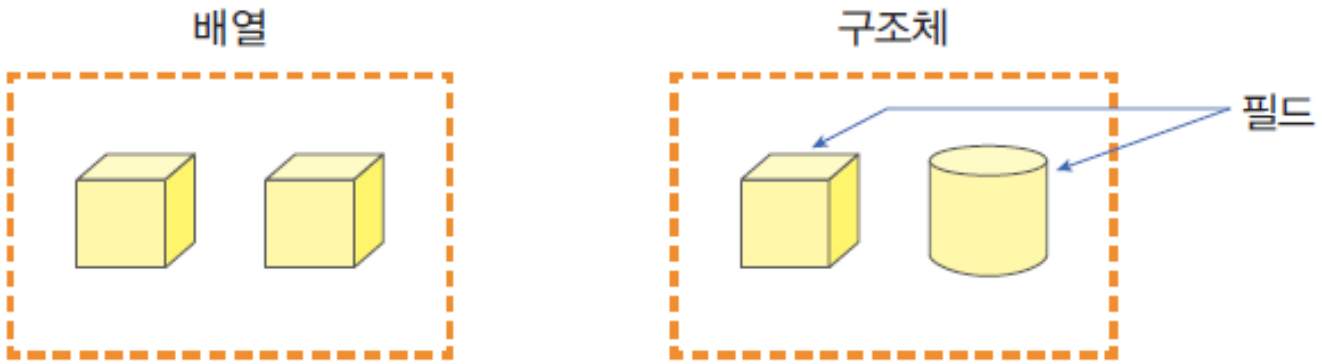
객체: <인덱스, 값> 쌍의 집합

연산:

- create(size) ::= size개의 요소를 저장할 수 있는 배열 생성
- get(A, i) ::= 배열 A의 i번째 요소 반환.
- set(A, i, v) ::= 배열 A의 i번째 위치에 값 v 저장.

구조체

- 구조체(structure): 타입이 다른 데이터를 하나로 묶는 방법
- 배열(array): 타입이 같은 데이터들을 하나로 묶는 방법



구조체의 사용 예

- 구조체의 선언과 구조체 변수의 생성

```
struct studentTag {
        char name[10];    // 문자배열로 된 이름
        int age;          // 나이를 나타내는 정수값
        double gpa;       // 평균평점을 나타내는 실수값
};
```

```
struct studentTag s1;

strcpy(s.name, "kim");
s.age = 20;
s.gpa = 4.3;
```

typedef


```
typedef studentTag {
        char name[10];    // 문자배열로 된 이름
        int age;          // 나이를 나타내는 정수값
        double gpa;       // 평균평점을 나타내는 실수값
} student;


student s;

student s = { "kim", 20, 4.3 };
```

예제


```
#include <stdio.h>

typedef struct studentTag {
        char name[10];    // 문자배열로 된 이름
        int age;          // 나이를 나타내는 정수값
        double gpa;       // 평균평점을 나타내는 실수값
} student;

int main(void)
{
        student a = { "kim", 20, 4.3 };
        student b = { "park", 21, 4.2 };
        return 0;
}
```

배열의 응용: 다항식

- 다항식의 일반적인 형태

$$p(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \ldots + a_1 x + a_0$$

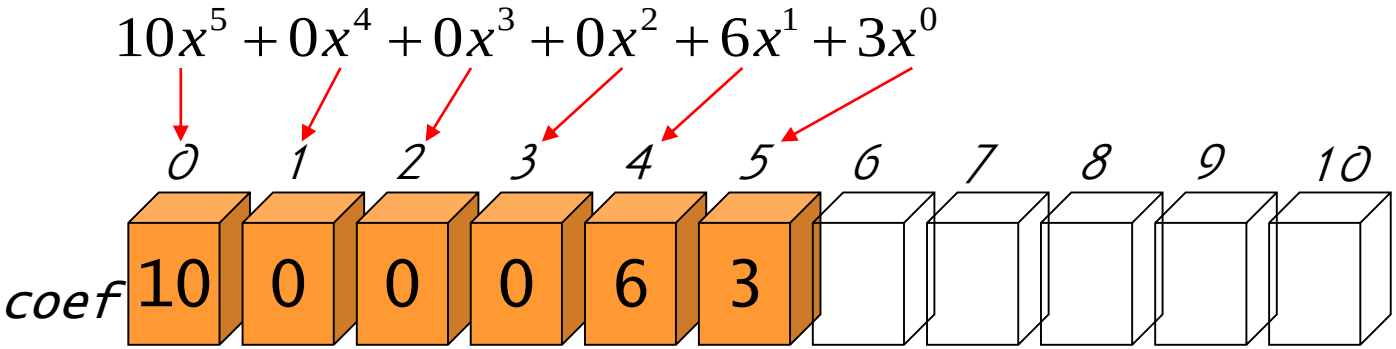
- 프로그램에서 다항식을 처리하려면 다항식을 위한 자료구조가 필요-> 어떤 자료구조를 사용해야 다항식의 덧셈, 뺄셈,곱셈, 나눗셈 연산을 할 때 편리하고 효율적일까?

배열의 응용: 다항식

- 배열을 사용한 2가지 방법
  1) 다항식의 모든 항을 배열에 저장
  2) 다항식의 0이 아닌 항만을 배열에 저장

다항식 표현 방법 #1

- 모든 차수에 대한 계수값을 배열로 저장
- 하나의 다항식을 하나의 배열로 표현

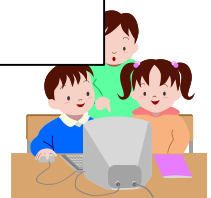


다항식 표현 방법 #1 polynomial1.c (1/3)


```c
#include <stdio.h>
#define MAX(a,b) (((a)>(b))?(a):(b))
#define MAX_DEGREE 101

typedef struct {                    // 다항식 구조체 타입 선언
    int degree;                     // 다항식의 차수
    float coef[MAX_DEGREE]; // 다항식의 계수
} polynomial;

// C = A+B 여기서 A와 B는 다항식이다. 구조체가 반환된다.
polynomial poly_add1(polynomial A, polynomial B)
{
    polynomial C;                               // 결과 다항식
    int Apos = 0, Bpos = 0, Cpos = 0;   // 배열 인덱스 변수
    int degree_a = A.degree;
    int degree_b = B.degree;
    C.degree = MAX(A.degree, B.degree); // 결과 다항식 차수
```

다항식 표현 방법 #1 polynomial1.c (2/3)


```
19      while (Apos <= A.degree && Bpos <= B.degree) {
20          if (degree_a > degree_b) {          // A항 > B항
21              C.coef[Cpos++] = A.coef[Apos++];
22              degree_a--;
23          }
24          else if (degree_a == degree_b) {    // A항 == B항
25              C.coef[Cpos++] = A.coef[Apos++] + B.coef[Bpos++];
26              degree_a--; degree_b--;
27          }
28          else {                              // B항 > A항
29              C.coef[Cpos++] = B.coef[Bpos++];
30              degree_b--;
31          }
32      }
33      return C;
34  }
35
36  void print_poly(polynomial p)
37  {
38      for (int i = p.degree; i>0; i--)
39          printf("%3.1fx^%d + ", p.coef[p.degree - i], i);
40      printf("%3.1f \n", p.coef[p.degree]);
41  }
```



다항식 표현 방법 #1 polynomial1.c (3/3)


```
43  // 주 함 수
44  int main(void)
45  {
46      polynomial a = { 5,{ 3, 6, 0, 0, 0, 10 } };
47      polynomial b = { 4,{ 7, 0, 5, 0, 1 } };
48      polynomial c;
49
50      print_poly(a);
51      print_poly(b);
52      c = poly_add1(a, b);
53      printf("-----------------------------------------------------------------------\n");
54      print_poly(c);
55      return 0;
56  }
```

```
3.0x^5 + 6.0x^4 + 0.0x^3 + 0.0x^2 + 0.0x^1 + 10.0
7.0x^4 + 0.0x^3 + 5.0x^2 + 0.0x^1 + 1.0
-----------------------------------------------------------------------
3.0x^5 + 13.0x^4 + 0.0x^3 + 5.0x^2 + 0.0x^1 + 11.0


--------------------------------
Process exited after 0.0655 seconds with return value 0
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

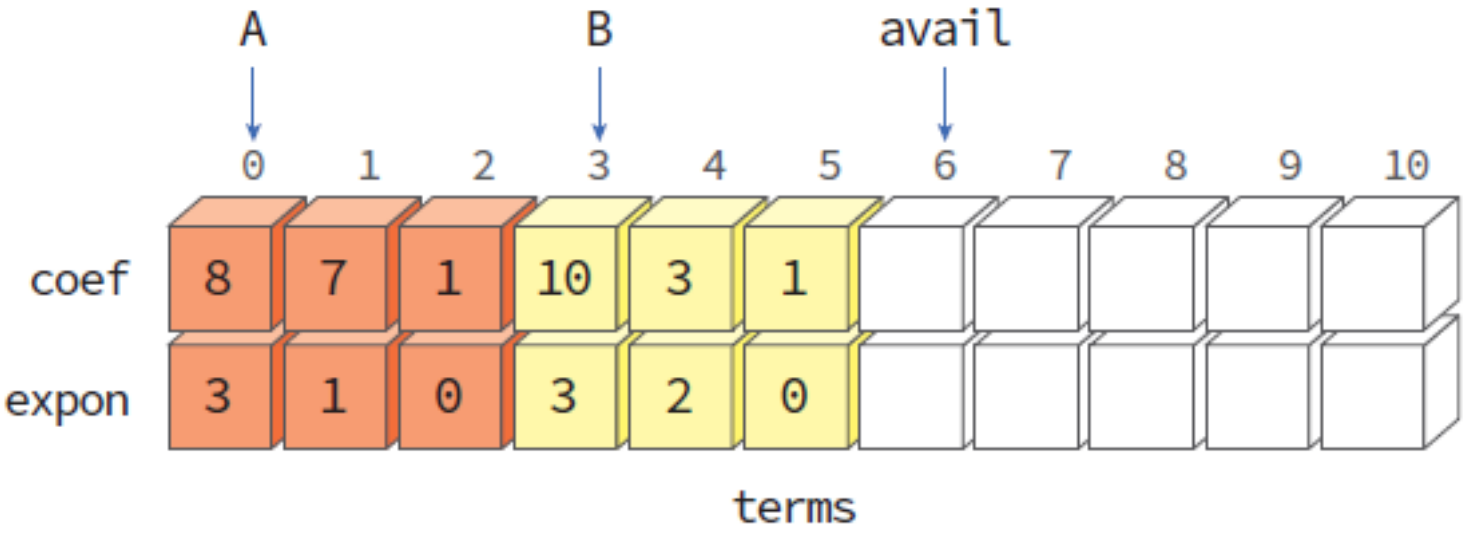
다항식 표현 방법 #2

- 다항식에서 0이 아닌 항만을 배열에 저장
- (계수, 차수) 형식으로 배열에 저장
  - (예) $10x^5+6x+3$ -> ((10,5), (6,1), (3,0))

```
#define MAX_TERMS 101
struct {
        float coef;
        int expon;
} terms[MAX_TERMS];
int avail;
```

예제

$A = 8x^3 + 7x + 1, \qquad B = 10x^3 + 3x^2 + 1$



다항식 표현 방법 #2: polynomial2.c (1/3)


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

#define MAX_TERMS 101
typedef struct {
    float coef;
    int expon;
} polynomial;
polynomial terms[MAX_TERMS] = { { 8,3 },{ 7,1 },{ 1,0 },{ 10,3 },{ 3,2 },{ 1,0 } };
int avail = 6;

// 두 개의 정수를 비교;
char compare(int a, int b)
{
    if (a>b) return '>';
    else if (a == b) return '=';
    else return '<';
}

// 새로운 항을 다항식에 추가한다.
void attach(float coef, int expon)
{
    if (avail>MAX_TERMS) {
        fprintf(stderr, "항의 개수가 너무 많음\n");
        exit(1);
    }
    terms[avail].coef = coef;
    terms[avail].expon = expon;
    avail++;
}
```

다항식 표현 방법 #2: polynomial2.c (2/3)


```
32  // C = A + B
33  void poly_add2(int As, int Ae, int Bs, int Be, int *Cs, int *Ce)
34  {
35      float tempcoef;
36      *Cs = avail;
37      while (As <= Ae && Bs <= Be)
38          switch (compare(terms[As].expon, terms[Bs].expon)) {
39          case '>':   // A의 차수 > B의 차수
40              attach(terms[As].coef, terms[As].expon);
41              As++;           break;
42          case '=':   // A의 차수 == B의 차수
43              tempcoef = terms[As].coef + terms[Bs].coef;
44              if (tempcoef)
45                  attach(tempcoef, terms[As].expon);
46              As++; Bs++;     break;
47          case '<':   // A의 차수 < B의 차수
48              attach(terms[Bs].coef, terms[Bs].expon);
49              Bs++;           break;
50          }
51      // A의 나머지 항들을 이동함.
52      for (; As <= Ae; As++)
53          attach(terms[As].coef, terms[As].expon);
54      // B의 나머지 항들을 이동함.
55      for (; Bs <= Be; Bs++)
56          attach(terms[Bs].coef, terms[Bs].expon);
57      *Ce = avail - 1;
58  }
```

다항식 표현 방법 #2: polynomial2.c (3/3)


```
60  void print_poly(int s, int e)
61  {
62      for (int i = s; i < e; i++)
63          printf("%3.1fx^%d + ", terms[i].coef, terms[i].expon);
64      printf("%3.1fx^%d\n", terms[e].coef, terms[e].expon);
65  }
66
67
68  int main(void)
69  {
70      int As = 0, Ae = 2, Bs = 3, Be = 5, Cs, Ce;
71      poly_add2(As, Ae, Bs, Be, &Cs, &Ce);
72      print_poly(As, Ae);
73      print_poly(Bs, Be);
74      printf("--------------------------------------------------------------------------------\n");
75      print_poly(Cs, Ce);
76      return 0;
77  }
```

```
8.0x^3 + 7.0x^1 + 1.0x^0
10.0x^3 + 3.0x^2 + 1.0x^0
--------------------------------------------------------------------------------
18.0x^3 + 3.0x^2 + 7.0x^1 + 2.0x^0


--------------------------------
Process exited after 0.05527 seconds with return value 0
계속하려면 아무 키나 누르십시오 . . .
```

희소행렬

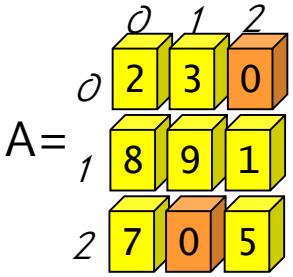
- 배열을 이용하여 행렬(matrix)을 표현하는 2가지 방법
  - (1) 2차원 배열을 이용하여 배열의 전체 요소를 저장하는 방법
  - (2) 0이 아닌 요소들만 저장하는 방법
- 희소행렬: 대부분의 항들이 0인 배열

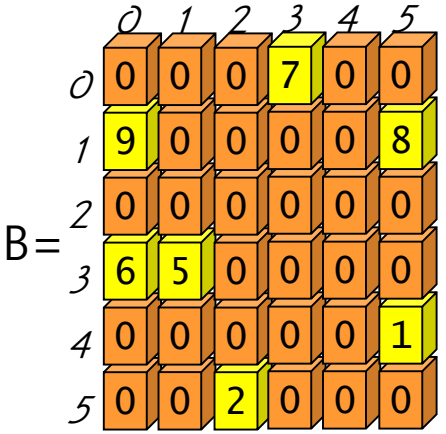
$$A=\begin{bmatrix}2 & 3 & 0\\ 8 & 9 & 1\\ 7 & 0 & 5\end{bmatrix} \quad B=\begin{bmatrix}0 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0\\ 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 6 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

희소행렬 표현방법 #1

- 2차원 배열을 이용하여 배열의 전체 요소를 저장하는 방법
  - 장점: 행렬의 연산들을 간단하게 구현할 수 있다.
  - 단점: 대부분의 항들이 0인 희소 행렬의 경우 많은 메모리 공간 낭비

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 8 & 9 & 1 \\ 7 & 0 & 5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$





행렬 전치: matrix1.c (1/2)


```c
#include <stdio.h>
#define ROWS 3
#define COLS 3

// 행렬 전치 함수
void matrix_transpose(int A[ROWS][COLS], int B[ROWS][COLS])
{
    for (int r = 0; r<ROWS; r++)
        for (int c = 0; c<COLS; c++)
            B[c][r] = A[r][c];
}

void matrix_print(int A[ROWS][COLS])
{
    printf("====================\n");
    for (int r = 0; r<ROWS; r++) {
        for (int c = 0; c<COLS; c++)
            printf("%d ", A[r][c]);
        printf("\n");
    }
    printf("====================\n");
}
```

행렬 전치: matrix1.c (2/2)


```
24  int main(void)
25  {
26      int array1[ROWS][COLS] = { { 2,3,0 },
27                                 { 8,9,1 },
28                                 { 7,0,5 } };
29      int array2[ROWS][COLS];
30
31      matrix_transpose(array1, array2);
32      matrix_print(array1);
33      matrix_print(array2);
34      return 0;
35  }
```

실행 결과

```
====================
2 3 0
8 9 1
7 0 5
====================
====================
2 8 7
3 9 0
0 1 5
====================
```

희소행렬 표현방법 #2

- 0이 아닌 요소들만 저장하는 방법
  - 장점: 희소 행렬의 경우, 메모리 공간의 절약
  - 단점: 각종 행렬 연산들의 구현이 복잡해진다.

$$A=\begin{bmatrix}2&3&0\\8&9&1\\7&0&5\end{bmatrix}\quad B=\begin{bmatrix}0&0&0&7&0&0\\9&0&0&0&0&8\\0&0&0&0&0&0\\6&5&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&1\\0&0&2&0&0&0\end{bmatrix}$$

A=

	행	열	값
0	0	0	2
1	0	1	3
2	1	0	8
	1	1	9
4	1	2	1
5	2	0	7
6	2	2	5

B=

	행	열	값
0	0	3	7
1	1	0	9
2	1	5	8
3	3	0	6
4	3	1	5
5	4	5	1
6	5	2	2

행렬전치: matrix2.c (1/3)


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

#define MAX_TERMS 100
typedef struct {
    int row;
    int col;
    int value;
} element;

typedef struct SparseMatrix {
    element data[MAX_TERMS];
    int rows;   // 행의 개수
    int cols;   // 열의 개수
    int terms;  // 항의 개수
} SparseMatrix;
```

행렬전치: matrix2.c (2/3)


```
18  SparseMatrix matrix_transpose2(SparseMatrix a)
19  {
20      SparseMatrix b;
21
22      int bindex;     // 행렬 b에서 현재 저장 위치
23      b.rows = a.cols;
24      b.cols = a.rows;
25      b.terms = a.terms;
26
27      if (a.terms > 0) {
28          bindex = 0;
29          for (int c = 0; c < a.cols; c++) {
30              for (int i = 0; i < a.terms; i++) {
31                  if (a.data[i].col == c) {
32                      b.data[bindex].row = a.data[i].col;
33                      b.data[bindex].col = a.data[i].row;
34                      b.data[bindex].value = a.data[i].value;
35                      bindex++;
36                  }
37              }
38          }
39      }
40      return b;
41  }
```

행렬전치: matrix2.c (3/3)


```c
void matrix_print(SparseMatrix a)
{
    printf("====================\n");
    for (int i = 0; i<a.terms; i++) {
        printf("(%d, %d, %d) \n", a.data[i].row, a.data[i].col, a.data[i].value);
    }
    printf("====================\n");
}

int main(void)
{
    SparseMatrix m = {
        { { 0, 3, 7 },{ 1, 0, 9 },{ 1, 5, 8 },{ 3, 0, 6 },{ 3, 1, 5 },{ 4, 5, 1 },{ 5, 2, 2 } },
        6,
        6,
        7
    };
    SparseMatrix result;

    result = matrix_transpose2(m);
    matrix_print(result);
    return 0;
}
```

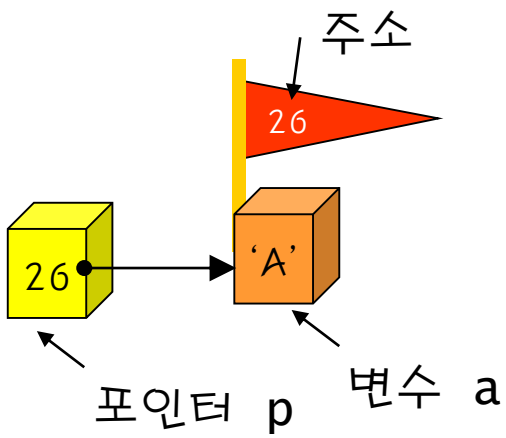
실행 결과

```
====================
(0, 1, 9)
(0, 3, 6)
(1, 3, 5)
(2, 5, 2)
(3, 0, 7)
(5, 1, 8)
(5, 4, 1)
====================
```

포인터(pointer)

- 포인터: 다른 변수의 주소를 가지고 있는 변수

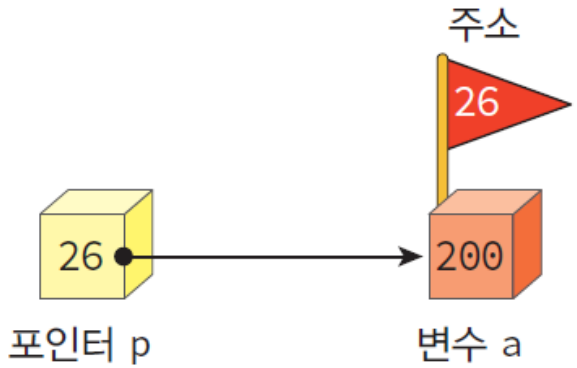
```
char a='A';
char *p;
p = &a;
```



포인터(pointer)

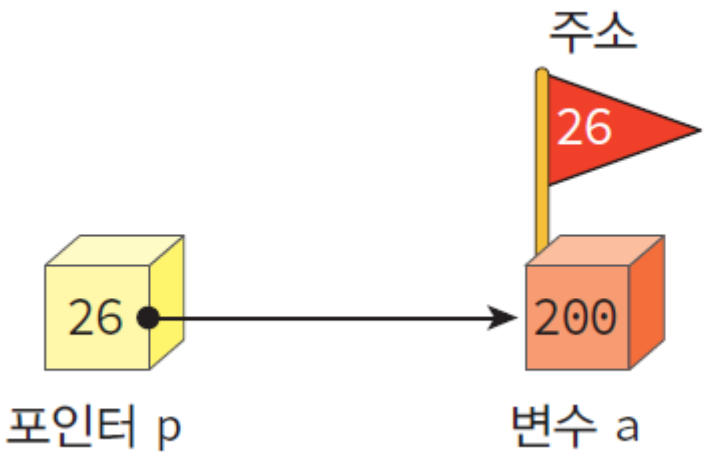
- 포인터가 가리키는 내용의 변경: * 연산자 사용

```
*p= 'B';
```



포인터와 관련된 연산자

- & 연산자: 변수의 주소를 추출
- * 연산자: 포인터가 가리키는 곳의 내용을 추출



다양한 포인터

- 포인터의 종류

```
int *p;          // p는 int형 변수를 가리키는 포인터
float *pf;       // pf는 double형 변수를 가리키는 포인터
char *pc;        // pc는 char형 변수를 가리키는 포인터
```

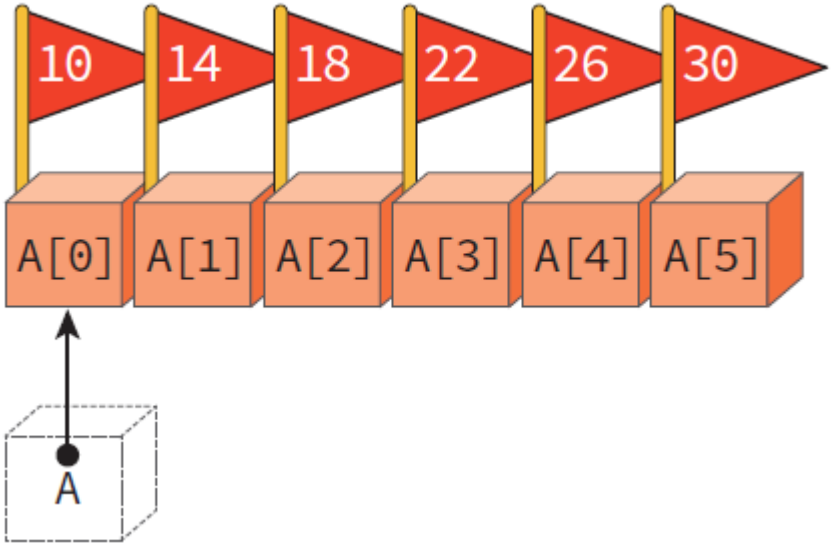
함수의 매개변수로 포인터 사용하기

- 함수 안에서 매개변수로 전달된 포인터를 이용하여 외부 변수의 값 변경 가능

```
#include <stdio.h>
void swap(int *px, int *py)
{
        int tmp;
        tmp = *px;
        *px = *py;
        *py = tmp;
}

int main(void)
{
        int a = 1, b = 2;
        printf("swap을 호출하기 전: a=%d, b=%d\n", a, b);
        swap(&a, &b);
        printf("swap을 호출한 다음: a=%d, b=%d\n", a, b);
        return 0;
}
```

배열과 포인터

- 배열의 이름: 사실상의 포인터와 같은 역할



배열과 포인터 예제: array1.c

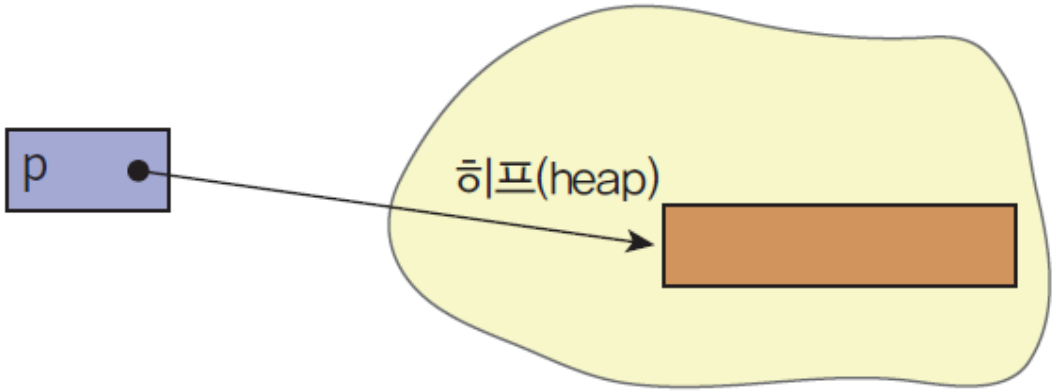

```c
#include <stdio.h>
#define SIZE 6

void get_integers(int list[])
{
    printf("6개의 정수를 입력하시오: ");
    for (int i = 0; i < SIZE; ++i) {
        scanf("%d", &list[i]);
    }
}

int cal_sum(int list[])
{
    int sum = 0;
    for (int i = 0; i < SIZE; ++i) {
        sum += *(list + i);
    }
    return sum;
}

int main(void)
{
    int list[SIZE];
    get_integers(list);
    printf("합 = %d \n", cal_sum(list));
    return 0;
}
```

실행 결과

```
6개의 정수를 입력하시오: 2 3 4 5 6 7
합 = 27
```

동적 메모리 할당

- 동적 메모리 할당
  - 프로그램의 실행 도중에 메모리를 할당 받는 것
  - 필요한 만큼만 할당을 받고 또 필요한 때에 사용하고 반납
  - 메모리를 매우 효율적으로 사용가능



동적 메모리 할당

- 전형적인 동적 메모리 할당 코드

```
main()
{
    int *pi;
    pi = (int *)malloc(sizeof(int));    // 동적 메모리 할당
    ...
    ...                                 // 동적 메모리  사용
    ...
    free(pi);                           // 동적 메모리 반납
}
```

동적 메모리 할당 예제: malloc.c


```c
// MALLOC.C: malloc을 이용하여 정수 10개를 저장할 수 있는 동적 메모리를
// 할당하고 free를 이용하여 메모리를 반납한다.
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <malloc.h>

#define SIZE 10

int main(void)
{
    int *p;

    p = (int *)malloc(SIZE * sizeof(int));
    if (p == NULL)
    {
        fprintf(stderr, "메모리가 부족해서 할당할 수 없습니다.\n");
        exit(1);
    }

    for (int i = 0; i<SIZE; i++)
        p[i] = i;

    for (int i = 0; i<SIZE; i++)
        printf("%d ", p[i]);

    free(p);
    return 0;
}
```

실행 결과

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```

동적 메모리 할당: malloc2.c


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

typedef struct  studentTag {
    char name[10];  // 문자배열로 된 이름
    int age;        // 나이를 나타내는 정수값
    double gpa;     // 평균평점을 나타내는 실수값
} student;

int main(void)
{
    student *s;

    s = (student *)malloc(sizeof(student));
    if (s == NULL) {
        fprintf(stderr, "메모리가 부족해서 할당할 수 없습니다.\n");
        exit(1);
    }

    strcpy(s->name, "Park");
    s->age = 20;

    free(s);
    return 0;
}
```