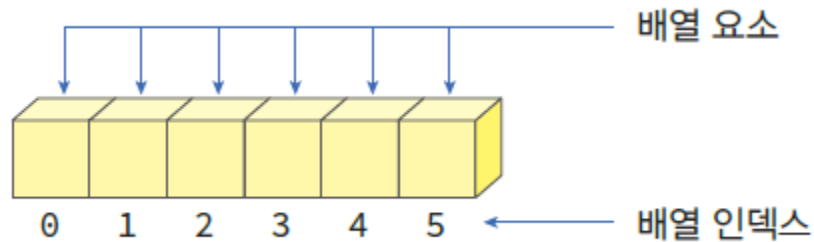


배열구조체포인터

2023학년도 1학기
담당교수: 김 성 업

배열이란?

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

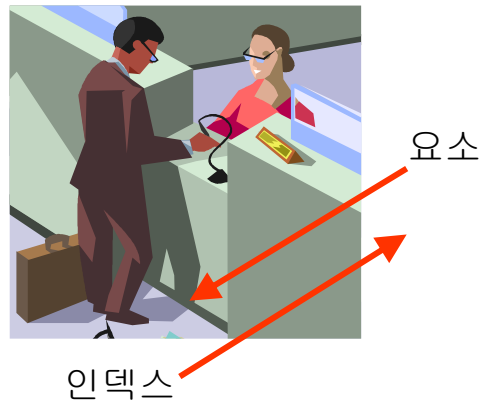


ADT 3.1 Array

객체: <인덱스, 값> 쌍의 집합

연산:

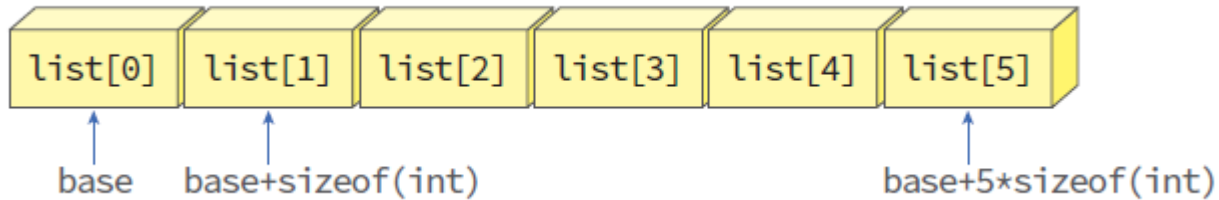
- `create(size) ::= size`개의 요소를 저장할 수 있는 배열 생성
- `get(A, i) ::=` 배열 `A`의 `i`번째 요소 반환.
- `set(A, i, v) ::=` 배열 `A`의 `i`번째 위치에 값 `v` 저장.





1 차원 배열

```
int list[6];  
list[0] = 100;    // set 연산에 해당된다.  
value = list[0];  // get 연산에 해당된다.
```

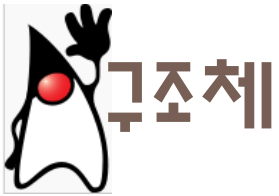


2차원 배열

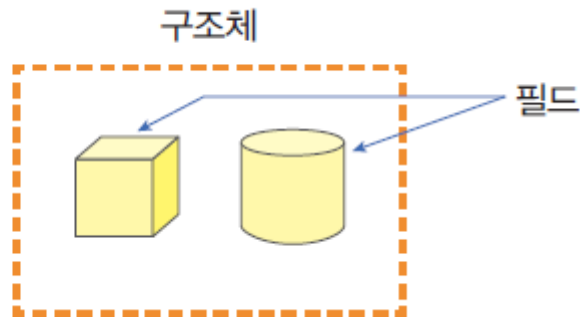
□ `int list[3][5];`

	0열	1열	2열	3열	4열
0행	<code>list[0][0]</code>	<code>list[0][1]</code>	<code>list[0][2]</code>	<code>list[0][3]</code>	<code>list[0][4]</code>
1행	<code>list[1][0]</code>	<code>list[1][1]</code>	<code>list[1][2]</code>	<code>list[1][3]</code>	<code>list[1][4]</code>
2행	<code>list[2][0]</code>	<code>list[2][1]</code>	<code>list[2][2]</code>	<code>list[2][3]</code>	<code>list[2][4]</code>





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





구조체의 사용예

□ 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 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 };
```





```
#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

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

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





배열의 응용: 다항식

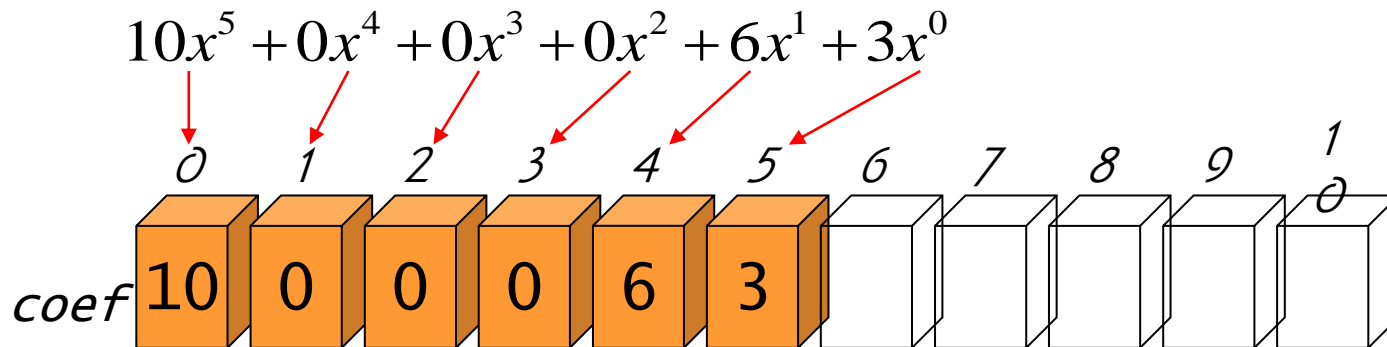
- 배열을 사용한 2가지 방법
 - 1) 다항식의 모든 항을 배열에 저장
 - 2) 다항식의 0이 아닌 항만을 배열에 저장





다항식 표현 방법 #1

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





다항식 표현 방법 #1 (계속)

```
#define MAX_DEGREE 101 // 다항식의 최대차수 + 1  
typedef struct {  
    int degree;  
    float coef[MAX_DEGREE];  
} polynomial;  
polynomial a = { 5, {10, 0, 0, 0, 6, 3} };
```





```
polynomial poly_add1(polynomial A, polynomial B)
```

polynomial C;

// 결과 다항

```
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
```

```
while (Apos <= A.degree && Bpos <= B.degree) {
```

```
if (degree_a > degree_b) { // A항 > B항
```

```
C.coef[Cpos++] = A.coef[Apos++];
```

```
degree_a--;
```

}





다항식 표현 방법 #1 (계속)

```
else if (degree_a == degree_b) { // A항 == B항
    C.coef[Cpos++] = A.coef[Apos++] + B.coef[Bpos++];
    degree_a--; degree_b--;
}
else { // B항 > A항
    C.coef[Cpos++] = B.coef[Bpos++];
    degree_b--;
}
}
return C;
}
void print_poly(polynomial p)
{
    for (int i = p.degree; i>0; i--)
        printf("%3.1fx^%d + ", p.coef[p.degree - i], i);
    printf("%3.1f \n", p.coef[p.degree]);
}
```





다항식 표현 방법 #1 (계속)

```
// 주함수
int main(void)
{
    polynomial a = { 5, { 3, 6, 0, 0, 0, 10 } };
    polynomial b = { 4, { 7, 0, 5, 0, 1 } };
    polynomial c;
    print_poly(a);
    print_poly(b);
    c = poly_add1(a, b);
    printf("-----\n");
    print_poly(c);
    return 0;
}
```





$$3.0x^5 + 6.0x^4 + 0.0x^3 + 0.0x^2 + 0.0x^1 + 10.0$$

$$7.0x^4 + 0.0x^3 + 5.0x^2 + 0.0x^1 + 1.0$$

$$3.0x^5 + 13.0x^4 + 0.0x^3 + 5.0x^2 + 0.0x^1 + 11.0$$





다항식 표현 방법 #2

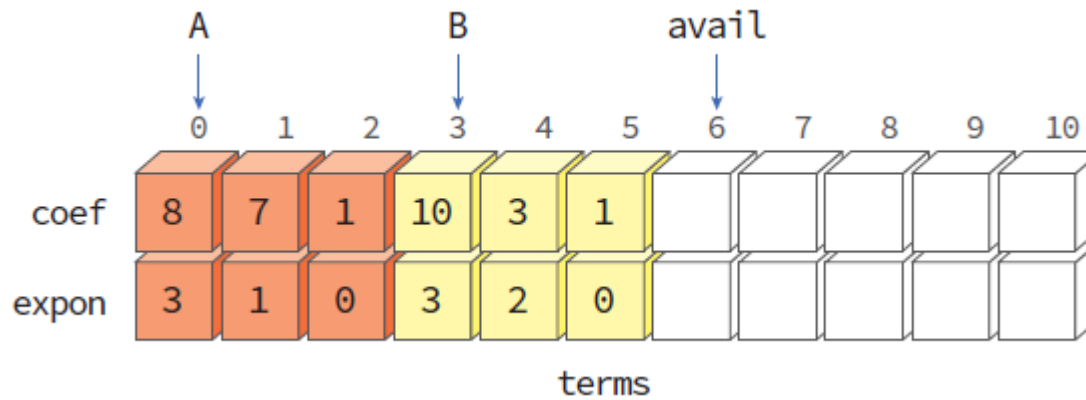
- 다항식에서 0이 아닌 항만을 배열에 저장
- (계수, 차수) 형식으로 배열에 저장
 - ▣ (예) $10x^5+6x+3 \rightarrow ((10,5), (6,1), (3,0))$

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





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





다항식 표현 방법 #2(계속)

```
#define MAX_TERMS 101
struct {
    float coef;
    int expon;
} 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 '<';
}
```





다항식 표현 방법 #2(계속)

// 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;
}
```





다항식 표현 방법 #2(계속)

```
// C = A + B
poly_add2(int As, int Ae, int Bs, int Be, int *Cs, int *Ce)
{
    float tempcoef;
    *Cs = avail;
    while( As <= Ae && Bs <= Be )
        switch(compare(terms[As].expon, terms[Bs].expon)){
            case '>': // A의 차수 > B의 차수
                attach(terms[As].coef, terms[As].expon);
                As++;
                break;
            case '=': // A의 차수 == B의 차수
                tempcoef = terms[As].coef + terms[Bs].coef;
                if( tempcoef )
                    attach(tempcoef, terms[As].expon);
                As++; Bs++;
                break;
            case '<': // A의 차수 < B의 차수
                attach(terms[Bs].coef, terms[Bs].expon);
                Bs++;
                break;
        }
}
```





다항식 표현 방법 #2(계속)

```
// A의 나머지 항들을 이동함
for (; As <= Ae; As++)
    attach(terms[As].coef, terms[As].expon);
// B의 나머지 항들을 이동함
for (; Bs <= Be; Bs++)
    attach(terms[Bs].coef, terms[Bs].expon);
*Ce = avail - 1;
}
void print_poly(int s, int e)
{
    for (int i = s; i < e; i++)
        printf("%3.1fx^%d + ", terms[i].coef, terms[i].expon);
    printf("%3.1fx^%d\n", terms[e].coef, terms[e].expon);
}
```





다항식 표현 방법 #2(계속)

```
//  
int main(void)  
{  
    int As = 0, Ae = 2, Bs = 3, Be = 5, Cs, Ce;  
    poly_add2(As, Ae, Bs, Be, &Cs, &Ce);  
    print_poly(As, Ae);  
    print_poly(Bs, Be);  
    printf("-----\n");  
    print_poly(Cs, Ce);  
    return 0;  
}
```





- 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

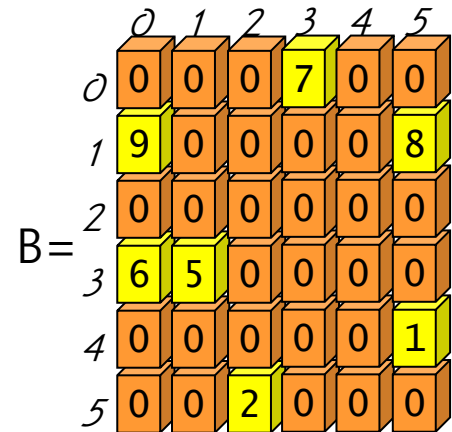
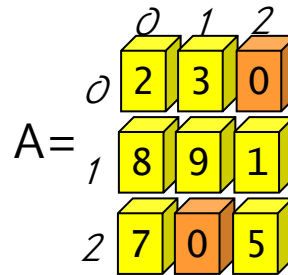
$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 8 & 9 & 1 \\ 7 & 0 & 5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



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 #1

```
#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");
}
```





회소 행렬 #1

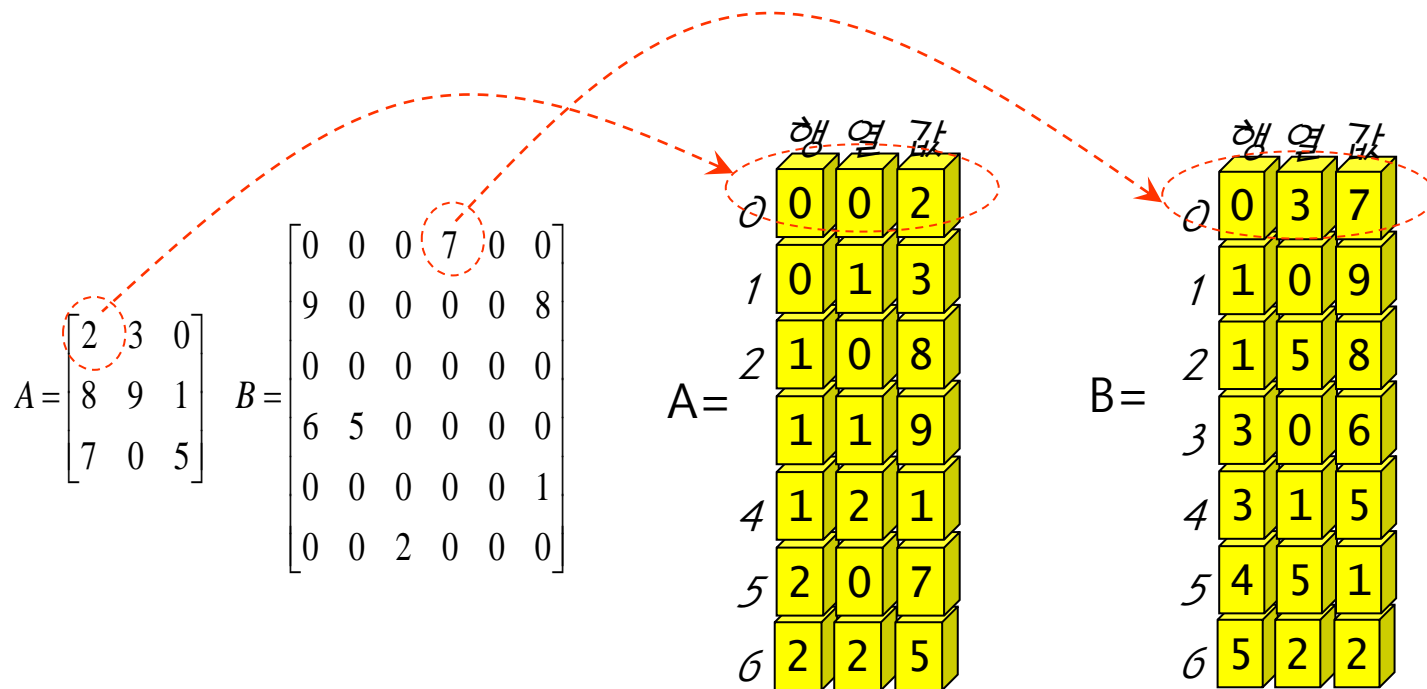
```
int main(void)
{
    int array1[ROWS][COLS] = { { 2,3,0 },
                                { 8,9,1 },
                                { 7,0,5 } };

    int array2[ROWS][COLS];
    matrix_transpose(array1, array2);
    matrix_print(array1);
    matrix_print(array2);
    return 0;
}
```



희소행렬 표현방법 #2

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





희소 행렬 #1

```
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;
```





Sparse Matrix matrix_transpose2(SparseMatrix a)

```
{  
    SparseMatrix b;  
    int bindex;          // 행렬 b에서 현재 저장 위치  
    b.rows = a.rows;  
    b.cols = a.cols;  
    b.terms = a.terms;  
    if (a.terms > 0) {  
        bindex = 0;  
        for (int c = 0; c < a.cols; c++) {  
            for (int i = 0; i < a.terms; i++) {  
                if (a.data[i].col == c) {  
                    b.data[bindex].row = a.data[i].col;  
                    b.data[bindex].col = a.data[i].row;  
                    b.data[bindex].value = a.data[i].value;  
                    bindex++;  
                }  
            }  
        }  
    }  
    return b;  
}
```





회소 행렬 #1

```
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;
}
```



=====

(0, 1, 9)

(0, 3, 6)

(1, 3, 5)

(2, 5, 2)

(3, 0, 7)

(5, 1, 8)

(5, 4, 1)

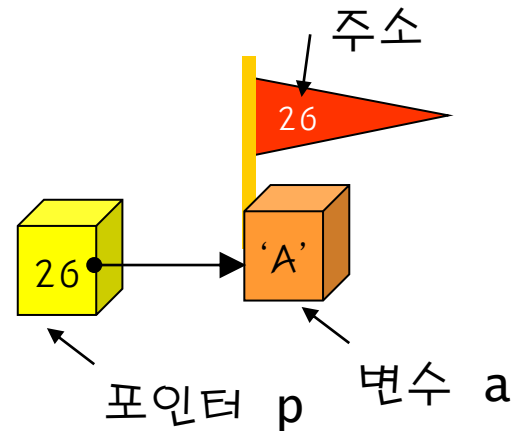
=====



포인터(pointer)

- 포인터: 다른 변수의 주소를 가지고 있는 변수

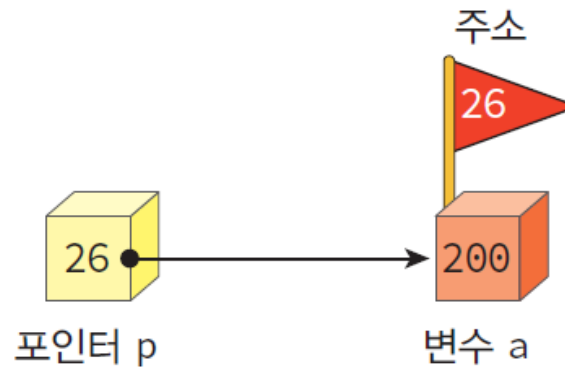
```
char a='A';  
char *p;  
p = &a;
```



포인터(pointer)

- 포인터가 가리키는 내용의 변경: * 연산자 사용

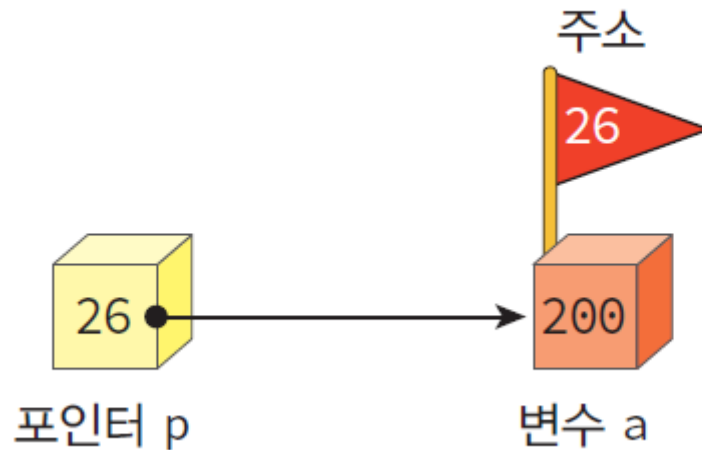
```
*p= 'B';
```





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

- 함수안에서 매개변수로 전달된 포인터를 이용하여 외부 변수의 값 변경 가능

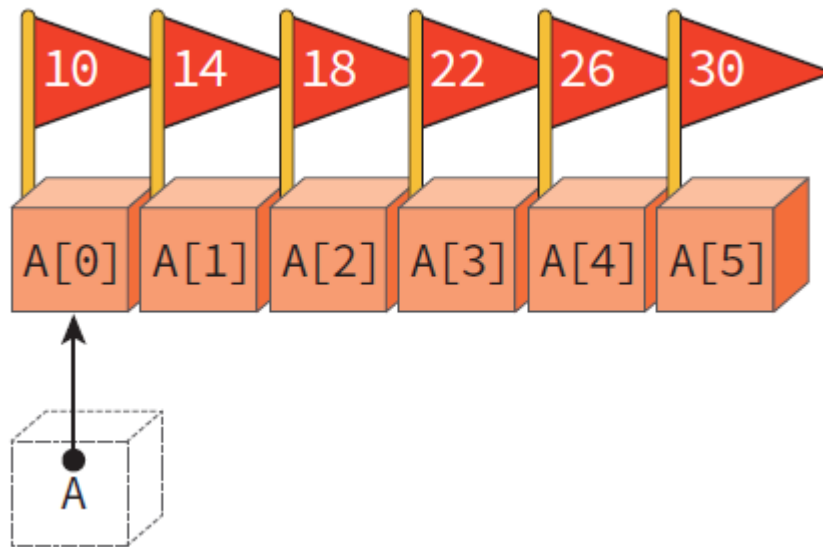
```
#include <stdio.h>
void swap(int *px, int *py)
{
    int tmp;
    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;
}
int main(void)
{
    int a = 1, b = 2;
    printf("swap을 호출하기 전: a=%d, b=%d\n", a, b);
    swap(&a, &b);
    printf("swap을 호출한 다음: a=%d, b=%d\n", a, b);
    return 0;
}
```





배열과 포인터

- 배열의 이름: 사실상의 포인터와 같은 역할





예제

```
#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;
}
```

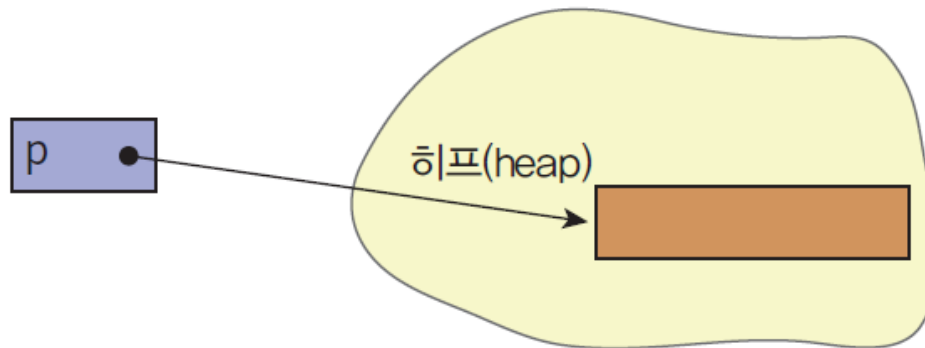




동적 메모리 할당

□ 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: malloc을 이용하여 정수 10를 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;
}
```





0 1 2 3 4 5 6 7 8 9





구조체와 포인터

□ (*ps).i보다 ps->i





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





```
strcpy(p->name, "Park");  
p->age = 20;  
free(s);  
return 0;  
}
```

