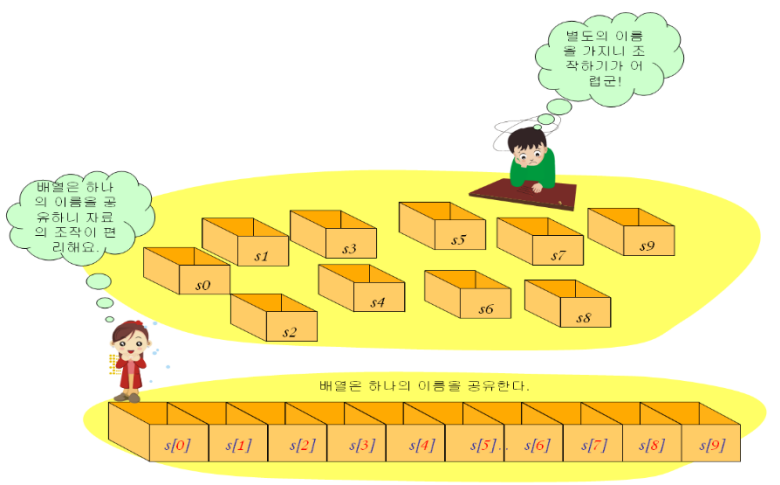
제 10 장

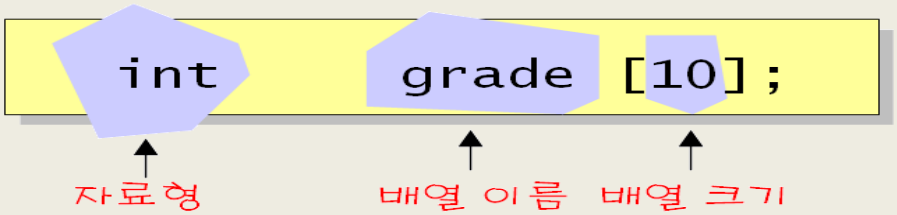
배 열(Array)

배열(Array)

- 2개 이상의 동일한 유형의 데이터가 순차적으로 저장될 수 있는 저장 공간을 나타내는 자료 구조
- 배열 내부의 각 데이터는 정수로 되어 있는 번호(인덱스, 색인)을 통해 액세스(읽기/쓰기) 한다
- 그러면 왜 배열이라는 데이터 유형을 사용할까?



배열의 선언



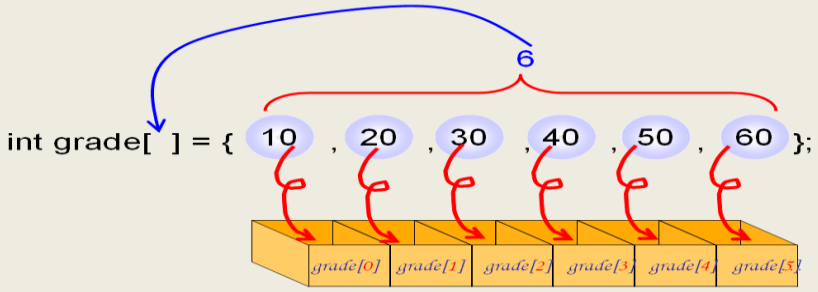
- 자료형: 배열을 구성하는 원소들이 int형라는 것을 의미
- 배열 이름: 배열을 칭하는 이름 (예, grade)으로 배열의 시작 주소이다
- **배열 크기**: 배열을 이루는 원소의 개수
- **배열의 원소는 [] 안의 숫자로 지칭하며 이를 인덱스(index)라고 하며, 인덱스는 항상 0부터 시작한다.**

```
int   score[60];              // 60개의 int형 값을 가지는 배열 grade
float   cost[12];             // 12개의 float형 값을 가지는 배열 cost
char   name[50];              // 50개의 char형 값을 가지는 배열 name
char   src[10], dst[10];      // 2개의 문자형 배열을 동시에 선언
int    index, days[7];        // 일반 변수와 배열을 동시에 선언
```

- 배열 원소의 액세스: 인덱스(index)

```
grade[5] = 80;
grade[1] =  grade[0];
grade[i] = 100;            // i는 정수 변수
grade[i+2] = 100;          // 수식이 인덱스가 된다.
grade[index[3]] = 100;     // index[]는 정수 배열
```

- 배열의 초기화: 묵시적으로 0으로 초기화
  - int grade[5] = { 10,20,30,40,50 };
  - int grade[5] = { 10,20,30 };
- 배열의 크기가 주어지지 않으면 자동적으로 초기값의 개수가 배열의 크기로 잡힌다.



원소 참조 예제

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define SIZE 10

int main(void)
{
        int grade[SIZE];
        int i;

        for(i = 0; i < SIZE; i++)
                grade[i] = rand() % 100;

        printf("====================₩n");
        printf("인덱스      값₩n");
        printf("====================₩n");

        for(i = 0; i < SIZE; i++)
                printf("%5d     %5d₩n", i, grade[i]);
        return 0;
}
```

```
====================
인덱스      값
====================
    0      41
    1      67
    2      34
    3       0
    4      69
    5      24
    6      78
    7      58
    8      62
    9      64
```

예 제

```c
#include <stdio.h>
#define STUDENTS 5

int main(void)
{
        int grade[STUDENTS];
        int sum = 0;
        int i, average;

        for(i = 0; i < STUDENTS; i++)
        {
                printf("학생들의 성적을 입력하시오: ");
                scanf("%d", &grade[i]);
        }
        for(i = 0; i < STUDENTS; i++)
                sum += grade[i];

        average = sum / STUDENTS;
        printf("성적 평균= %d\n", average);
        return 0;
}
```

```
학생들의 성적을 입력하시오: 10
학생들의 성적을 입력하시오: 20
학생들의 성적을 입력하시오: 30
학생들의 성적을 입력하시오: 40
학생들의 성적을 입력하시오: 50
성적 평균 = 30
```

배열의 복사

```
int grade[SIZE];
int score[SIZE];

score = grade;
```

잘못된 방법

// 컴파일 오류!

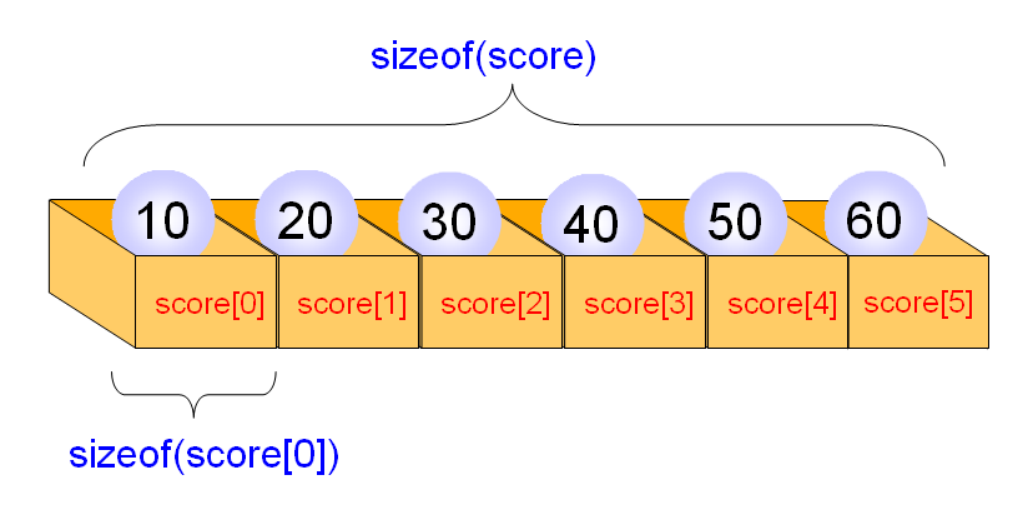
```
#include <stdio.h>
#define SIZE 5

int main(void)
{
        int i;
        int a[SIZE] = {1, 2, 3, 4, 5};
        int b[SIZE];

        for(i = 0; i < SIZE; i++)
                b[i] = a[i];

        return 0;
}
```

올바른 방법

배열의 비교

```
#include <stdio.h>
#define SIZE 5

int main(void)
{
        int i;
        int a[SIZE] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
        int b[SIZE] = { 1, 2, 3, 4, 5 };

        if( a == b )                    // ① 올바르지 않은 배열 비교
                printf("잘못된 결과입니다.₩n");
        else
                printf("잘못된 결과입니다.₩n");

        for(i = 0; i < SIZE ; i++) // ② 올바른 배열 비교
        {
                if ( a[i] != b[i] )
                {
                        printf("a[]와 b[]는 같지 않습니다.₩n");
                        return 0;
                }
        }
        printf("a[]와 b[]는 같습니다.₩n");
        return 0;
}
```

원소의 개수 계산




```
int score[] = { 10, 20, 30, 40, 50, 60 };
int i, size;

size = sizeof(score) / sizeof(score[0]);

for(i = 0; i < size ; i++)
        printf("%d ", score[i]);
```

배열 원소 개수 자동 계산

원소 수만큼 * 출력

```c
#include <stdio.h>
#define STUDENTS 5

int main(void)
{
	int grade[STUDENTS] = { 30, 20, 10, 40, 50 };
	int i, s;

	for(i = 0; i < STUDENTS; i++)
	{
		printf("번호 %d: ", i);
		for(s = 0; s < grade[i]; s++)
			printf("*");
		printf("\n");
	}

	return 0;
}
```

```
번호 0: ******************************
번호 1: ********************
번호 2: **********
번호 3: ****************************************
번호 4: **************************************************
```

최소값 탐색

```c
#include <stdio.h>
#define SIZE 10

int main(void)
{
	int grade[SIZE];
	int i, min;

	for(i = 0; i < SIZE; i++)
	{
		printf("성적을 입력하시오: ");
		scanf("%d", &grade[i]);
	}

	min = grade[0];

	for(i = 1; i < SIZE; i++)
	{
		if( grade[i] < min )
			min = grade[i];
	}

	printf("최소값은 %d입니다.\n", min);
	return 0;
}
```

```
숫자를 입력하시오: 50
숫자를 입력하시오: 40
숫자를 입력하시오: 30
숫자를 입력하시오: 20
숫자를 입력하시오: 10
숫자를 입력하시오: 20
숫자를 입력하시오: 30
숫자를 입력하시오: 40
숫자를 입력하시오: 60
숫자를 입력하시오: 70
최소값은 10입니다.
```

주사위 면 빈도 계산

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

#define SIZE 6

int main(void)
{
        int freq[SIZE] = { 0 };             // 주사위의 면의 빈도를 0으로 한다.
        int i;

        for(i = 0; i < 10000; i++)          // 주사위를 10000번 던진다.
                ++freq[ rand() % 6 ];       // 해당면의 빈도를 하나 증가한다.

        printf("====================\n");
        printf("면      빈도\n");
        printf("====================\n");

        for(i = 0; i < SIZE; i++)
                printf("%3d      %3d \n", i, freq[i]);

        return 0;
}
```

```
====================
면      빈도
====================
  0      1657
  1      1679
  2      1656
  3      1694
  4      1652
  5      1662
```

배열과 함수

- 함수의 매개변수로 배열 전체를 사용하는 경우
  - Call By Reference : 참조에 의한 호출
  - 함수 표현은 2가지를 사용할 수 있다 : 포인터, 배열 원본
- 함수의 인수로 배열 전체를 사용하는 경우
  - Call By Reference 방법을 사용하므로, 주소, 즉 배열의 이름을 인수로 사용하여야 한다
- 함수의 인수로 배열의 원소를 사용하는 경우
  - 하나의 데이터 이므로 다른 경우와 동일하게 Call By Value 방법을 사용

함수의 매개변수 설정 및 인수로 배열 전체를 사용

```
#include <stdio.h>
#define STUDENTS 5
int get_average(int score[], int n);      // ①

int main(void)
{
        int grade[STUDENTS] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
        int avg;

        avg = get_average(grade, STUDENTS);
        printf("평균은 %d입니다.₩n", avg);
        return 0;
}

int get_average(int score[], int n)       // ②
{
        int i;
        int sum = 0;

        for(i = 0; i < n; i++)
                sum += score[i];
        return sum / n;
}
```

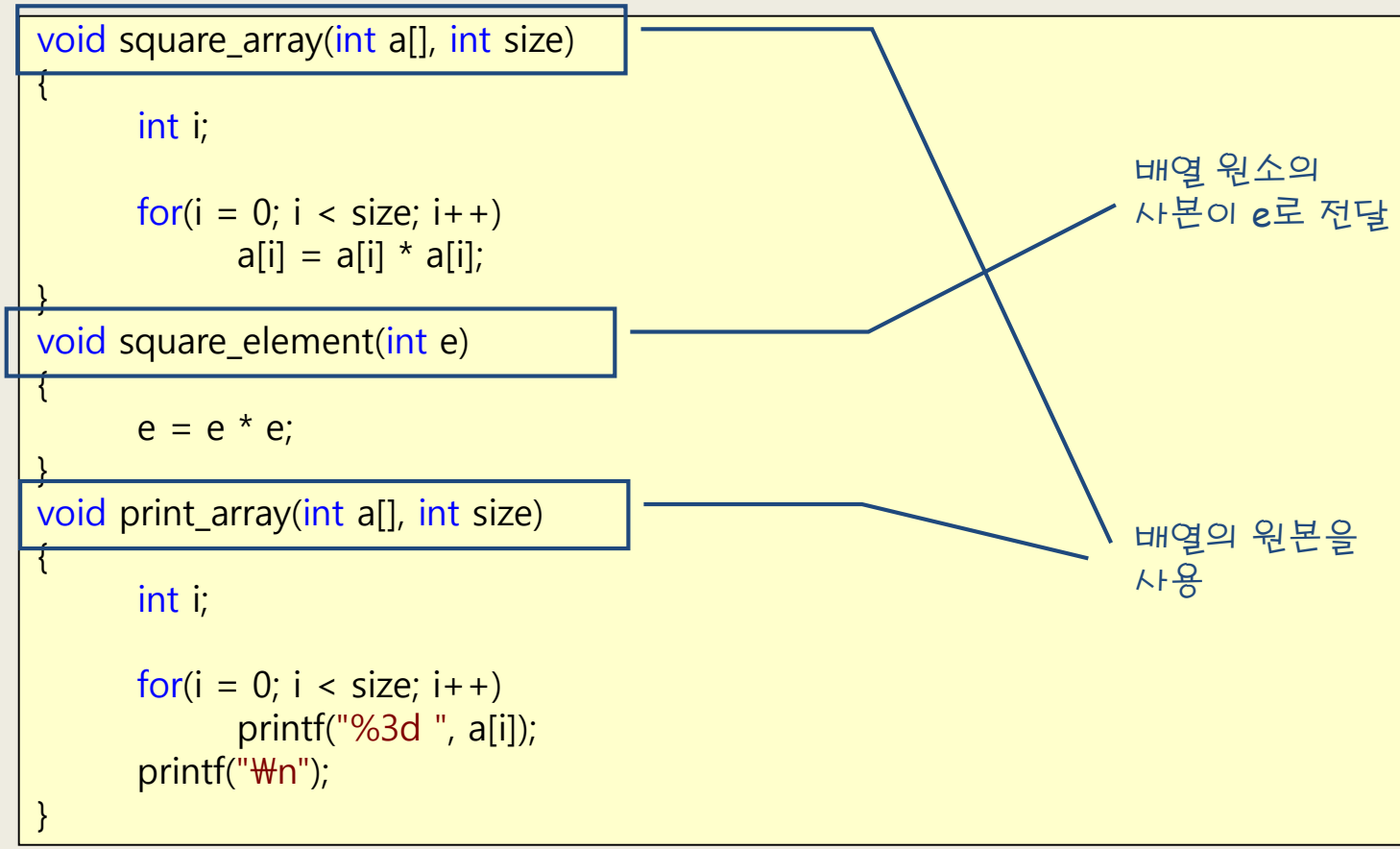
배열이 인수인 경우,
참조에 의한 호출

배열의 복사본이 아닌
원본이 score[]로 전달

배열 전체와 배열 특정 원소를 인수로 사용하는 경우

```
#include <stdio.h>
#define SIZE 7

void square_array(int a[], int size);
void print_array(int a[], int size);
void square_element(int e);

int main(void)
{
        int list[SIZE] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 } ;

        print_array(list, SIZE);
        square_array(list, SIZE);  // 배열은 원본이 전달된다.
        print_array(list, SIZE);

        printf("%3d₩n", list[6]);
        square_element(list[6]);   // 배열 요소는 복사본이 전달된다.
        printf("%3d₩n", list[6]);

        return 0;
}
```

```
void square_array(int a[], int size)
{
        int i;

        for(i = 0; i < size; i++)
                a[i] = a[i] * a[i];
}
void square_element(int e)
{
        e = e * e;
}
void print_array(int a[], int size)
{
        int i;

        for(i = 0; i < size; i++)
                printf("%3d ", a[i]);
        printf("₩n");
}
```

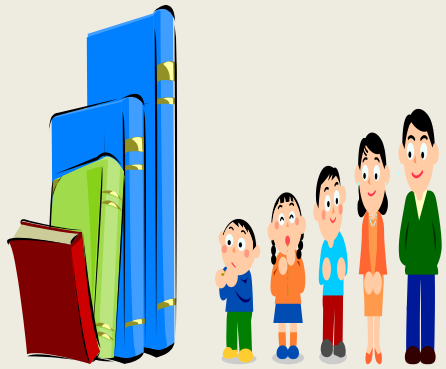



```
  1   2   3   4   5   6   7
  1   4   9  16  25  36  49
  7
  7
```

정렬(sort)이란?

- 정렬은 데이터를 크기순으로 오름차순이나 내림차순으로 나열하는 것
- 정렬은 가장 기본적이고 중요한 알고리즘중의 하나
- 정렬은 자료 탐색에 있어서 필수적이다.

  (예) 만약 사전에서 단어들이 정렬이 안되어 있다면?



비교	제조사	모델명	요약설명	현재가↓	업체수	출시
☐	ROLLEI	D-41com	410만화소(0.56")/1.8"LCD/3배줌/연사/CF카드	320,000	4	02년
☐	카시오	QV-R40	413만화소(0.56")/1.6"LCD/3배줌/동영상/히스토그램/앨범기능/SD,MMC카드	344,000	73	03년
☐	파나소닉	DMC-LC43	423만화소(0.4")/1.5"LCD/3배줌/동영상+녹음/연사/SD,MMC카드	348,000	36	03년
☐	현대	DC-4311	400만화소(0.56")/1.6"LCD/3배줌/동영상/SD,MMC카드	350,000	7	03년
☐	삼성테크윈	Digimax420	410만화소(0.56")/1.5"LCD/3배줌/동영상+녹음/음성메모/한글/SD카드	353,000	47	03년
☐	니콘	Coolpix4300	413만화소(0.56")/1.5"LCD/3배줌/동영상/연사/CF카드HOT4	356,800	79	02년
☐	올림푸스	뮤-20 Digital	423만화소(0.4")/1.5"LCD/3배줌/동영상/연사/생활방수/xD카드	359,000	63	03년
☐	코닥	LS-443(Dock포함)	420만화소/1.8"LCD/3배줌/동영상+녹음/SD,MMC카드/Dock시스템	365,000	39	02년
☐	올림푸스	C-450Z	423만화소(0.4")/1.8"LCD/3배줌/동영상/연사/xD카드	366,000	98	03년
☐	올림푸스	X-1	430만화소/1.5"LCD/3배줌/동영상/연사/xD카드	367,000	19	03년
☐	미놀타	DiMAGE-F100	413만화소(0.56")/1.5"LCD/3배줌/동영상+녹음/음성메모/동체추적AF/연사/SD,MMC카드	373,000	18	02년
☐	삼성테크윈	Digimax410	410만화소(0.56")/1.6"LCD/3배줌/동영상+녹음/음성메모/한글/CF카드	374,000	4	02년

정렬의 종류

- 선택형 정렬(Selection Sorts) : Selection sort, heap sort, …
- 삽입형 정렬(Insertion Sorts) : Insertion sort, Shell sort, Tree sort, …
- 교환형 정렬(Exchange Sorts) : Bubble sort, Quick sort, …
- 병합형 정렬(Merge Sorts) : Merge sort

선택정렬(Selection sort)

- 선택정렬(selection sort): 정렬이 안된 숫자들중에서 최소값(최대값)을 선택하여 배열의 첫 번째 요소와 교환 – Min(Max)-Selection sort

Selection-Sort-Animation.gif

```c
#include <stdio.h>
#define SIZE 10

void selection_sort(int list[], int n);
void print_list(int list[], int n);

int main(void)
{
	int grade[SIZE] = { 3, 2, 9, 7, 1, 4, 8, 0, 6, 5 };

	// 원래의 배열 출력
	printf("원래의 배열₩n");
	print_list(grade, SIZE);

	selection_sort(grade, SIZE);

	// 정렬된 배열 출력
	printf("정렬된 배열₩n");
	print_list(grade, SIZE);

	return 0;
}
```

```
void print_list(int list[], int n)
{
        int i;
        for(i = 0;i < n; i++)
                printf("%d ", list[i]);
        printf("₩n");
}
void selection_sort(int list[], int n)              // 인덱스 기반으로 최소값 선택
{
        int i, j, temp, least;

        for(i = 0; i < n-1; i++)
        {
                least = i;

                for(j = i + 1; j < n; j++)  // 최소값 탐색
                        if(list[j] < list[least])
                                least = j;
                // i번째 원소와 least 위치의 원소를 교환
                temp = list[i];
                list[i] = list[least];
                list[least] = temp;
        }
}
```

원래의 배열
3 2 9 7 1 4 8 0 6 5
정렬된 배열
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

```
void selection_sort1(int list[], int n) // 인덱스를 기반으로 최소값 선택
{
        int i, j, temp, min, min_index;

        for(i = 0; i < n-1; i++)
        {
                min_index = i;

                for(j = i + 1; j < n; j++)  // 최소값 탐색
                        if(list[j] < list[min_index]) {
                                min_index = j ;
                         }
                // i번째 원소와 least 위치의 원소를 교환
                temp = list[i];
                list[i] = list[min_index];
                list[min_index] = temp;
        }
```

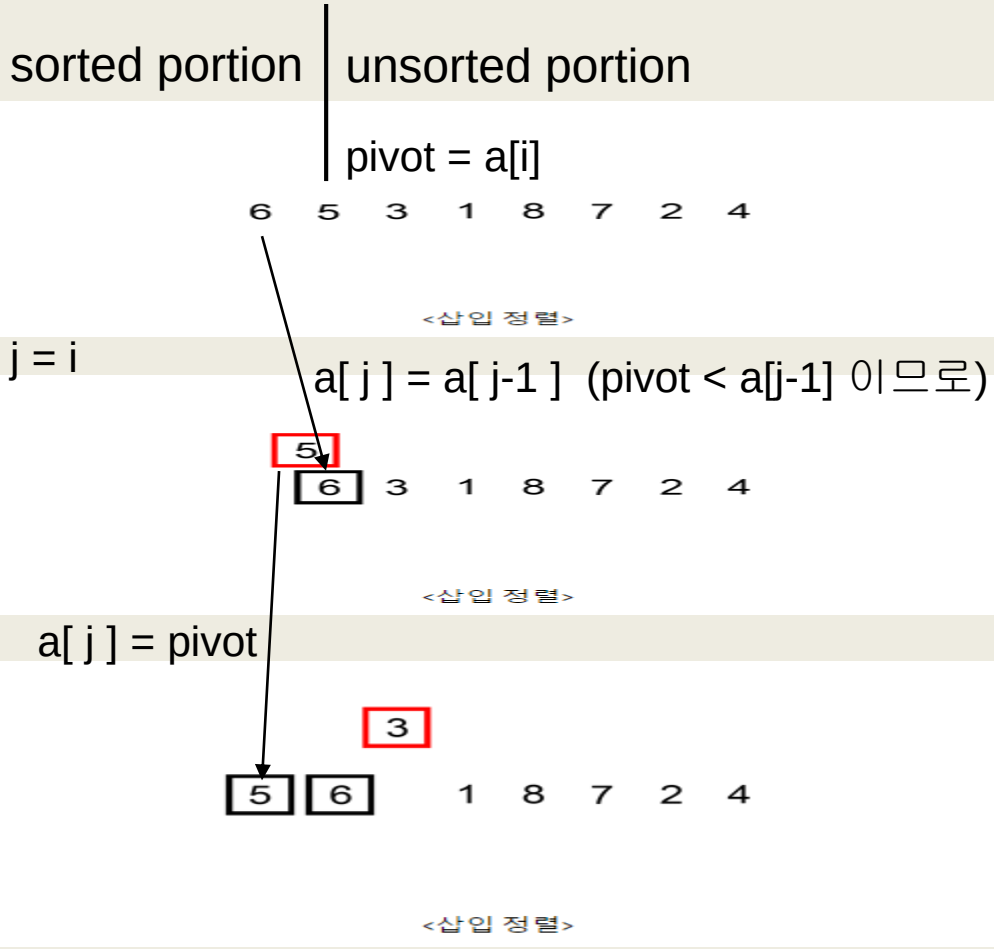
```
void selection_sort2(int list[], int n) // 데이터 자체를 기반으로 최소값 선택
{
        int i, j, temp;

        for(i = 0; i < n; i++)
        {
                for(j = i + 1; j < n; j++)  // 최소값 탐색
                        if(list[j] < list[i]) {
                            temp = list[i];
                            list[i] = list[j];
                            list[j] = temp;
                        }
          }
}
```

◆ **selection_sort1과 selection_sort2의 차이는 무엇일까?**

삽입정렬(Insertion Sort)

Algorithm (Sorted portion/Unsorted portion)

```
InsertionSort(int a[], int n) {
int i, j, pivot;
for(i=1; i<n; i++) {
   pivot = a[ i ] ;          // i 미만의 부분 = sorted portion
   j = i ;
   while (j > 0 && (pivot < a[ j-1 ])) {
          a[ j ] = a[ j-1 ];
          j -- ;
   }
   a[ j ] = pivot ;
```


sorted portion
unsorted portion
pivot = a[i]
6 5 3 1 8 7 2 4
<삽입 정렬>
j = i
a[j] = a[j-1] (pivot < a[j-1] 이므로)
5
6 3 1 8 7 2 4
<삽입 정렬>
a[j] = pivot
3
5 6 1 8 7 2 4
<삽입 정렬>

버블정렬(bubble sort)

- 인접한 레코드가 순서대로 되어 있지 않으면 교환
- 전체가 정렬될 때까지 비교/교환 계속

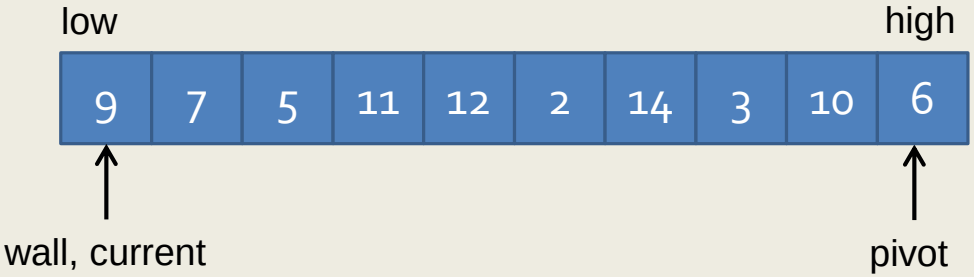
버블 정렬 프로그램

```
void BubbleSort(int a[], int n)
{
        int i, scan, temp;

        // 스캔 회수를 제어하기 위한 루프
        for(scan = 0; scan < n-1; scan++)
        {
                // 인접값 비교 회수를 제어하기 위한 루프
                for(i = 0; i < n-1; i++)
                {
                        // 인접값 비교 및 교환
                        if( a[i] > a[i+1] )
                        {
                                temp = a[i];
                                a[i] = a[i+1];
                                a[i+1] = temp;
                        }
                }
        }
}
```

Quick Sort

- 퀵 정렬은 연속적인 분할-정복(divide-and-conquer) 알고리즘을 통해 이루어진다.
- 축(Pivot)값을 중심으로 왼쪽은 이 축 값보다 작은 값으로 오른쪽은 모두 이 축 값보다 큰 값을 배열시키는 것이다.
- 축 값의 왼쪽과 오른쪽 부분에 대해 또다시 분할 과정을 적용하여 분할의 크기가 1이 될 때까지 반복하면 전체적 정렬이 완료.
- 재귀(recursive) 알고리즘 사용
  - 배열 a를 pivot을 기준으로 2 부분으로 분할하여 최종적인 pivot의 위치를 결정한다 (예를 들면 mid)
  - 왼쪽파트에 대해 동일한 퀵 정렬 알고리즘 적용
  - 오른쪽 파트에 대한 동일한 퀵 정렬 알고리즘 적용

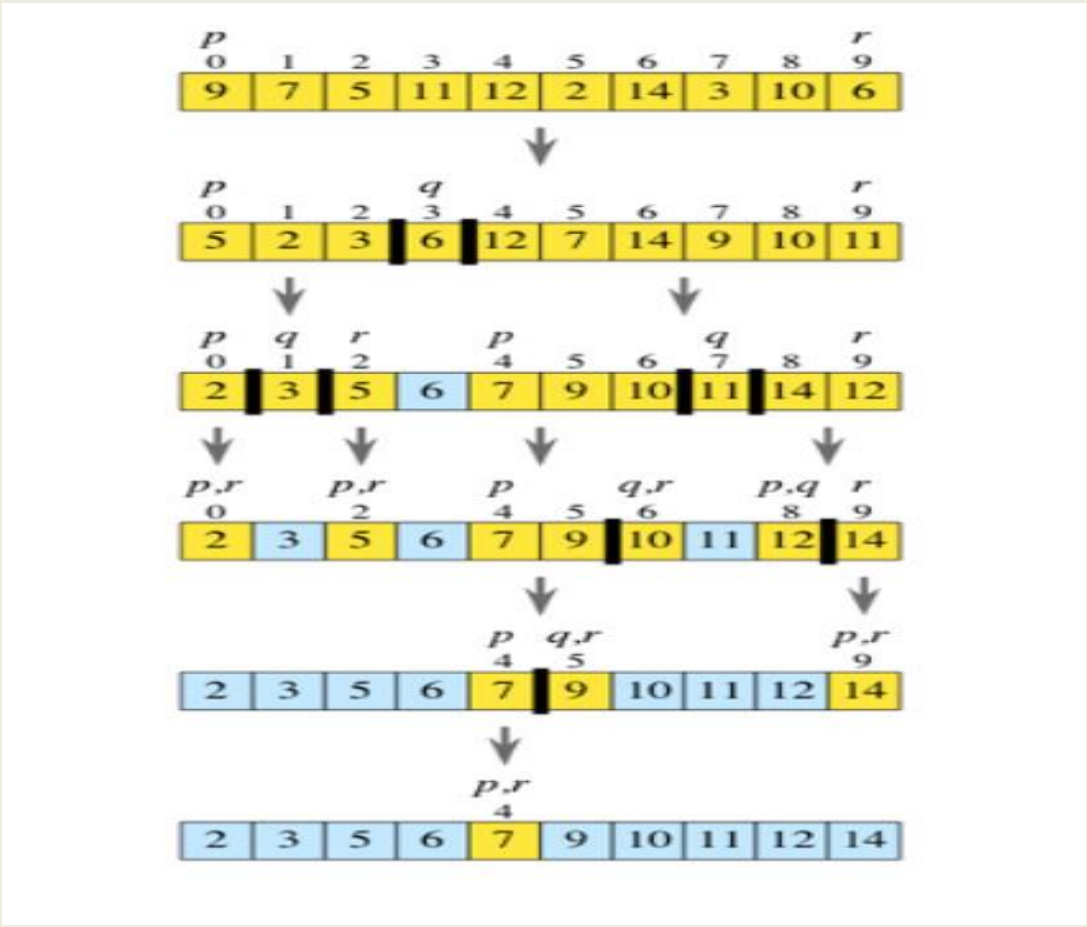
Divide Algorithm (with video)-Using Lomuto Partition Scheme




```
int Divide(int array[], int low, int high) {
        int wall, current, pivot;
        pivot = array[high];
        wall = low ;                    //place for swapping
        for (current = low; current < high; current++)
                if(array[current] <= pivot ) {
                        swap(&array[wall], &array[current]);
                        wall++;
                }
        swap(&array[wall], &array[high]);
        return wall ;
}
```

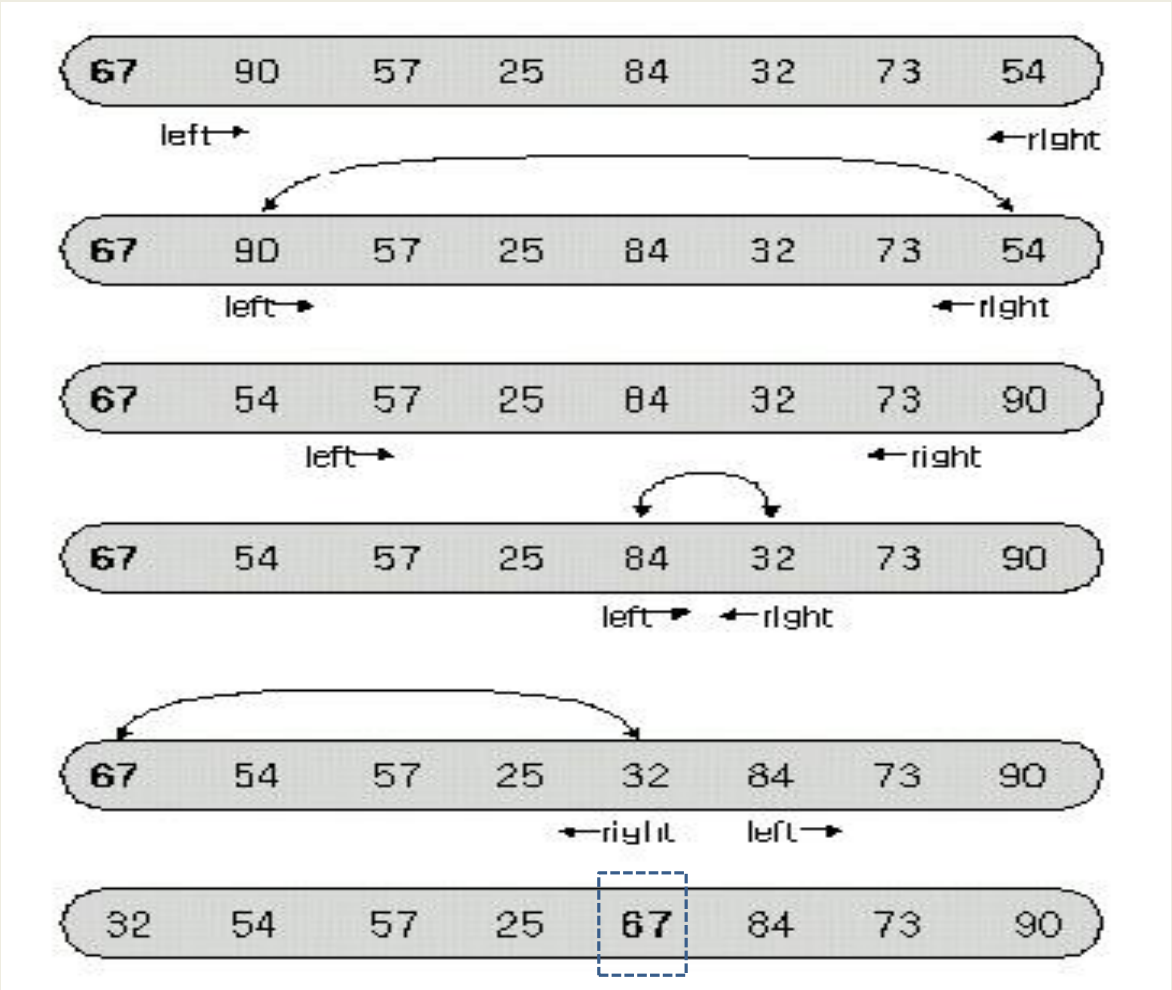
Quick Sort Using Lomuto Partition Scheme

```
void QuickSort(int array[], int low, int high) {
        int p;
        if(low < high) {
                p = divide(array, low, high);
                QuickSort(array, low, p - 1);
                QuickSort(array, p + 1, high);
        }
}

int divide(int array[], int low, int high) {
        int wall, current, pivot;
        pivot = array[high] ;
        wall = low ;                        //place for swapping
        for (current = low; current < high; current++)
                if(array[current] <= pivot ) {
                        swap(&array[wall], &array[current]);
                        wall++;
                }
        swap(&array[wall], &array[high]);
        return wall ;
}
```

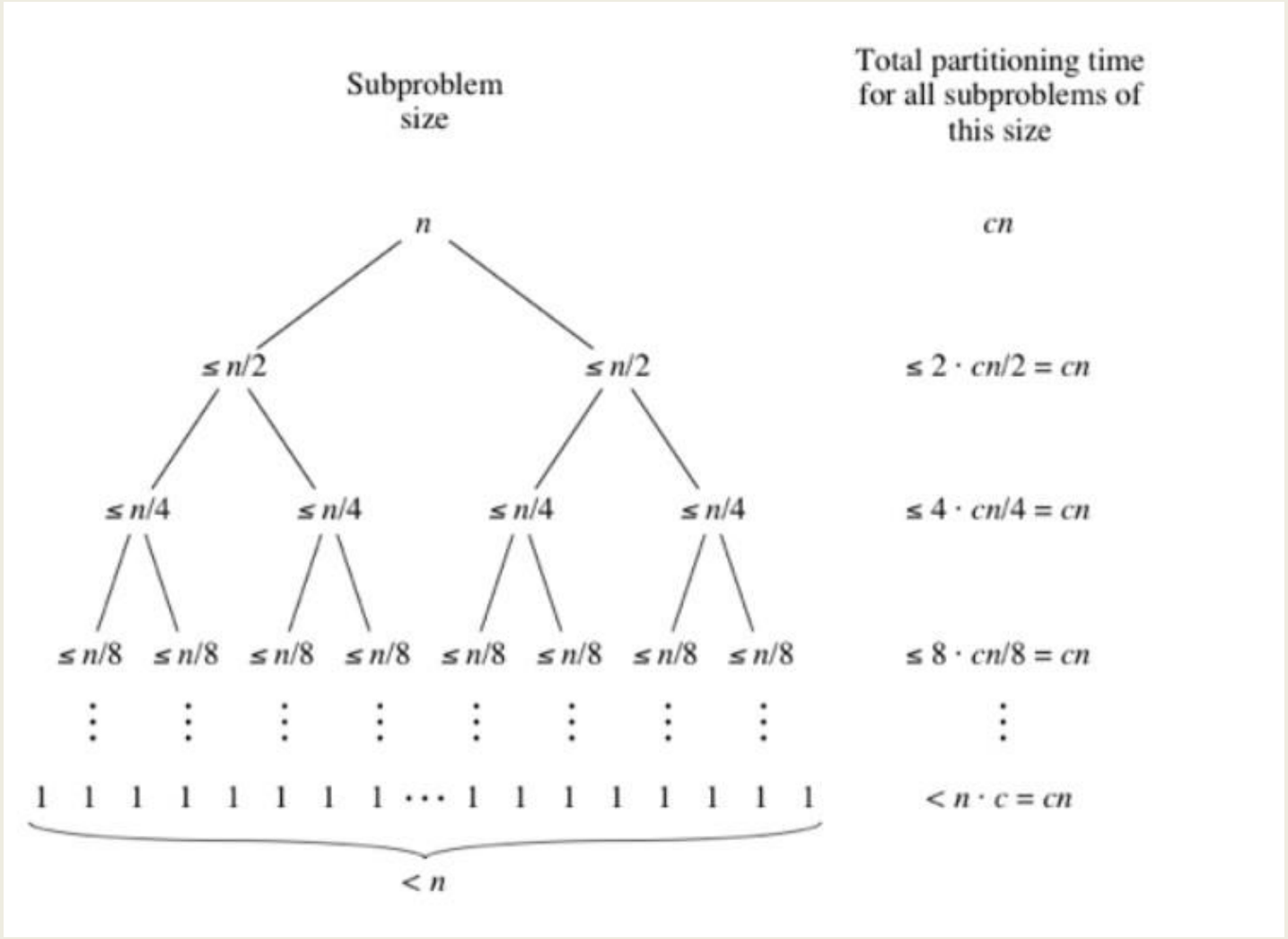

p r
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
9 7 5 11 12 2 14 3 10 6
p q r
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
5 2 3 6 12 7 14 9 10 11
p q r p q r
0 1 2 4 5 6 7 8 9
2 3 5 6 7 9 10 11 14 12
p,r p,r p q,r p,q r
0 2 4 5 6 8 9
2 3 5 6 7 9 10 11 12 14
p q,r p,r
4 5 9
2 3 5 6 7 9 10 11 12 14
p,r
4
2 3 5 6 7 9 10 11 12 14

Quick Sort Using Hoare Partition Scheme

```
void QuickSort(int array[], int low, int high) {
        int p;
        if(low < high) {
                p = divide(array, low, high);
                QuickSort(array, low, p);
                QuickSort(array, p + 1, high);
}
int devide(int array[], int low, int high) {
        int pivot, left, right;
        pivot = array[low] ;
        left = low - 1 ;
        right = high + 1 ;
        while(1) {
                do right-- ;
                while(array[right] > pivot)
                do left++ ;
                while(array[left] < pivot)
                if(left < right)
                        swap(&array[left], &array[right]);
                else
                        return right;
        }
}
```


67 90 57 25 84 32 73 54
left
right
67 90 57 25 84 32 73 54
left
right
67 54 57 25 84 32 73 90
left
right
67 54 57 25 84 32 73 90
left
right
67 54 57 25 32 84 73 90
right
left
32 54 57 25 67 84 73 90

Best-case running time : O(nlogn)



C 언어가 제공하는 qsort()_

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

void main(void) {

    // qsort 라이브러리를 사용
    int array[] = { 3, 5, 6, 3, 1, 2, 7, 6, 7, 4, 8, 9, 3 };
    qsort(array, 13, sizeof(int), strcmp);

    for (i = 0; i < 13; i++){
        printf("%d₩t", array[i]);
    }

    return 0;
}
```

Merge Sort(병합정렬)

```
int main()
{
    int arr[] = {12, 11, 13, 5, 6, 7};
    int arr_size = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);

    printf("Given array is ₩n");
    printArray(arr, arr_size);

    mergeSort(arr, 0, arr_size - 1);

    printf("₩nSorted array is ₩n");
    printArray(arr, arr_size);
    return 0;
}
```

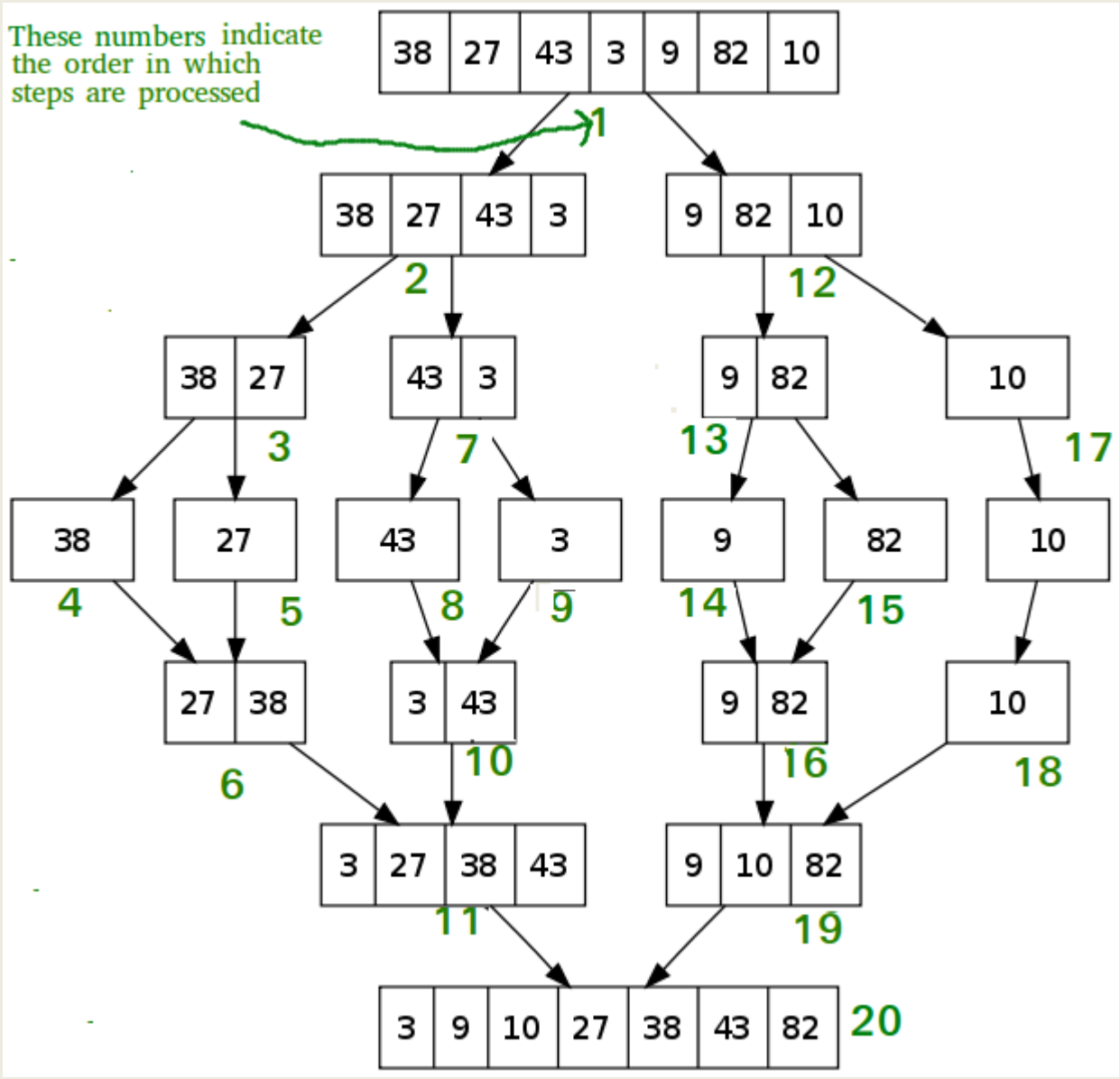
```
void printArray(int A[], int size)
{
    int i;
    for (i=0; i < size; i++)
        printf("%d ", A[i]);
    printf("\n");
}
```

```
void mergeSort(int arr[], int l, int r)
{
    if (l < r) {

        // Same as (l+r)/2, but avoids overflow for
        // large l and h
        int m = l+(r-l)/2;

        // Sort first and second halves
        mergeSort(arr, l, m);
        mergeSort(arr, m+1, r);

        merge(arr, l, m, r);
    }
}
```

```
void merge(int arr[], int l, int m, int r)
{
    int i, j, k;
    int n1 = m - l + 1;
    int n2 =  r - m;
/* create temp arrays */
    int L[n1], R[n2];
/* Copy data to temp arrays L[] and R[] */
    for (i = 0; i < n1; i++)
        L[i] = arr[l + i];
    for (j = 0; j < n2; j++)
        R[j] = arr[m + 1+ j];

/* Merge the temp arrays back into arr[l..r]*/
    i = 0;     // Initial index of first subarray
    j = 0;     // Initial index of second subarray
    k = l;     // Initial index of merged subarray
    while (i < n1 && j < n2) {
        if (L[i] <= R[j]) {
            arr[k] = L[i];
            i++;
        }
        else {
            arr[k] = R[j];
            j++;
        }
        k++;
    }
```

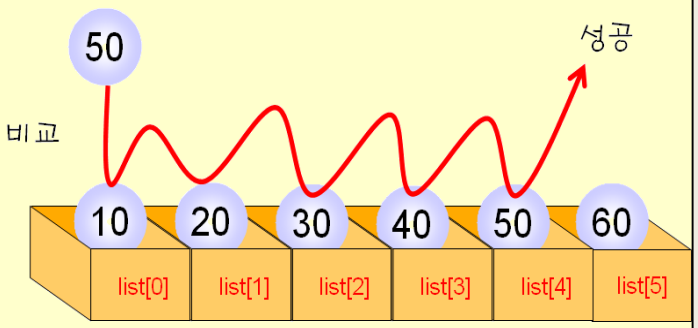
```
/* Copy the remaining elements of L[], if there are any */
    while (i < n1)
    {
        arr[k] = L[i];
        i++;
        k++;
    }

/* Copy the remaining elements of R[], if there are any */
    while (j < n2)
    {
        arr[k] = R[j];
        j++;
        k++;
    }
}
```

```
Given array is
12 11 13 5 6 7

Sorted array is
5 6 7 11 12 13
```


These numbers indicate the order in which steps are processed
38 27 43 3 9 82 10
1
38 27 43 3
9 82 10
2
12
38 27
43 3
9 82
10
3
7
13
17
38
27
43
3
9
82
10
4
5
8
9
14
15
27 38
3 43
9 82
10
6
10
16
18
3 27 38 43
9 10 82
11
19
3 9 10 27 38 43 82
20

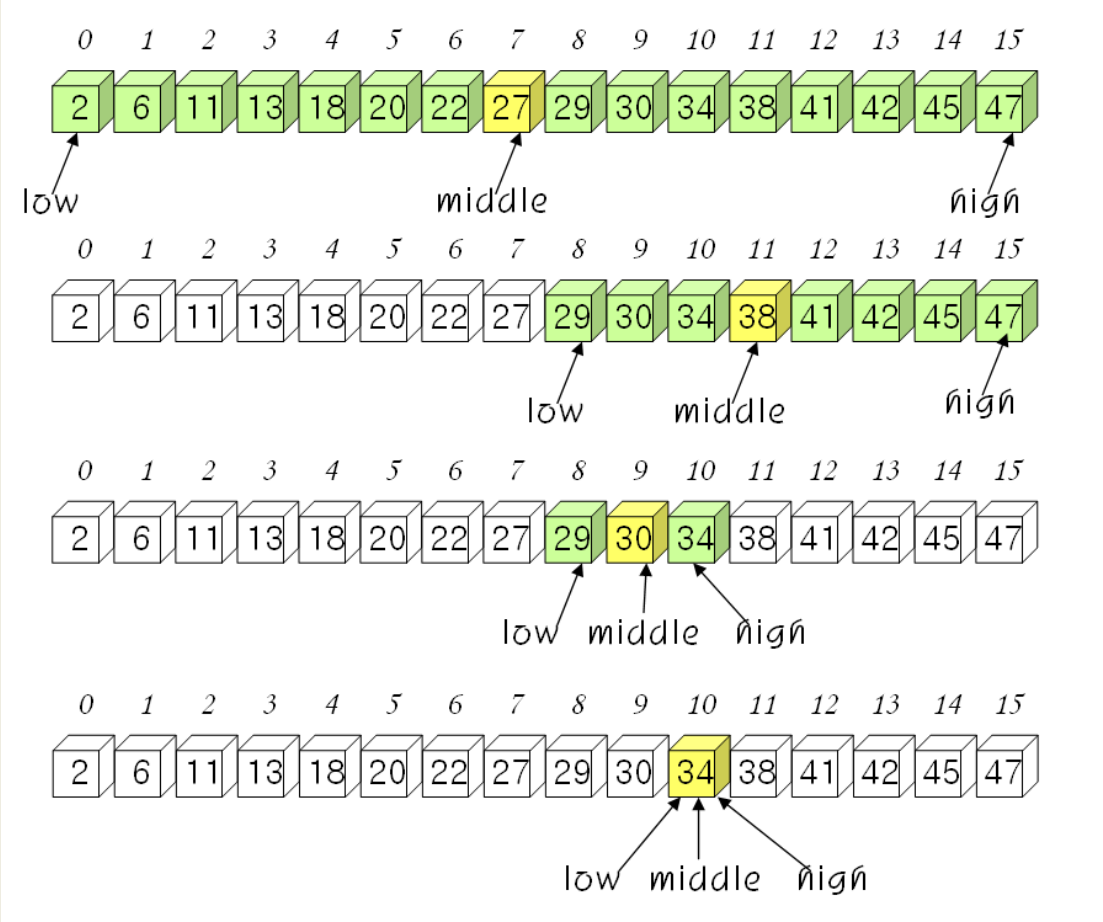
순차 탐색(Sequential Search)

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

int seq_search(int list[], int n, int key);

int main(void)
{
        int key;
        int grade[SIZE] = { 10, 20, 30, 40, 50, 60 };

        printf("탐색할 값을 입력하시오:");
        scanf("%d", &key);
        printf("탐색 결과 = %d₩n", seq_search(grade, SIZE, key));

        return 0;
}
int seq_search(int list[], int n, int key)
{
        int i;

        for(i = 0; i < SIZE; i++)
                if(list[i] == key)
                        return i;     // 탐색이 성공하면 인덱스 반환
        return -1;                    // 탐색이 실패하면 -1 반환
}
```



이진 탐색(Binary Search)

- 이진 탐색(binary search): 정렬된 배열의 중앙에 위치한 원소와 비교 되
  풀이-그러므로 **먼저 정렬이 되어 있어야 한다**



- **이진 탐색 알고리즘**(binary search algorithm)
  - 정렬된 리스트에서 특정한 값의 위치를 찾는 알고리즘
  - 정렬된 리스트에만 사용할 수 있다는 단점이 있지만, 검색이 반복될 때마다 목표 값을 찾을 확률은 두 배가 되므로 속도가 빠르다는 장점이 있다
  - 분할 정복 알고리즘

반복문 사용

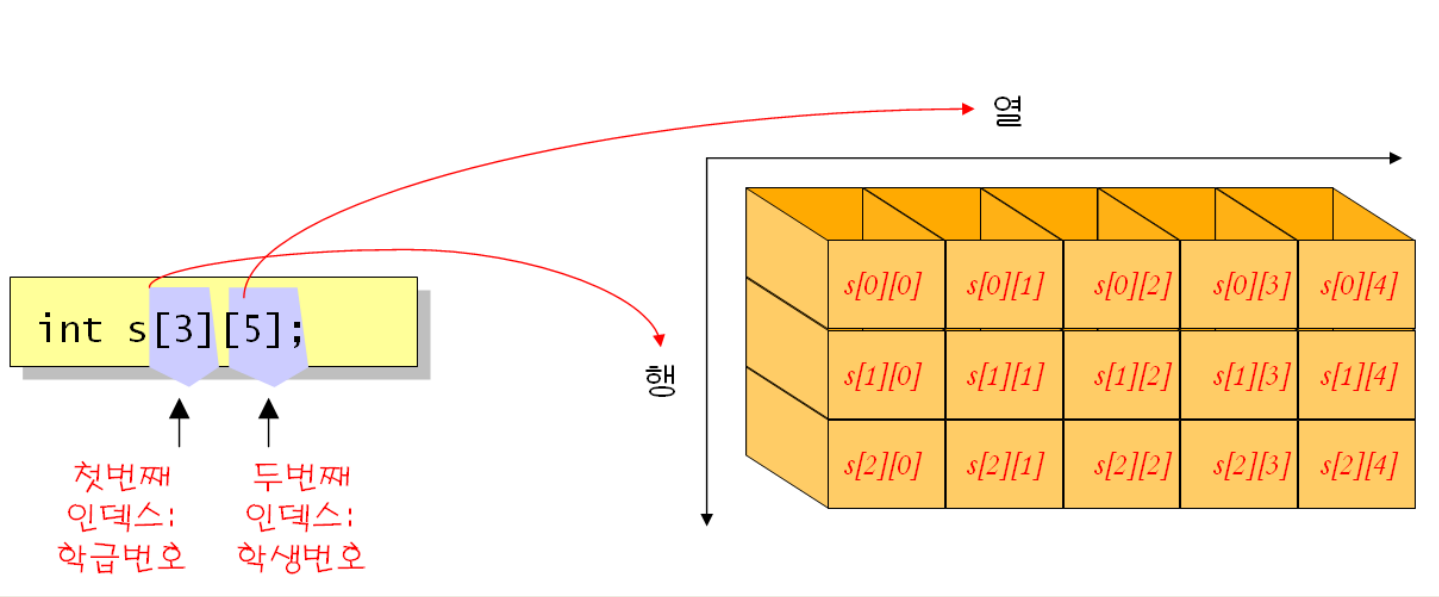
```
int binary_search(int list[], int n, int key)
{
        int low, high, middle;

       low = 0;
       high = n-1;

       while( low <= high ){       // 아직 숫자들이 남아있으면
                middle = (low + high)/2;    // 중간 요소 결정
                if( key == list[middle] )  // 일치하면 탐색 성공
                        return middle;
                else if( key > list[middle] )// 중간 원소보다 크다면
                        low = middle + 1;    // 새로운 값으로 low 설정
                else
                        high = middle - 1;   // 새로운 값으로 high 설정
        }
        return -1;
}
```

재귀함수 이용

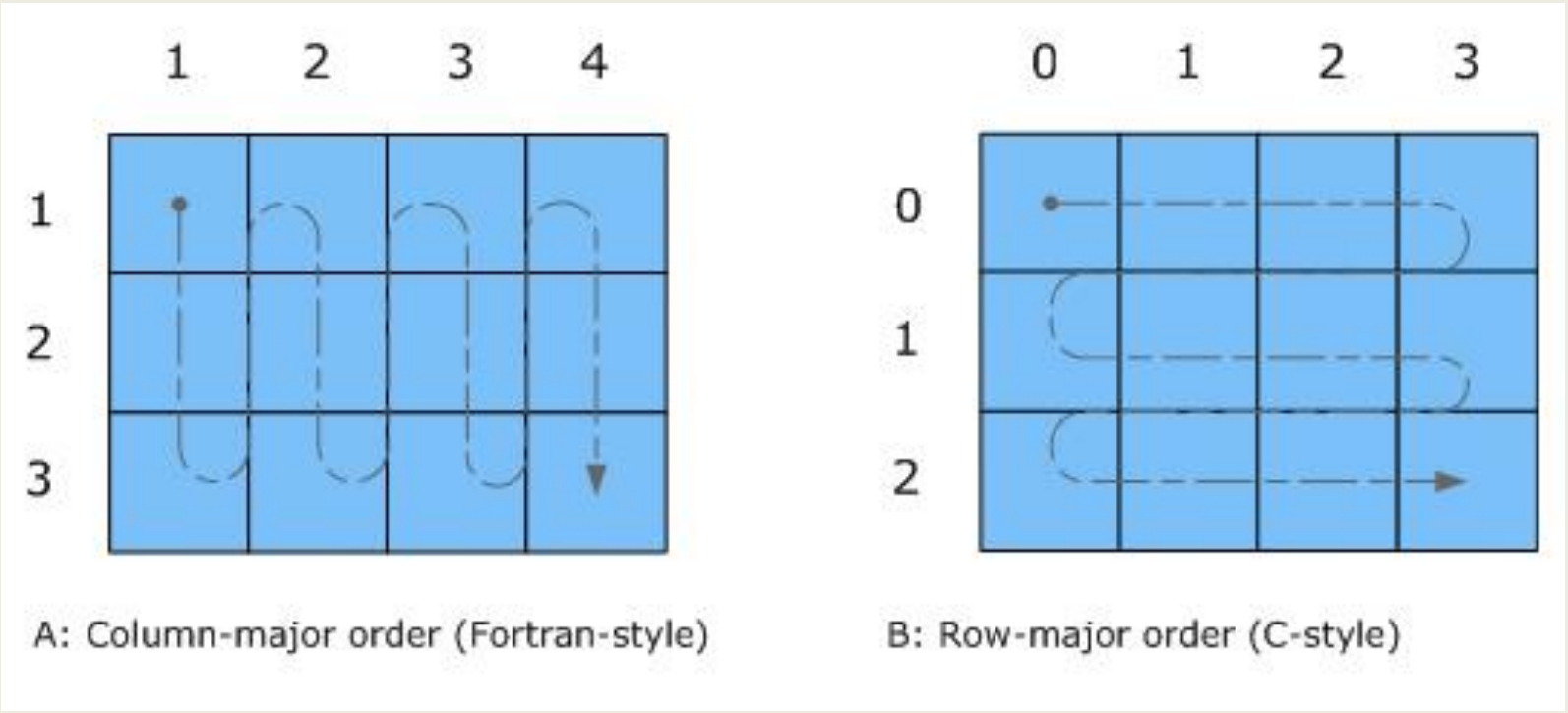
```
BinarySearch(list[], key, low, high) {

   if (high < low)
            return -1 ;                    // not found
   mid = (low + high) / 2 ;

   if (list[mid] > key)
            return BinarySearch(list, key, low, mid-1) ;

   else if (list[mid] < key)
            return BinarySearch(list, key, mid+1, high) ;

   else
            return mid ;                   // found
}
```

2차원 배열

```
int s[10];        // 1차원 배열
int s[3][10];     // 2차원 배열
int s[5][3][10]; // 3차원 배열
```



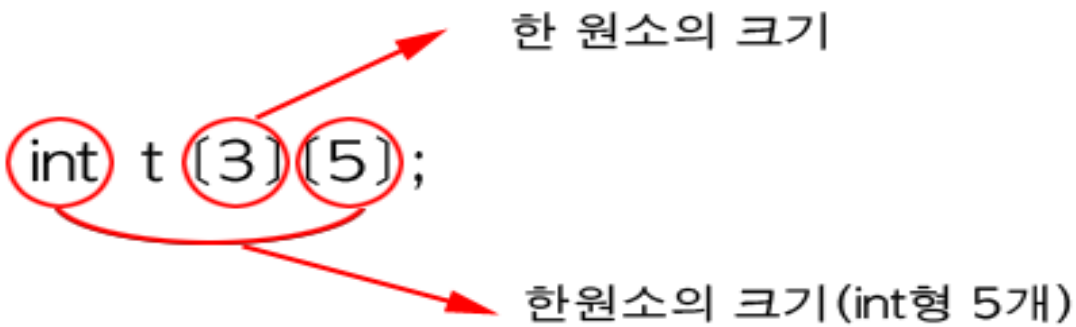
- 2차원 배열은 1차원적으로 구현된다
- Row-major vs. Column-major



A: Column-major order (Fortran-style)

B: Row-major order (C-style)

```
int t[3][5]={{1,2,3,4,5},{6,7,8,9,10},{11,12,13,14,15}};
```



Two Dimensional Array

1	5	3	6
3	2	38	64
22	76	82	99
0	106	345	54

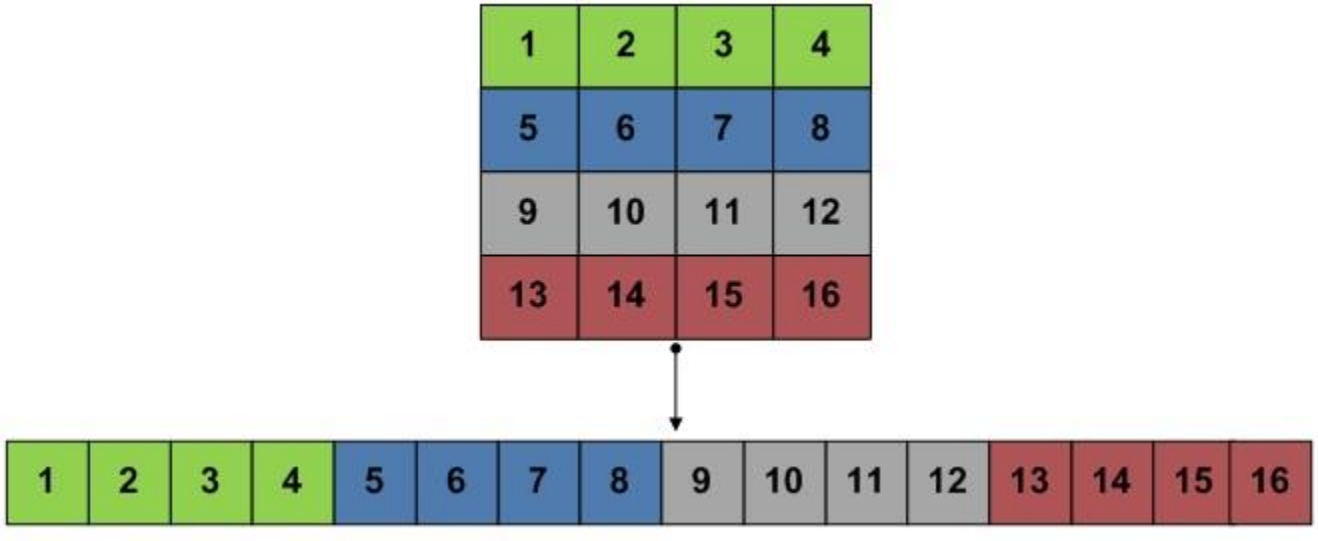
User's view (abstraction)

1	5	3	6	3	2	38	64	22	76	82	99	0	106	345	54

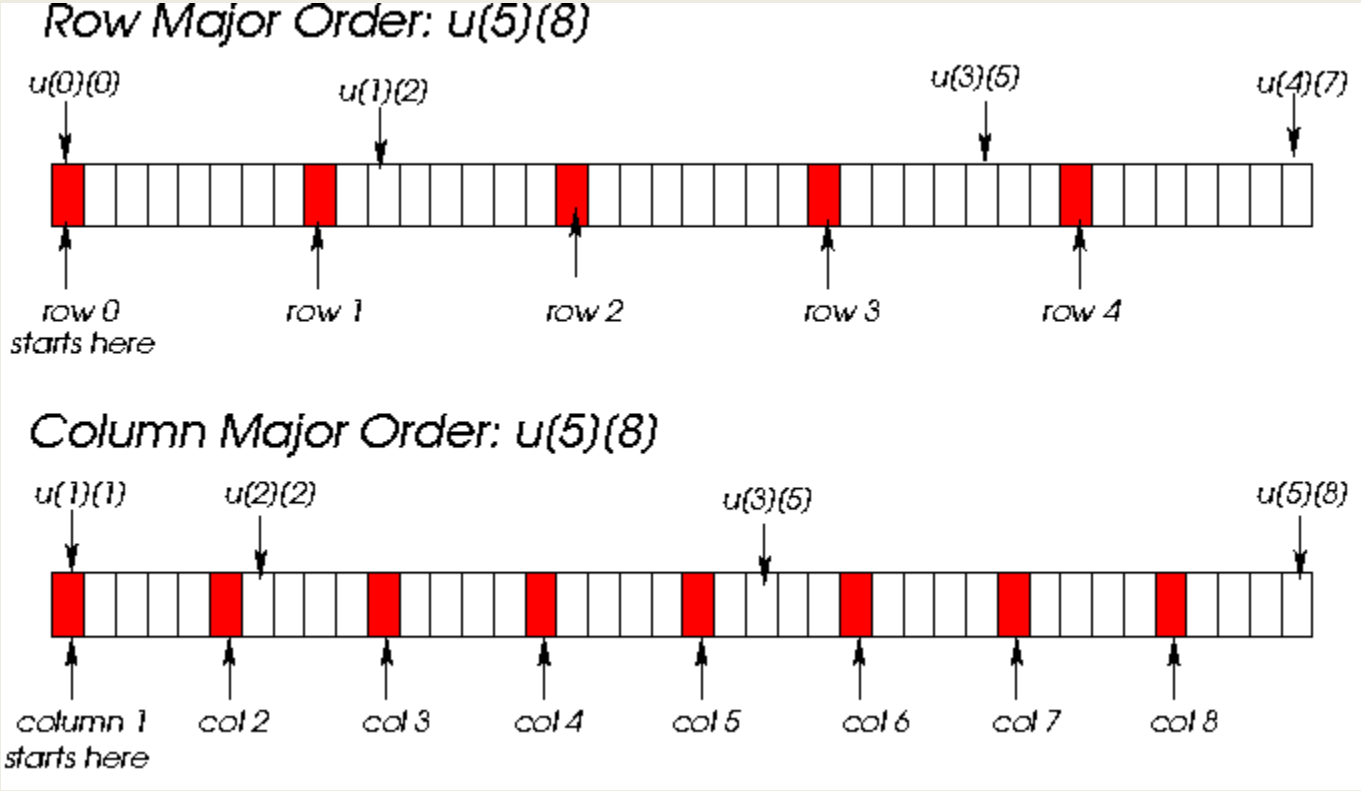
System's view (implementation)

Offset of a[i][j]?

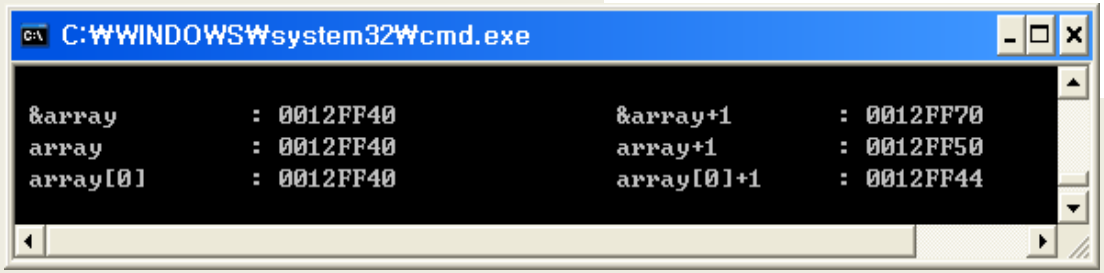
- Example 1



- Example 2


Row Major Order: u(5)(8)
u(0)(0)
u(1)(2)
u(3)(5)
u(4)(7)
row 0 starts here
row 1
row 2
row 3
row 4
Column Major Order: u(5)(8)
u(1)(1)
u(2)(2)
u(3)(5)
u(5)(8)
column 1 starts here
col 2
col 3
col 4
col 5
col 6
col 7
col 8

	주소의 배열식 표기법	주소의 배열& 포인터식 표기법	주소의 포인터식 표기법	메모리	값의 배열식 표기법	값의 배열 &포인터식 표기법	값의 포인터식 표기법
a	&a[0][0]	a[0]	*(a+0)+0	1000	a[0][0]	*(a[0])	*(*(a+0)+0)
	&a[0][1]	a[0]+1	*(a+0)+1	1004	a[0][1]	*(a[0]+1)	*(*(a+0)+1)
	&a[0][2]	a[0]+2	*(a+0)+2	1008	a[0][2]	*(a[0]+2)	*(*(a+0)+2)
	&a[0][3]	a[0]+3	*(a+0)+3	1012	a[0][3]	*(a[0]+3)	*(*(a+0)+3)
a+1	&a[1][0]	a[1]	*(a+1)+0	1016	a[1][0]	*(a[1])	*(*(a+1)+0)
	&a[1][1]	a[1]+1	*(a+1)+1	1020	a[1][1]	*(a[1]+1)	*(*(a+1)+1)
	&a[1][2]	a[1]+2	*(a+1)+2	1024	a[1][2]	*(a[1]+2)	*(*(a+1)+2)
	&a[1][3]	a[1]+3	*(a+1)+3	1028	a[1][3]	*(a[1]+3)	*(*(a+1)+3)
a+2	&a[2][0]	a[2]	*(a+2)+0	1032	a[2][0]	*(a[2])	*(*(a+2)+0)
	&a[2][1]	a[2]+1	*(a+2)+1	1036	a[2][1]	*(a[2]+1)	*(*(a+2)+1)
	&a[2][1]	a[2]+2	*(a+2)+2	1040	a[2][2]	*(a[2]+2)	*(*(a+2)+2)
	&a[2][3]	a[2]+3	*(a+2)+3	1044	a[2][3]	*(a[2]+3)	*(*(a+2)+3)



2차원 배열의 활용

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
        int s[3][5];          // 2차원 배열 선언
        int i, j;             // 2개의 인덱스 변수
        int value = 0;        // 배열 원소에 저장되는 값

        for(i=0;i<3;i++)
                for(j=0;j<5;j++)
                        s[i][j] = value++;

        for(i=0;i<3;i++)
                for(j=0;j<5;j++)
                        printf("%d₩n", s[i][j]);
        return 0;
}
```

2차원 배열의 초기화

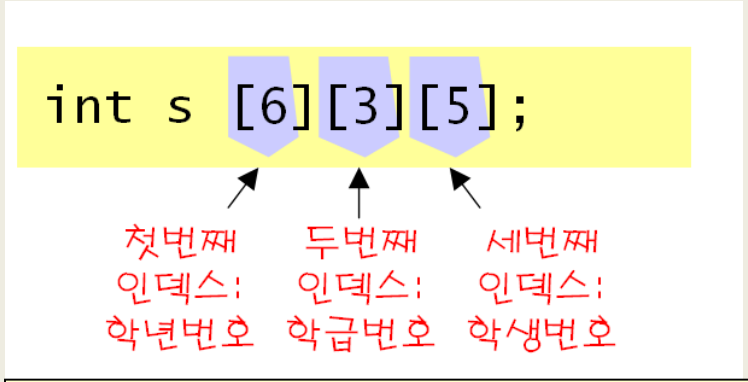
```
int s[3][5] = {
  {  0,  1,  2,  3,  4 }, // 첫 번째 행의 원소들의 초기값
  { 10, 11, 12, 13, 14 }, // 두 번째 행의 원소들의 초기값
  { 20, 21, 22, 23, 24 } // 세 번째 행의 원소들의 초기값
};
```

```
int s[ ][5] = {
  {  0,  1,  2,  3,  4 }, // 첫 번째 행의 원소들의 초기값
  { 10, 11, 12, 13, 14 }, // 두 번째 행의 원소들의 초기값
  { 20, 21, 22, 23, 24 }, // 세 번째 행의 원소들의 초기값
};
```

```
int s[ ][5] = {
  {  0,  1,  2 },         // 첫 번째 행의 원소들의 초기값
  { 10, 11, 12 },          // 두 번째 행의 원소들의 초기값
  { 20, 21, 22 }           // 세 번째 행의 원소들의 초기값
};
```

```
int s[ ][5] = {
  0, 1, 2, 3, 4,           // 첫 번째 행의 원소들의 초기값
  5, 6, 7, 8, 9,           // 두 번째 행의 원소들의 초기값
};
```

3차원 배열




```c
#include <stdio.h>


int main(void)
{
	int s[3][3][3];		// 3차원 배열 선언
	int x, y, z;		// 3개의 인덱스 변수
	int i = 1;		 // 배열 원소에 저장되는 값

	for(z=0;z<3;z++)
		for(y=0;y<3;y++)
			for(x=0;x<3;x++)
				s[z][y][x] = i++;
	return 0;
}
```

다차원 배열 인수

```
#include <stdio.h>
#define  YEARS       3
#define  PRODUCTS    5

int sum(int grade[][PRODUCTS]);

int main(void)
{
        int sales[YEARS][PRODUCTS] = { {1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9} };
        int total_sale;
        total_sale = sum(sales);
        printf("총매출은 %d입니다.₩n", total_sale);
        return 0;
}
int sum(int grade[][PRODUCTS])
{
        int y, p;
        int total = 0;
        for(y = 0; y < YEARS; y++)
                for(p = 0; p < PRODUCTS; p++)
                        total += grade[y][p];
        return total;
}
```

첫번째 인덱스의 크기는 적지 않아도 된다.

다차원 배열 예제

```
학급 0의 평균 성적 = 2
학급 1의 평균 성적 = 12
학급 2의 평균 성적 = 22
전체 학생들의 평균 성적 = 12
```

```c
#include <stdio.h>
#define CLASSES  3
#define STUDENTS 5

int main(void)
{
        int s[CLASSES][STUDENTS] = {
                { 0,  1,  2,  3,  4 },      // 첫번째 행의 원소들의 초기값
                { 10, 11, 12, 13, 14 },     // 두번째 행의 원소들의 초기값
                { 20, 21, 22, 23, 24 },     // 세번째 행의 원소들의 초기값
        };
        int clas, student, total, subtotal;
        total = 0;
        for(clas = 0; clas < CLASSES; clas++)
        {
                subtotal = 0;
                for(student = 0; student < STUDENTS; student++)
                        subtotal += s[clas][student];
                printf("학급 %d의 평균 성적= %d₩n", clas, subtotal / STUDENTS);
                total += subtotal;
        }
      printf("전체 학생들의 평균 성적= %d₩n", total/(CLASSES * STUDENTS));
      return 0;
}
```

다차원 배열을 이용한 행렬의 표현

```
3 3 0
9 9 1
8 0 5
```

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

int main(void)
{
        int A[ROWS][COLS] = { { 2,3,0 }, { 8,9,1 }, { 7,0,5 } };
        int B[ROWS][COLS] = { { 1,0,0 },  { 1,0,0 }, { 1,0,0 } };
        int C[ROWS][COLS];
        int r,c;
        // 두개의 행렬을 더한다.
        for(r = 0;r < ROWS; r++)
                for(c = 0;c < COLS; c++)
                        C[r][c] = A[r][c] + B[r][c];
        // 행렬을 출력한다.
        for(r = 0;r < ROWS; r++)
        {
                for(c = 0;c < COLS; c++)
                        printf("%d ", C[r][c]);
                printf("₩n");
        }
        return 0;
}
```