

2. 배열원소의 주소 계산

◆ 1차원 배열에서 주소 계산

배열원소 A(i)의 주소 = $B + (i - \text{low}) \times \ell$

B	배열의 시작주소(상대번지)
low	배열 첨자의 하한 값
ℓ	배열원소 길이(바이트 수)

• 참고로, 배열원소의 주소는 반드시 위에 제시된 공식으로 계산할 필요는 없다.

[예제] 배열의 시작주소는 50, 배열원소의 길이가 2일 때, 4번째 배열원소의 주소는?

(풀이) 포트란과 C에서 각각 주소를 구하는 방법을 살펴본다.

첫번째	두번째	세번째	네번째						
50	51	52	53	54	55	56	57	...	← 메모리 주소
A(1)	A(2)	A(3)	A(4)						→ FORTRAN = $50 + (4 - 1) \times 2 = 56$
A[0]	A[1]	A[2]	A[3]						→ C = $50 + (3 - 0) \times 2 = 56$

◆ C에서 배열 및 배열원소의 시작주소를 구하는 방법

```
void main()
{
    int a[ ] = {10, 20, 30, 40, 50, 60};

    printf("%x\n", a);      //배열의 시작주소 값을 출력
    printf("%x\n", &a[0]); //첫 번째 배열원소의 주소 값을 출력
}
```

- 위의 프로그램에서 출력문의 출력 값은 같다.
- C에서 배열명은 배열의 시작주소 값을 가진다.

◆ 2차원 배열에서 주소 계산

다음 2차원 배열에서 배열원소 A(2, 3)의 주소를 구하는 방법을 살펴본다.

	A(1, 1)	A(1, 2)	A(1, 3)	A(1, 4)
A(3, 4)	A(2, 1)	A(2, 2)	A(2, 3)	A(2, 4)
	A(3, 1)	A(3, 2)	A(3, 3)	A(3, 4)

↓ A(2, 3) 이전까지의 배열원소 수

- 행우선 : $4(2 - 1) + 3 - 1 = 6$
- 열우선 : $3(3 - 1) + 2 - 1 = 7$

① 배열의 시작주소가 100이고, 한 원소 크기가 2 바이트이면 A(2, 3)의 시작주소는

행우선	A(2, 3)의 시작주소 = $100 + 6 * 2 = 112$ ↳ 6은 자신 이전까지의 원소 수이다.
열우선	A(2, 3)의 시작주소 = $100 + 7 * 2 = 114$ ↳ 6은 자신 이전까지의 원소 수이다.

② 이를 일반화시킨 2차원 배열의 특정 배열원소의 시작주소는 다음과 같다.

〈행우선〉

- A(i, j)의 주소 =
배열 시작주소 + (i행 이전의 행 수 * 한 행 크기) + j열 이전의 원소 수 * 한 원소 크기

〈열우선〉

- A(i, j)의 주소 =
배열 시작주소 + ((j행 이전의 열 수 * 한 열 크기) + i행 이전의 원소 수) * 한 원소 크기

• 배열원소의 주소는 반드시 위에 제시된 공식으로 계산할 필요는 없다.

• 다음 쪽에 제시된 탐구를 잘 읽어보면 된다.



탐구

배열원소 주소를 구하는 또 다른 방법 - 가장 좋음!

배열원소의 주소는 1, 2, 3차원, 행/열우선 등 구분 없이 다음처럼 구할 수 있다.

• 배열원소의 주소 = 배열의 시작주소 + **자신 이전까지의 원소 수** × 배열원소 크기

[예제] C의 정수형 배열 a[100][100]에서 배열요소 a[i][j]의 주소 값은?

(단, 배열의 시작주소 값은 A이며, 정수형의 크기는 4byte이다)

a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]	a[0][3]	...	a[0][98]	a[0][99]
a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]	a[1][3]	...	a[1][98]	a[1][99]
a[2][0]	a[2][1]	a[2][2]	a[2][3]	...	a[2][98]	a[2][99]
:	:	:	:	a[i][j]	:	:
a[98][0]	a[98][1]	a[98][2]	a[98][3]	...	a[98][98]	a[98][99]
a[99][0]	a[99][1]	a[99][2]	a[99][3]	...	a[99][98]	a[99][99]

(풀이) 먼저, 배열원소 a[i][j] 이전까지의 배열원소 개수를 구하는 것이 가장 중요하다.

배열원소 a[i][j] 이전까지의 배열원소 개수 = $(100 * i) + j$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{배열원소 주소} &= A + ((100 * i) + j) * 4 \\
 &= A + (100 * i + j) * 4 \\
 &= A + 400 * i + 4 * j
 \end{aligned}$$

기출문제 분석

1. 행우선(row major) 순서로 저장되는 3차원 배열 a[3][30][10]이 있을 때, 첫 번째 원소인 a[0][0][0]의 메모리 주소가 2048이면 a[2][15][2]의 메모리 주소는? (단, 배열 a에서 각 원소의 크기는 4바이트이다) [2018년 국가 7급]

- ① 2800 ② 2804
- ③ 5052 ④ 5056

☞ 행우선 저장되는 3차원 배열 a[3][30][10]

• 먼저, 배열 그림을 그려서 풀면 다음과 같다.

0면

0 0 0	0 0 1	0 0 2		0 0 9
0 1 0	0 1 1	0 1 2		0 1 9
0 2 0	0 2 1	0 2 2		0 2 9
0 15 0	0 15 1	0 15 2		0 15 9
0 29 0	0 29 1	0 29 2		0 29 9

1면

1 0 0	1 0 1	1 0 2		1 0 9
1 1 0	1 1 1	1 1 2		1 1 9
1 2 0	1 2 1	1 2 2		1 2 9
1 15 0	1 15 1	1 15 2		1 15 9
1 29 0	1 29 1	1 29 2		1 29 9

2면

2 0 0	2 0 1	2 0 2		2 0 9
2 1 0	2 1 1	2 1 2		2 1 9
2 2 0	2 2 1	2 2 2		2 2 9
2 15 0	2 15 1	2 15 2		2 15 9
2 29 0	2 29 1	2 29 2		2 29 9

• 각 면의 원소수 = 30 × 10 = 300(개)

◆ 공식으로 풀면

- a[2][15][2]의 위치 = 2 × (30 × 10) + 15 × 10 + 3 = 753
- a[2][15][2]의 주소 = 배열의 시작주소 + (위치 - 1) × 배열원소의 크기
 = 2048 + (753 - 1) × 4
 = 5056

• 이런 유형의 문제는 틀리지 않고, **빨리 풀 수 있도록** 평소에 정리되어 있어야 한다.

2. 열우선(column major) 순서로 저장되는 3차원 배열 student[2][3][4]가 있을 때, 첫 번째 원소인 student[0][0][0]의 주소가 1024이면 student[1][2][2]의 주소는? (단, 배열 student의 각 원소의 크기는 24byte이고, 저장 순서는 [0][0][0], ..., [0][2][3], [1][0][0], ..., [1][2][3] 순서로 저장한다)
[2021년 국가 7급]

- ① 1168 ② 1192
- ③ 1504 ④ 1528

♣ student[1][2][2]의 주소

// 먼저, 배열 그림을 그려서 풀면 다음과 같다.

0면	000	001	002	003
	010	011	012	013
	020	021	022	023

1면	100	101	102	103
	110	111	112	113
	120	121	122	123

↓
↓ 열우선 순서로 저장
↓ 배열구조 그림을 보고 하나씩 헤아려 가면 된다.
↓

- student[1][2][2]의 위치는 21이라는 것을 알 수 있다.
- ↓
- 배열원소의 주소 = 배열의 시작주소 + **자신 이전까지의 원소 수** × 배열원소 크기
 ↓ student의 각 원소의 크기는 24byte
- student[1][2][2]의 주소 = 1024 + (21 - 1) × 24 = 1504

// 공식으로 풀면

- student[1][2][2]의 위치 = 1 × (3 × 4) + 3 × 2 + 3 = 21
- ↓
- 배열원소의 주소 = 배열의 시작주소 + **자신 이전까지의 원소 수** × 배열원소 크기
 ↓ student의 각 원소의 크기는 24byte
- student[1][2][2]의 주소 = 1024 + (21 - 1) × 24 = 1504

5. $n \times n$ 하삼각 행렬은 총 $n(n+1)/2$ 개의 원소를 갖는다. 원소 $a_{ij} (1 \leq i \leq j \leq n)$ 가 최소 공간을 사용하도록 1차원 배열 $b[k]$ 에 행우선순서(row-major order)로 저장했을 때, 하삼각 행렬의 원소 a_{ij} 가 저장될 배열 $b[k]$ 의 색인 k 를 계산하는 식으로 옳은 것은? (단, i 는 행 색인 값, j 는 열 색인 값으로 하고, 1차원 배열 b 에는 하삼각 행렬의 0 값은 저장되지 않으며, b 의 색인 k 의 값은 0부터 시작한다) [2019년 국가 7급]

정방행렬(square matrix) 중에서 대각선보다 위의 모든 원소가 0인 경우를 특별히 하삼각 행렬(lower triangular matrix)이라 하며, 다음은 4×4 하삼각 행렬의 예이다. (단, a_{ij} 는 0이 아닌 어떤 실수 값을 의미하고, 0은 반드시 0이어야 함을 의미한다)

$$\begin{pmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

- ① $(i - 1) \times n + (j - 1)$
- ② $j \times (j - 1) / 2 + (i - 1)$
- ③ $i \times (i - 1) / 2 + (j - 1)$
- ④ $(j - 1) \times n + (i - 1)$

☞ $n \times n$ 하삼각 행렬

• 이런 문제는 공식을 유도하지 않고, 다음처럼 풀어도 된다.(객관식이므로)

$$\begin{pmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

↓

↓ 1차원 배열 $b[k]$ 에 저장된 모습

↓

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
b[k]	a ₁₁	a ₂₁	a ₂₂	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₄₁	a ₄₂	a ₄₃	a ₄₄	...

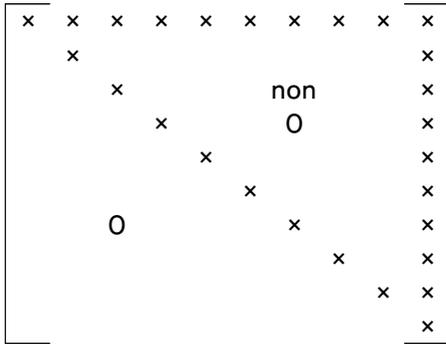
↓ $a_{ij} = a_{21}$ 인 경우

• $k = i \times (i - 1) / 2 + (j - 1) = 2 \times (2 - 1) / 2 + (1 - 1) = 1$

↓ $a_{ij} = a_{42}$ 인 경우

• $k = i \times (i - 1) / 2 + (j - 1) = 4 \times (4 - 1) / 2 + (2 - 1) = 7$

6. 다음 그림과 같이 정방행렬(square matrix)의 대각선 아래 모든 원소들의 값이 0인 행렬을 상삼각행렬(upper triangular matrix)이라고 한다. [2009년 국가 7급]



A[100][100]에 저장된 상삼각행렬을 기억공간을 절약하기 위해서 0이 아닌 데이터만 일차원 배열 B[5050]에 저장하고자 한다. A[i][i]은 B[i]에 저장하고, 0이 아닌 A의 데이터들을 행우선 순서로 B에 저장할 때, A[90][93]은 B의 어느 위치에 저장되는가?

- ① B[4998] ② B[4999]
- ③ B[5000] ④ B[5001]

☞ A[90][93]의 위치를 구하는 방법 - 두 가지 방법(그림 참조).

- A[90][93]의 위치 = 100 + 99 + 98 + 97 + + 11 + 4 - 1 = 4998
- A[90][93]의 위치 = 5050 - (1 + 2 + 3 + + 9 + 7) = 5050 - 52 = 4998

0, 0	0, 1	0, 2	...	0, 90	0, 91	0, 92	0, 93	0, 94	0, 95	0, 96	0, 97	0, 98	0, 99	100개
1, 0	1, 1	1, 2		1, 90	1, 91	1, 92	1, 93	1, 94	1, 95	1, 96	1, 97	1, 98	1, 99	99개
:	:	:		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
90, 0	90, 1	90, 2	...	90, 90	90, 91	90, 92	90, 93	90, 94	90, 95	90, 96	90, 97	90, 98	90, 99	앞에서 4번째 뒤에서 7번째
91, 0	91, 1	91, 2	...		91, 91	91, 92	91, 93	91, 94	91, 95	91, 96	91, 97	91, 98	91, 99	9개
92, 0	92, 1	92, 2	...			92, 92	92, 93	92, 94	92, 95	92, 96	92, 97	92, 98	92, 99	8개
93, 0	93, 1	93, 2	...				93, 93	93, 94	93, 95	93, 96	93, 97	93, 98	93, 99	7개
94, 0	94, 1	94, 2	...					94, 94	94, 95	94, 96	94, 97	94, 98	94, 99	6개
95, 0	95, 1	95, 2	...						95, 95	95, 96	95, 97	95, 98	95, 99	5개
96, 0	96, 1	96, 2	...							96, 96	96, 97	96, 98	96, 99	4개
97, 0	97, 1	97, 2	...								97, 97	97, 98	97, 99	3개
98, 0	98, 1	98, 2	...									98, 98	98, 99	2개
99, 0	99, 1	99, 2	...										99, 99	1개

- 두 번째 방법이 계산하기는 쉬운 것이다.
- 하지만, 첫 번째 방법도 계산을 위해서는 두 번째 방법의 계산을 머리 속에 그려야 할 것이다.

정답 : ①

7. 행우선(row major)으로 저장되는 3차원 배열 $a[4][5][3]$ 이 있을 때, 이 배열의 첫 번째 원소 $a[0][0][0]$ 의 주소를 α 라고 하면, $a[2][3][1]$ 의 주소를 $\alpha+i$ 로 표현했을 때 i 의 값은? [2015년 국가 7급]

- ① 6 ② 40
- ③ 56 ④ 168

♣ 배열요소의 위치

• 먼저, 배열 그림을 그려서 풀면 다음과 같다.

0면	000	001	002
	010	011	012
	020	021	022
	030	031	032
	040	041	042

1면	100	101	102
	110	111	112
	120	121	122
	130	131	132
	140	141	142

2면	200	201	202
	210	211	212
	220	221	222
	230	231	232
	240	241	242

• 공식으로 풀면

$$a[2][3][1] \text{의 위치} = 2 * (3 * 5) + 3 * 3 + 2 = 41$$

$$a[2][3][1] \text{의 주소} = \text{배열의 시작 주소} + \text{위치} - 1 = \alpha + 41 - 1 = \alpha + 40$$

$$\therefore i = 40$$

• 주어진 문제에서 배열 원소의 크기는 주어지지 않았다. → 그냥, 1byte 크기로 풀었다.

정답 : ②

8. 행우선(row major)으로 배열의 값을 저장하는 C 언어에서 3차원 배열 $A[4][2][3]$ 을 선언하였다. $A[0][0][0]$ 부터 $A[3][1][2]$ 에 정수 값 1~24를 행우선 순서에 따라 차례대로 저장할 때, $A[2][1][2]$ 에 저장되는 값은? [2010년 국가 7급]

- ① 17 ② 18
- ③ 19 ④ 20

♣ 배열요소의 위치

• 먼저, 배열 그림을 그려서 풀면 다음과 같다.

0면	1	2	3
	4	5	6

1면	7	8	9
	10	11	12

2면	13	14	15
	16	17	18

• 공식으로 풀면 : $A[2][1][2]$ 의 위치 = $2 * (2 * 3) + 1 * 3 + 3 = 18$

정답 : ②

9. K[1:2, 1:3, 1:2]로 선언된 3차원 배열을 행우선 순서(row major order)로 1차원 배열에 저장했을 때, 9번째에 저장되는 요소는? [2009년 국가 7급]

- ① K[1, 2, 2] ② K[1, 3, 2]
- ③ K[2, 2, 1] ④ K[2, 3, 2]

☞ 배열요소 상대적인 위치 - 그림을 그려서 풀면

1면	K[1, 1, 1]	K[1, 1, 2]	2면	K[2, 1, 1]	K[2, 1, 2]
	K[1, 2, 1]	K[1, 2, 2]		K[2, 2, 1]	K[2, 2, 2]
	K[1, 3, 1]	K[1, 3, 2]		K[2, 3, 1]	K[2, 3, 2]

• 행우선으로 추적해 보면 배열원소 **K[2, 2, 1]**가 9번째가 된다.

정답 : ③

10. 배열 A(2:4, 3:7, 2:5)의 원소 개수로 옳은 것은? (단, 배열의 첫 번째 원소는 A(2, 3, 2)이며, 마지막 원소는 A(4, 7, 5)이다) [2011년 국가 7급]

- ① 24 ② 30
- ③ 48 ④ 60

☞ 배열 A(2:4, 3:7, 2:5)의 원소 개수

• 원소 개수 = $3 \times 5 \times 4 = 60$

정답 : ④