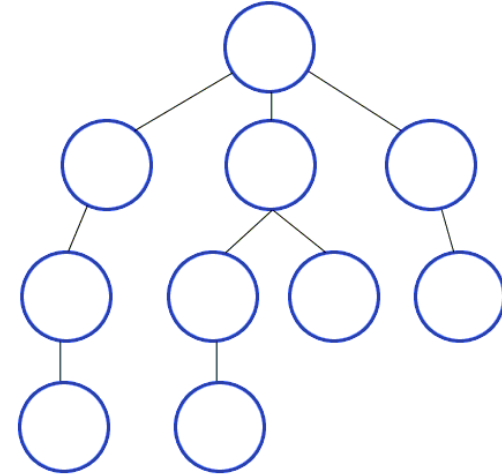


2022 여름학기 동국대학교 SW역량강화캠프

4일차. DFS 1

● DFS (깊이 우선 탐색)

- ▶ 재귀함수를 통한 탐색(인접한 정점, 인접한 상태)
- ▶ 모든 경우의 수를 탐색하는 완전 탐색
- ▶ 중복 방문을 제한하는 경우 방문 여부를 저장하는 배열을 사용한다.



● 모든 순열 (4154)

| 문제

N이 주어졌을 때, 1부터 N까지의 수로 이루어진 순열을 사전순으로 출력하는 프로그램을 작성하시오.

| 입력

첫째 줄에 $N(1 \leq N \leq 8)$ 이 주어진다.

| 출력

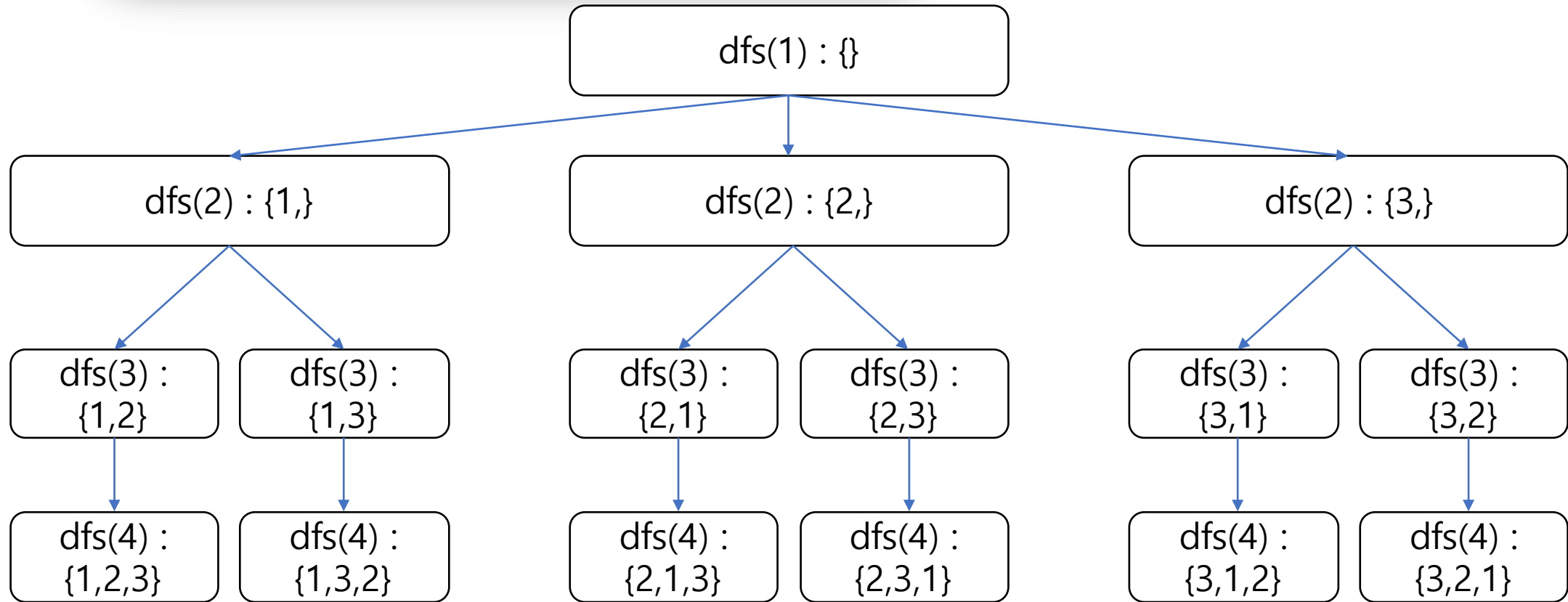
첫째 줄부터 $N!$ 개의 줄에 걸쳐서 모든 순열을 사전순으로 출력한다.

▶ 재귀함수를 이용한 풀이

▶ dfs 함수를 다음과 같이 정의하자

$\text{dfs}(i) = \text{arr}[i]$ 를 채우고 $\text{dfs}(i+1)$ 로 넘어간다. ($1 \leq i \leq N$)

$\text{dfs}(i) = \text{arr}$ 배열을 출력한다. ($i == N+1$)



```
public static void main(String[] args) throws IOException {
    BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
    N = Integer.parseInt(br.readLine());
    sb = new StringBuilder();

    arr = new int[N + 1];
    used = new boolean[N + 1];

    dfs(1);
    System.out.println(sb.toString());
}

public static void dfs(int x) {
    if(x == N + 1) {
        for(int i=1; i<=N; i++) sb.append(arr[i]).append(' ');
        sb.append('\n');
        return;
    }
    for (int i = 1; i <= N; i++) { // arr[x]에 i를 놓을 수 있는지 판단
        if(used[i] == true) continue;
        arr[x] = i; used[i] = true;
        dfs(x+1);
        arr[x] = 0; used[i] = false; // backtrack
    }
}
```

● N과 M 2 (4143)

| 문제

자연수 N 과 M 이 주어졌을 때, 아래 조건을 만족하는 길이가 M 인 수열을 모두 구하는 프로그램을 작성하시오.

1. 1부터 N 까지 자연수 중에서 중복 없이 M 개를 고른 수열
2. 고른 수열은 오름차순이어야 한다.

| 입력

첫 줄에 자연수 N 과 M 이 주어진다. ($1 \leq M \leq N \leq 8$)

▶ 재귀함수를 이용한 풀이

▶ dfs 함수를 다음과 같이 정의하자

$\text{dfs}(i) = \text{arr}[i]$ 를 채우고 $\text{dfs}(i+1)$ 로 넘어간다. ($1 \leq i \leq N$)
 $\text{dfs}(i) = \text{arr}$ 배열을 출력한다. ($i == N+1$)

$\text{dfs}(i)$ 에서 $\text{arr}[i]$ 를 채울 때, $\text{arr}[i-1]+1$ 이상의 수로 채워야 한다.


```
public static void dfs(int x) {  
    if(x == M + 1) {  
        for(int i=1; i<=M; i++) sb.append(arr[i]).append(' ');  
        sb.append('\n');  
        return;  
    }  
    for (int i = arr[x-1]+1; i <= N; i++) { // arr[x]에 i를 놓을 수 있는지 판단  
        arr[x] = i;  
        dfs(x+1);  
        arr[x] = 0; // backtrack  
    }  
}
```

- ▶ 재귀함수를 이용한 풀이
- ▶ dfs 함수를 다음과 같이 정의하자

$\text{dfs}(i, x) = x$ 이상의 수로 $\text{arr}[i]$ 를 채우고 $\text{dfs}(i+1, \text{arr}[i]+1)$ 로 넘어간다. ($1 \leq i \leq N$)

$\text{dfs}(i, x) = \text{arr}$ 배열을 출력한다. ($i == N+1$)

```
dfs(1, 1); // arr[1]은 1 이상의 수로 채운다.  
System.out.println(sb.toString());  
}  
  
public static void dfs(int x, int y) { // arr[x]를 y이상의 수로 채우고 다음 단계로  
    if(x == M + 1) {  
        for(int i=1; i<=M; i++) sb.append(arr[i]).append(' ');  
        sb.append('\n');  
        return;  
    }  
    for (int i = y; i <= N; i++) { // arr[x]에 i를 놓을 수 있는지 판단  
        arr[x] = i;  
        dfs(x+1, i+1);  
        arr[x] = 0; // backtrack  
    }  
}
```

● 사과 나누기 (4752)

| 문제

민준이는 반 학생들에게 N 개의 무게를 알고 있는 사과를 나누어주고자 한다.

가지고 있는 사과를 적당히 나누어, 남학생들과 여학생들에게 각각 주고자 한다.

이 때, 학생들이 싸우는 것을 막기 위해서 남학생들에게 준 사과의 무게 합과, 여학생들에게 준 사과의 무게 합의 차이가 최소가 되도록 하고 싶다.

민준이를 위해, 가능한 무게 합의 차이의 최소를 출력해주자!

| 입력

첫번째 줄에는 사과의 수 N 이 주어진다. ($1 \leq N \leq 20$)

두번째 줄에는, 각 사과의 무게 p_i 가 주어진다. ($1 \leq p_i \leq 10^9$)

▶ 재귀함수를 이용한 풀이

▶ dfs 함수를 다음과 같이 정의하자

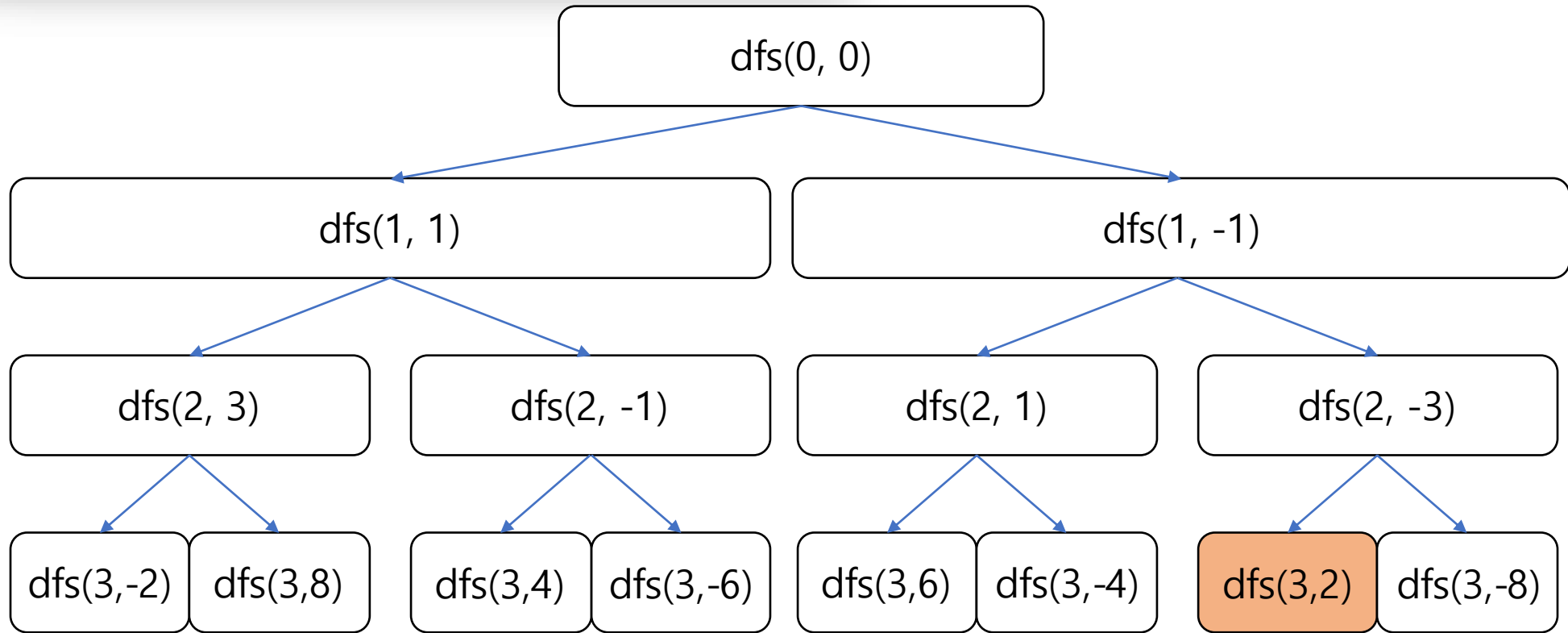
$\text{dfs}(x, \text{diff})$ = x 번 사과까지 분배해서 두 그룹의 무게 차이가 diff 인 상황, $x+1$ 번 사과를 분배하고 $\text{dfs}(x+1, \text{newdiff})$ 로 넘어간다. ($0 \leq x < N$)

$\text{dfs}(x, \text{diff})$ = 모든 사과를 분배해서 두 그룹의 무게 차이가 diff , diff 를 ans 에 최소값 갱신($x == N$)

arr[1] = 1

arr[2] = 2

arr[3] = 5



```
dfs(0, 0);

System.out.println(ans);

public static void dfs(int x, long diff) { // x번까지 사과를 사용해서 두 그룹의 무게 차이가 diff 인 상황
    if (x == N) {
        if(Math.abs(diff) < ans) {
            ans = Math.abs(diff);
        }
        return ;
    }
    dfs(x+1, diff + arr[x+1]);
    dfs(x+1, diff - arr[x+1]);
}
```

● 0을 만들자 (2872)

| 문제

1부터 N까지의 숫자가 차례대로 적혀 있다.

수들 사이에 "+", "-"를 넣거나 아무것도 넣지 않은 후 계산한 결과가 0이 되도록 만드려고 한다. (아무것도 넣지 않는다면 두 수는 하나의 수로 연결된다)

단, 수의 제일 앞에는 "+", "-"가 있을 수 없다.

만약 N이 7일때는

1-2 3+4+5+6+7

과 같이 2, 3을 23으로 생각할 수 있다.

| 입력

양의 정수 N이 첫 줄에 입력된다. ($3 \leq N \leq 9$)

- ▶ 재귀함수를 이용한 풀이
- ▶ 만약 수를 이어붙힐 수 없었다면?
- ▶ $\text{dfs}(x, \text{res}, \text{form}) = x$ 까지 수를 사용해서 계산값이 res 인 상황 (식은 form)
예) $\text{dfs}(3, 2, "1-2+3") \rightarrow \text{dfs}(4, 6, "1-2+3+4"), \text{dfs}(4, -2, "1-2+3-4")$
- ▶ 수를 이어붙히는 것을 변수로 어떻게 표현해야할까?

▶ 계산식을 확정된 부분과 만들고 있는 부분으로 분리하자

▶ $1 + 23 - 45 + 67$

▶ $\text{dfs}(x, \text{res}, \text{tmp}, \text{form})$

= x까지 숫자들을 사용해서 확정된 계산 결과 = res, 만들고 있는 수 = tmp, 식이 form인 상황

예)

$\text{dfs}(5, 24, -45, "1+23-45")$

→ $\text{dfs}(6, 24, -456, "1+23-456")$

→ $\text{dfs}(6, -21, 6, "1+23-45+6")$

→ $\text{dfs}(6, -21, -6, "1+23-45-6")$

▶ 초기 상태 = $\text{dfs}(1, 0, 1, "1")$

```
public static void dfs(int x, int res, int tmp, String form) {  
    // x번까지 숫자들을 사용해서 확정된 계산 결과 = res, 만들고 있는 수 = tmp, 식이 form인 상황  
    // 1 + 2 3 - 4 5 => dfs(5, 24, -45, "1+23-45")  
    // 6이 이어붙여진다면 1 + 2 3 - 4 5 6 => dfs(6, 24, -456, "1+23-456")  
    // 6이 + 로 붙는다면 1 + 2 3 - 4 5 + 6 => dfs(6, -21, 6, "1+23-45+6")  
    // 6이 - 로 붙는다면 1 + 2 3 - 4 5 - 6 => dfs(6, -21, -6, "1+23-45-6")  
    if (x == N) {  
        int result = res + tmp;  
        if(result == 0) sb.append(form).append('\n');  
        return ;  
    }  
    int newtmp;  
    if(tmp > 0) newtmp = tmp*10 + (x+1); // 23 -> 234  
    else newtmp = tmp*10 - (x+1); // -23 -> -234  
  
    dfs(x+1, res, newtmp, form + ' ' + (char)((x+1) + '0'));  
    dfs(x+1, res+tmp, x+1, form + '+' + (char)((x+1) + '0'));  
    dfs(x+1, res+tmp, -(x+1), form + '-' + (char)((x+1) + '0'));  
}
```