

세그먼트 트리와 펜윅 트리

최백준 choi@startlink.io

최소값 찾기

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 A가 주어졌을 때, 가장 긴 증가하는 부분 수열을 구하는 프로그램을 작성하시오
- 예를 들어, 수열 $A = \{10, 20, 10, 30, 20, 50\}$ 인 경우에 가장 긴 증가하는 부분 수열은 $A = \{10, 20, 10, 30, 20, 50\}$ 이고, 길이는 4이다
- $1 \leq N \leq 1,000,000, 1 \leq A[i] \leq 1,000,000$

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

5

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

7

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

10

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 2 | 3 | 3 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 수열 = {1, 3, 1, 2, 4, 3, 4, 2} 인 경우
- $tree[i]$ = 수 i 를 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| A[i] | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 |

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| tree[i] | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 |

가장 긴 증가하는 부분 수열 2

13

<https://www.acmicpc.net/problem/12015>

- 소스: <http://codeplus.codes/87fe34b385df4d1786293100869b0f3f>

가장 긴 증가하는 부분 수열 3

14

<https://www.acmicpc.net/problem/12738>

- 가장 긴 증가하는 부분 수열 2와 다 같은데,
- 수의 범위가 $-1,000,000,000 \leq A[i] \leq 1,000,000,000$ 이다
- 세그먼트 트리를 만들 수 없다

가장 긴 증가하는 부분 수열 3

15

<https://www.acmicpc.net/problem/12738>

- 2, 50, 25, 20, 35, 60, 20, 50, 35, 3, 8, 25
- 에서 정답은
- 1, 7, 5, 4, 6, 8, 4, 7, 6, 2, 3, 5
- 에서 정답과 같다

가장 긴 증가하는 부분 수열 3

16

<https://www.acmicpc.net/problem/12738>

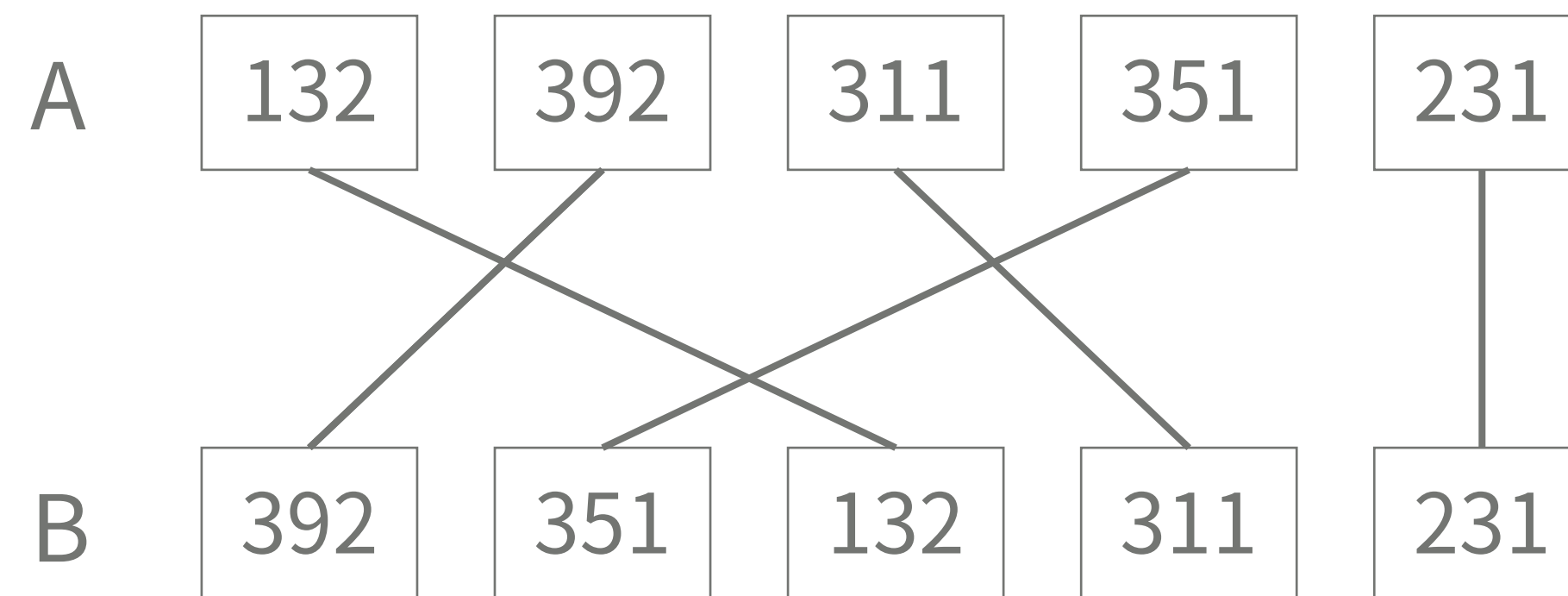
- 소스: <http://codeplus.codes/bf2bda0fe2e046aa9cbf679da791f182>

합 구하기

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

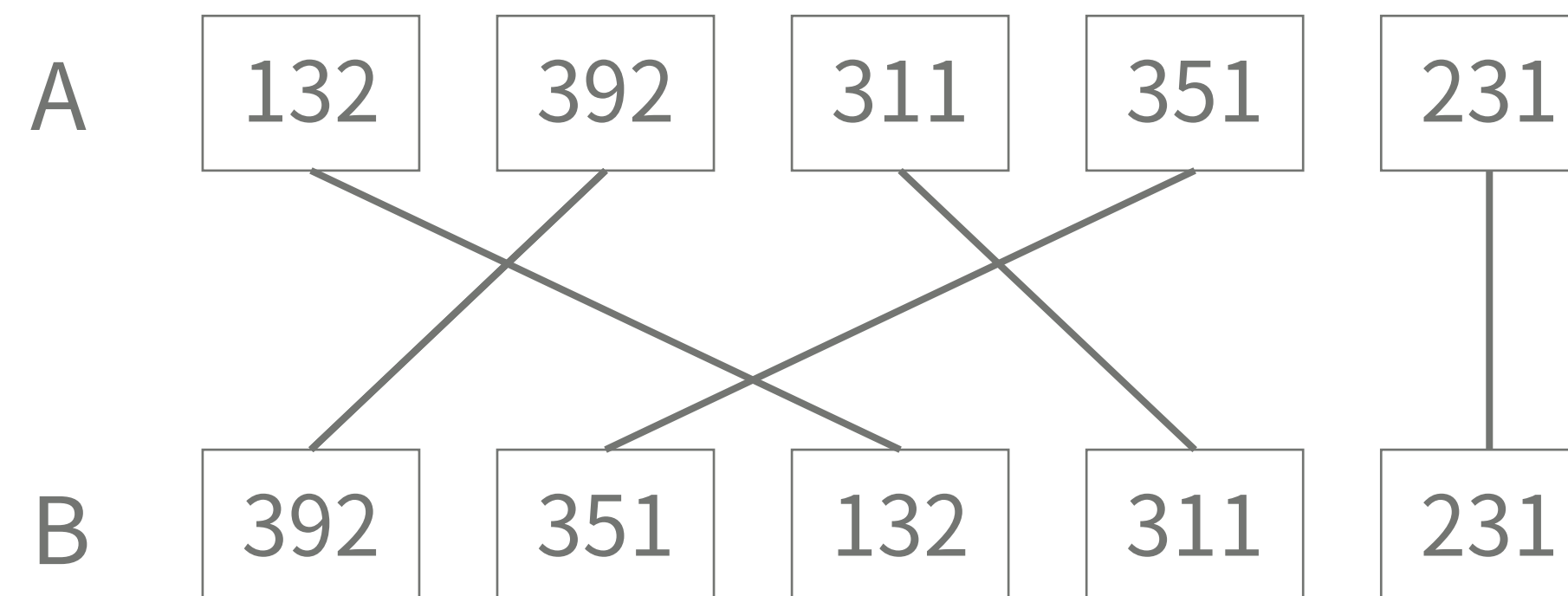
- 교차의 개수를 세는 문제



공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 교차의 개수를 세는 문제
- 교차 하려면
- $A[i] < A[j]$ 이면서, $B[i] > B[j]$
- 의 개수를 세야 한다

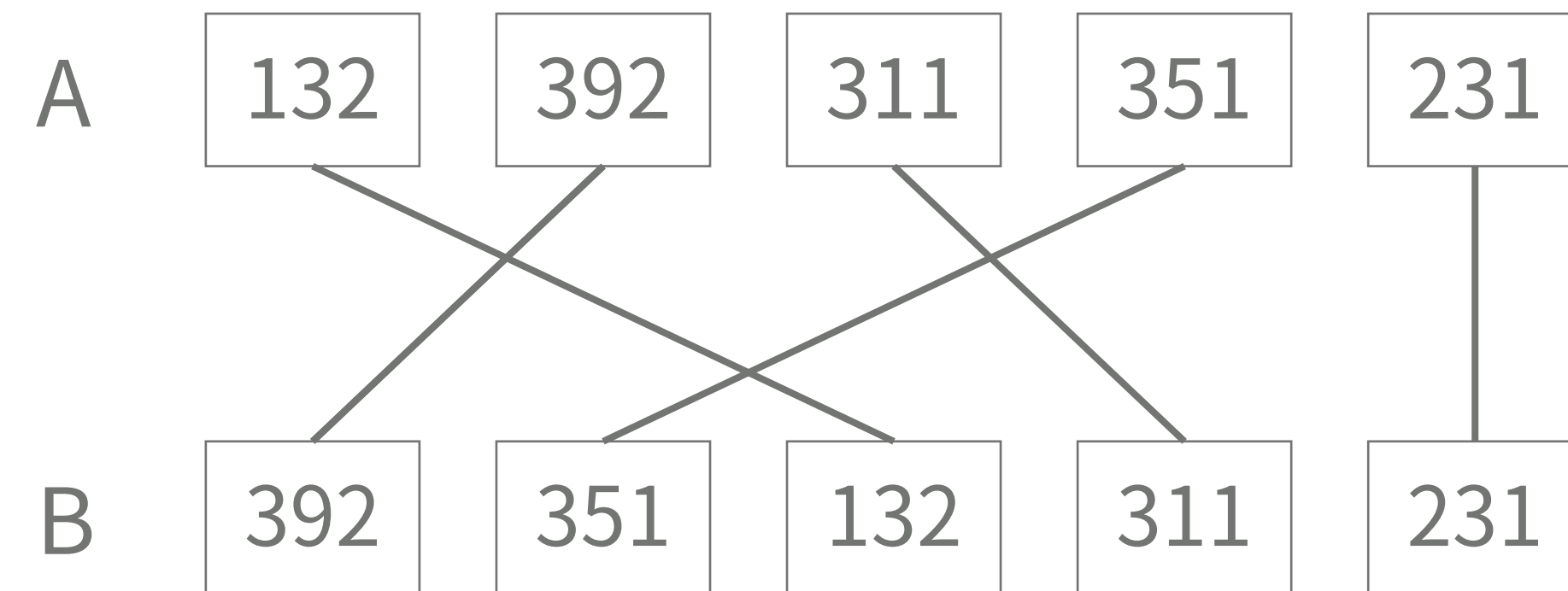


공장

20

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

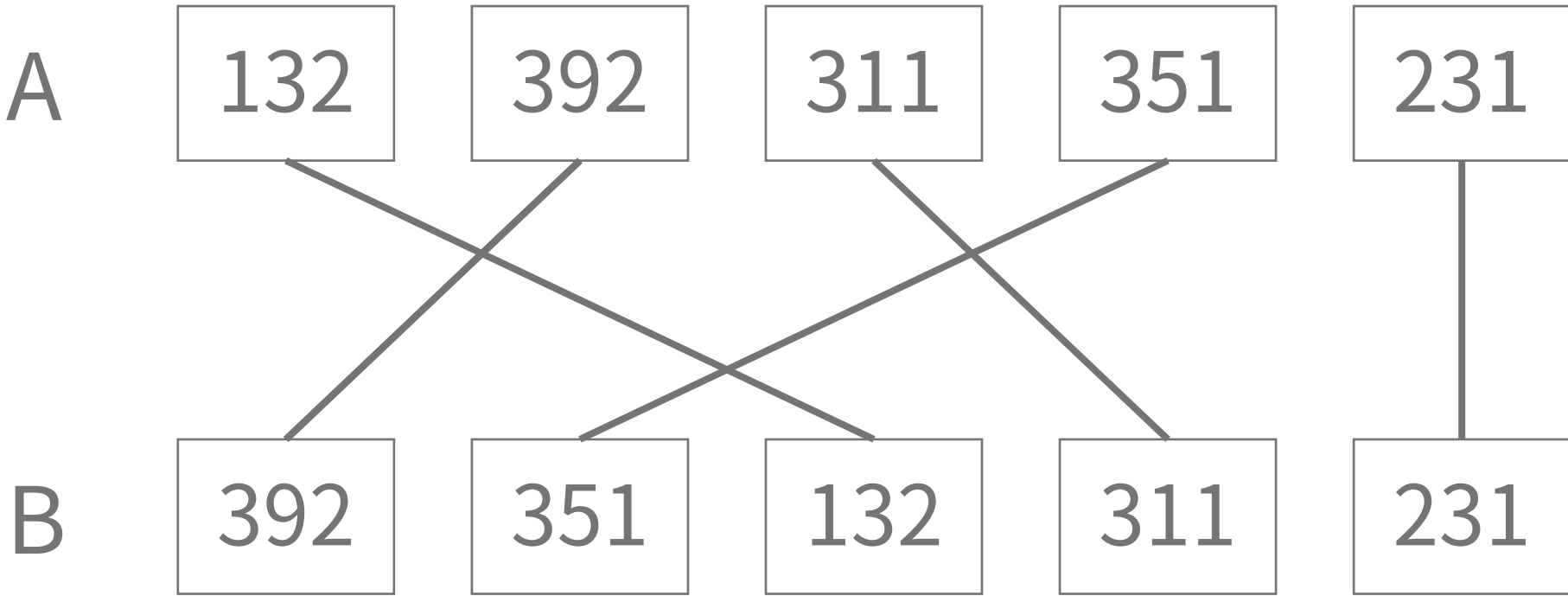
- 교차의 개수를 세는 문제
- 교차 하려면
- $A[i] < A[j]$ 이면서, $B[i] > B[j]$
- 의 개수를 세야 한다
- $A[i] < A[j]$: 트리에 넣는 순서로 해결 가능
- $B[i] > B[j]$: 트리에서 개수를 세는 방식으로 해결 가능



공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, 392, 311, 351, 231

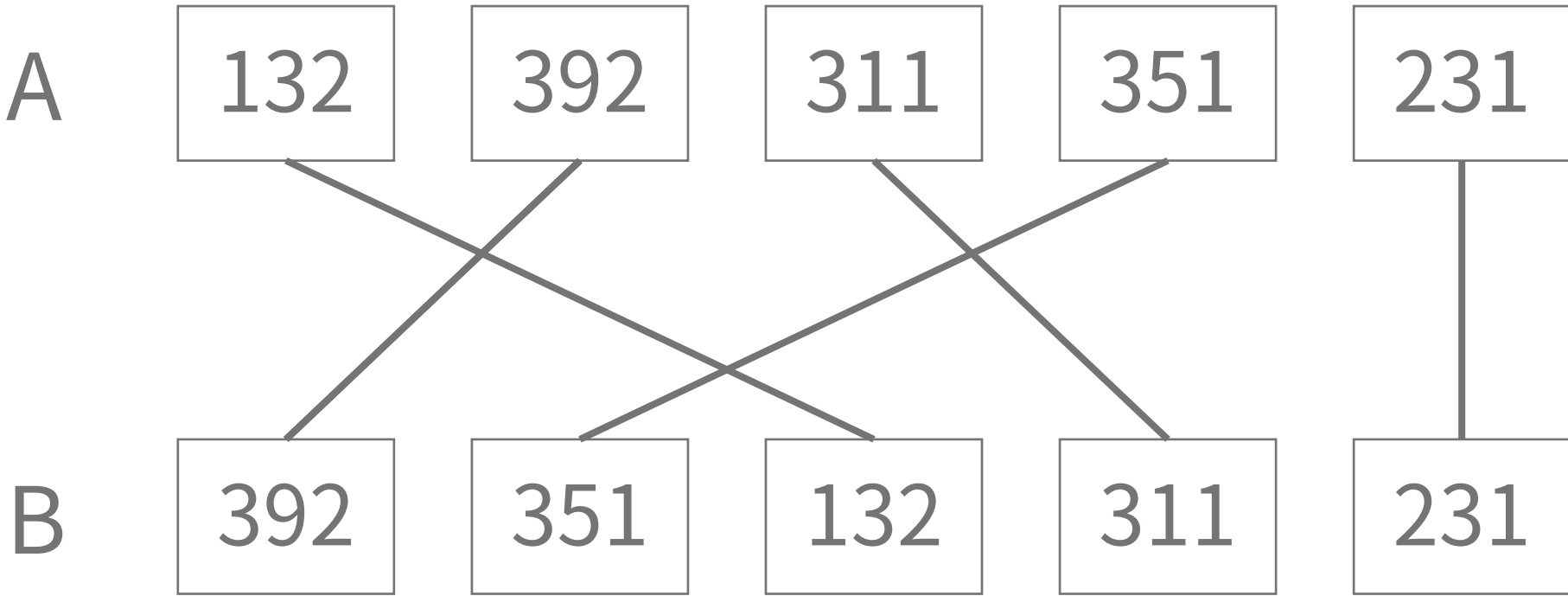


| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, 392, 311, 351, 231
- 311~231까지 합: 0

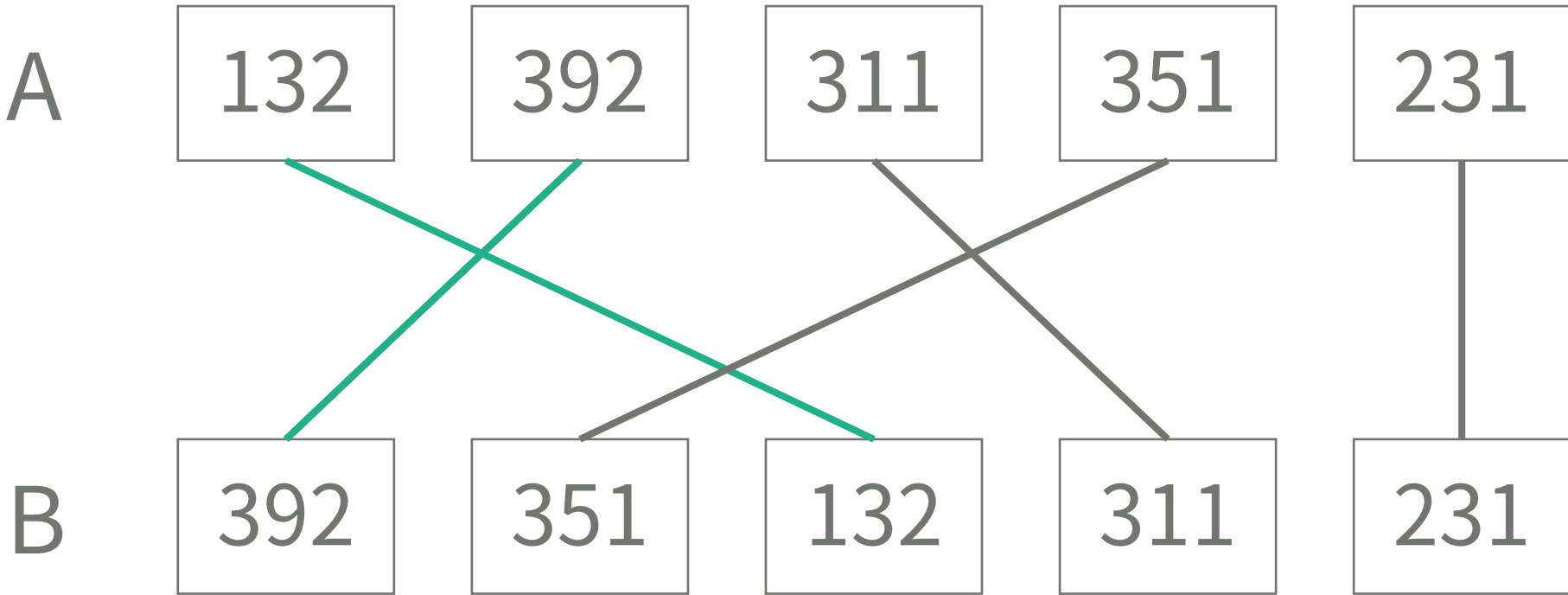


| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, **392**, 311, 351, 231
- 351~231까지 합: 1
- 교차: 1

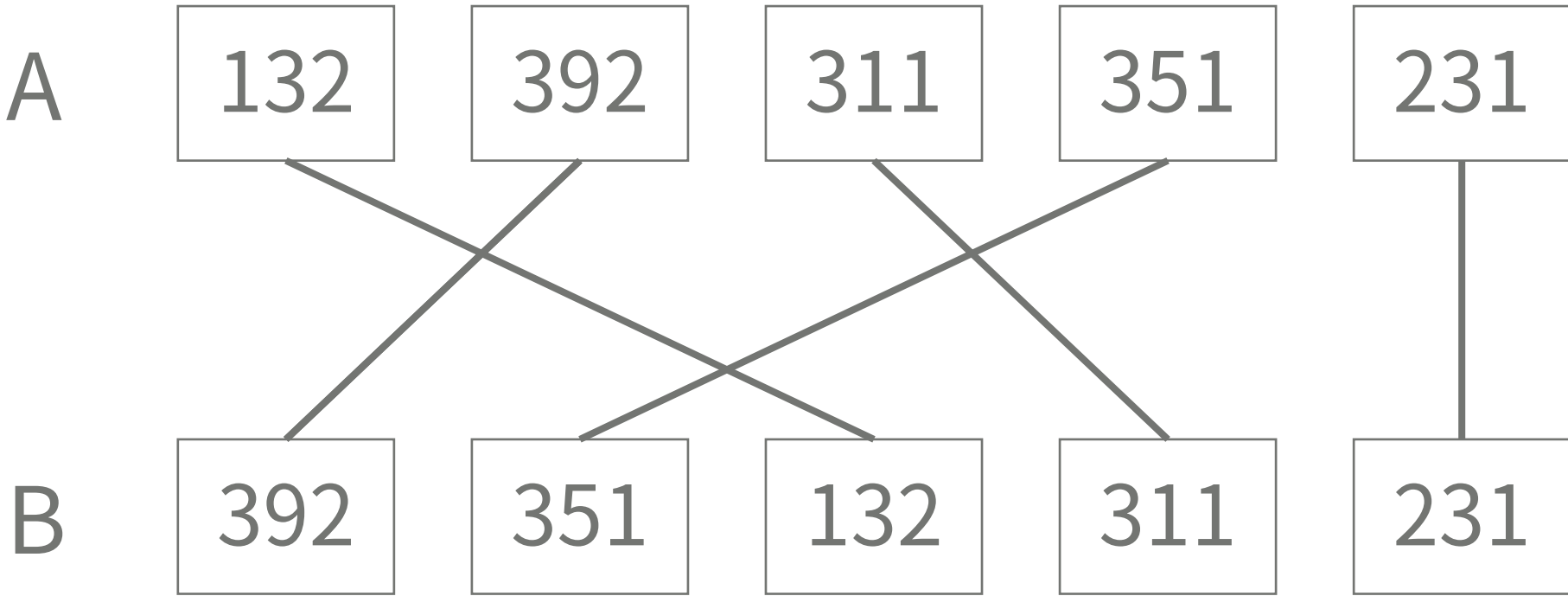


| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, 392, **311**, 351, 231
- 231~231까지 합: 0

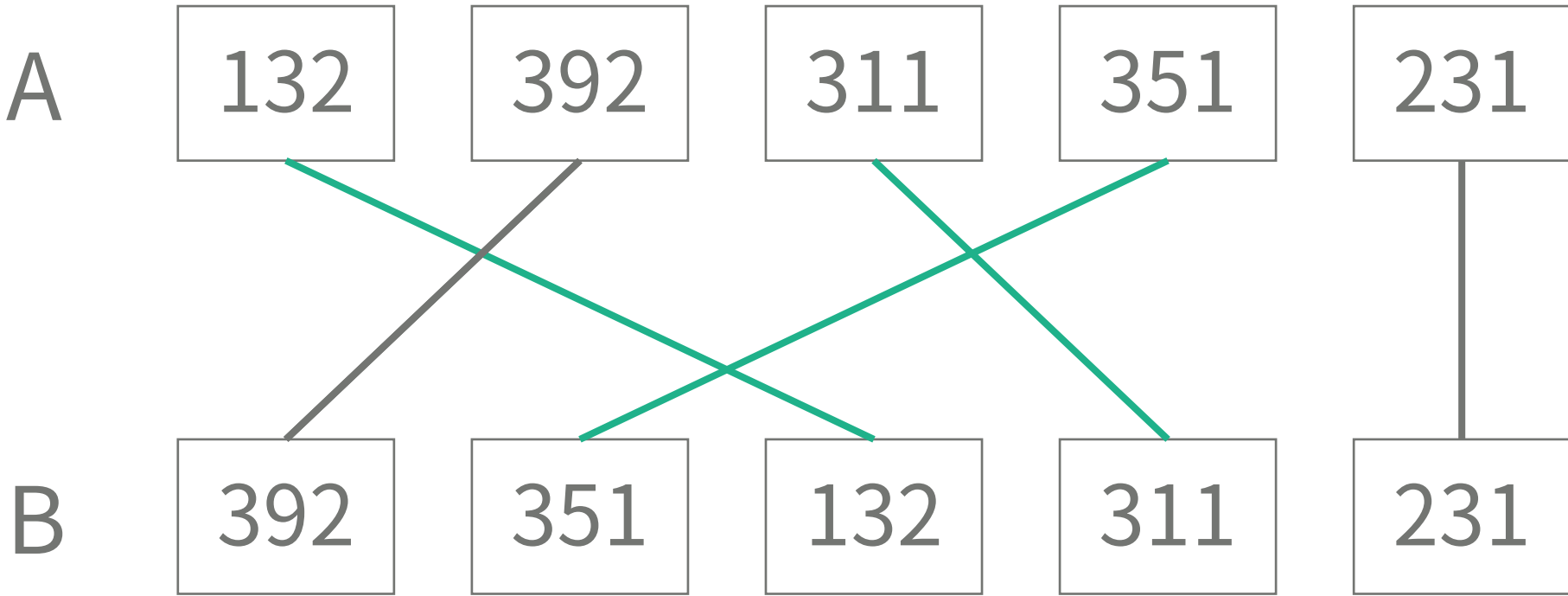


| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, 392, 311, **351**, 231
- 132~231까지 합: 2
- 교차: 2

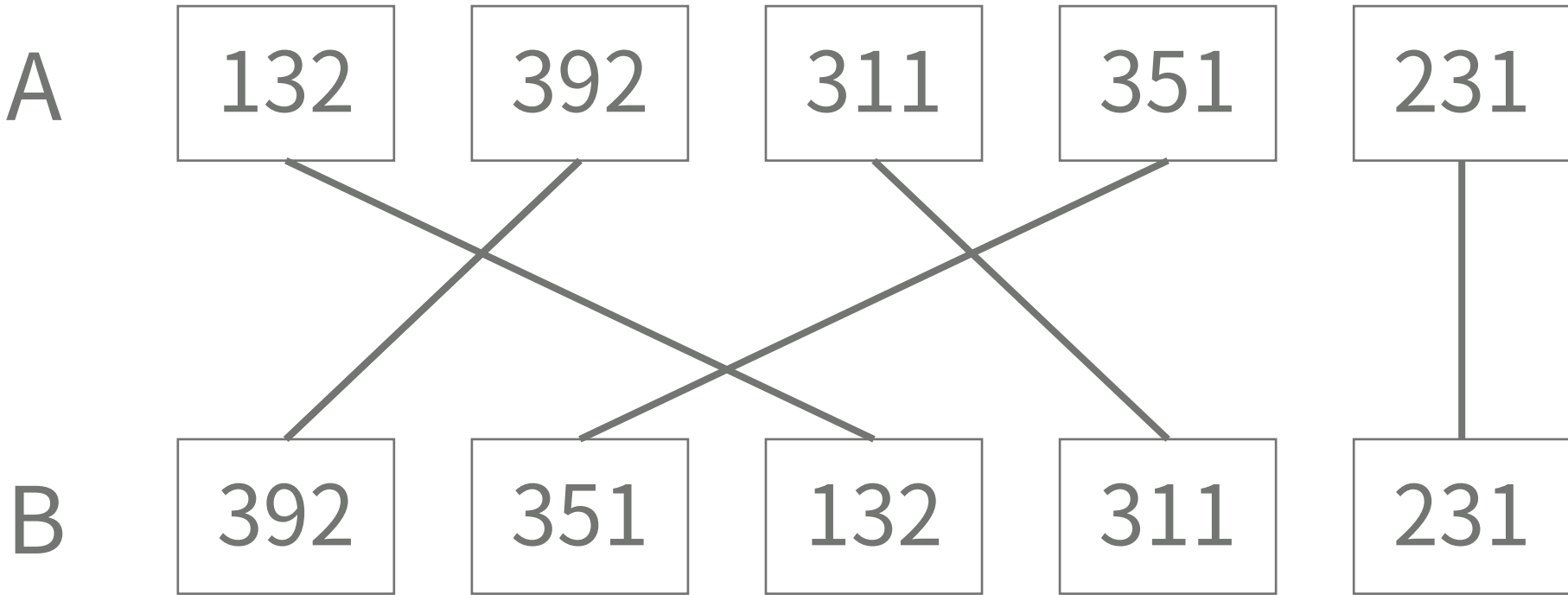


| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 132, 392, 311, 351, **231**
- 231~231까지 합: 0



| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| B[i] | 392 | 351 | 132 | 311 | 231 |
| Tree[i] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

공장

<https://www.acmicpc.net/problem/7578>

- 소스: <http://codeplus.codes/18571c69225a42938d4de7a021767278>

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 보고 싶은 영화가 있을 때는, DVD의 위치를 찾은 다음 쌓아놓은 컬렉션이 무너지지 않게 조심스럽게 DVD를 뺀다
- 가장 처음에 영화가 쌓여진 순서는 1부터 증가하는 순서이다
- 가장 위에 있는 영화의 번호는 1이다
- 상근이가 영화를 한 편 볼 때마다 그 DVD의 위에 몇 개의 DVD가 있었는지를 구해야 한다

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 영화의 개수: 5개, 보려고 하는 영화의 개수: 3개

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 4를 본다.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | 1 | 2 | 3 | | 5 |

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 5를 본다.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | 1 | 2 | 3 | | 5 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | | |

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 2를 본다.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 4 | 1 | | 3 | | |

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 총 $N+M$ 개라고 생각을 하고
- 가장 처음에는 $M+1 \sim M+N$ 에 영화를 놓는다
- 그 다음, 한 칸씩 앞으로 옮기는 방식

영화 수집

<https://www.acmicpc.net/problem/3653>

- 소스: <http://codeplus.codes/e3f2f3a940054eec8292372b8983fc26>

수열과 쿼리 37

<https://www.acmicpc.net/problem/18436>

- 길이가 N 인 수열 $A[1], A[2], \dots, A[N]$ 이 있다. 쿼리 M 개를 수행하는 문제
- 쿼리 1: $A[i] = x$
- 쿼리 2: $A[l], A[l+1], \dots, A[r]$ 에서 짝수의 개수를 출력
- 쿼리 3: $A[l], A[l+1], \dots, A[r]$ 에서 홀수의 개수를 출력
- $N, M \leq 100,000, A[i], x \leq 10^9$

수열과 쿼리 37

<https://www.acmicpc.net/problem/18436>

- 트리에 어떤 값을 저장하면 좋을까?

수열과 쿼리 37

37

<https://www.acmicpc.net/problem/18436>

- 모든 수는 짝수 또는 홀수이기 때문에, 둘 중 하나의 개수만 저장하면 나머지를 계산할 수 있다.
- $tree[i] = A[i]$ 가 짝수이면 1, 아니면 0

수열과 쿼리 37

38

<https://www.acmicpc.net/problem/18436>

- 소스: <http://codeplus.codes/3f7e13b1bef1461eb90b07cad858a4f8>

음주 코딩

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 구간의 곱을 구하는 문제이다

음주 코딩

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 실제로 어떤 수가 들어있는지가 중요한 것이 아니고, 부호만 중요하기 때문에
- 1, 0, -1만 저장해서 문제를 푼다.
- 세그먼트 트리를 사용해야 한다.

음주 코딩

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 소스: <http://codeplus.codes/a357a43a1d804992ba5acbbdb4d735c6>

음주 코딩

42

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- BIT를 이용해서도 문제를 풀 수 있다

음주 코딩

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 수 N 개를 곱했을 때, 부호는 음수에 의해서 결정된다.
- 음수의 개수가 짝수이면 양수, 홀수이면 음수이다.

음주 코딩

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 수 N개를 곱했을 때, 부호는 음수에 의해서 결정된다.
- 음수의 개수가 짝수이면 양수, 홀수이면 음수이다.
- 음수: 1, 양수: 0, 0은 -무한대
- 를 넣어서 해결할 수 있다.

음주 코딩

45

<https://www.acmicpc.net/problem/5676>

- 소스: <http://codeplus.codes/42f9ed8cbc1a4ccaa8c136b3c4cdeea8>

K번째 찾기

사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 각각의 사탕은 그 맛의 좋고 나쁨이 1부터 1,000,000까지의 정수로 구분된다.
- 1이 가장 맛있는 사탕을 의미하며, 1,000,000은 가장 맛있는 사탕을 의미한다.
- 수정이는 동생이 말을 잘 들은 정도에 따라서, 사탕상자 안에 있는 사탕들 중 몇 번째로 맛있는 사탕을 꺼내주곤 한다.
- 예를 들어 말을 매우 잘 들었을 때에는 사탕상자에서 가장 맛있는 사탕을 꺼내주고, 말을 조금 잘 들었을 때에는 사탕상자에서 여섯 번째로 맛있는 사탕을 꺼내주는 식이다.

사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

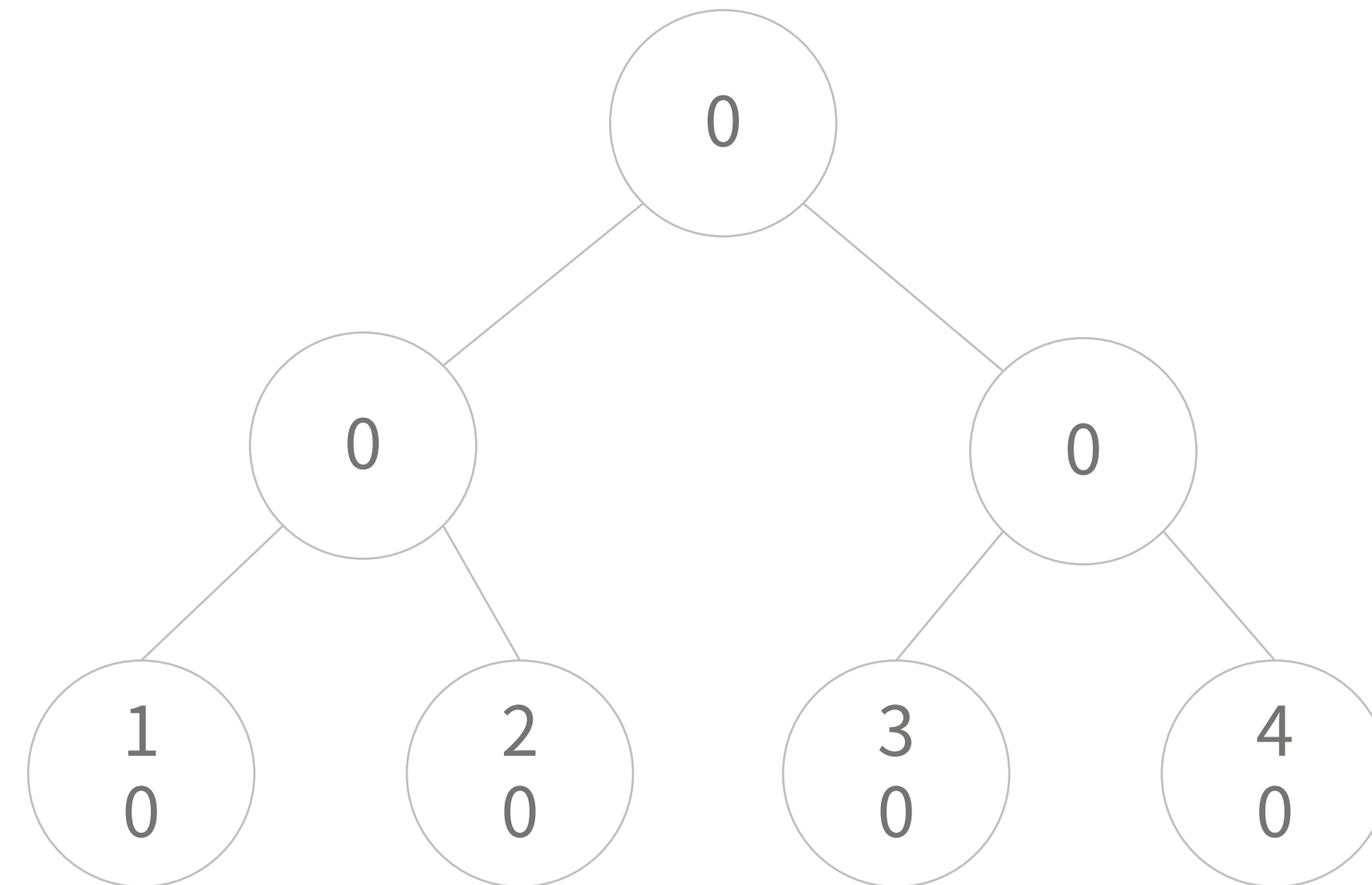
- 사탕을 꺼내는 경우
- 꺼내는 순위
- 사탕을 넣는 경우
- 맛과 개수

사탕상자

49

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 처음 상태

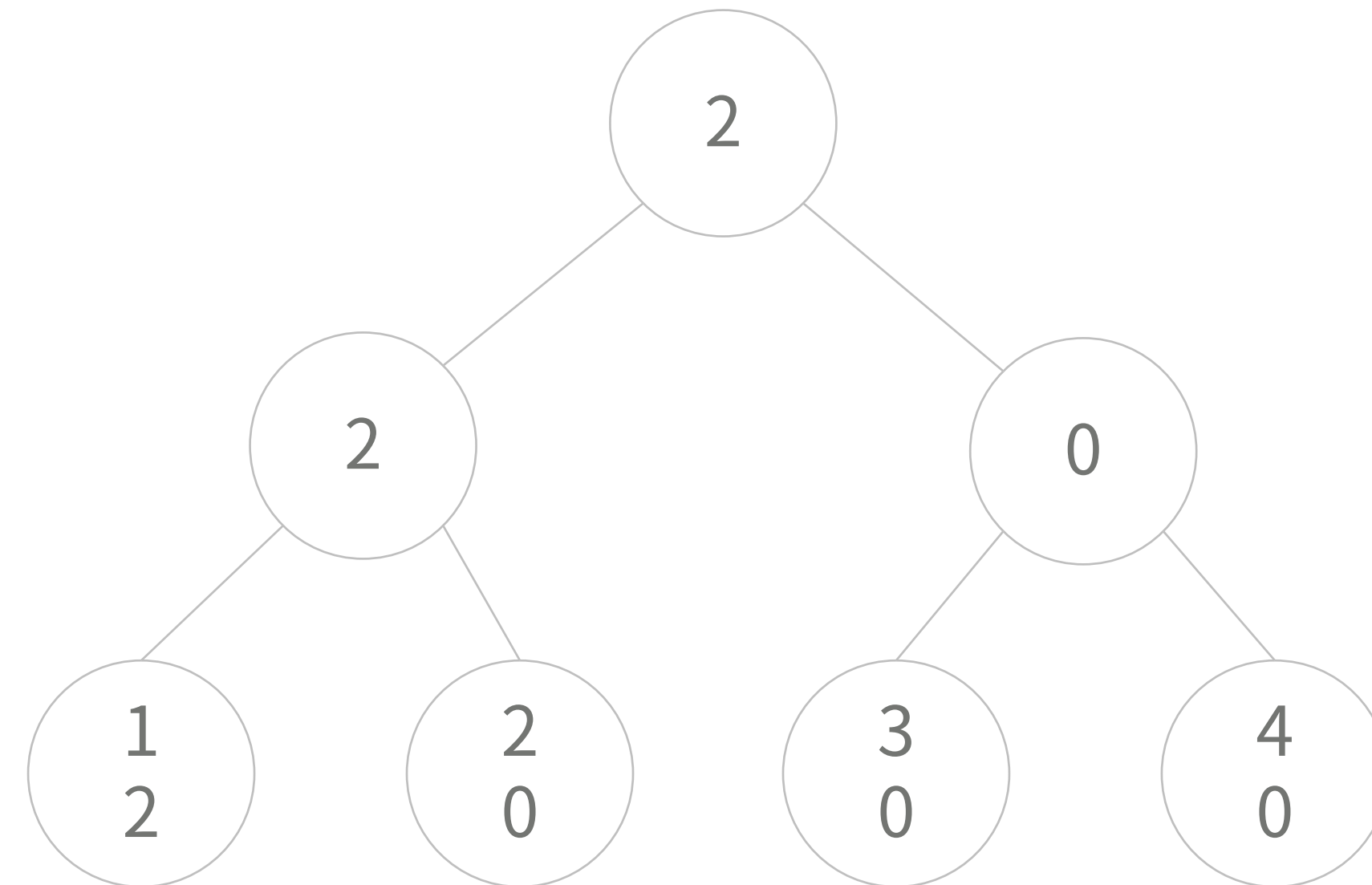


사탕상자

50

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

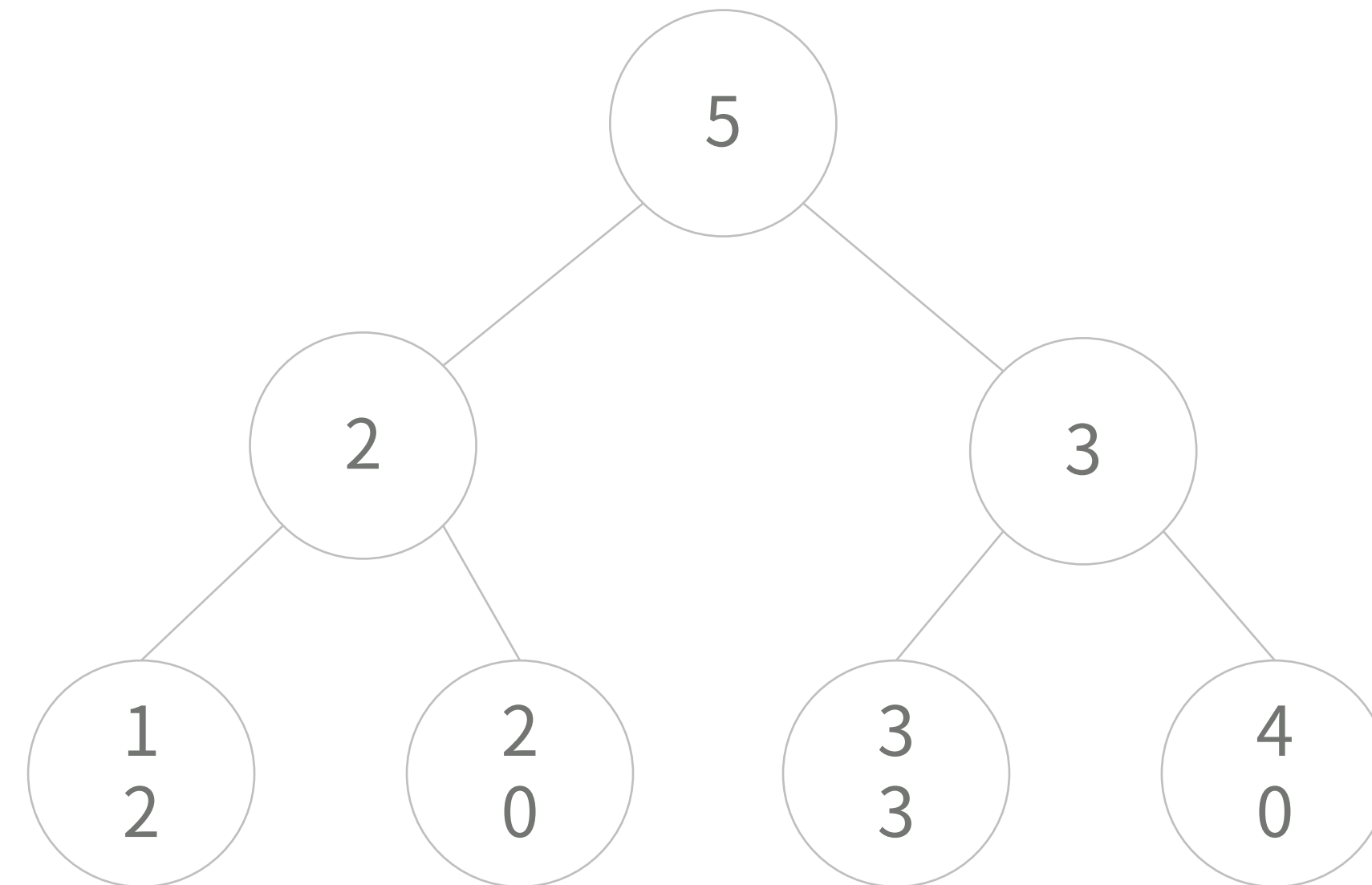
- 맛이 1인 사탕을 2개 넣는다



사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 맛이 3인 사탕을 3개 넣는다

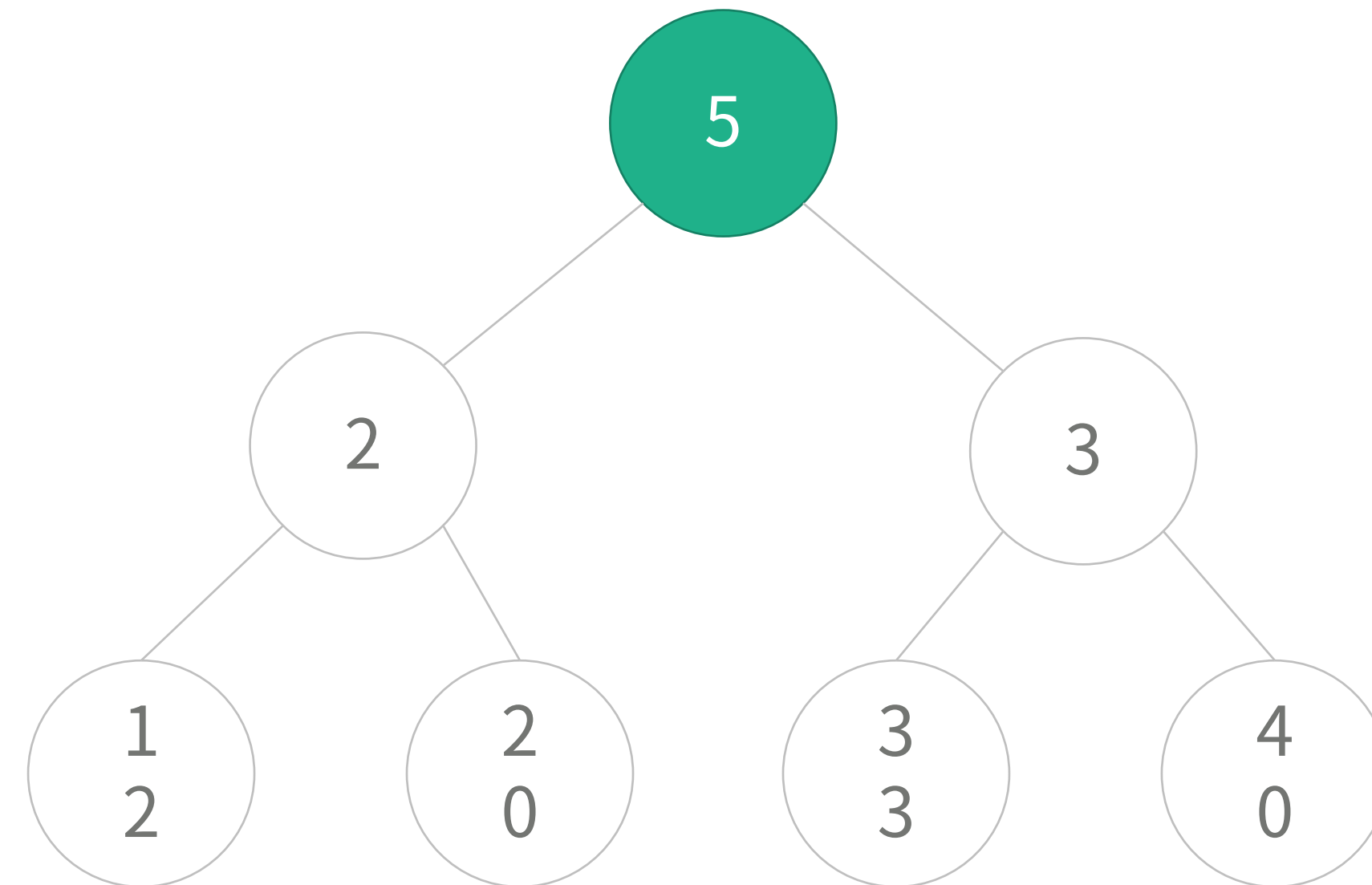


사탕상자

52

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 2번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 왼쪽에 있다

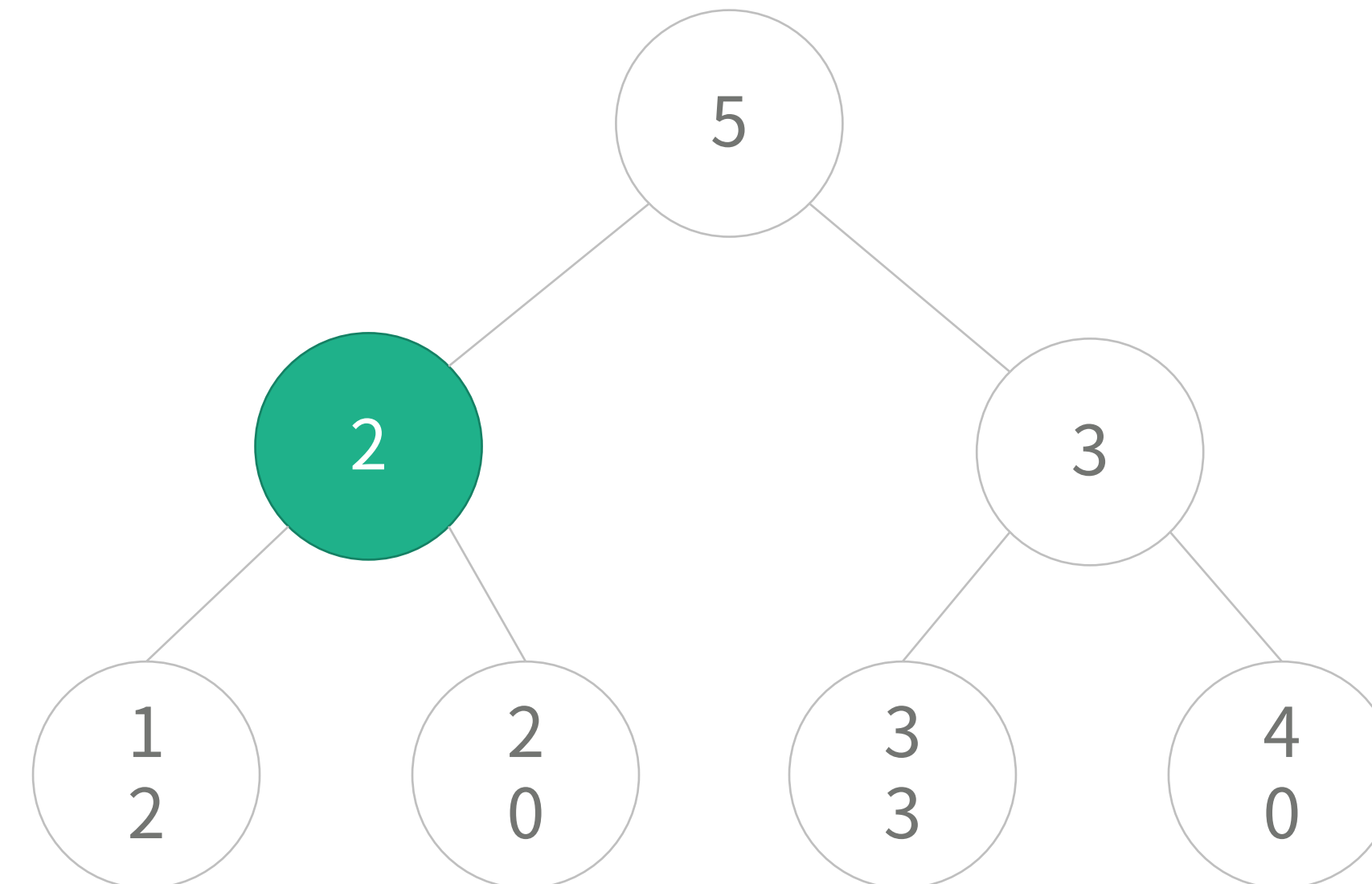


사탕상자

53

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

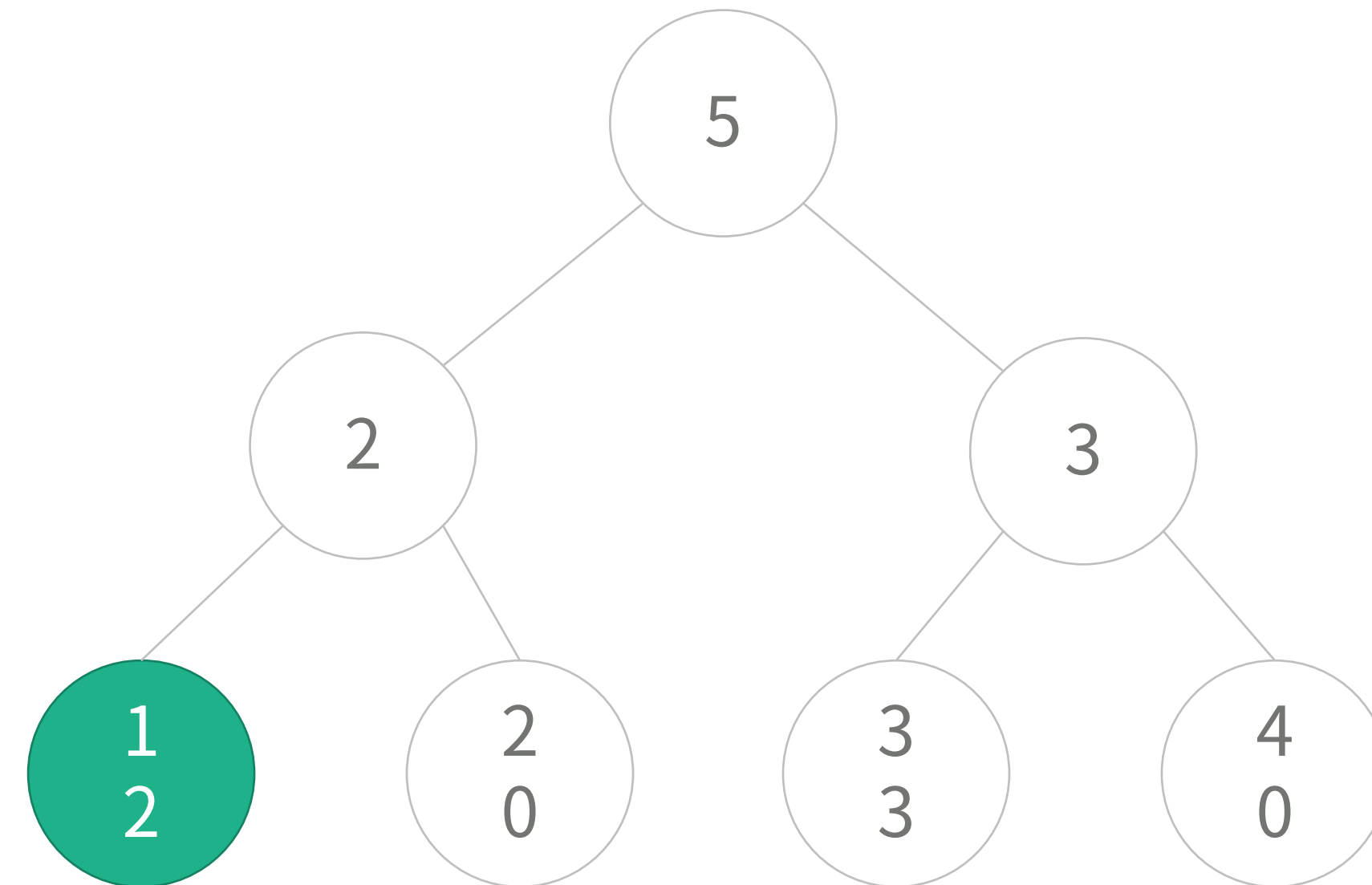
- 2번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 왼쪽에 있다



사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

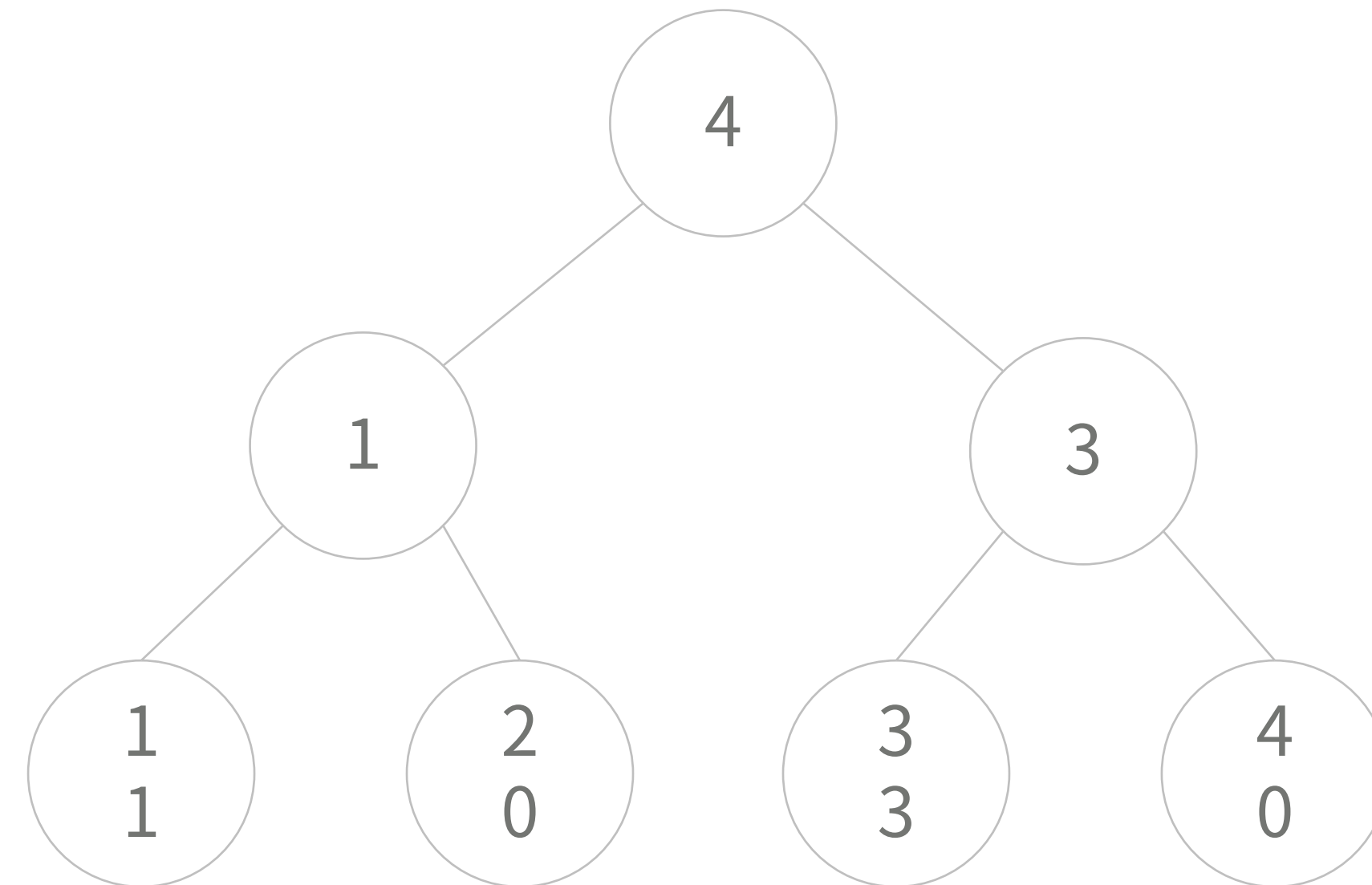
- 2번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 왼쪽에 있다



사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

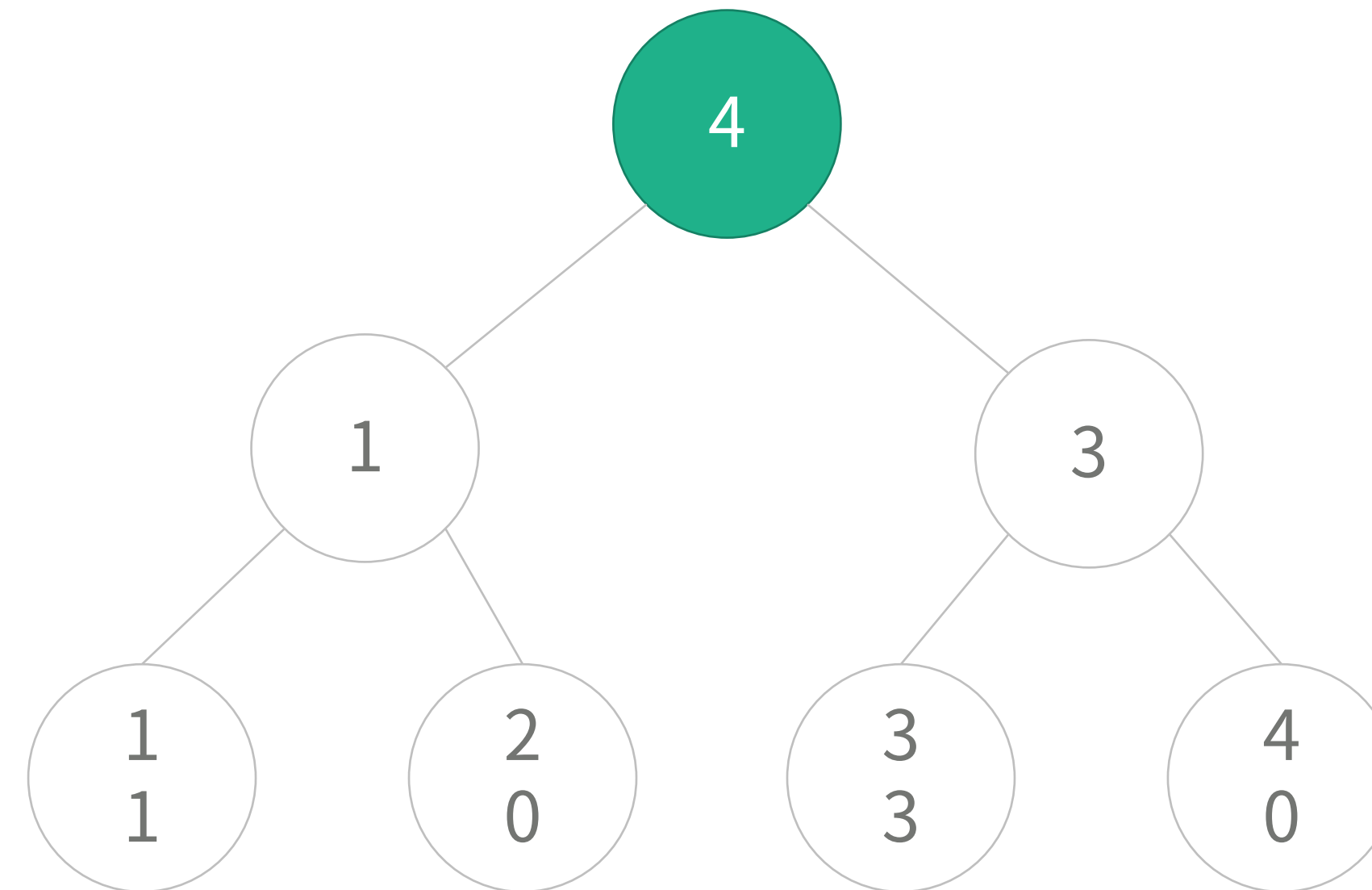
- 2번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 왼쪽에 있다
- 사탕을 빼고 트리를 업데이트 한다



사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 2번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 오른쪽에 있다
- 오른쪽에서 $2-1 = 1$ 번째 사탕이다.

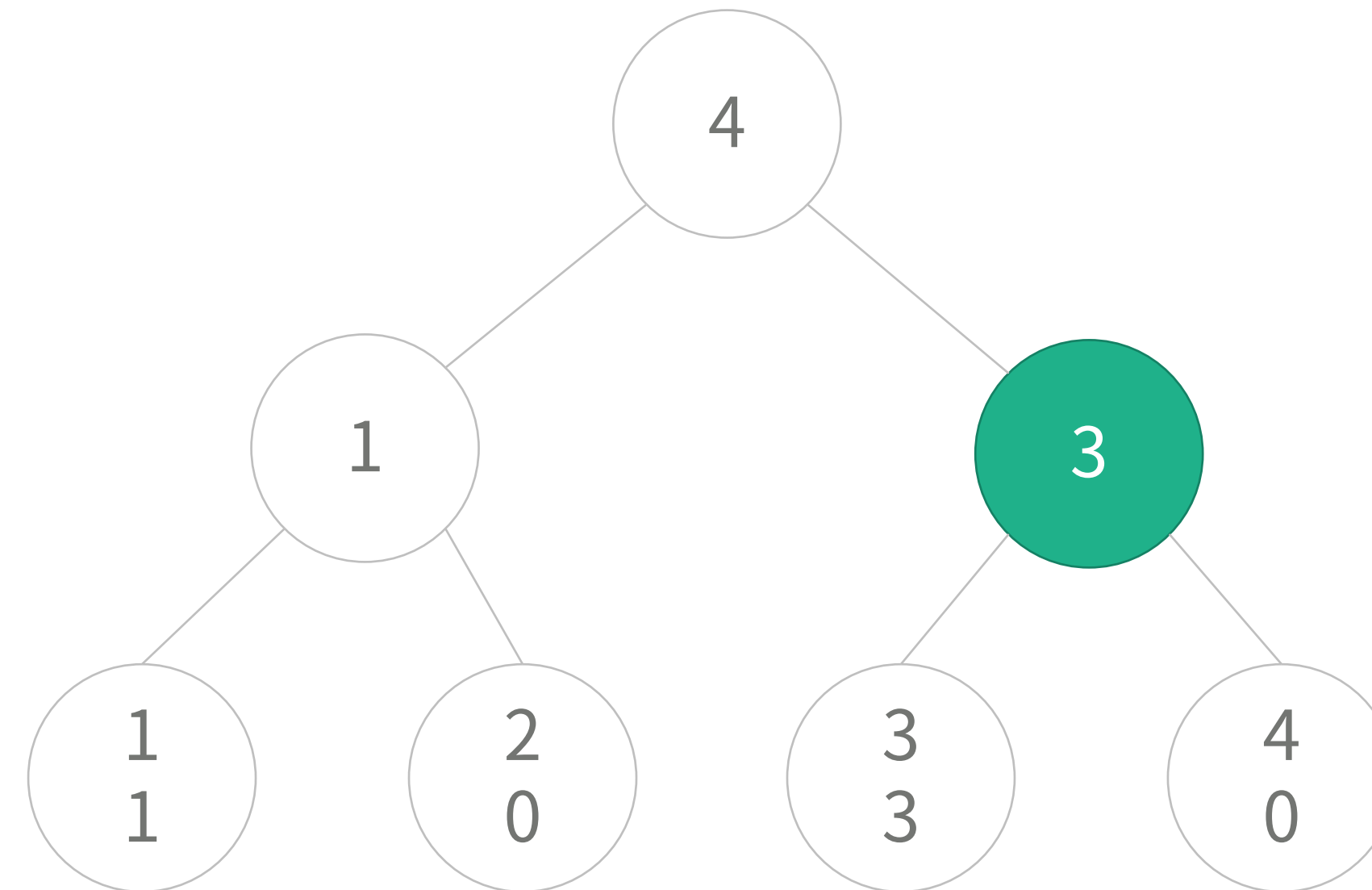


사탕상자

57

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 1번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 왼쪽에 있다
- 왼쪽에서 1번째 사탕이다.

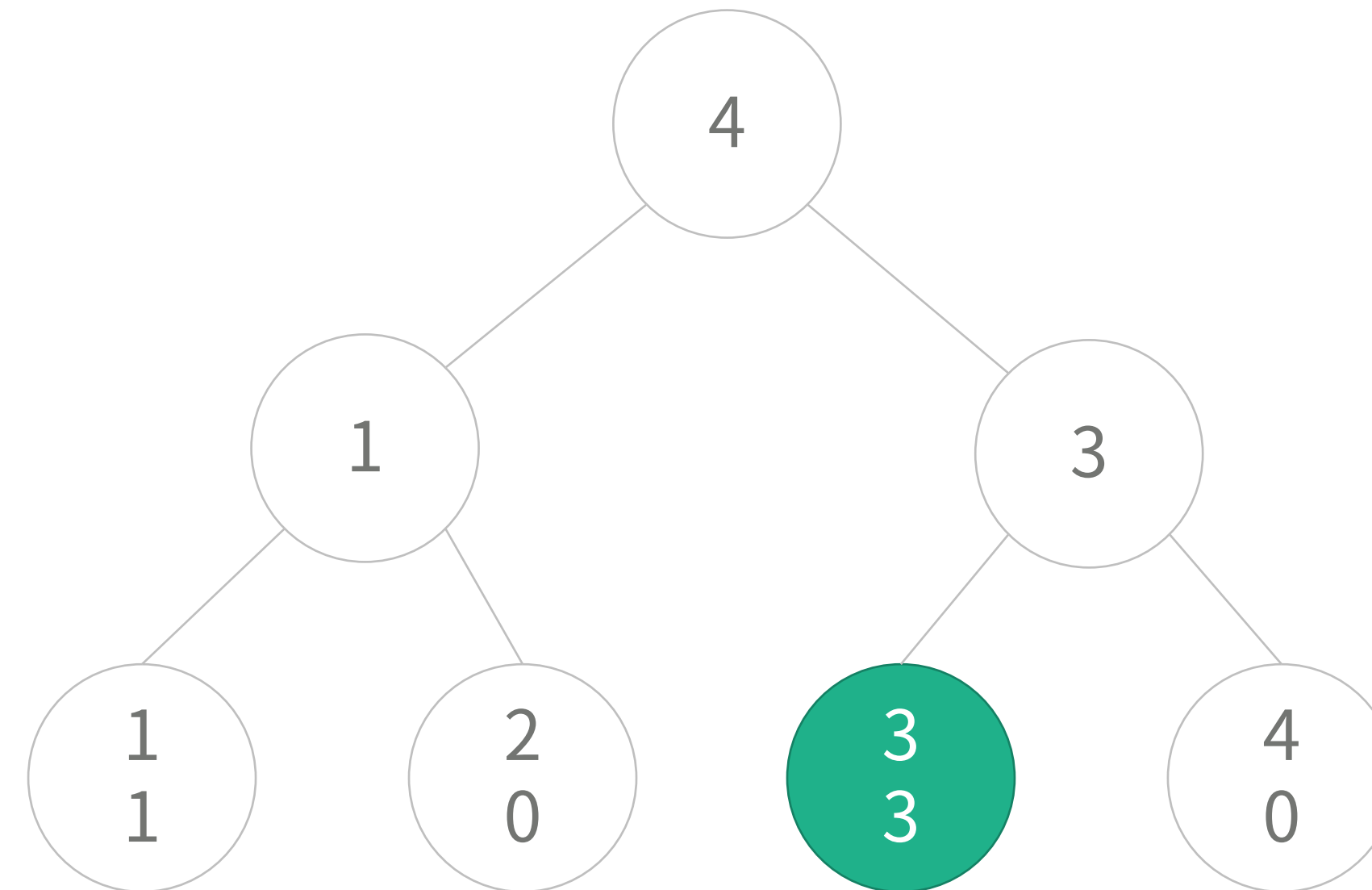


사탕상자

58

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 1번째 맛있는 사탕을 뺀다
- 사탕을 빼고 트리를 업데이트 한다



사탕상자

<https://www.acmicpc.net/problem/2243>

- 소스: <http://codeplus.codes/542e9fd85b10442f84d79de49e4bad0a>

순열

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 1~N까지 이루어진 수열 ($1 \leq N \leq 100,000$)
- i앞에 있는 수 중에서 i보다 큰 수의 개수가 A[i]
- A[i]가 주어졌을 때, 원래 수열을 구하는 문제

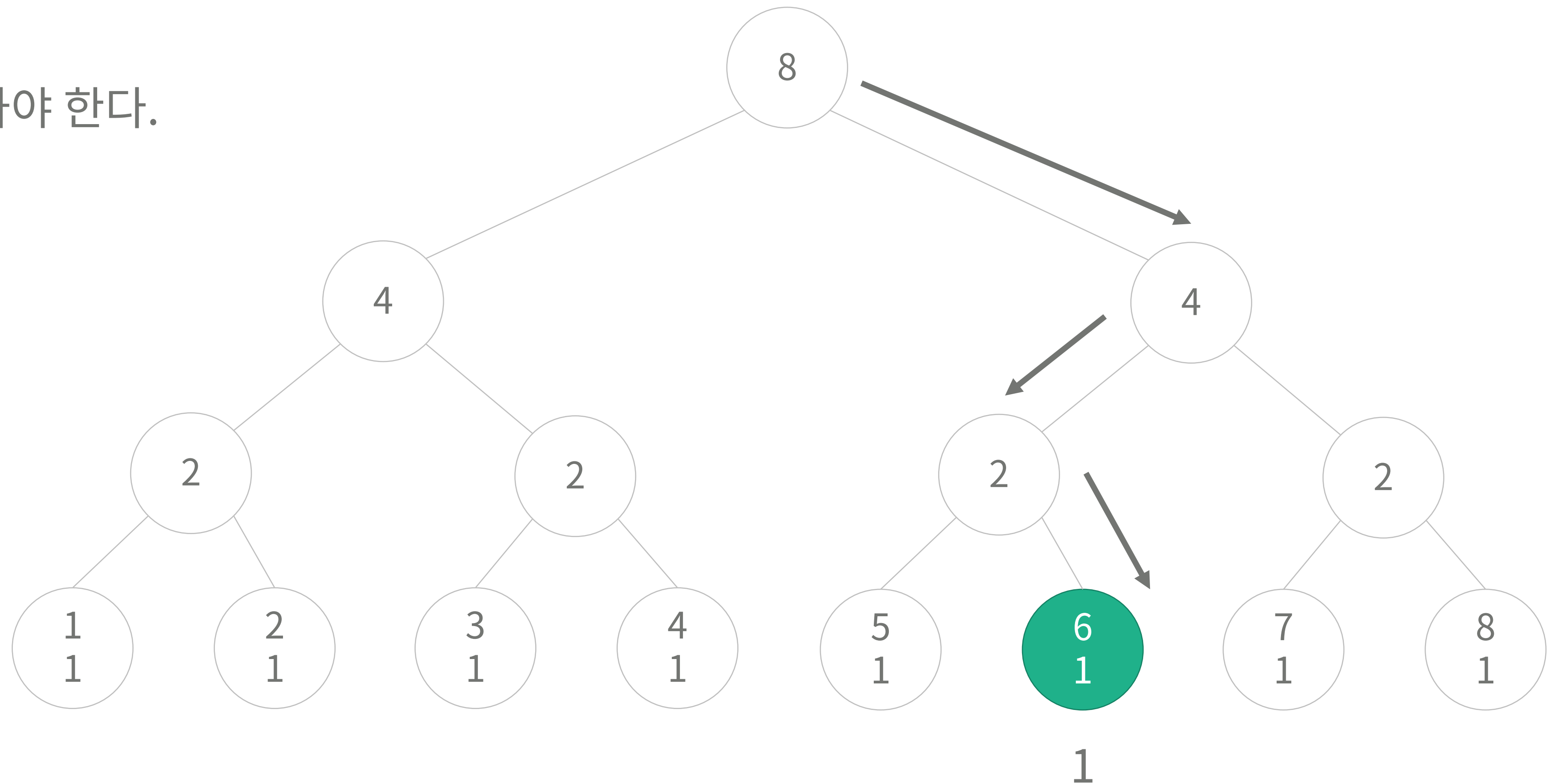
- A: 5 0 1 2 1 2 0 0
- 원래 수열: 2 7 3 5 4 1 8 6

순열

61

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[1] = 5$
- 6번째 위치에 들어가야 한다.

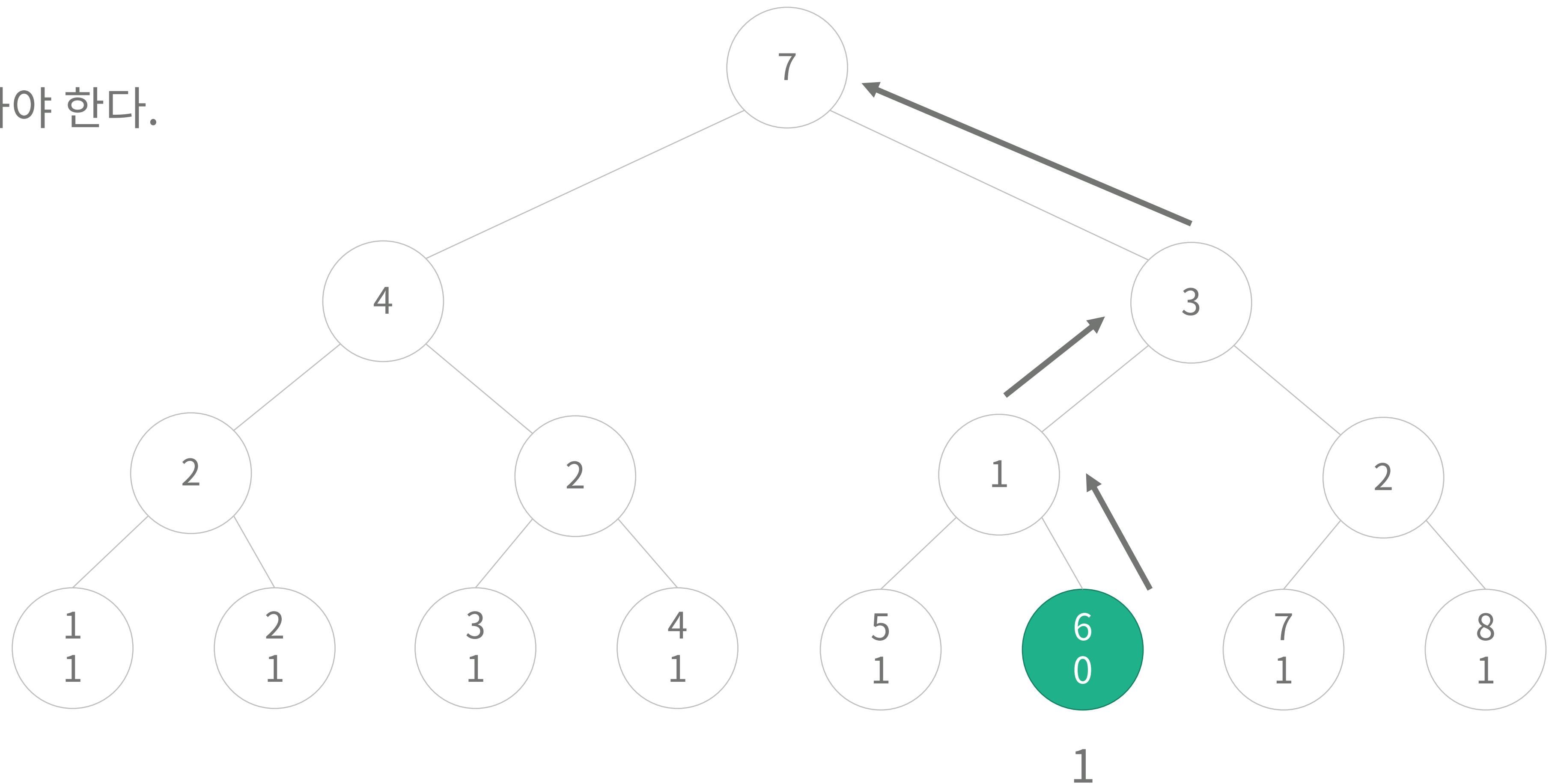


순열

62

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[1] = 5$
- 6번째 위치에 들어가야 한다.

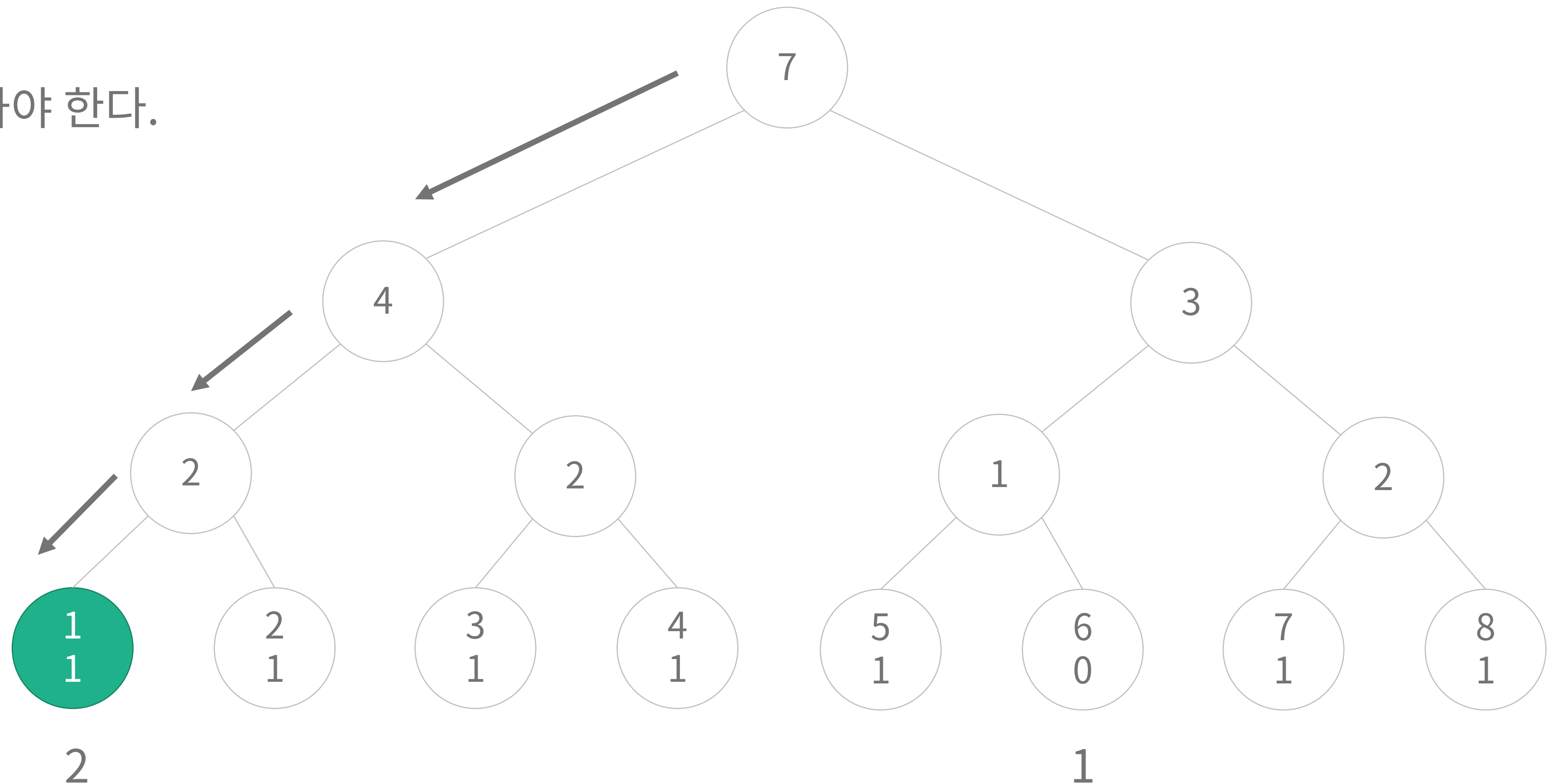


순열

63

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[2] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.

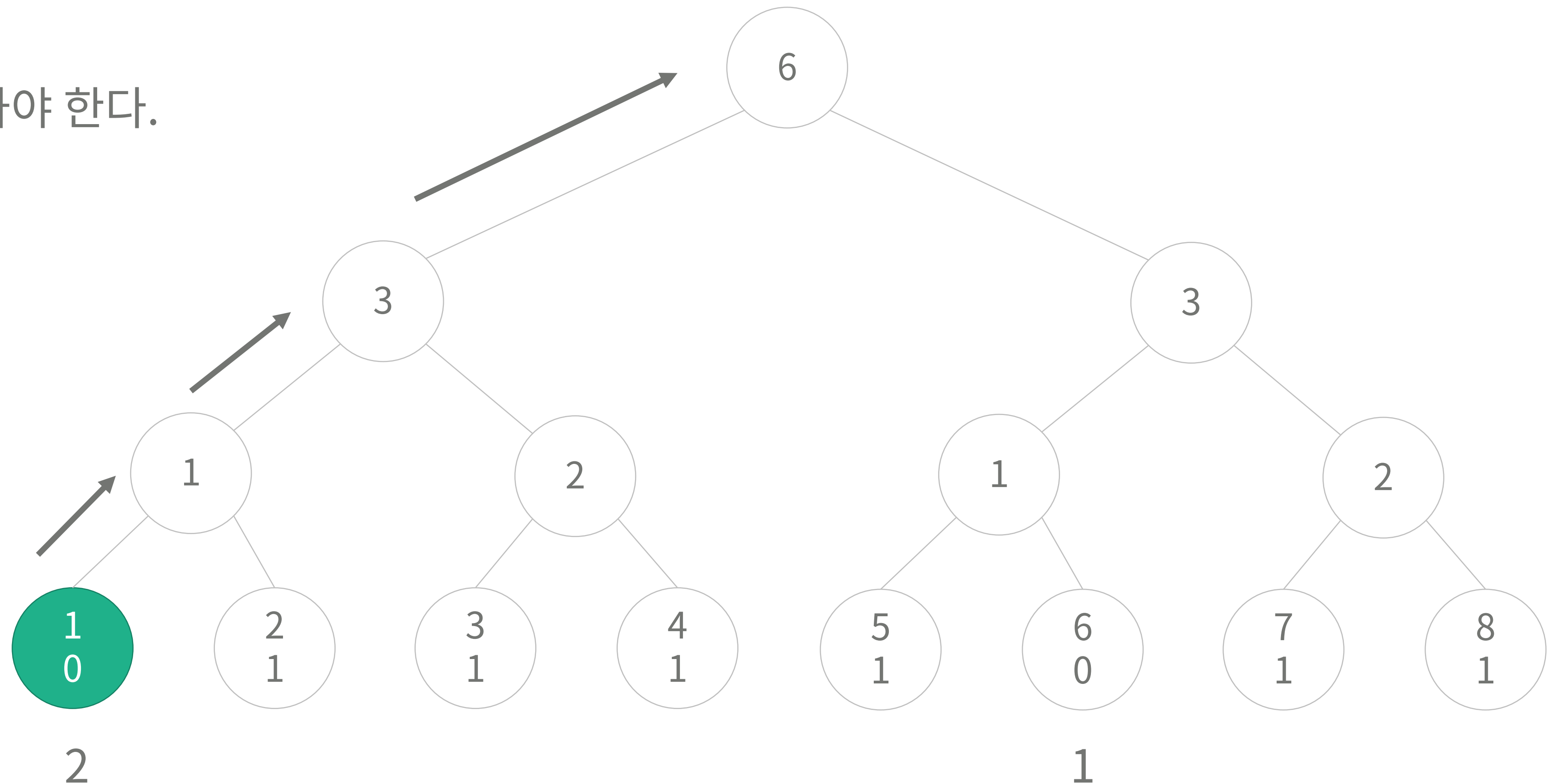


순열

64

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[2] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.

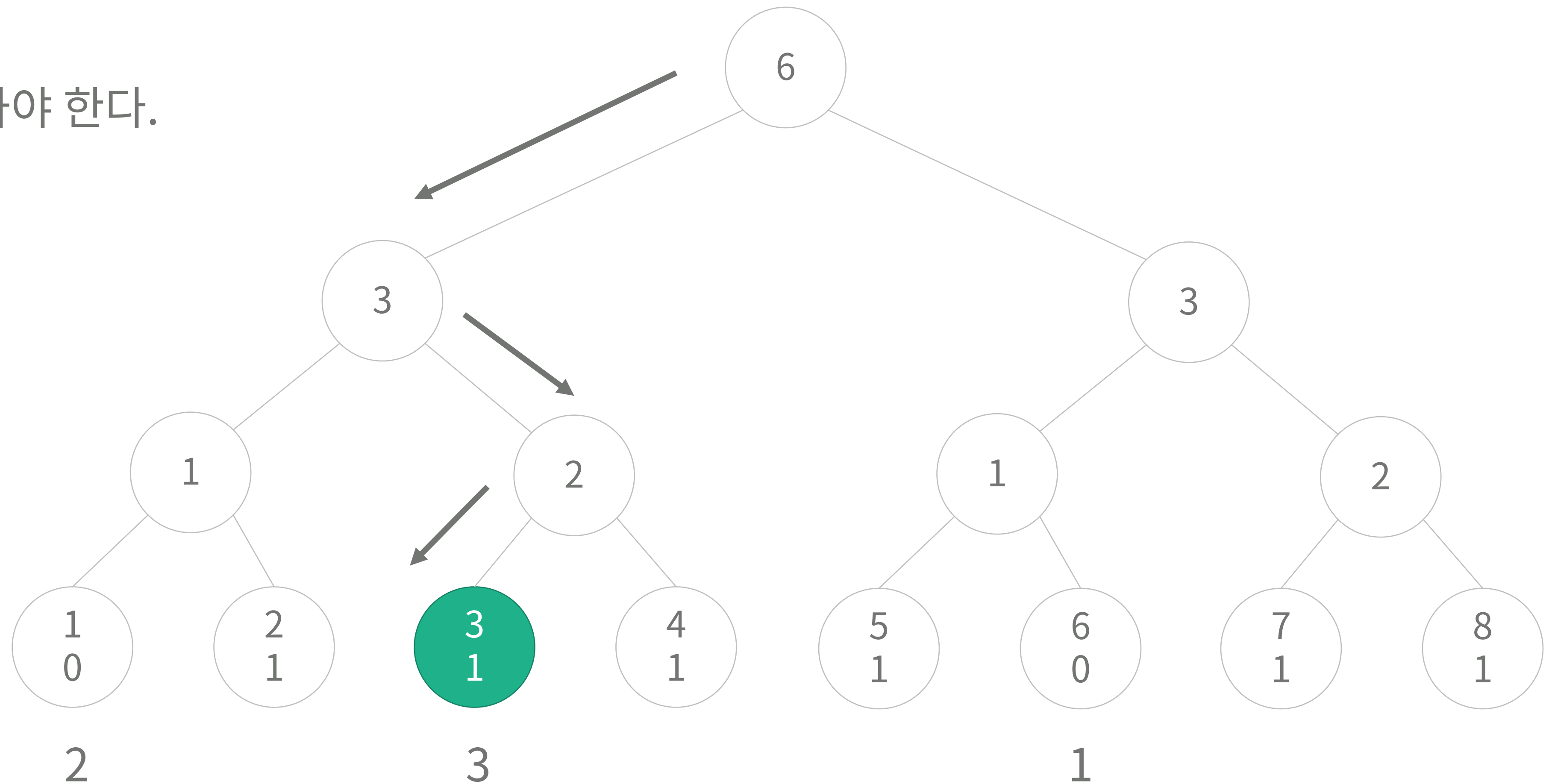


순열

65

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 **1** 2 1 2 0 0
- $A[3] = 1$
- 2번째 위치에 들어가야 한다.

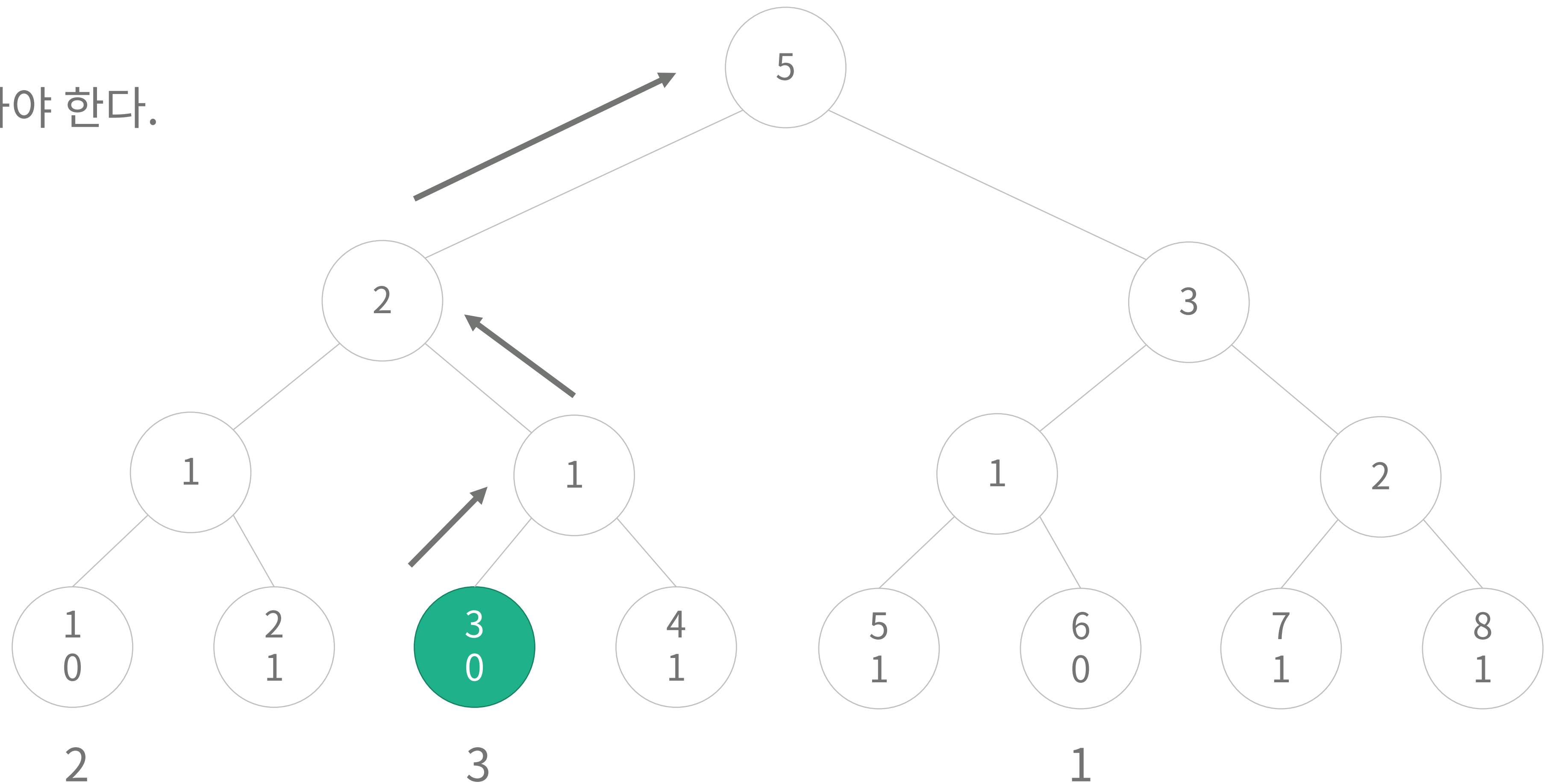


순열

66

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 **1** 2 1 2 0 0
- $A[3] = 1$
- 2번째 위치에 들어가야 한다.

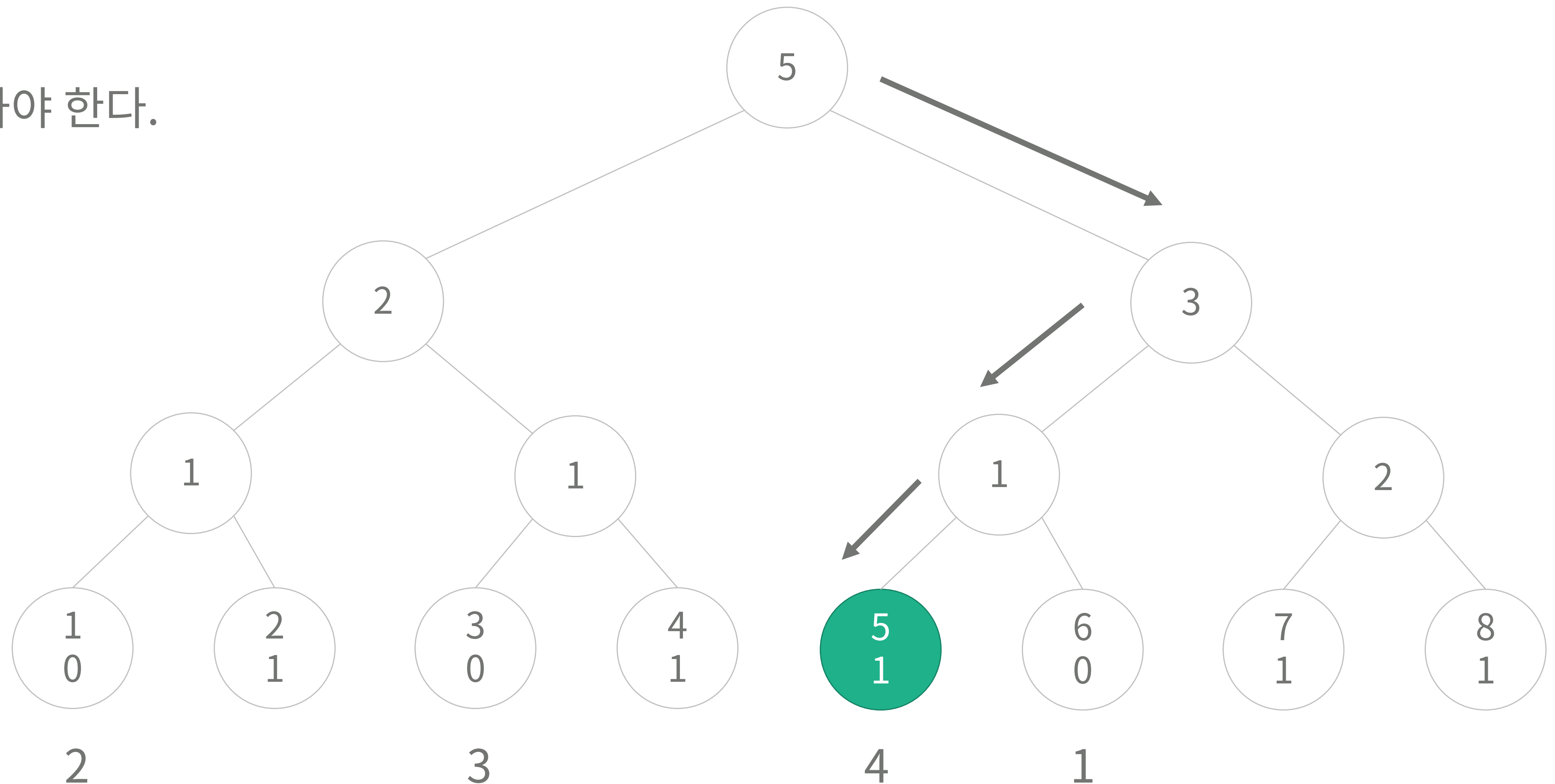


순열

67

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 **2** 1 2 0 0
- $A[4] = 2$
- 3번째 위치에 들어가야 한다.

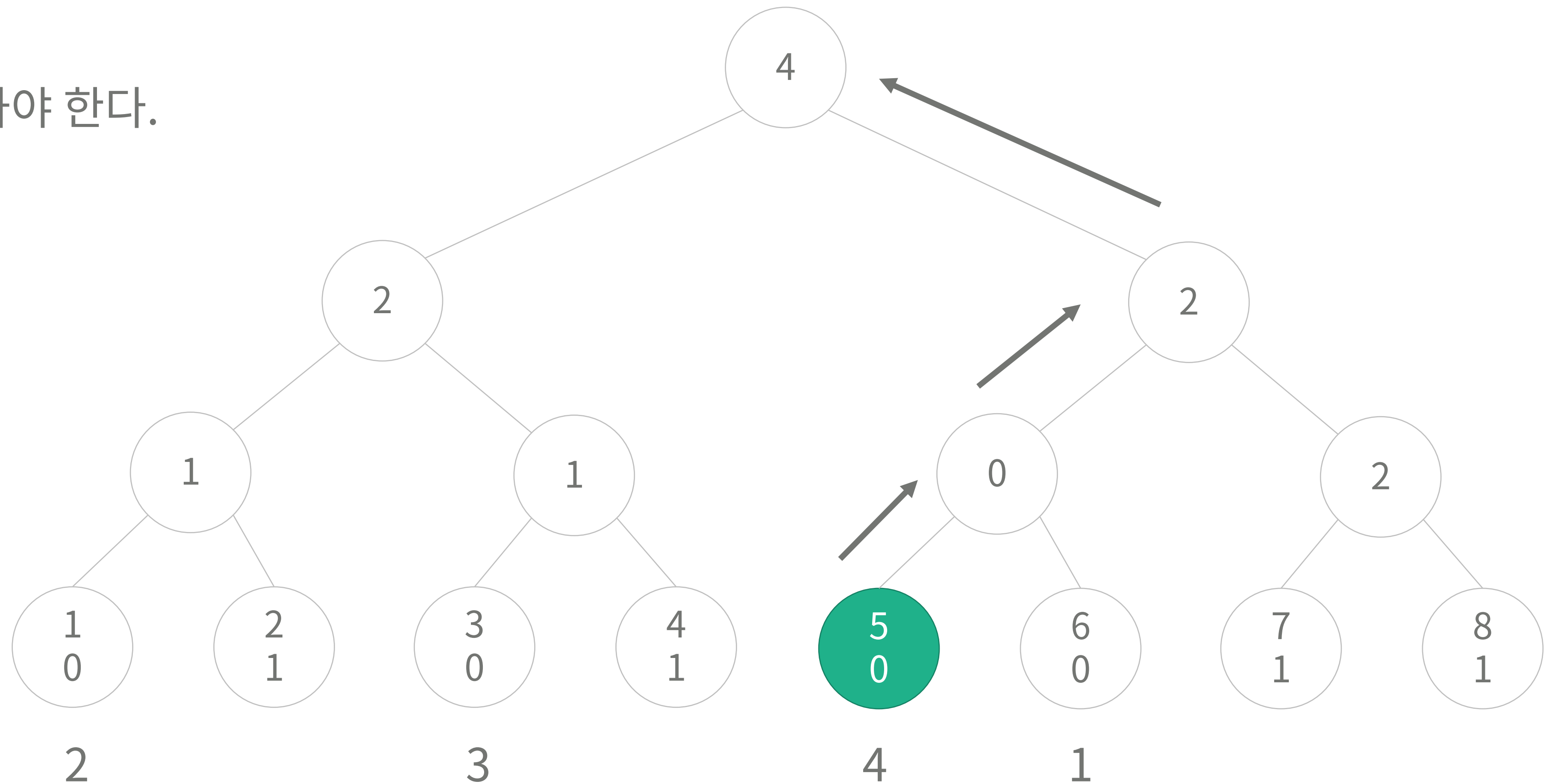


순열

68

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[4] = 2$
- 3번째 위치에 들어가야 한다.

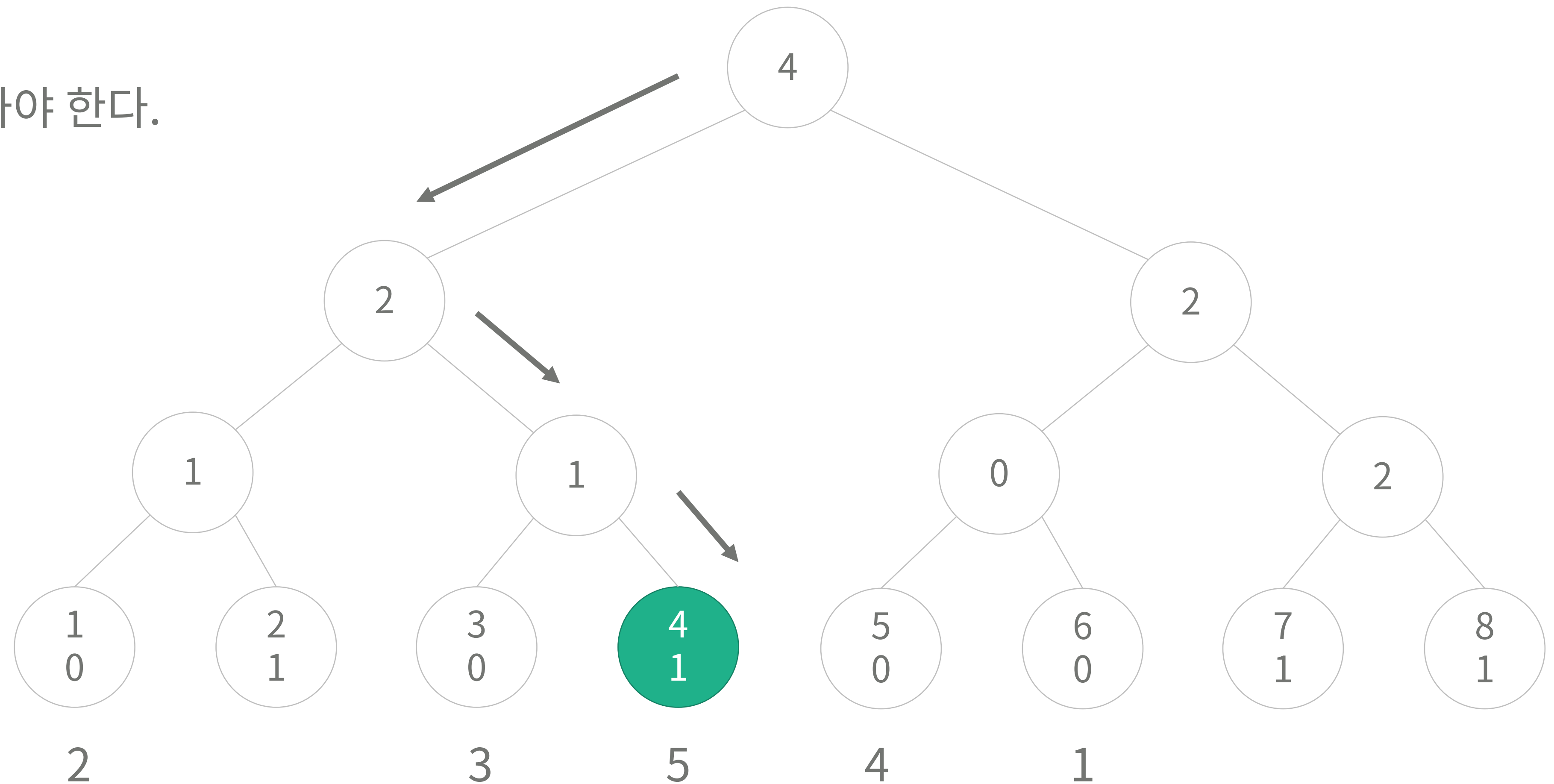


순열

69

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[5] = 1$
- 2번째 위치에 들어가야 한다.

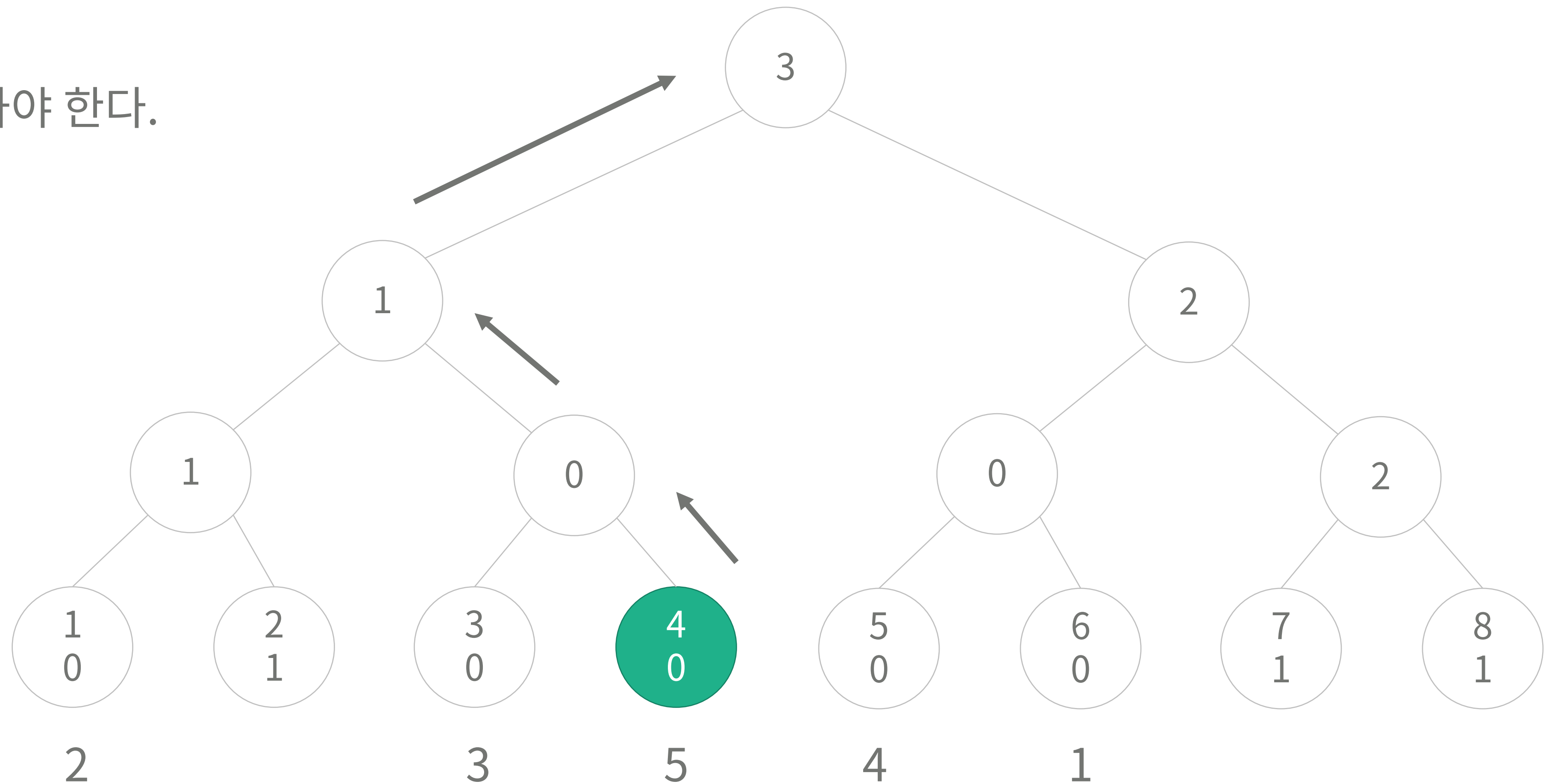


순열

70

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[5] = 1$
- 2번째 위치에 들어가야 한다.

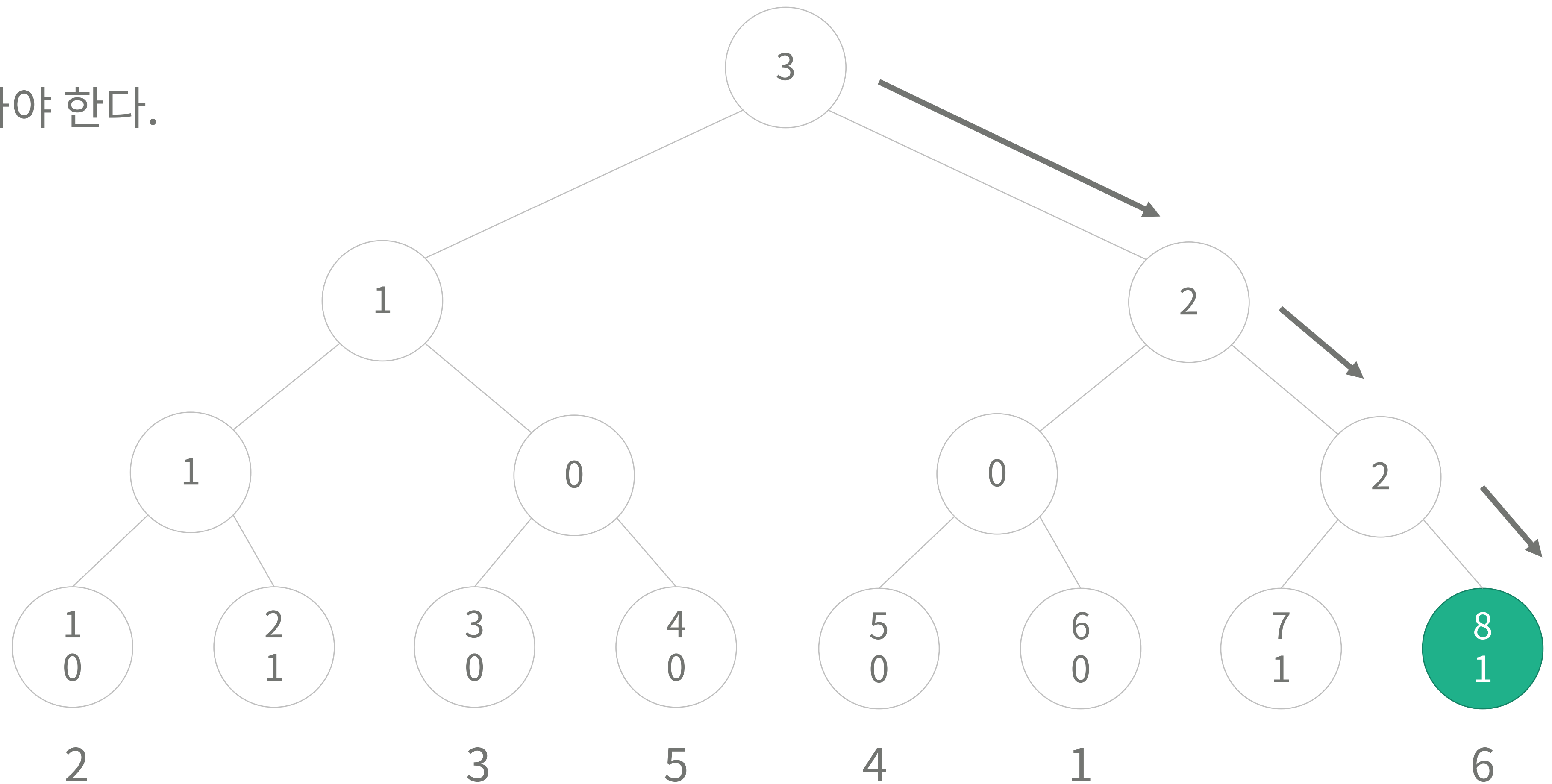


순열

71

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[6] = 2$
- 3번째 위치에 들어가야 한다.

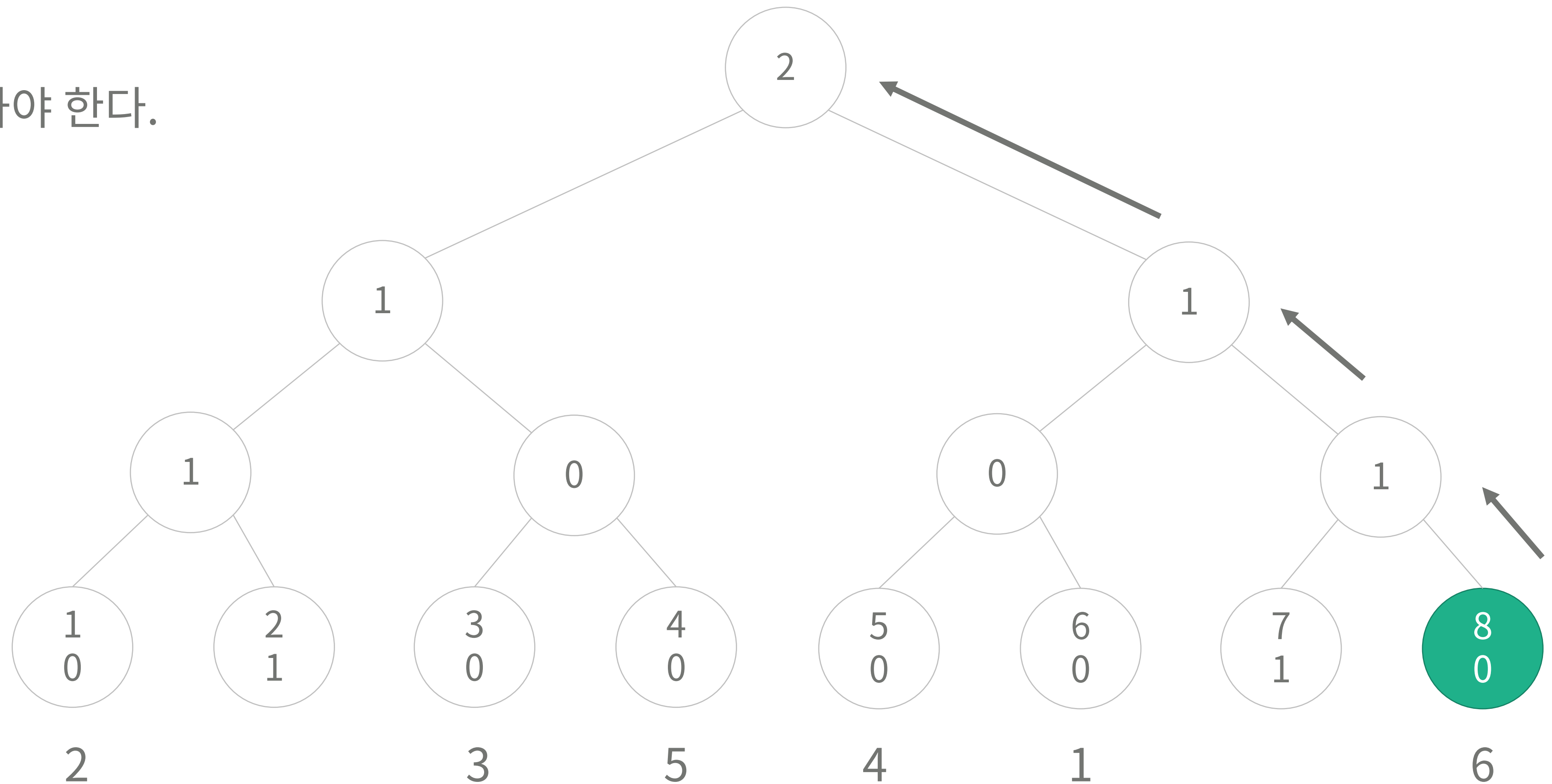


순열

72

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[6] = 2$
- 3번째 위치에 들어가야 한다.

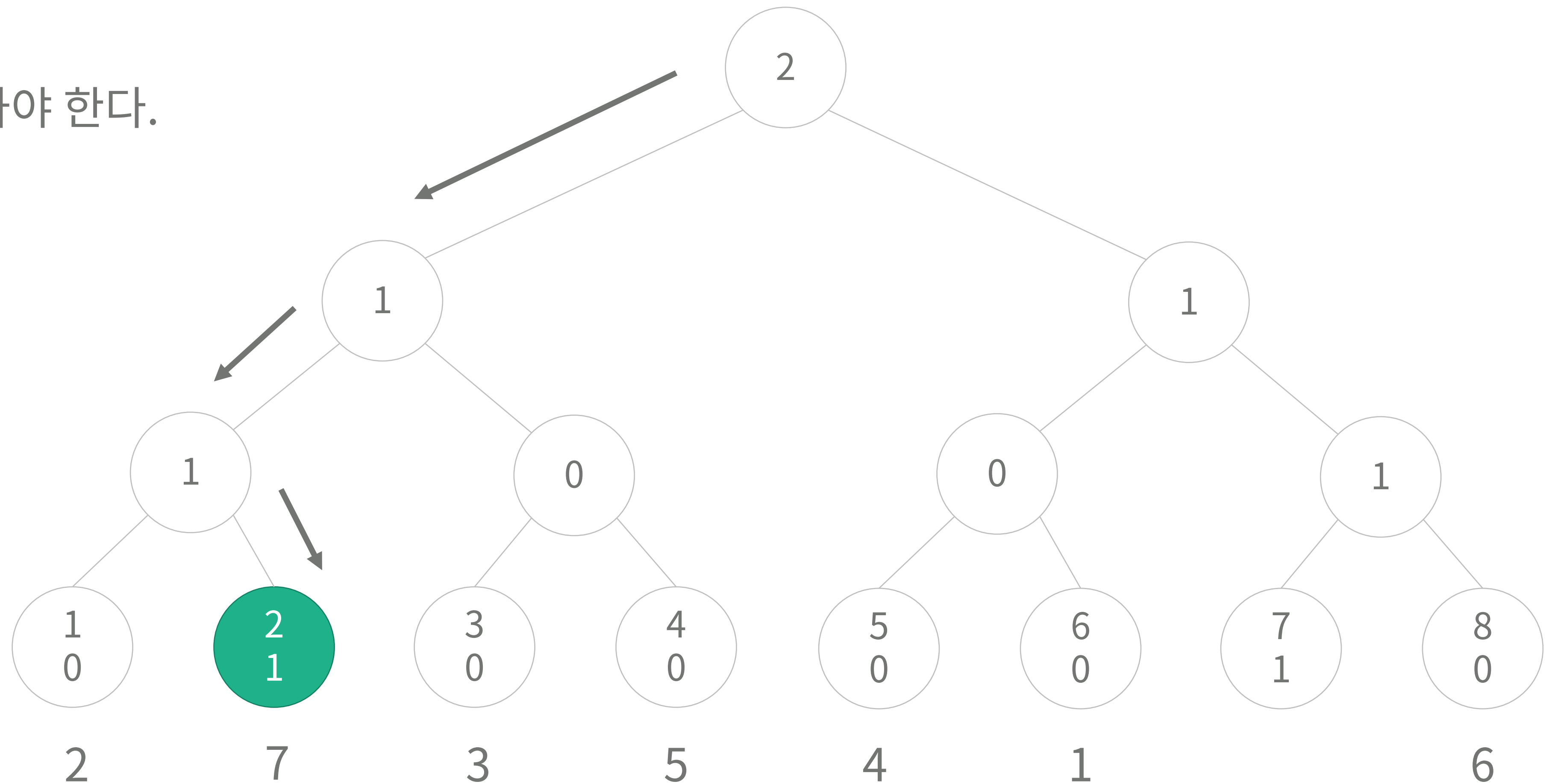


순열

73

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[7] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.

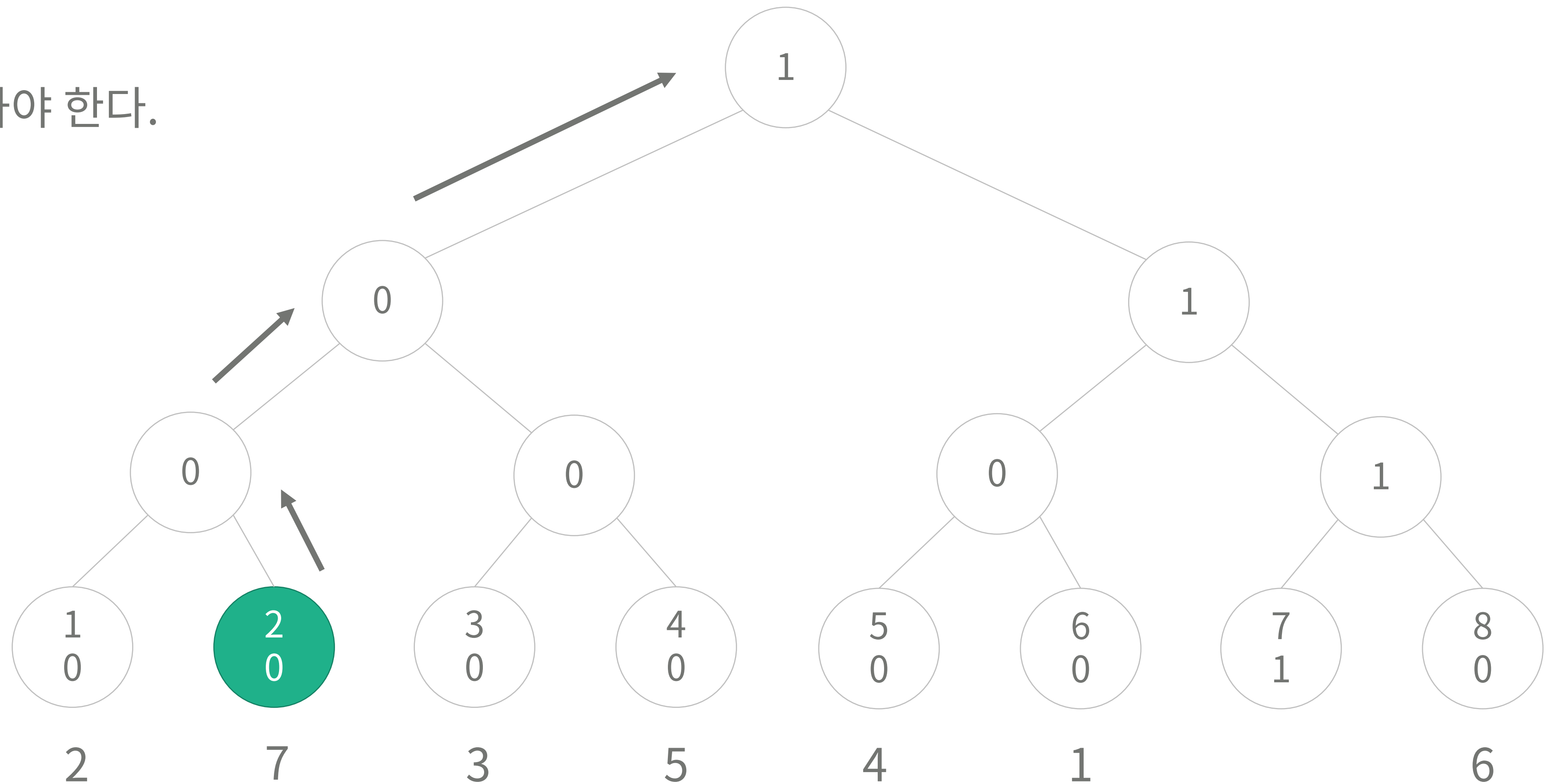


순열

74

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[7] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.

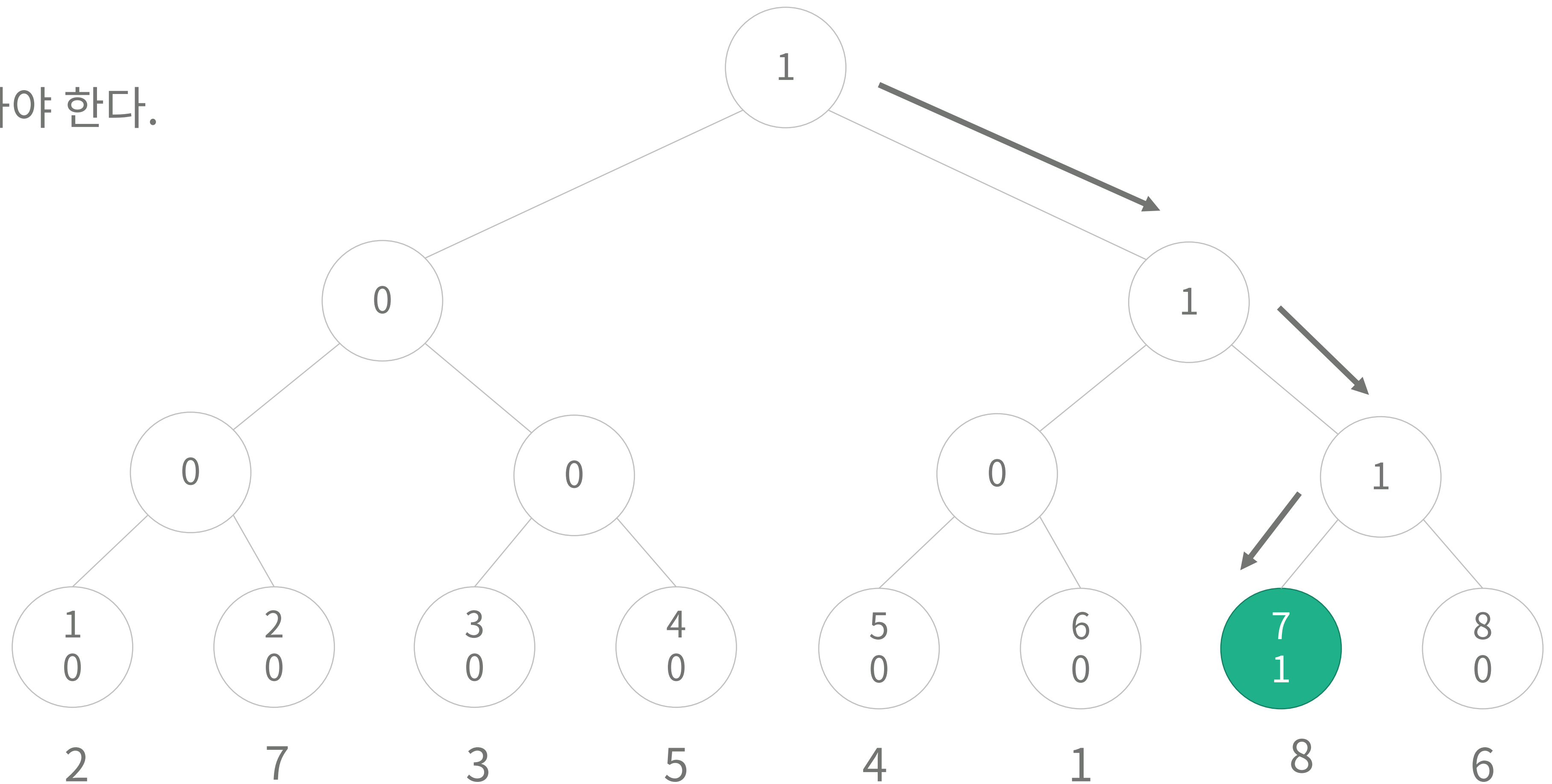


순열

75

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[8] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.

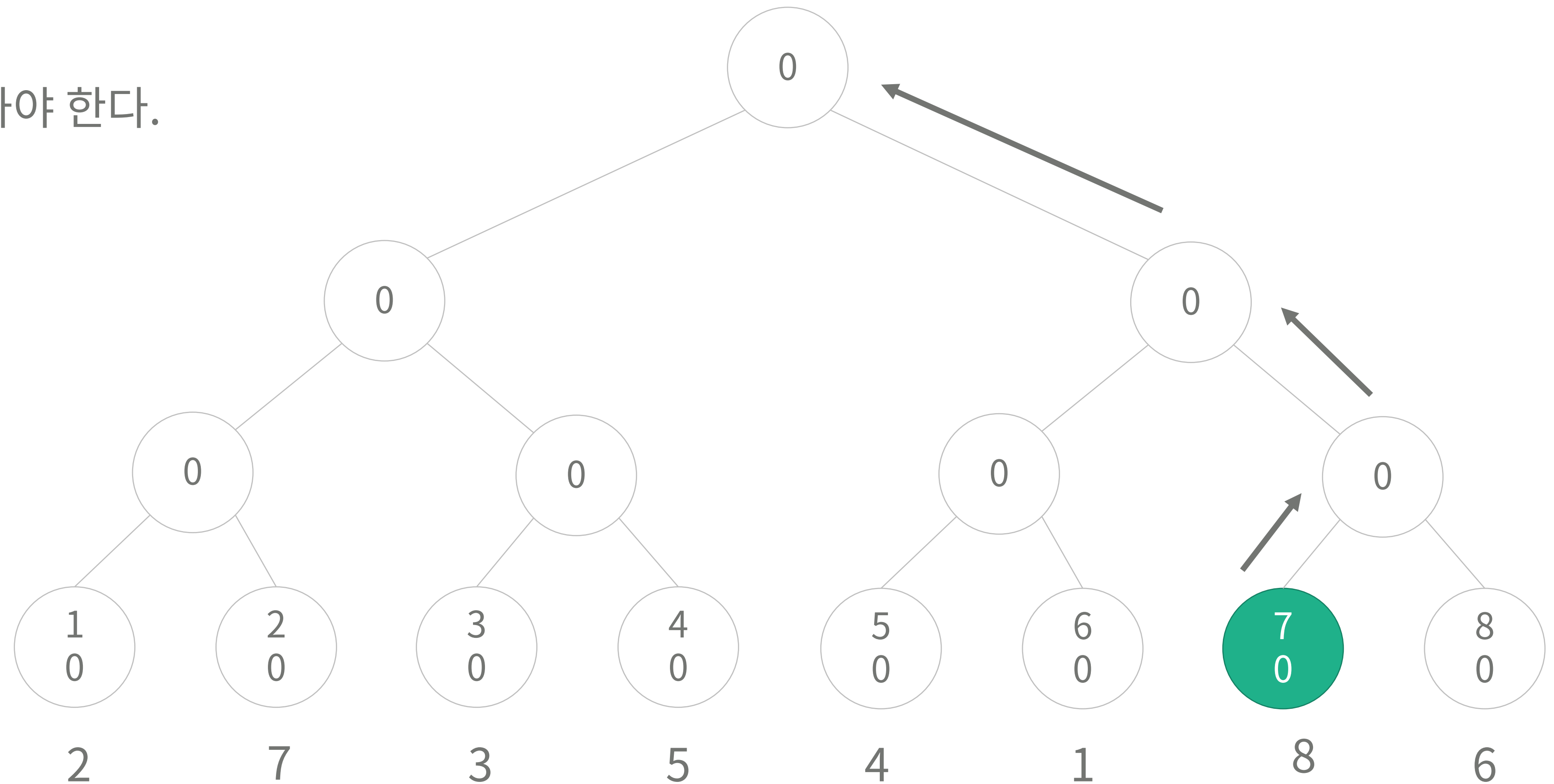


순열

76

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 5 0 1 2 1 2 0 0
- $A[8] = 0$
- 1번째 위치에 들어가야 한다.



순열

<https://www.acmicpc.net/problem/1849>

- 소스: <http://codeplus.codes/64b77e8012e445c38ddd6937cf6ad8c0>