question.startlink.help

다이나믹 프로그래밍 1

최백준 choi@startlink.io

다이나믹 프로그래밍

다이나믹 프로그래밍

Dynamic Programming

Divide
&
Conquer

- 큰 문제를 작은 문제로 나눠서 푸는 알고리즘
- Dynamic Programming의 다이나믹은 아무 의미가 없다.
- 이 용어를 처음 사용한 1940년 Richard Bellman은 멋있어보여서 사용했다고 한다
- https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_programming#History

다이나믹 프로그래밍

Dynamic Programming

큰 => 작 여기서

- 두 가지 속성을 만족해야 다이나믹 프로그래밍으로 문제를 풀 수 있다.

1. Overlapping Subproblem
2. Optimal Substructure

겹치면 다이나믹

안 겹치면 분할정복

문제의 정답을 작은 문제의 정답에서 구할 수 있다

① 다이나믹

② 그리디

Overlapping Subproblem

Overlapping Subproblem

- 피보나치 수
- $F_0 = 0$
- $F_1 = 1$

Base Value

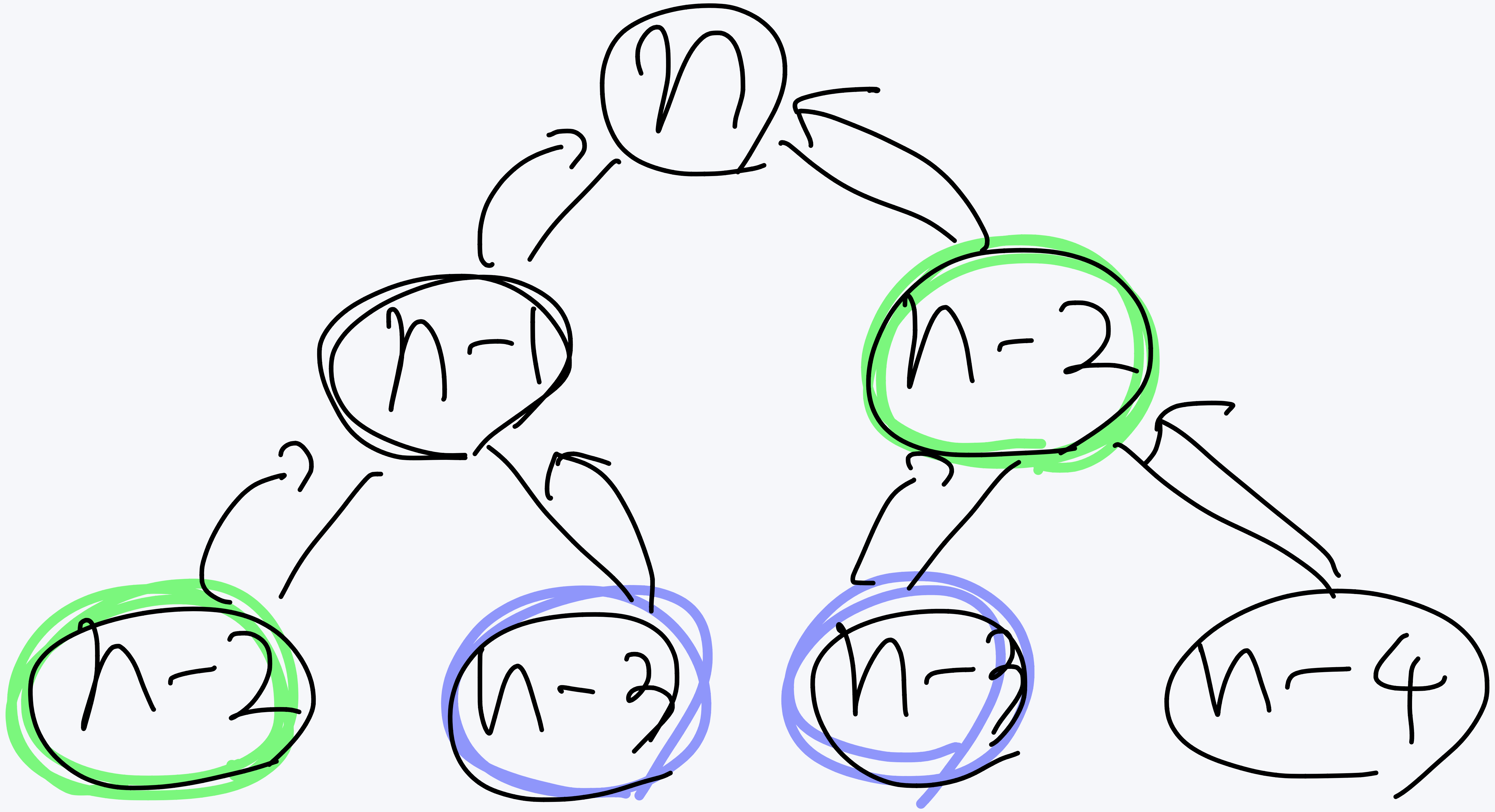
- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ $(n \geq 2)$

문제

작은 문제

점화식

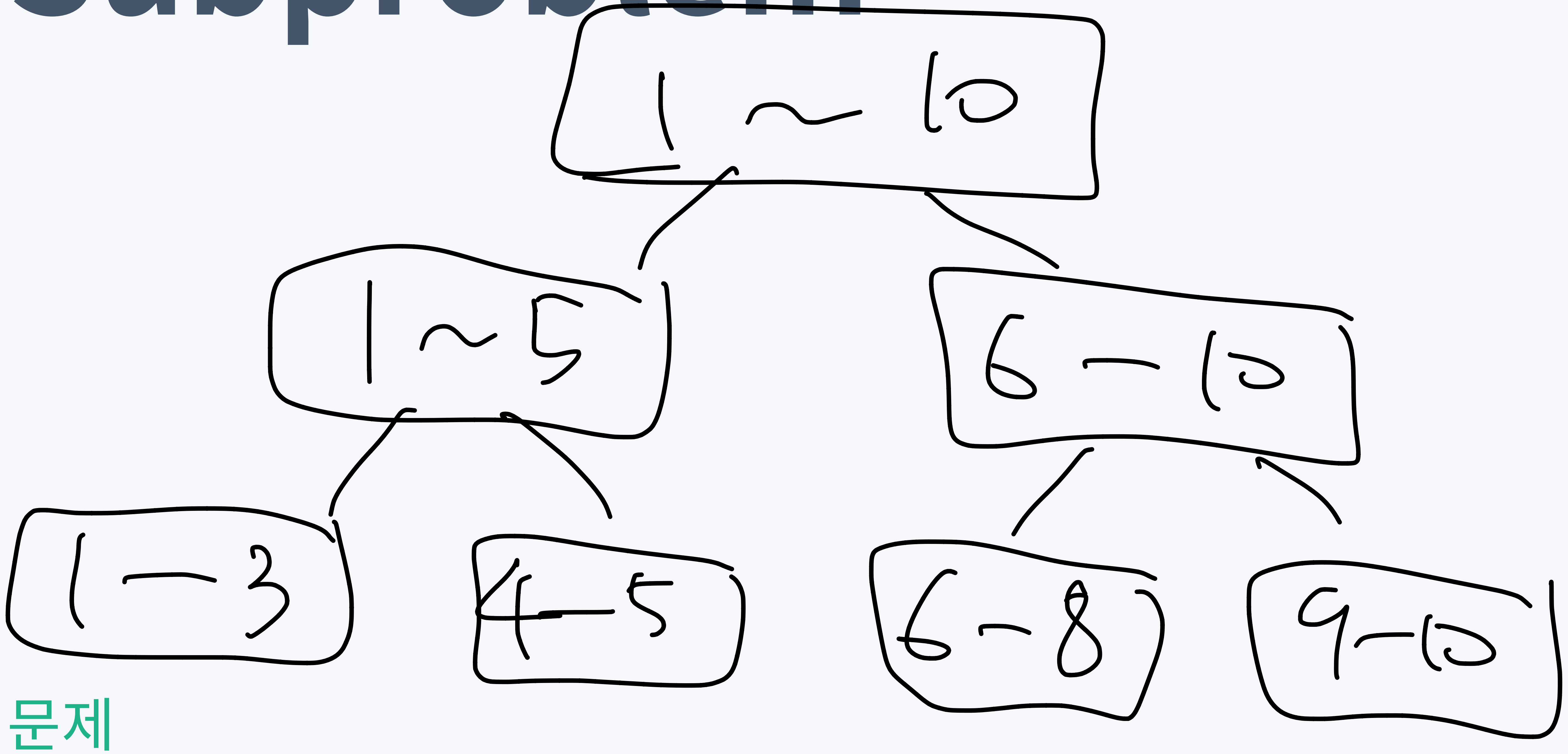
재귀적인 형태



Overlapping Subproblem

Overlapping Subproblem

- 피보나치 수
- $F_0 = 0$
- $F_1 = 1$
- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ $(n \geq 2)$
- 문제: N번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제



Overlapping Subproblem

Overlapping Subproblem

- 문제: N번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제

- 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-3번째 피보나치 수를 구하는 문제

- 문제: N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-3번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-4번째 피보나치 수를 구하는 문제

Overlapping Subproblem

Overlapping Subproblem

- 큰 문제와 작은 문제는 상대적이다.

- 문제: N번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제

- 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-3번째 피보나치 수를 구하는 문제

Overlapping Subproblem

Overlapping Subproblem

- 큰 문제와 작은 문제를 같은 방법으로 풀 수 있다.
- 문제를 작은 문제로 쪼갤 수 있다.

Optimal Substructure

Optimal Substructure

- 문제의 정답을 작은 문제의 정답에서 구할 수 있다.

- 예시
- 서울에서 부산을 가는 가장 빠른 길이 대전과 대구를 순서대로 거쳐야 한다면
- 대전에서 부산을 가는 가장 빠른 길은 대구를 거쳐야 한다.

Optimal Substructure

Optimal Substructure

- 문제: N번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제
- **문제의 정답을 작은 문제의 정답을 합하는 것으로 구할 수 있다.**
- 문제: N-1번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-3번째 피보나치 수를 구하는 문제
- **문제의 정답을 작은 문제의 정답을 합하는 것으로 구할 수 있다.**
- 문제: N-2번째 피보나치 수를 구하는 문제
- 작은 문제: N-3번째 피보나치 수를 구하는 문제, N-4번째 피보나치 수를 구하는 문제
- **문제의 정답을 작은 문제의 정답을 합하는 것으로 구할 수 있다.**

Optimal Substructure

Optimal Substructure

- Optimal Substructure를 만족한다면, 문제의 크기에 상관없이 어떤 한 문제의 정답은 일정하다.
- 10번째 피보나치 수를 구하면서 구한 4번째 피보나치 수
- 9번째 피보나치 수를 구하면서 구한 4번째 피보나치 수
- …
- 5번째 피보나치 수를 구하면서 구한 4번째 피보나치 수
- 4번째 피보나치 수를 구하면서 구한 4번째 피보나치 수

- 4번째 피보나치 수는 항상 같다.

다이나믹 프로그래밍

Dynamic Programming

memo[i] = i번째 피보나치 수

- 다이나믹 프로그래밍에서 각 문제는 한 번만 풀어야 한다.
- Optimal Substructure를 만족하기 때문에, 같은 문제는 구할 때마다 정답이 같다.
- 따라서, 정답을 한 번 구했으면, 정답을 어딘가에 메모해놓는다.
- 이런 메모하는 것을 코드의 구현에서는 배열에 저장하는 것으로 할 수 있다.
- 메모를 한다고 해서 영어로 Memoization이라고 한다.

0 0 2 5 6 4 4 1 7 2

피보나치 수

Dynamic Programming

$O(2^n)$

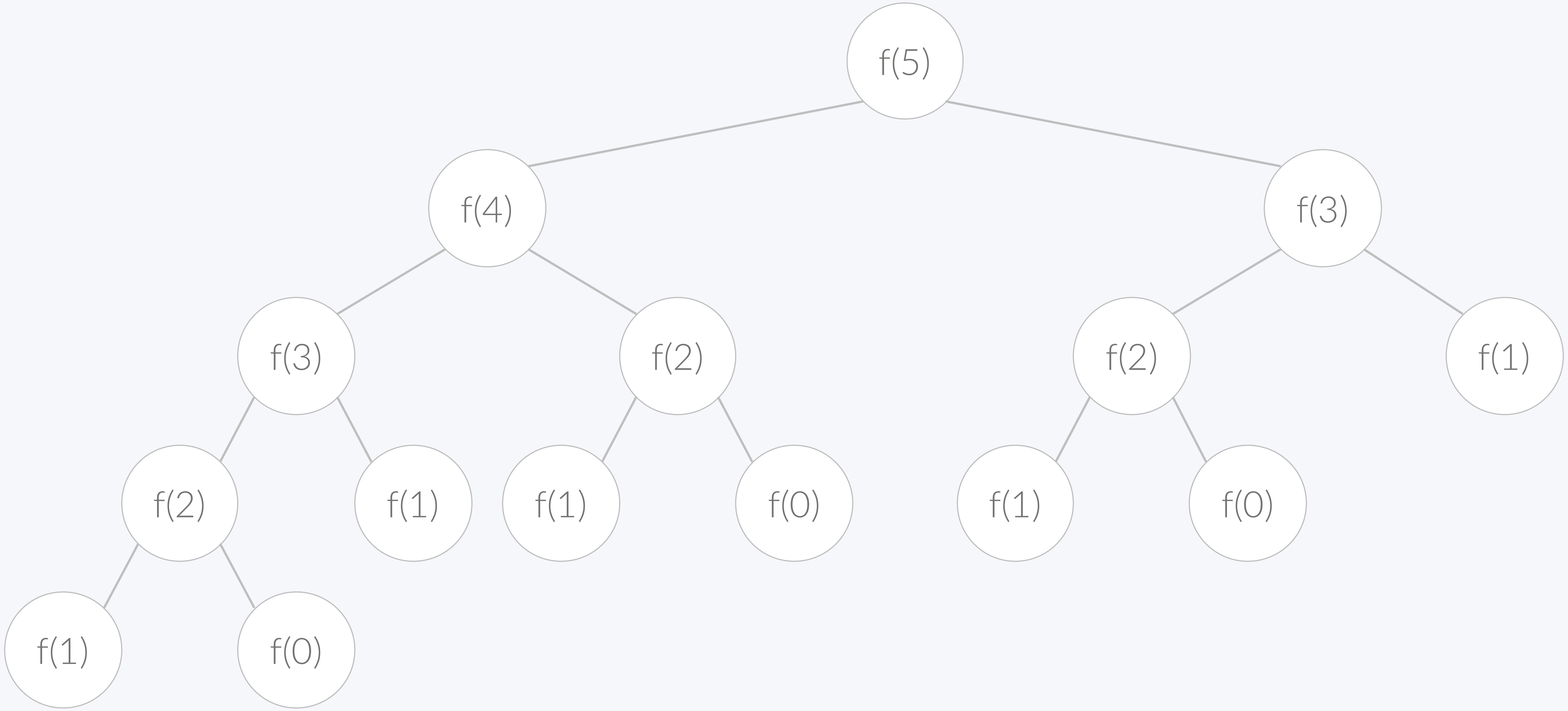
```
int fibonacci(int n) {
    if (n <= 1) {
        return n;
    } else {
        return fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
    }
}
```

- 피보나치 수를 구하는 함수이다.

피보나치 수

Dynamic Programming

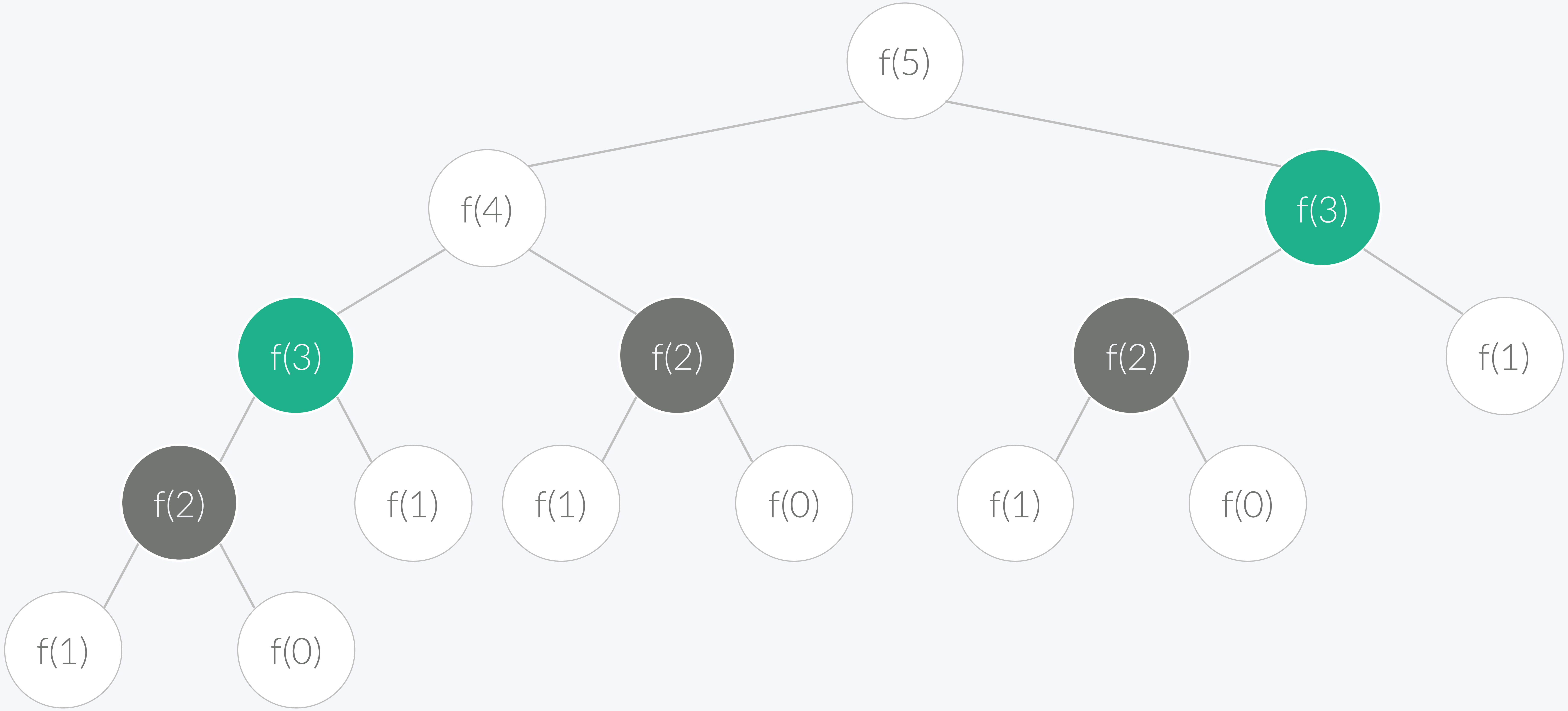
- fibonacci(5)를 호출한 경우 함수가 어떻게 호출되는지를 나타낸 그림



피보나치 수

Dynamic Programming

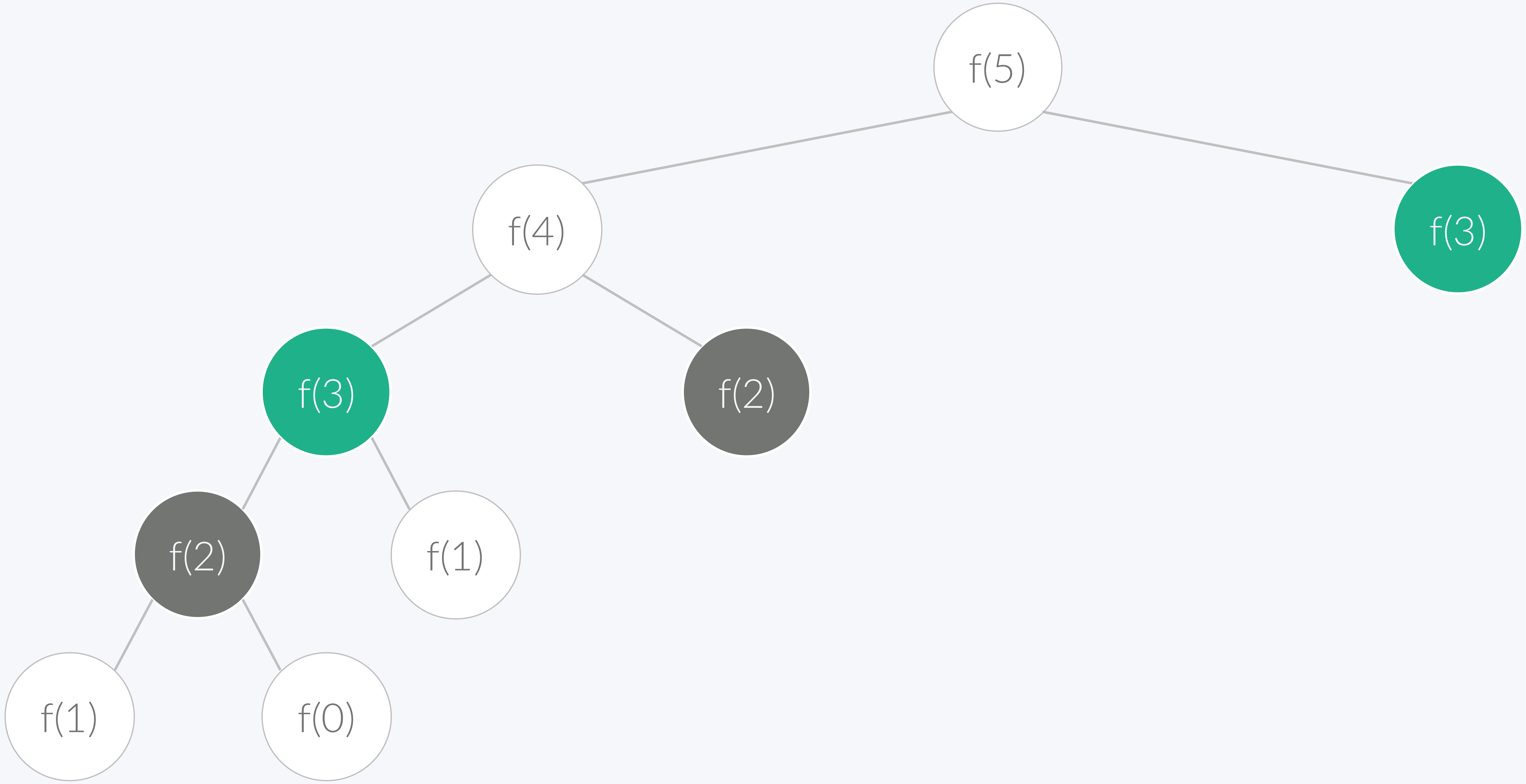
- 아래 그림과 같이 겹치는 호출이 생긴다.



피보나치 수

Dynamic Programming

- 한 번 답을 구할 때, 어딘가에 메모를 해놓고, 중복 호출이면 메모해놓은 값을 리턴한다.



피보나치 수

Dynamic Programming

memo[n] = n번째 피보나치 수

```
int memo[100];
int fibonacci(int n) {
    if (n <= 1) {
        return n;
    } else {
        memo[n] = fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
        return memo[n];
    }
}
```

0 1 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144

피보나치 수

Dynamic Programming

```
int memo[100];
int fibonacci(int n) {
    if (n <= 1) {
        return n;
    } else {
        memo[n] = fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
        return memo[n];
    }
}
```

피보나치 수

Dynamic Programming

```
int memo[100];
int fibonacci(int n) {
    if (n <= 1) {
        return n;
    } else {
        if (memo[n] > 0) {
            return memo[n];
        }
        memo[n] = fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
        return memo[n];
    }
}
```

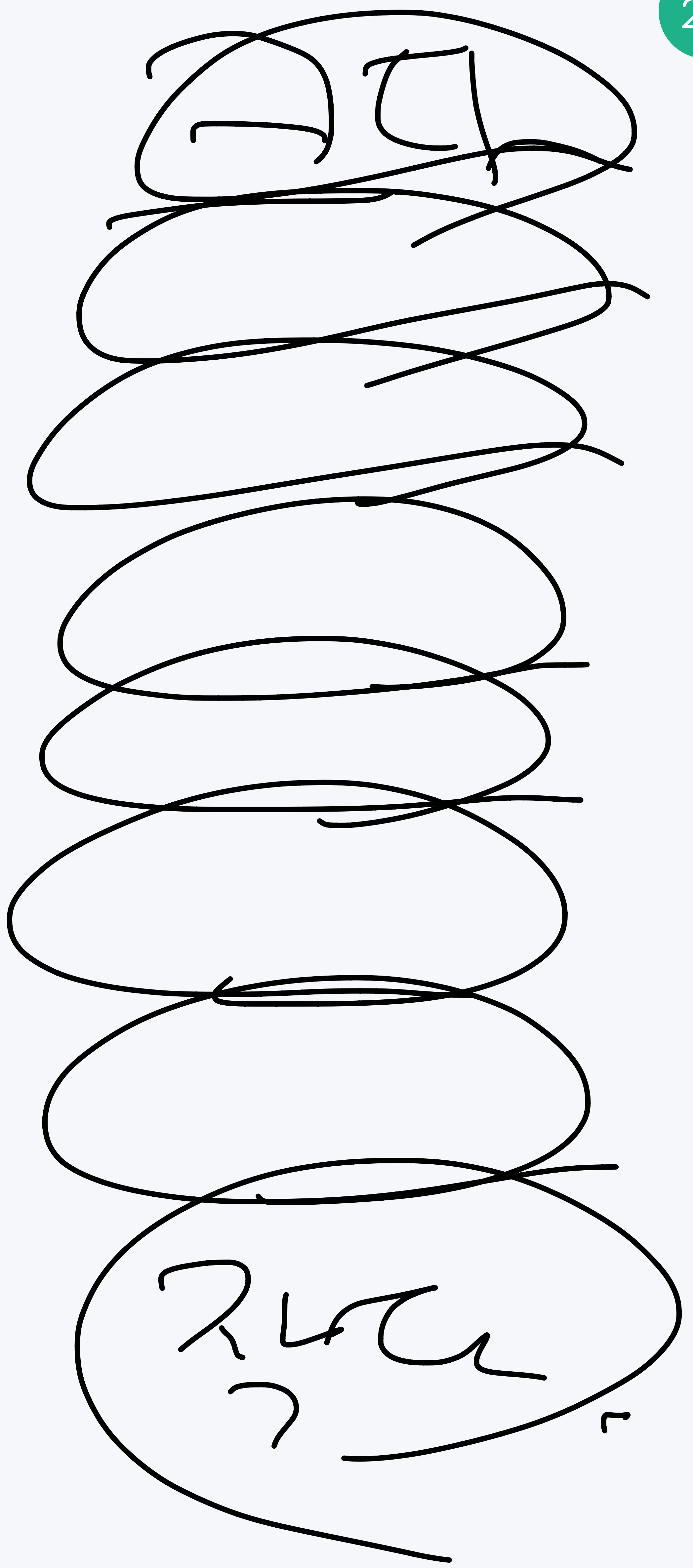
이미 답을 구했다.

다이나믹 프로그래밍

Dynamic Programming

- 다이나믹을 푸는 두 가지 방법이 있다.

1. Top-down 재귀
2. Bottom-up for



Top-down

Dynamic Programming

1. 문제를 작은 문제로 나눈다.
2. 작은 문제를 푼다.
3. 작은 문제를 풀었으니, 이제 문제를 푼다.

Top-down

Dynamic Programming

1. 문제를 풀어야 한다.
    - fibonacci(n)
2. 문제를 작은 문제로 나눈다.
    - fibonacci(n-1)과 fibonacci(n-2)로 문제를 나눈다.
3. 작은 문제를 푼다.
    - fibonacci(n-1)과 fibonacci(n-2)를 호출해 문제를 푼다.
4. 작은 문제를 풀었으니, 이제 문제를 푼다.
    - fibonacci(n-1)의 값과 fibonacci(n-2)의 값을 더해 문제를 푼다.

Top-down

Dynamic Programming

- Top-down은 재귀 호출을 이용해서 문제를 쉽게 풀 수 있다.

Bottom-up

Dynamic Programming

1. 문제를 크기가 작은 문제부터 차례대로 푼다.
2. 문제의 크기를 조금씩 크게 만들면서 문제를 점점 푼다.
3. 작은 문제를 풀면서 왔기 때문에, 큰 문제는 항상 풀 수 있다.
4. 그러다보면, 언젠간 풀어야 하는 문제를 풀 수 있다.

Bottom-up

Dynamic Programming

```
int d[100];
int fibonacci(int n) {
    d[0] = 0;
    d[1] = 1;
    for (int i=2; i<=n; i++) {
        d[i] = d[i-1] + d[i-2];
    }
    return d[n];
}
```

Bottom-up

Dynamic Programming

1. 문제를 크기가 작은 문제부터 차례대로 푼다.
   - for (int i=2; i<=n; i++)
2. 문제의 크기를 조금씩 크게 만들면서 문제를 점점 푼다.
   - for (int i=2; i<=n; **i++**)
3. 작은 문제를 풀면서 왔기 때문에, 큰 문제는 항상 풀 수 있다.
   - d[i] = d[i-1] + d[i-2];
4. 그러다보면, 언젠간 풀어야 하는 문제를 풀 수 있다.
   - d[n]을 구하게 된다.

문제 풀이 전략

다이나믹 문제 풀이 전략

Dynamic Programming

- 문제에서 구하려고 하는 답을 문장으로 나타낸다.
- 예: 피보나치 수를 구하는 문제
- N번째 피보나치 수
- 이제 그 문장에 나와있는 변수의 개수만큼 메모하는 배열을 만든다.
- Top-down인 경우에는 재귀 호출의 인자의 개수
- 문제를 작은 문제로 나누고, 수식을 이용해서 문제를 표현해야 한다.

$D[i] = \boxed{\quad}$

문제에서 구하려고 하는 값

문제 풀이

다이나믹 문제 풀이

Dynamic Programming

- 다이나믹은 문제를 많이 풀면서 감을 잡는 것이 중요하기 때문에
- 문제를 풀어 봅시다

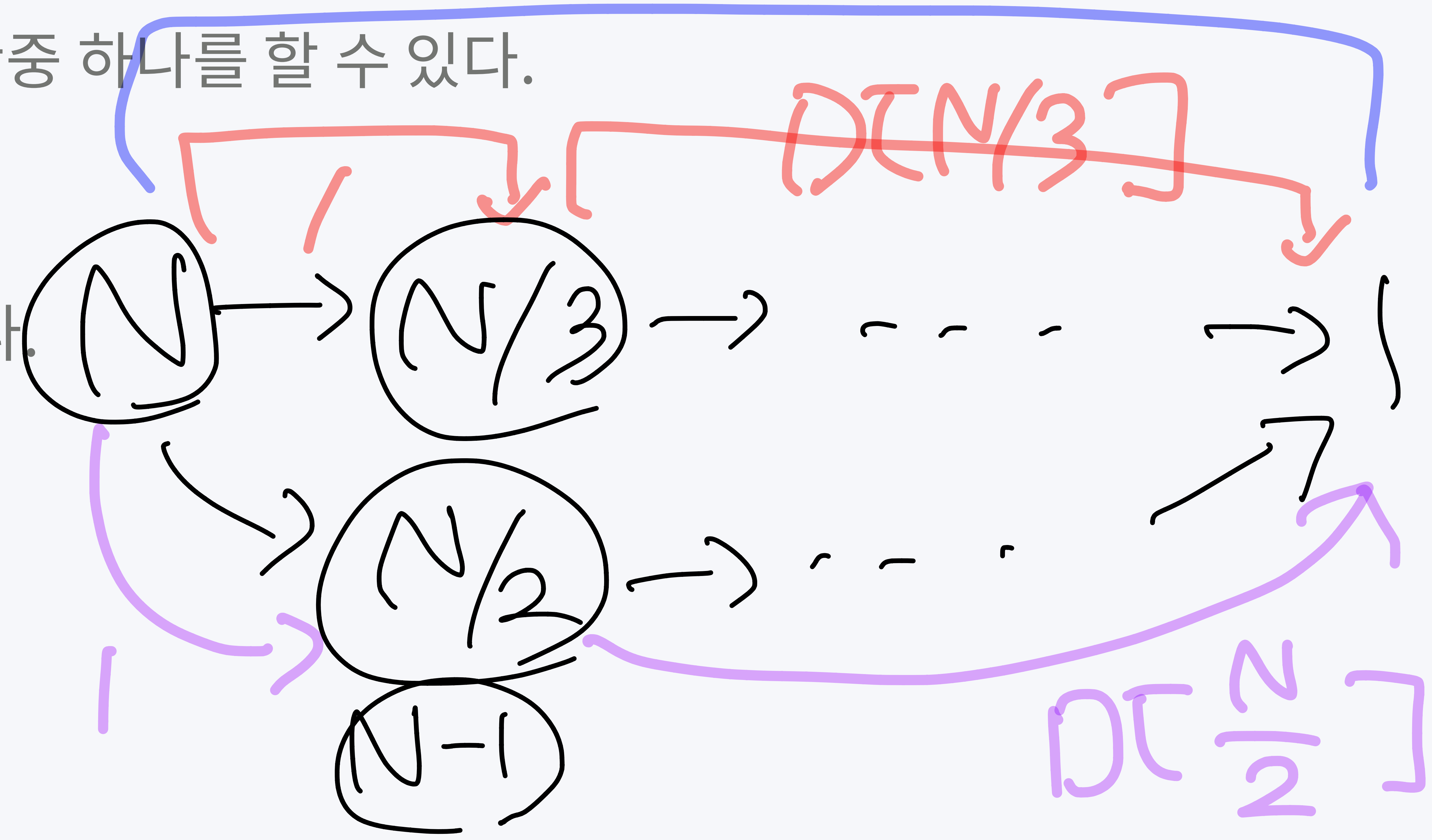
1로 만들기

D[N] = N을 1로 만드는 최소 연산

https://www.acmicpc.net/problem/1463

- 세준이는 어떤 정수 N에 다음과 같은 연산중 하나를 할 수 있다.

1. N이 3으로 나누어 떨어지면, 3으로 나눈다.
2. N이 2로 나누어 떨어지면, 2로 나눈다.
3. 1을 뺀다.



$D[N] = \min(①, ②, ③)$

- 세준이는 어떤 정수 N에 위와 같은 연산을 선택해서 1을 만드려고 한다. 연산을 사용하는 횟수의 최소값을 출력하시오.

① $D[N/3]+1$ ② $D[N/2]+1$

③ $D[N-1]+1$

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

- D[i]= i를 1로 만드는데 필요한 최소 연산 횟수
- i에게 가능한 경우를 생각해보자

1. i가 3으로 나누어 떨어졌을 때, 3으로 나누는 경우
2. i가 2로 나누어 떨어졌을 때, 2로 나누는 경우
3. i에서 1을 빼는 경우

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

- D[i]= i를 1로 만드는데 필요한 최소 연산 횟수
- i에게 가능한 경우를 생각해보자

1. i가 3으로 나누어 떨어졌을 때, 3으로 나누는 경우
   - D[i/3] + 1
2. i가 2로 나누어 떨어졌을 때, 2로 나누는 경우
   - D[i/2] + 1
3. i에서 1을 빼는 경우
   - D[i-1] + 1

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

- D[i]= i를 1로 만드는데 필요한 최소 연산 횟수
- i에게 가능한 경우를 생각해보자

1. i가 3으로 나누어 떨어졌을 때, 3으로 나누는 경우
   - D[i/3] + 1
2. i가 2로 나누어 떨어졌을 때, 2로 나누는 경우
   - D[i/2] + 1
3. i에서 1을 빼는 경우
   - D[i-1] + 1

- 세 값중의 최소값이 들어가게 된다.

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

```
int go(int n) {
    if (n == 1) return 0;
    if (d[n] > 0) return d[n];
    d[n] = go(n-1) + 1;
    if (n%2 == 0) {
        int temp = go(n/2) + 1;
        if (d[n] > temp) d[n] = temp;
    }
    if (n%3 == 0) {
        int temp = go(n/3) + 1;
        if (d[n] > temp) d[n] = temp;
    }
    return d[n];
}
```

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

```
d[1] = 0;
for (int i=2; i<=n; i++) {
    d[i] = d[i-1] + 1;
    if (i%2 == 0 && d[i] > d[i/2] + 1) {
        d[i] = d[i/2] + 1;
    }
    if (i%3 == 0 && d[i] > d[i/3] + 1) {
        d[i] = d[i/3] + 1;
    }
}
```

1로 만들기

https://www.acmicpc.net/problem/1463

- Top-Down 방식
- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/a53dc4861bd9d081682c
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/63b659f985beb8f64ca7
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/7b675fe68d3c2abfef40

1로 만들기

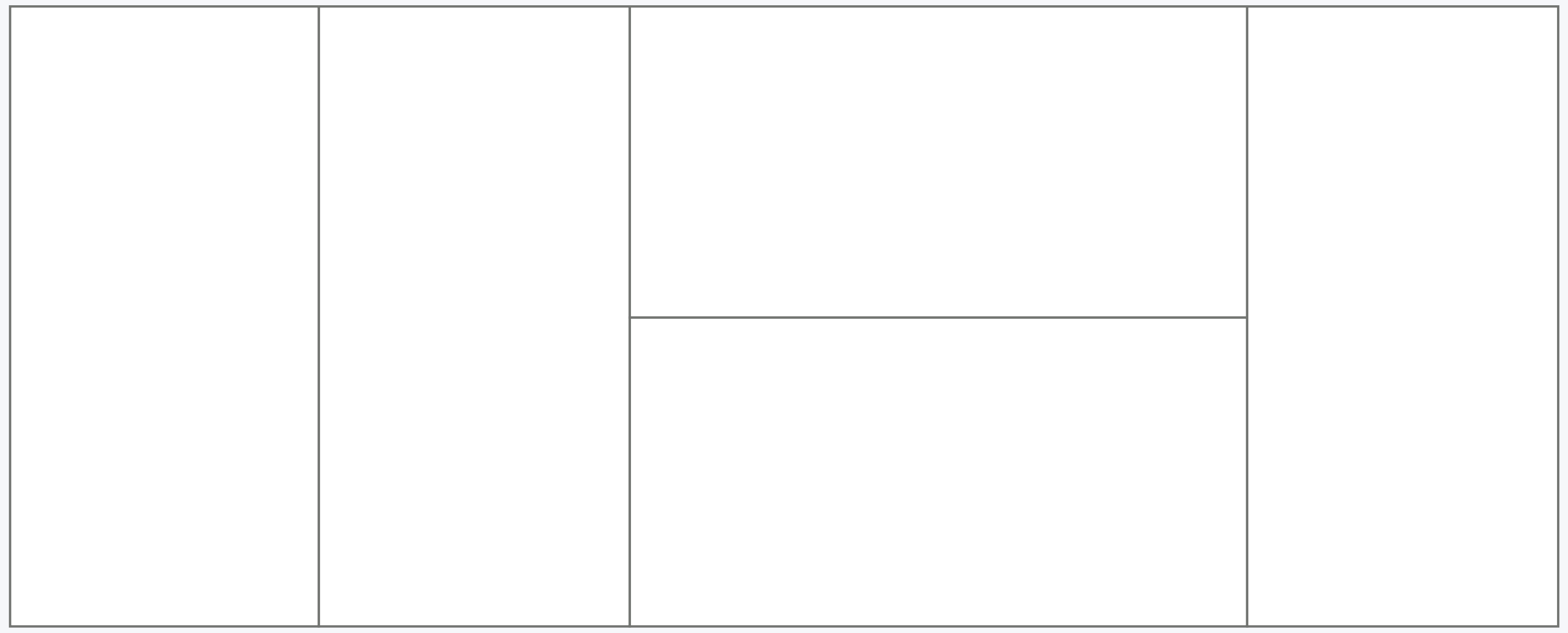
https://www.acmicpc.net/problem/1463

- Bottom-up 방식
- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/30f4bb39cdc66f7f16c1
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/31e553ab3b371fe06384
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/0813d3bc5db11b9bb72d

2×n 타일링

https://www.acmicpc.net/problem/11726

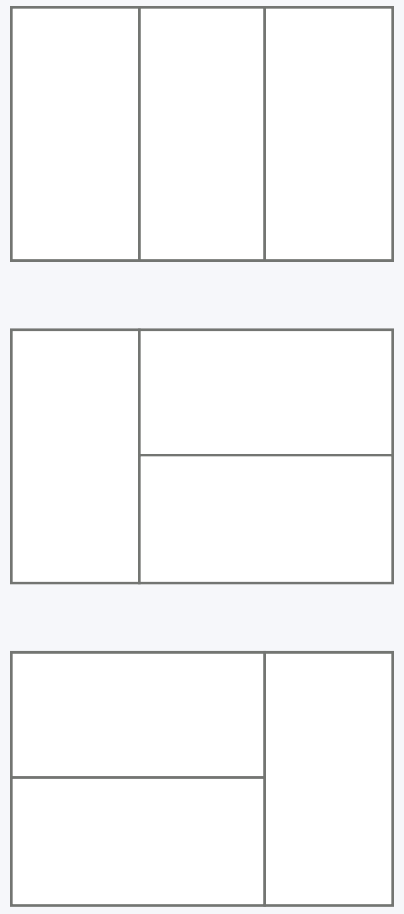
- 2×n 직사각형을 1×2, 2×1타일로 채우는 방법의 수
- 아래 그림은 2×5를 채우는 방법의 수
- D[i] = 2×i 직사각형을 채우는 방법의 수



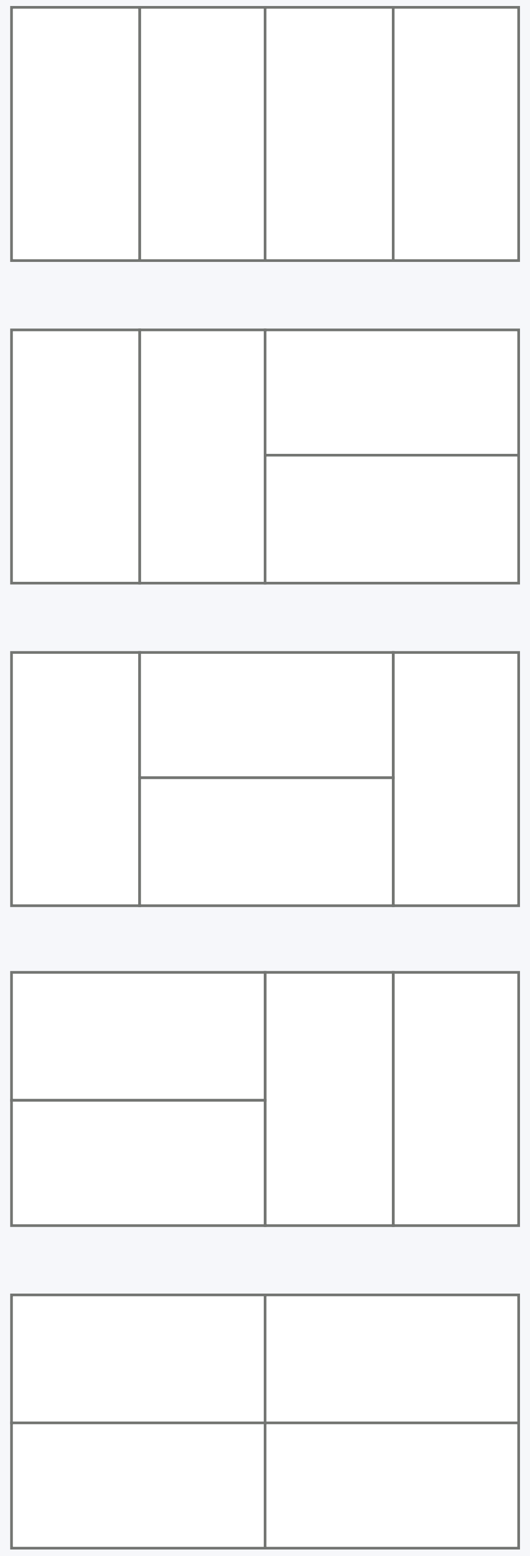
2×n 타일링

https://www.acmicpc.net/problem/11726

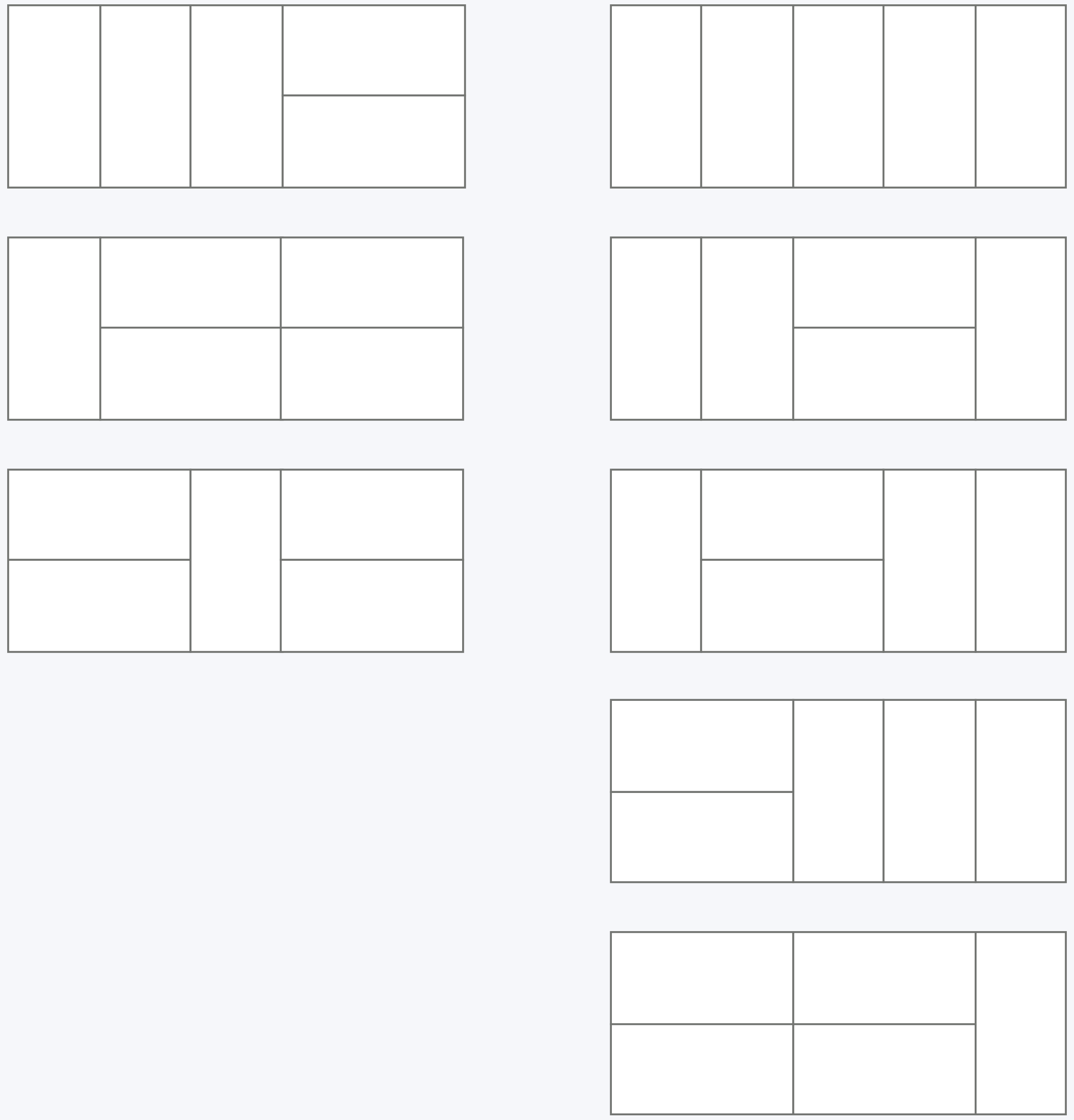
2×3



2×4



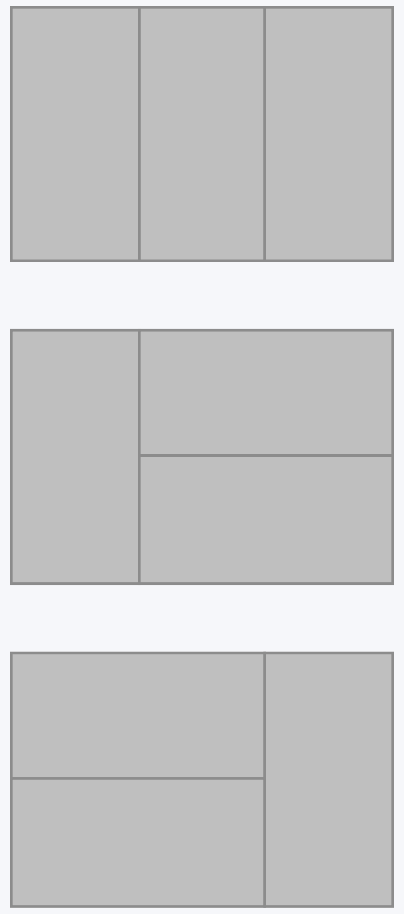
2×5



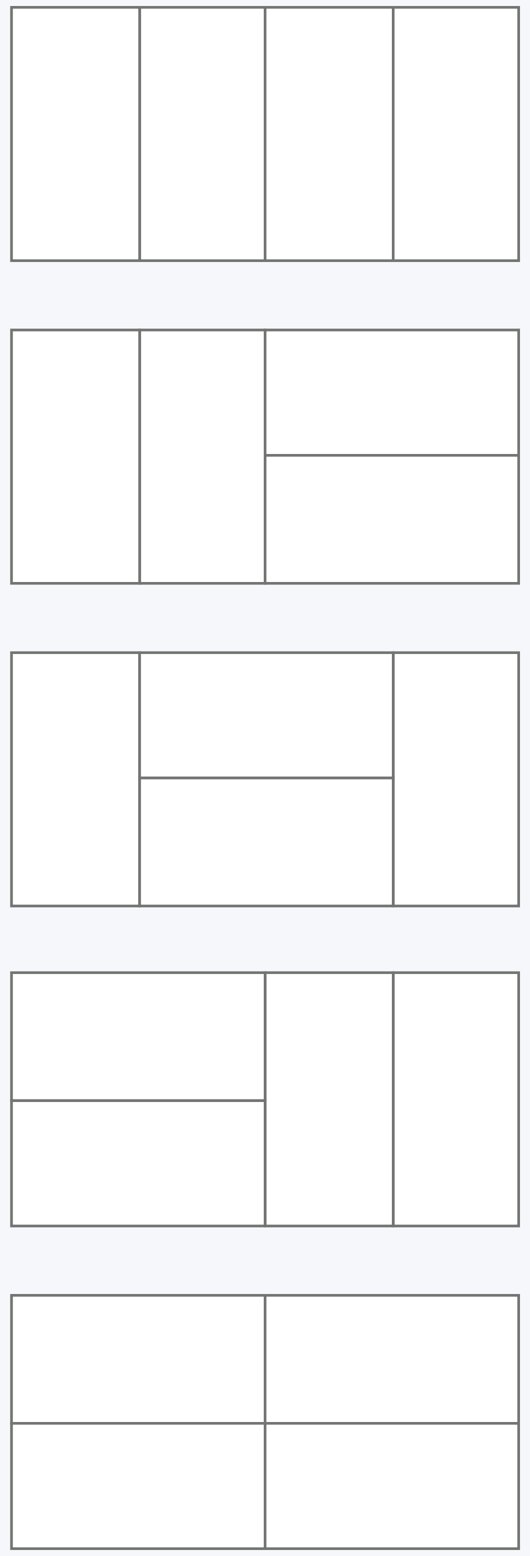
2×n 타일링

https://www.acmicpc.net/problem/11726

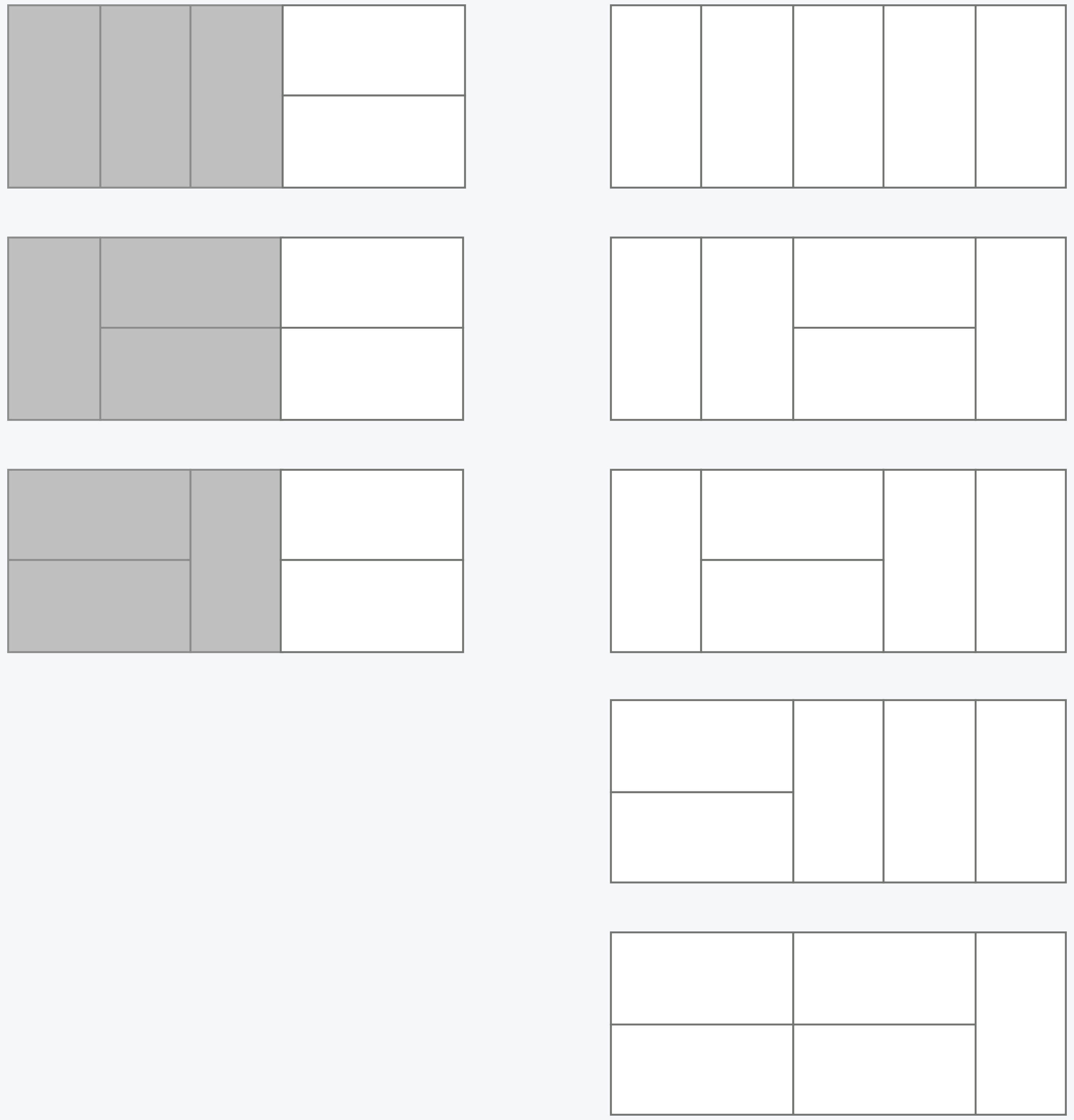
2×3



2×4

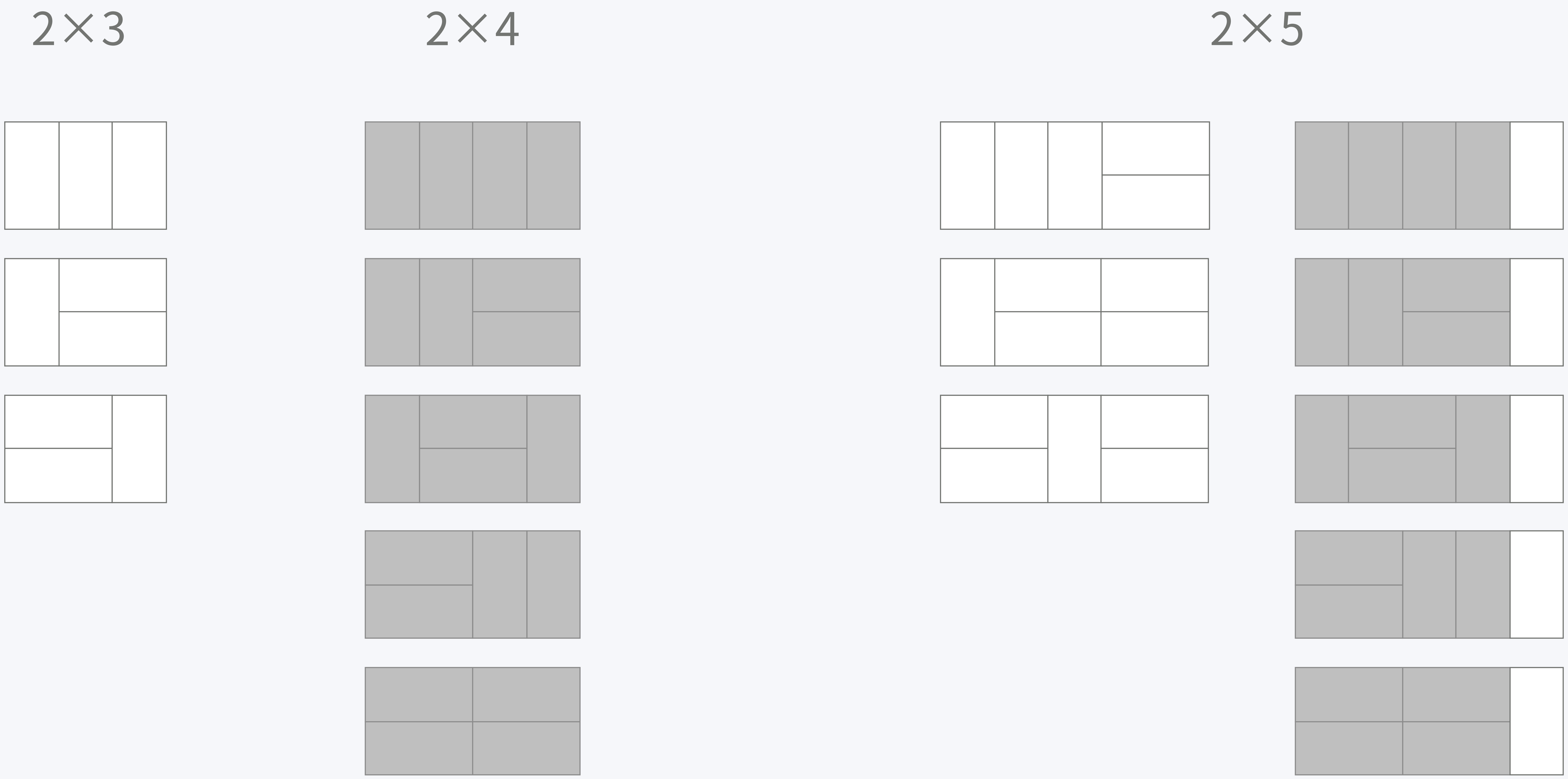


2×5



2×n 타일링

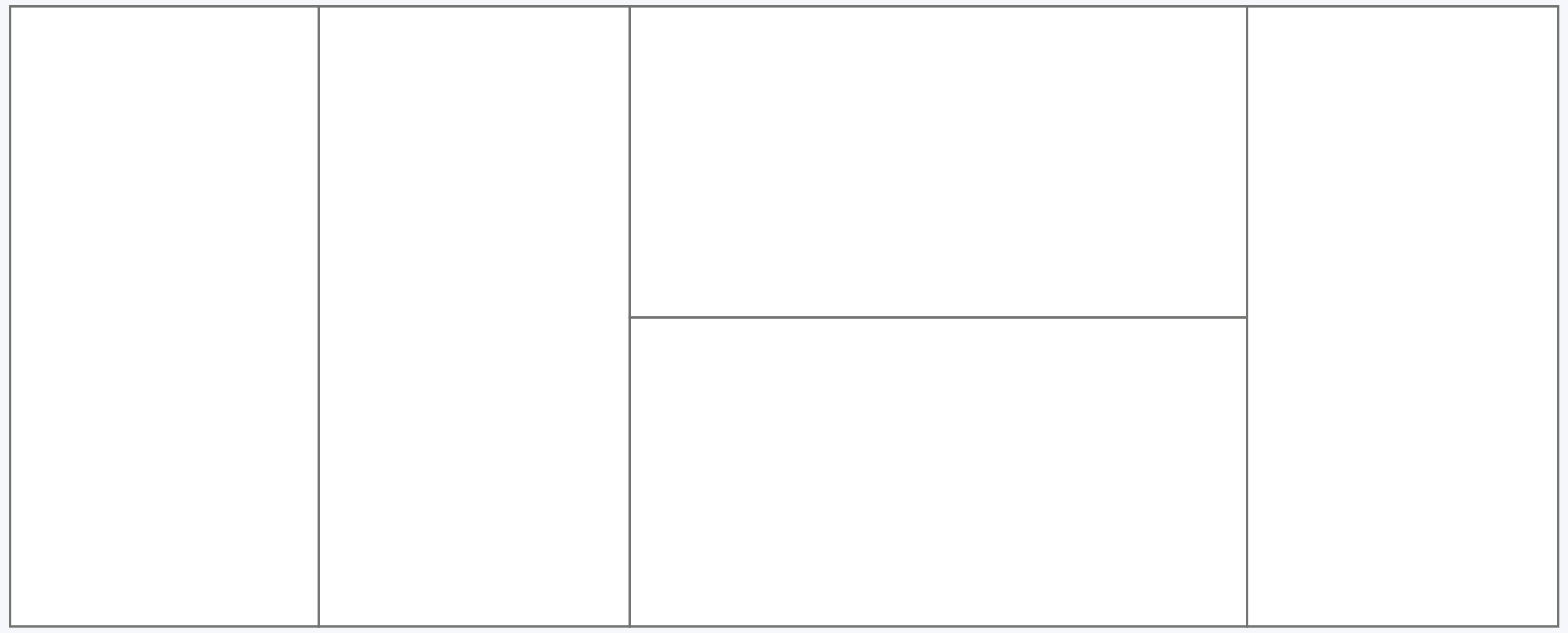
https://www.acmicpc.net/problem/11726



2×n 타일링

https://www.acmicpc.net/problem/11726

- 2×n 직사각형을 1×2, 2×1타일로 채우는 방법의 수
- D[i] = 2×i 직사각형을 채우는 방법의 수
- D[i] = D[i-1] + D[i-2]



2×n 타일링

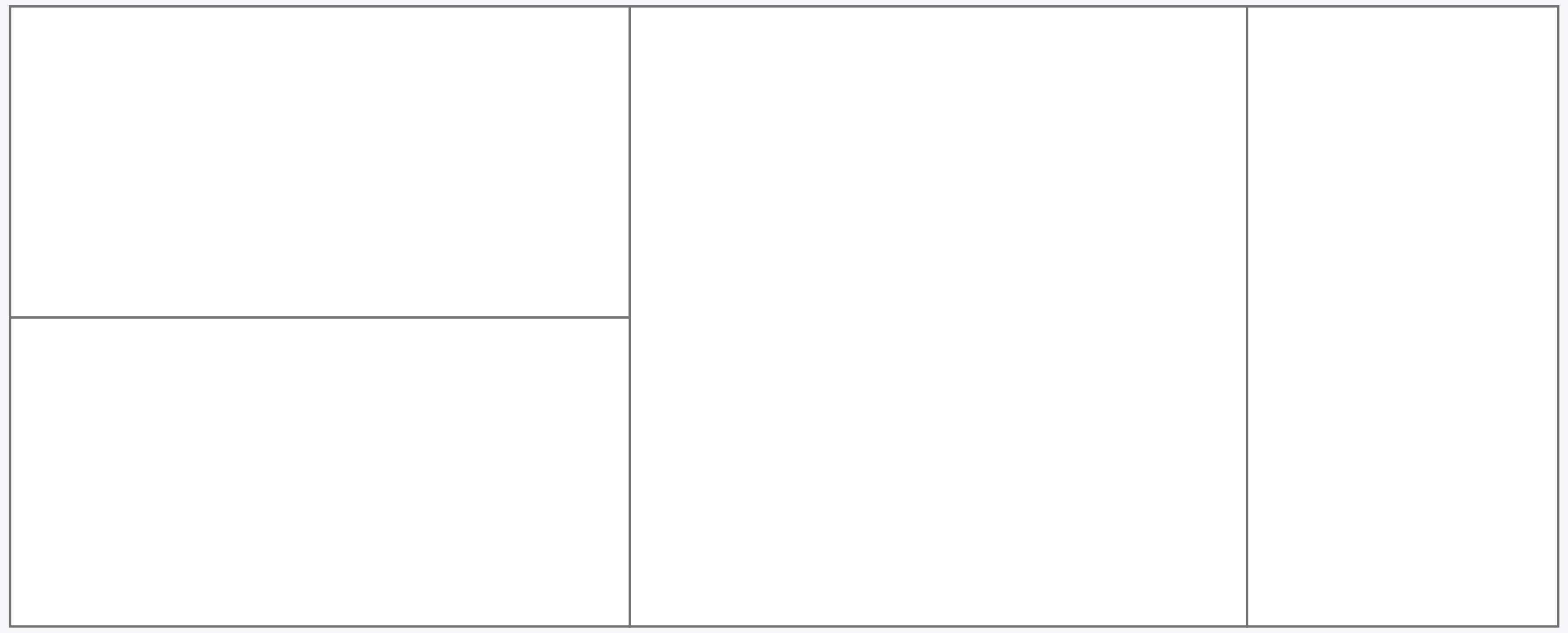
https://www.acmicpc.net/problem/11726

- C/C++: https://gist.github.com/Baekjoon/3527f6fdfd4771f8c3e1
- Java: https://gist.github.com/Baekjoon/53f6e5ec06bfbafad977150df382cf55

2×n 타일링 2

https://www.acmicpc.net/problem/11727

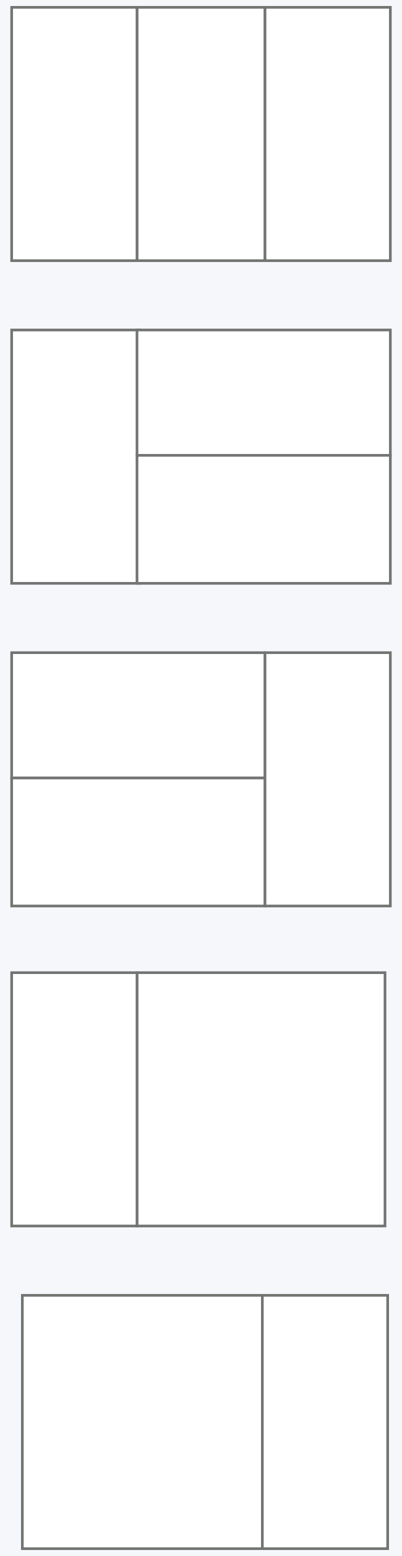
- 2×n 직사각형을 1×2, 2×1, 2×2타일로 채우는 방법의 수
- 아래 그림은 2×5를 채우는 방법의 수
- D[i] = 2×i 직사각형을 채우는 방법의 수



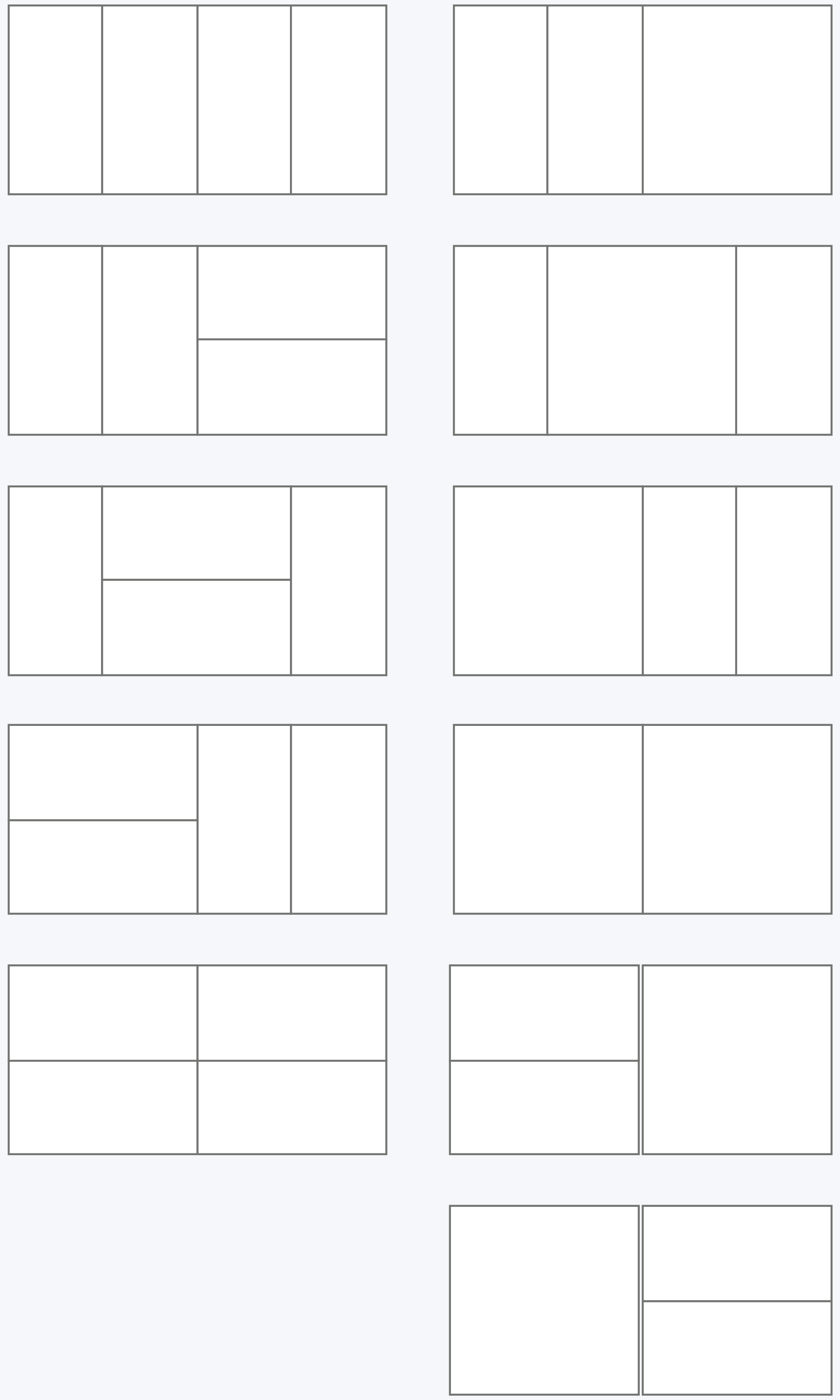
2×n 타일링 2

https://www.acmicpc.net/problem/11727

2×3



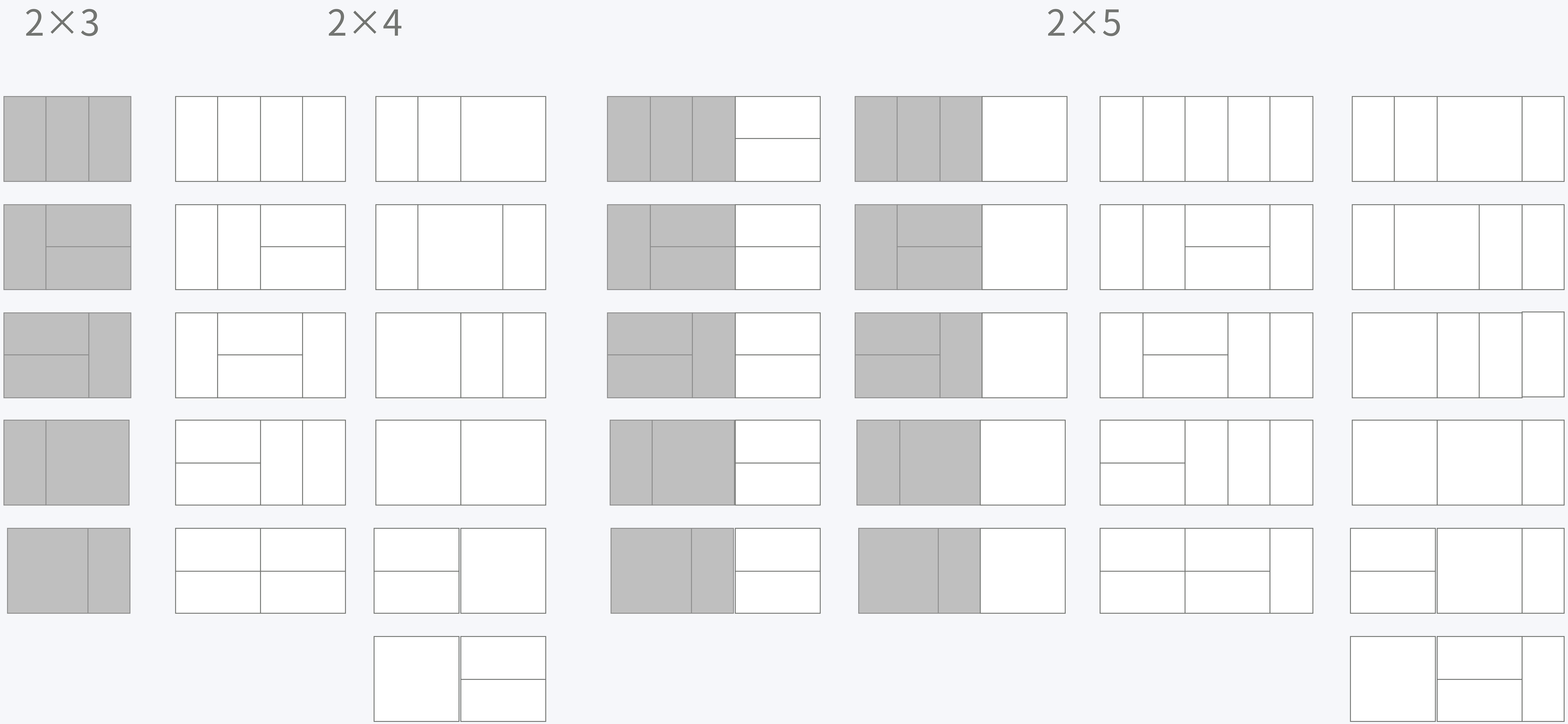
2×4



2×5

2×n 타일링 2

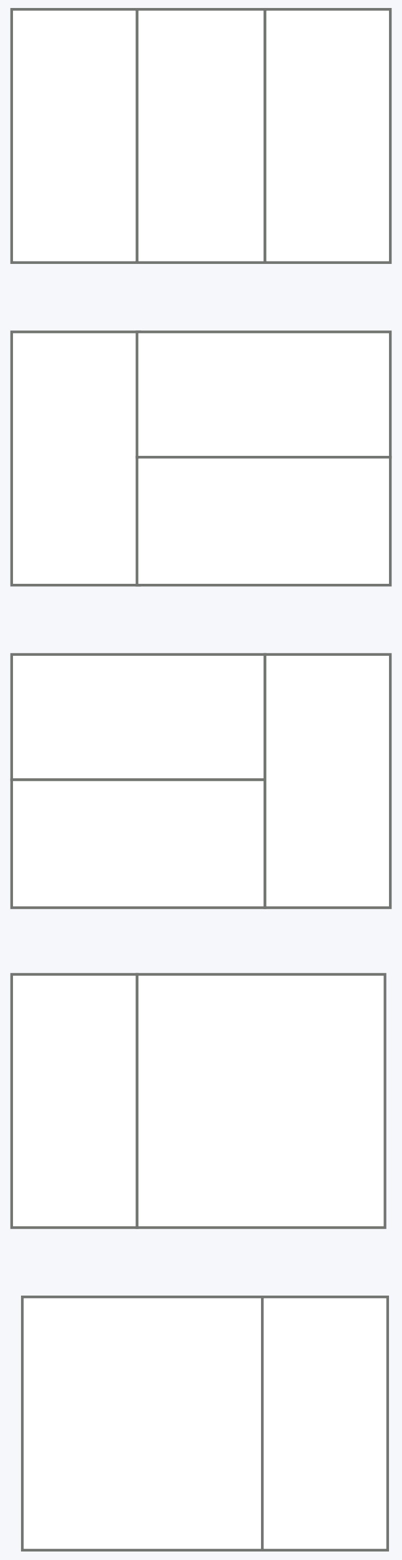
https://www.acmicpc.net/problem/11727



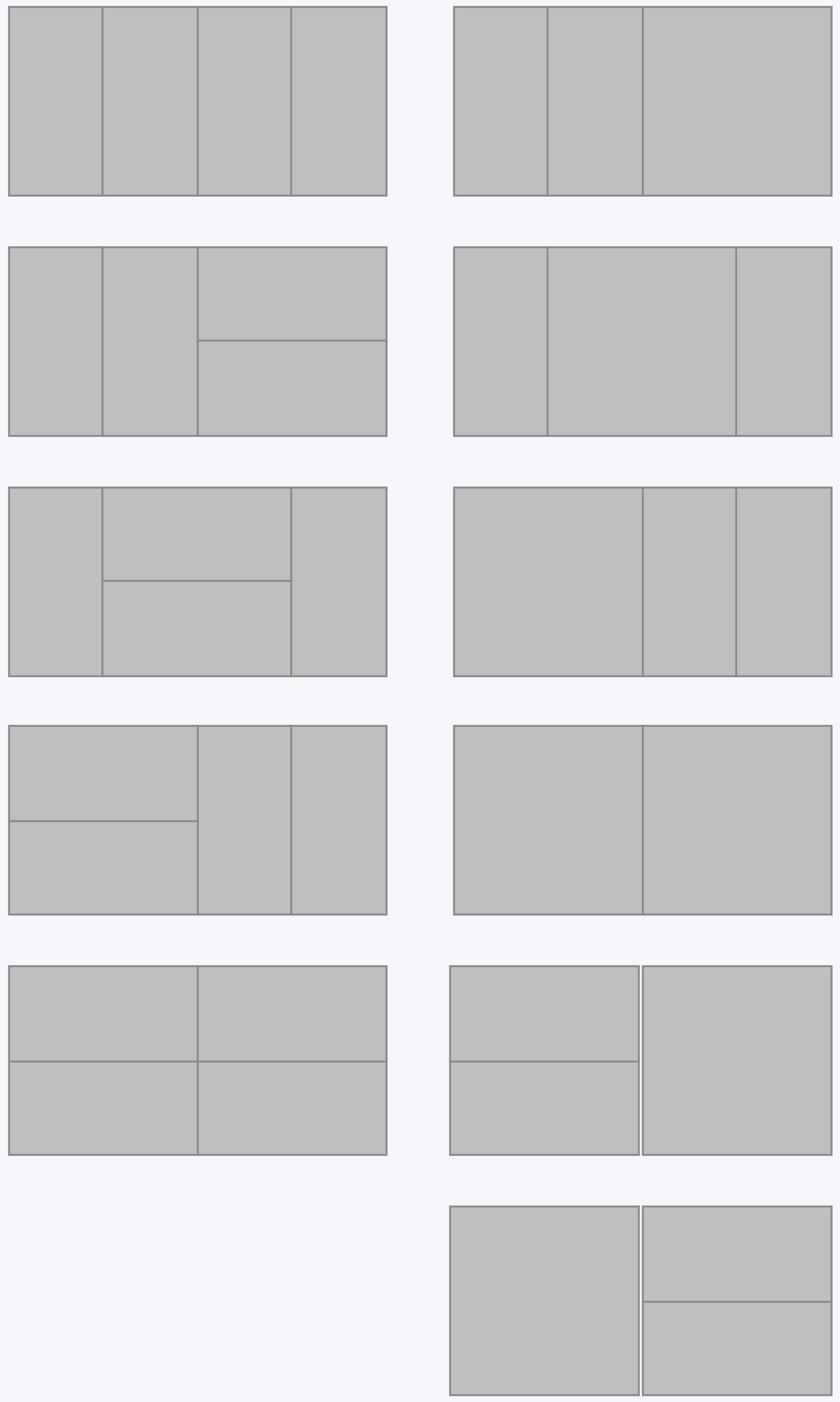
2×n 타일링 2

https://www.acmicpc.net/problem/11727

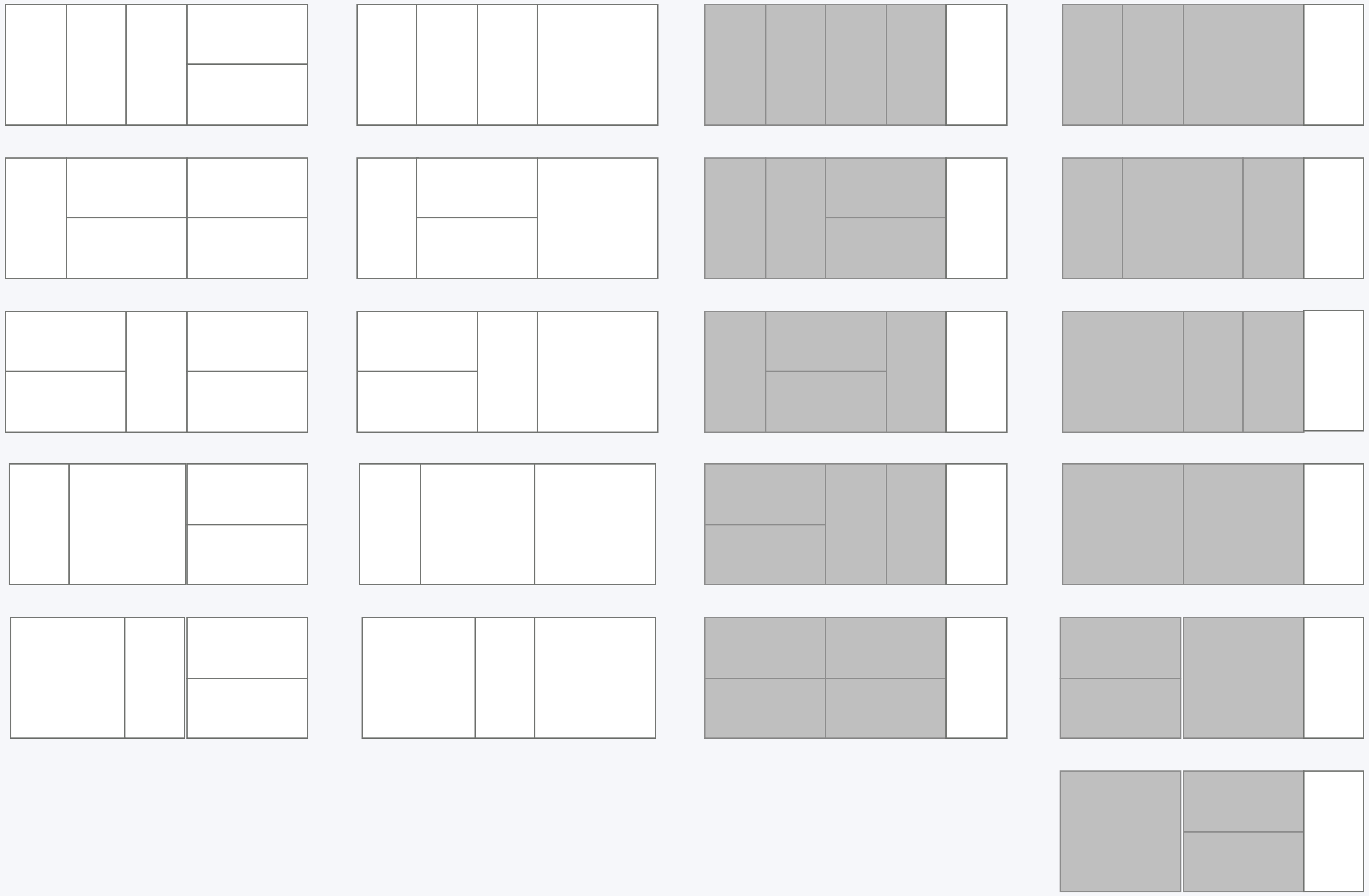
2×3



2×4



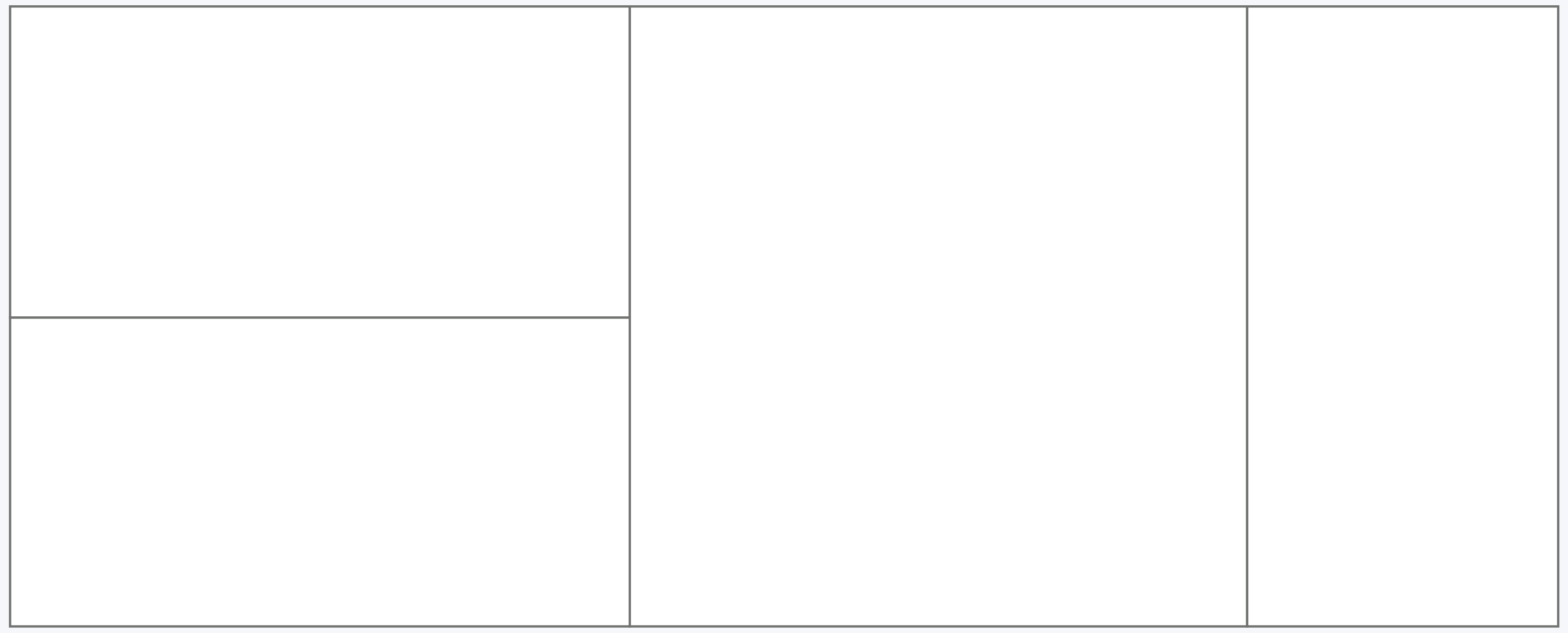
2×5



2×n 타일링 2

https://www.acmicpc.net/problem/11727

- 2×n 직사각형을 1×2, 2×1, 2×2타일로 채우는 방법의 수
- D[i] = 2×i 직사각형을 채우는 방법의 수
- D[i] = 2*D[i-2] + D[i-1]



2×n 타일링 2

https://www.acmicpc.net/problem/11727

- C/C++: https://gist.github.com/Baekjoon/2ac3e7f55b9f3799d02d
- Java: https://gist.github.com/Baekjoon/a6dc09520f1581d9b0f0cacb7057b0a6

1, 2, 3 더하기

D[n]

https://www.acmicpc.net/problem/9095

- 정수 n을 1, 2, 3의 조합으로 나타내는 방법의 수를 구하는 문제
- n = 4
- 1+1+1+1
- 1+1+2
- 1+2+1
- 2+1+1
- 2+2
- 1+3
- 3+1

$$\bigcirc + \bigcirc + \cdots + \bigcirc = n$$

$$\boxed{(\quad n-1 \quad)} + 1$$

$$\boxed{(\quad n-2 \quad)} + 2$$

$$\boxed{(\quad n-3 \quad)} + 3$$

$$D[n-1] + D[n-2] + D[n-3]$$

1, 2, 3 더하기

https://www.acmicpc.net/problem/9095

- D[i] = i를 1, 2, 3의 조합으로 나타내는 방법의 수

1, 2, 3 더하기

https://www.acmicpc.net/problem/9095

- D[i] = i를 1, 2, 3의 조합으로 나타내는 방법의 수
- D[i] = D[i-1] + D[i-2] + D[i-3]

1, 2, 3 더하기

https://www.acmicpc.net/problem/9095

- C/C++
    - https://gist.github.com/Baekjoon/6e4f9e363b3aaef733d1
- Java
    - https://gist.github.com/Baekjoon/e019984a7c7f1ac6bd32

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- 붕어빵 N개를 가지고 있다.
- 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 수익이 P[i]일 때, N개를 모두 판매해서 얻을 수 있는 최대 수익 구하기

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- D[i] = 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 최대 수익
- 가능한 경우 생각해보기

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- D[i] = 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 최대 수익
- 가능한 경우 생각해보기
- 붕어빵 1개를 P[1]에 팔기
- 붕어빵 2개를 P[2]에 팔기
- …
- 붕어빵 i-1개를 P[i-1]에 팔기
- 붕어빵 i개를 P[i]에 팔기

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- D[i] = 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 최대 수익
- 가능한 경우 생각해보기
- 붕어빵 1개를 P[1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-1
- 붕어빵 2개를 P[2]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-2
- …
- 붕어빵 i-1개를 P[i-1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 1
- 붕어빵 i개를 P[i]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 0

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- D[i] = 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 최대 수익
- 가능한 경우 생각해보기
- 붕어빵 1개를 P[1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-1 → P[1] + D[i-1]
- 붕어빵 2개를 P[2]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-2 → P[2] + D[i-2]
- …
- 붕어빵 i-1개를 P[i-1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 1 → P[i-1] + D[1]
- 붕어빵 i개를 P[i]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 0 → P[i] + D[0]

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- D[i] = 붕어빵 i개를 팔아서 얻을 수 있는 최대 수익
- 가능한 경우 생각해보기
- 붕어빵 1개를 P[1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-1 → P[1] + D[i-1]
- 붕어빵 2개를 P[2]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: i-2 → P[2] + D[i-2]
- …
- 붕어빵 i-1개를 P[i-1]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 1 → P[i-1] + D[1]
- 붕어빵 i개를 P[i]에 팔기 → 남은 붕어빵의 개수: 0 → P[i] + D[0]
- D[i] = max(P[j] + D[i-j]) (1 ≤ j ≤ i)

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

```
for (int i=1; i<=n; i++) {
    for (int j=1; j<=i; j++) {
        d[i] = max(d[i],d[i-j]+a[j]);
    }
}
```

붕어빵 판매하기

https://www.acmicpc.net/problem/11052

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/e8f8b7904a6395748246
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/d916898171846c9286aa
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/efaf5dee617b4ee9d305

쉬운 계단 수

https://www.acmicpc.net/problem/10844

- 인접한 자리의 차이가 1이 나는 수를 계단 수라고 한다
- 예: 45656
- 길이가 N인 계단 수의 개수를 구하는 문제

쉬운 계단 수

https://www.acmicpc.net/problem/10844

- D[i][j] = 길이가 i이가 마지막 숫자가 j인 계단 수의 개수
- D[i][j] = D[i-1][j-1] + D[i-1][j+1]

쉬운 계단 수

https://www.acmicpc.net/problem/10844

```
for (int i=1; i<=9; i++) d[1][i] = 1;
for (int i=2; i<=n; i++) {
    for (int j=0; j<=9; j++) {
        d[i][j] = 0;
        if (j-1 >= 0) d[i][j] += d[i-1][j-1];
        if (j+1 <= 9) d[i][j] += d[i-1][j+1];
        d[i][j] %= mod;
    }
}
long long ans = 0;
for (int i=0; i<=9; i++) ans += d[n][i];
ans %= mod;
```

쉬운 계단 수

https://www.acmicpc.net/problem/10844

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/4d98f519afbcdd5d3d0f
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/7e4e12ce1b0aa740d5d1

오르막 수

https://www.acmicpc.net/problem/11057

- 오르막 수는 수의 자리가 오름차순을 이루는 수를 말한다
- 인접한 수가 같아도 오름차순으로 친다
- 수의 길이 N이 주어졌을 때, 오르막 수의 개수를 구하는 문제
- 수는 0으로 시작할 수 있다
- 예: 1233345, 357, 8888888, 1555999

오르막 수

https://www.acmicpc.net/problem/11057

- D[i][j] = 길이가 i이고 마지막 숫자가 j인 오르막 수의 개수
- D[1][i] = 1
- D[i][j] += D[i-1][k] ($0 \le k \le j$)

오르막 수

https://www.acmicpc.net/problem/11057

```
for (int i=0; i<=9; i++) d[1][i] = 1;
for (int i=2; i<=n; i++) {
    for (int j=0; j<=9; j++) {
        for (int k=0; k<=j; k++) {
            d[i][j] += d[i-1][k];
            d[i][j] %= mod;
        }
    }
}
long long ans = 0;
for (int i=0; i<10; i++) ans  += d[n][i];
ans %= mod;
```

오르막 수

https://www.acmicpc.net/problem/11057

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/3d7ae9472aa843dc3a48
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/264f68b19e93cc9b46aa

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- 0과 1로만 이루어진 수를 이진수라고 한다.
- 다음 조건을 만족하면 이친수라고 한다.

1. 이친수는 0으로 시작하지 않는다.
2. 이친수에서는 1이 두 번 연속으로 나타나지 않는다. 즉, 11을 부분 문자열로 갖지 않는다.

- N자리 이친수의 개수를 구하는 문제

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i][j] = i자리 이친수의 개수 중에서 j로 끝나는 것의 개수 (j=0, 1)

- 0으로 시작하지 않는다.
- D[1][0] = 0
- D[1][1] = 1

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i][j] = i자리 이친수의 개수 중에서 j로 끝나는 것의 개수 (j=0, 1)
- 가능한 경우
- 0으로 끝나는 경우
- 1로 끝나는 경우

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i][j] = i자리 이친수의 개수 중에서 j로 끝나는 것의 개수 (j=0, 1)
- 가능한 경우
- 0으로 끝나는 경우 (D[i][0])
  - 앞에 0과 1이 올 수 있다
  - D[i-1][0] + D[i-1][1]
- 1로 끝나는 경우 (D[i][1])
  - 앞에 1은 올 수 없다. 즉, 0만 올 수 있다.
  - D[i-1][0]

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i][j] = i자리 이친수의 개수 중에서 j로 끝나는 것의 개수 (j=0, 1)
- D[i][0] = D[i-1][0] + D[i-1][1]
- D[i][1] = D[i-1][0]

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i] = i자리 이친수의 개수
- 가능한 경우
- 0으로 끝나는 경우
- 1로 끝나는 경우

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i] = i자리 이친수의 개수
- 가능한 경우
- 0으로 끝나는 경우
    - 앞에 0과 1 모두 올 수 있다.
    - D[i-1]
- 1로 끝나는 경우
    - 앞에 0만 올 수 있다
    - 앞에 붙는 0을 세트로 생각해서 i-2자리에 01을 붙인다고 생각
    - D[i-2]

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

- D[i] = i자리 이친수의 개수
- D[i] = D[i-1] + D[i-2]

이친수

https://www.acmicpc.net/problem/2193

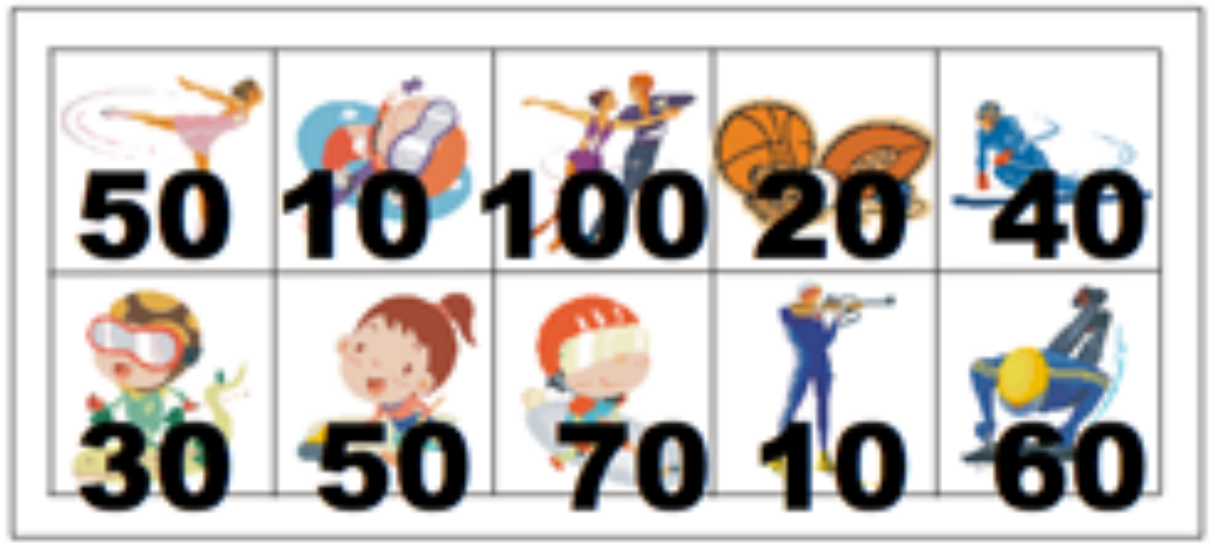
- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/49b2bfd22be42707bb88
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/7fbfd8d0963139d638de

스티커

https://www.acmicpc.net/problem/9465

- 스티커 2n개가 2×n 모양으로 배치되어 있다
- 스티커 한 장을 떼면 변을 공유하는 스티커는 모두 찢어져서 사용할 수 없다
- 점수의 합을 최대로 만드는 문제

(a)



(b)

스티커

https://www.acmicpc.net/problem/9465

- D[i][j] = 2×i 에서 얻을 수 있는 최대 점수, i번 열에서 뜯는 스티커는 j
- j = 0 -> 뜯지 않음
- j = 1 -> 위쪽 스티커를 뜯음
- j = 2 -> 아래쪽 스티커를 뜯음

스티커

https://www.acmicpc.net/problem/9465

- D[i][j] = 2×i 에서 얻을 수 있는 최대 점수, i번 열에서 뜯는 스티커는 j
- 뜯지 않음 (D[i][0])
  - i-1 열에서 스티커를 어떻게 뜯었는지 상관이 없다
  - max(D[i-1][0], D[i-1][1], D[i-1][2])
- 위쪽 스티커를 뜯음 (D[i][1])
  - i-1열에서 위쪽 스티커는 뜯으면 안된다
  - max(D[i-1][0], D[i-1][2]) + A[i][0]
- 아래쪽 스티커를 뜯음 (D[i][2])
  - i-1열에서 아래쪽 스티커는 뜯으면 안된다
  - max(D[i-1][0], D[i-1][1]) + A[i][1]

스티커

https://www.acmicpc.net/problem/9465

- C/C++
    - https://gist.github.com/Baekjoon/3fec4c0ef968b943041a
- Java
    - https://gist.github.com/Baekjoon/a05b5a7ef6e5cd8f7951

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- 포도주가 일렬로 놓여져 있고, 다음과 같은 2가지 규칙을 지키면서 포도주를 최대한 많이 마시려고 한다.

1. 포도주 잔을 선택하면 그 잔에 들어있는 포도주는 모두 마셔야 하고, 마신 후에는 원래 위치에 다시 놓아야 한다.
2. 연속으로 놓여 있는 3잔을 모두 마실 수는 없다.

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- i에게 가능한 경우

1. i번째 포도주를 마시는 경우
2. i번째 포도주를 마시지 않는 경우

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- i에게 가능한 경우

1. i번째 포도주를 마시는 경우
    - D[i-1] + A[i]
2. i번째 포도주를 마시지 않는 경우
    - D[i-1]

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- i에게 가능한 경우

1. i번째 포도주를 마시는 경우
   - D[i-1] + A[i]
2. i번째 포도주를 마시지 않는 경우
   - D[i-1]

- D[i] = max(D[i-1]+A[i], D[i-1])
- 위의 식은 포도주를 연속해서 3잔 마시면 안되는 경우를 처리하지 못한다.

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i][j] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양, A[i]는 j번 연속해서 마신 포도주임
- D[i][0] = 0번 연속해서 마신 포도주 → A[i]를 마시지 않음
- D[i][1] = 1번 연속해서 마신 포도주 -> A[i-1]을 마시지 않았음
- D[i][2] = 2번 연속해서 마신 포도주 → A[i-1]을 마시고, A[i-2]는 마시지 않았어야 함

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i][j] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양, A[i]는 j번 연속해서 마신 포도주임
- D[i][0] = 0번 연속해서 마신 포도주 → A[i]를 마시지 않음
  - max(D[i-1][0], D[i-1][1], D[i-1][2])
- D[i][1] = 1번 연속해서 마신 포도주 -> A[i-1]을 마시지 않았음
  - D[i-1][0] + A[i]
- D[i][2] = 2번 연속해서 마신 포도주 → A[i-1]을 마시고, A[i-2]는 마시지 않았어야 함
  - D[i-1][1] + A[i]

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- 0번 연속해서 마신 포도주 → A[i]를 마시지 않음
- 1번 연속해서 마신 포도주 -> A[i-1]을 마시지 않았음
- 2번 연속해서 마신 포도주 → A[i-1]을 마시고, A[i-2]는 마시지 않았어야 함

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- 0번 연속해서 마신 포도주 → A[i]를 마시지 않음
  - D[i-1]
- 1번 연속해서 마신 포도주 -> A[i-1]을 마시지 않았음
  - D[i-2] + A[i]
- 2번 연속해서 마신 포도주 → A[i-1]을 마시고, A[i-2]는 마시지 않았어야 함
  - D[i-3] + A[i-1] + A[i]

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- 0번 연속해서 마신 포도주 → A[i]를 마시지 않음
  - D[i-1]
- 1번 연속해서 마신 포도주 -> A[i-1]을 마시지 않았음
  - D[i-2] + A[i]
- 2번 연속해서 마신 포도주 → A[i-1]을 마시고, A[i-2]는 마시지 않았어야 함
  - D[i-3] + A[i-1] + A[i]
- D[i] = max(D[i-1], D[i-2]+A[i], D[i-3] + A[i-1] + A[i])

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 포도주를 마셨을 때, 마실 수 있는 포도주의 최대 양
- D[i] = max(D[i-1], D[i-2]+A[i], D[i-3] + A[i-1] + A[i])
- i-2, i-3 때문에 예외 처리가 예상되기 때문에
- D[1] = A[1]
- D[2] = A[1] + A[2]
- 로 미리 처리를 해두고
- i = 3부터 문제를 푸는 것이 좋다.

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

```
d[1] = a[1];
d[2] = a[1]+a[2];
for (int i=3; i<=n; i++) {
    d[i] = d[i-1];
    if (d[i] < d[i-2] + a[i]) {
        d[i] = d[i-2] + a[i];
    }
    if (d[i] < d[i-3] + a[i] + a[i-1]) {
        d[i] = d[i-3] + a[i] + a[i-1];
    }
}
```

포도주 시식

https://www.acmicpc.net/problem/2156

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/f042553b666185948f9f
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/5a8d8b46c4b2c608f3dd

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- 수열 A가 주어졌을 때, 가장 긴 증가하는 부분 수열을 구하는 문제
- 예시
- 수열 A = {10, 20, 10, 30, 20, 50}
- 가장 긴 증가하는 부분 수열 A = {**10**, **20**, 10, **30**, 20, **50**}

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이
- D[i]은 A[i]이 반드시 포함되어야 한다.
- 가장 긴 부분 수열이 A[?], A[?], …, A[j], A[i] 라고 했을 때, 겹치는 부분 문제를 찾아보자.

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이
- D[i]은 A[i]이 반드시 포함되어야 한다.
- 가장 긴 부분 수열이 **A[?], A[?], …, A[j],** A[i] 라고 했을 때, 겹치는 부분 문제를 찾아보자.
- A[?], A[?], …, A[j]는 D[j]로 나타낼 수 있다. (A[j]을 마지막으로 하는 부분 수열이기 때문)
- 그럼 A[j]와 A[i]간의 관계를 생각해보자.

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이
- D[i]은 A[i]이 반드시 포함되어야 한다.
- 가장 긴 부분 수열이 **A[?], A[?], ⋯, A[j],** A[i] 라고 했을 때, 겹치는 부분 문제를 찾아보자.
- A[?], A[?], ⋯, A[j]는 D[j]로 나타낼 수 있다. (A[j]을 마지막으로 하는 부분 수열이기 때문)
- 그럼 A[j]와 A[i]간의 관계를 생각해보자.
- A[j] < A[i]가 되어야 한다. (증가하는 부분 수열이 되어야 하기 때문)

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이
- D[5]를 나타낸 그림

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

A[5]를 마지막으로 하는 증가하는 부분 수열

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

A[1]
10

A[1]	A[2]
10	20

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

A[1]
10

D[1] = 1

A[5]
20

10 < 20

A[1]	A[2]
10	20

D[2] = 2

A[5]
20

20 == 20

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

D[3] = 1

A[5]
20

10 < 20

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

D[4] = 3

A[5]
20

30 > 20

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

D[5] = 2

A[1]
10

D[1] = 1

A[5]
20

10 < 20

A[1]	A[2]
10	20

D[2] = 2

A[5]
20

20 == 20

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

D[3] = 1

A[5]
20

10 < 20

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

D[4] = 3

A[5]
20

30 > 20

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]
10

A[1]	A[2]
10	20

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]	A[6]
10	20	10	30	20	50

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]	A[6]
10	20	10	30	20	50

A[1]
10

D[1] = 1

A[1]	A[2]
10	20

D[2] = 2

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

D[3] = 1

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

D[4] = 3

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

D[5] = 2

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]	A[6]
10	20	10	30	20	50

A[1]
10

D[1] = 1

A[6]
50

10 < 50

O

A[1]	A[2]
10	20

D[2] = 2

A[6]
50

20 < 50

O

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

D[3] = 1

A[6]
50

10 < 50

O

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

D[4] = 3

A[6]
50

30 < 50

O

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

D[5] = 2

A[6]
50

20 < 50

O

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]	A[6]
10	20	10	30	20	50

D[6] = 4

A[1]
10

D[1] = 1

A[6]
50

10 < 50

A[1]	A[2]
10	20

D[2] = 2

A[6]
50

20 < 50

A[1]	A[2]	A[3]
10	20	10

D[3] = 1

A[6]
50

10 < 50

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]
10	20	10	30

D[4] = 3

A[6]
50

30 < 50

A[1]	A[2]	A[3]	A[4]	A[5]
10	20	10	30	20

D[5] = 2

A[6]
50

20 < 50

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1					

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1	2				

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1	2	1			

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1	2	1	3		

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1	2	1	3	2	

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- D[i] = A[1], …, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 긴 증가하는 부분 수열의 길이

i	1	2	3	4	5	6
A[i]	10	20	10	30	20	50
D[i]	1	2	1	3	2	4

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    d[i] = 1;
    for (int j=0; j<i; j++) {
        if (a[j] < a[i] && d[i] < d[j]+1) {
            d[i] = d[j]+1;
        }
    }
}
```

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- 정답은 D[1], …, D[N]중의 최대값이 된다.

가장 긴 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11053

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/1602b252bc8f1a1ee044
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/667ca791c2b9d5b1d2d2
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/9fc6b7ea58a9ea9968b2

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

- 수열 A가 주어졌을 때, 그 수열의 증가 부분 수열 중에서 합이 가장 큰 것을 구하는 문제

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

- D[i] = A[1], ⋯, A[i] 까지 수열이 있을 때, A[i]을 마지막으로 하는 가장 큰 증가하는 부분 수열의 길이

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    d[i] = 1;
    for (int j=0; j<i; j++) {
        if (a[j] < a[i] && d[i] < d[j]+1) {
            d[i] = d[j]+1;
        }
    }
}
```

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    d[i] = 1;
    for (int j=0; j<i; j++) {
        if (a[j] < a[i] && d[i] < d[j]+a[i]) {
            d[i] = d[j]+a[i];
        }
    }
}
```

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    d[i] = a[i];
    for (int j=0; j<i; j++) {
        if (a[j] < a[i] && d[i] < d[j]+a[i]) {
            d[i] = d[j]+a[i];
        }
    }
}
```

가장 큰 증가하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11055

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/6b9e8f26a82320643d2b
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/9a6855e1f942d771ec83
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/85045323277de97683d9

가장 긴 감소하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11722

- 수열 A가 주어졌을 때, 그 수열의 감소하는 부분 수열 중에서 합이 가장 큰 것을 구하는 문제
- 두 가지 방법이 있다
- 입력으로 주어진 수열 A를 뒤집어서 가장 긴 증가하는 부분 수열을 구하는 방법
- 가장 긴 증가하는 부분 수열과 비슷하게 구하는 방법 (뒤에서부터 구해야 한다)

가장 긴 감소하는 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11722

- C/C++
    - https://gist.github.com/Baekjoon/4e6c6bbbbe38dc526a75
- Java
    - https://gist.github.com/Baekjoon/7f21125d09f6573f23e755a3df2d83d6

가장 긴 바이토닉 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11054

- 가장 긴 증가하는 부분 수열(D)과 가장 긴 감소하는 부분 수열(D2)를 구한 다음
- D[i] + D2[i] – 1이 가장 큰 값을 찾으면 된다

가장 긴 바이토닉 부분 수열

https://www.acmicpc.net/problem/11054

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/719292258386a75e0329
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/77f2005a22665817527b
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/8f3324770000c87f9185

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- n개의 정수로 이루어진 임의의 수열이 주어진다.
- 우리는 이 중 연속된 몇 개의 숫자를 선택해서 구할 수 있는 합 중 가장 큰 합을 구하려고 한다.
- 단, 숫자는 한 개 이상 선택해야 한다.
- 예를 들어서 10, -4, 3, 1, 5, 6, -35, 12, 21, -1 이라는 수열이 주어졌다고 하자.
- 여기서 정답은 12+21인 33이 정답이 된다.

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- 이렇게 식을 구했으면, i번째 수에게 가능한 경우를 세야한다

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- 이렇게 식을 구했으면, i번째 수에게 가능한 경우를 세야한다
- i번째 수에게 가능한 경우
  1. i-1번째 수의 연속합에 포함되는 경우
  2. 새로운 연속합을 시작하는 경우

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- 이렇게 식을 구했으면, i번째 수에게 가능한 경우를 세야한다
- i번째 수에게 가능한 경우
  1. i-1번째 수의 연속합에 포함되는 경우
     - D[i-1] + A[i]
  2. 새로운 연속합을 시작하는 경우
     - A[i]
- 두 값 중에 어떤 값이 D[i]에 들어가야 할까? (최대값)
- D[i] = max(D[i-1]+A[i], A[i])

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10									

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 10 + -4 = 6
- A[i] = -4

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6								

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 6 + 3 = 9
- A[i] = 3

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9							

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 9 + 1 = 10
- A[i] = 1

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10						

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 10 + 5 = 15
- A[i] = 5

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15					

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 15 + 6 = 21
- A[i] = 6

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15	21				

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 21 + -35 = -14
- A[i] = -35

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15	21	-14			

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = -14 + 12 = -2
- A[i] = 12

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15	21	-14	12		

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 12 + 21 = 33
- A[i] = 21

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15	21	-14	12	33	

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합
- D[i-1] + A[i] = 33 + -1 = 32
- A[i] = -1

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	3	1	5	6	-35	12	21	-1
D[i]	10	6	9	10	15	21	-14	12	33	32

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	-10	7	-35	12	21	-10	5	8
D[i]										

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- D[i] = i번째 수로 끝나는 가장 큰 연속합

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A[i]	10	-4	-10	7	-35	12	21	-10	5	8
D[i]	10	6	-4	7	-28	12	34	24	29	37

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

```
for (int i=0; i<n; i++) {
    d[i] = a[i];
    if (i == 0) continue;
    if (d[i] < d[i-1] + a[i]) {
        d[i] = d[i-1] + a[i];
    }
}
```

연속합

https://www.acmicpc.net/problem/1912

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/6577cbbc4ebeda00604c
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/dc368ddfc7c138a6411f
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/885882aa75ec74535c45

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

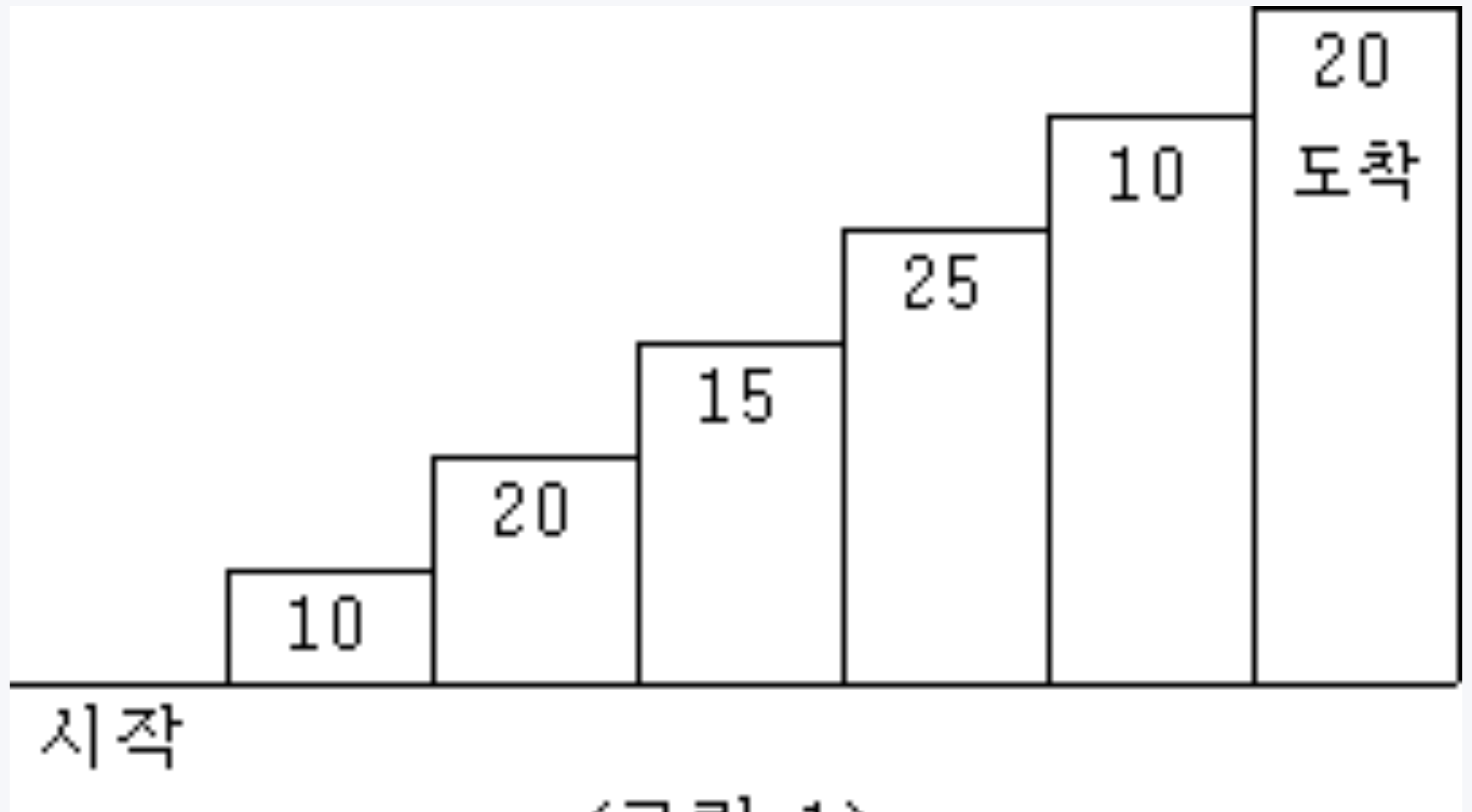
- 계단 오르는 데는 다음과 같은 규칙이 있다.

1. 계단은 한 번에 한 계단씩 또는 두 계단씩 오를 수 있다. 즉, 한 계단을 밟으면서 이어서 다음 계단이나, 다음 다음 계단으로 오를 수 있다.
2. 연속된 세 개의 계단을 모두 밟아서는 안된다. 단, 시작점은 계단에 포함되지 않는다.
3. 마지막 도착 계단은 반드시 밟아야 한다.

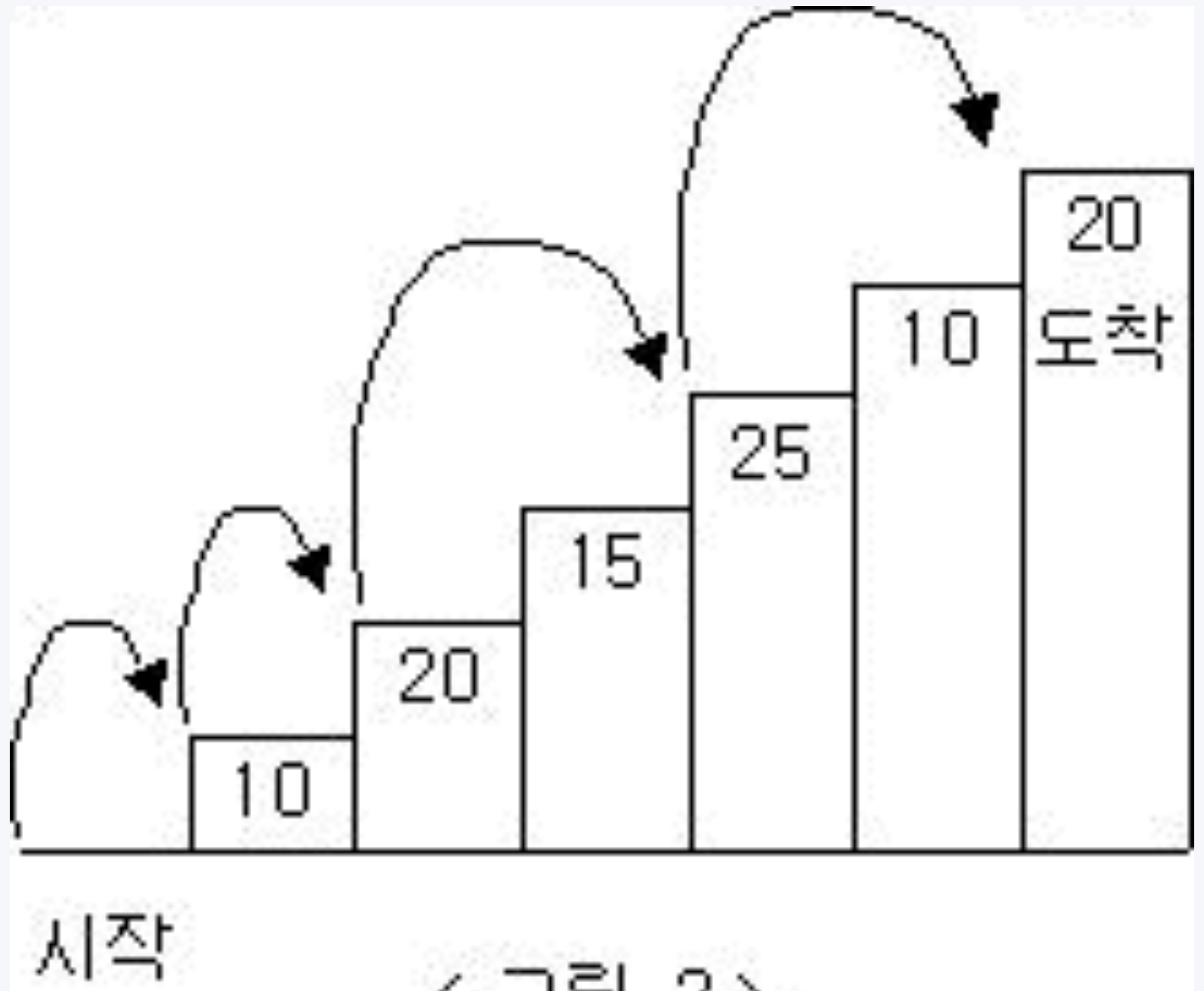
- 각 계단에 쓰여 있는 점수가 주어질 때 이 게임에서 얻을 수 있는 총 점수의 최대값을 구하는 프로그램을 작성하시오.

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579



<그림 1>



< 그림 2 >

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- D[i][j] = i번째 계단에 올라갔을 때, 최대 점수. i번째 계단은 j개 연속해서 올라온 계단임

- D[i][0] = 0개 연속 → i번째 계단에 올라가야 하기 때문에 불가능한 경우
- D[i][1] = 1개 연속 → i-1번째 계단은 밟으면 안됨
- D[i][2] = 2개 연속 → i번째 계단은 밟아야 하고, 반드시 1개 연속해서 올라온 계단이어야 함

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- D[i][j] = i번째 계단에 올라갔을 때, 최대 점수. i번째 계단은 j개 연속해서 올라온 계단임
- D[i][1] = 1개 연속 → i-1번째 계단은 밟으면 안됨
  - i-2번째 계단은 1개 연속이거나 2개 연속이거나 상관이 없음
  - max(D[i-2][1], D[i-2][2]) + A[i]
- D[i][2] = 2개 연속 → i번째 계단은 밟아야 하고, 반드시 1개 연속해서 올라온 계단이어야 함
  - i-1번째 계단은 반드시 1개 연속 계단이어야 함
  - D[i-1][1] + A[i]

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- D[i][j] = i번째 계단에 올라갔을 때, 최대 점수. i번째 계단은 j개 연속해서 올라온 계단임
- D[i][1] = 1개 연속 → i-1번째 계단은 밟으면 안됨
  - i-2번째 계단은 1개 연속이거나 2개 연속이거나 상관이 없음
  - max(D[i-2][1], D[i-2][2]) + A[i]
- D[i][2] = 2개 연속 → i번째 계단은 밟아야 하고, 반드시 1개 연속해서 올라온 계단이어야 함
  - i-1번째 계단은 반드시 1개 연속 계단이어야 함
  - D[i-1][1] + A[i]
- 정답은 D[n][1]과 D[n][2] 중의 최대값이 된다.

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

```
d[1][1] = a[1];
for (int i=2; i<=n; i++) {
    d[i][2] = d[i-1][1] + a[i];
    d[i][1] = max(d[i-2][1], d[i-2][2]) + a[i];
}
```

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/ae33086d692514edb61a
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/5823d80d59a9ff24ef80

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- D[i] = i번째 계단에 올라갔을 때, 최대 점수.
- 1개 연속 → i-1번째 계단은 밟으면 안됨
    - i-2번째 계단은 반드시 밟았어야 함
    - D[i-2] + A[i]
- 2개 연속 → i-1번째 계단을 밟고, i-2번째 계단은 밟으면 안됨
    - i-3번째 계단은 반드시 밟았어야 함
    - D[i-3] + A[i-1] + A[i]

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

```
d[1] = a[1];
d[2] = a[1]+a[2];
for (int i=3; i<=n; i++) {
    d[i] = max(d[i-2]+a[i], d[i-3]+a[i]+a[i-1]);
}
```

계단 오르기

https://www.acmicpc.net/problem/2579

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/616d81f1806273c88266
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/d844d321f439b78839b2

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

- 주어진 자연수 N을 제곱수들의 합으로 표현할 때에 그 항의 최소개수를 구하는 문제
- $11=3^2+1^2+1^2$

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

- D[i] = i를 제곱수의 합으로 나타냈을 때, 필요한 항의 최소 개수
- i = ? + ? + ··· + ? + j
- 마지막 항이 중요하다.
- 마지막 항이 1인 경우
- 마지막 항이 4인 경우
- 마지막 항이 9인 경우
- 마지막 항이 16인 경우
- 마지막 항이 25인 경우
- ···

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

- D[i] = i를 제곱수의 합으로 나타냈을 때, 필요한 항의 최소 개수
- i = ? + ? + ⋯ + ? + j
- 마지막 항이 중요하다.
- 마지막 항이 1인 경우 → ? + ? + ⋯ + ? = i-1
- 마지막 항이 4인 경우 → ? + ? + ⋯ + ? = i-4
- 마지막 항이 9인 경우 → ? + ? + ⋯ + ? = i-9
- 마지막 항이 16인 경우 → ? + ? + ⋯ + ? = i-16
- 마지막 항이 25인 경우 → ? + ? + ⋯ + ? = i-25
- ⋯

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

- D[i] = i를 제곱수의 합으로 나타냈을 때, 필요한 항의 최소 개수
- i = ? + ? + … + ? + j
- 마지막 항이 중요하다.
- 마지막 항이 1인 경우 → ? + ? + … + ? = i-1 → D[i-1] + 1
- 마지막 항이 4인 경우 → ? + ? + … + ? = i-4 → D[i-4] + 1
- 마지막 항이 9인 경우 → ? + ? + … + ? = i-9 → D[i-9] + 1
- 마지막 항이 16인 경우 → ? + ? + … + ? = i-16 → D[i-16] + 1
- 마지막 항이 25인 경우 → ? + ? + … + ? = i-25 → D[i-25] + 1
- …

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

- D[i] = i를 제곱수의 합으로 나타냈을 때, 필요한 항의 최소 개수
- D[i] = min(D[i-j^2]+1) (1 ≤ i ≤ j^2)

제곱수의 합

https://www.acmicpc.net/problem/1699

```
for (int i=1; i<=n; i++) {
    d[i] = i;
    for (int j=1; j*j <= i; j++) {
        if (d[i] > d[i-j*j]+1) {
            d[i] = d[i-j*j]+1;
        }
    }
}
```

제곱수의 합

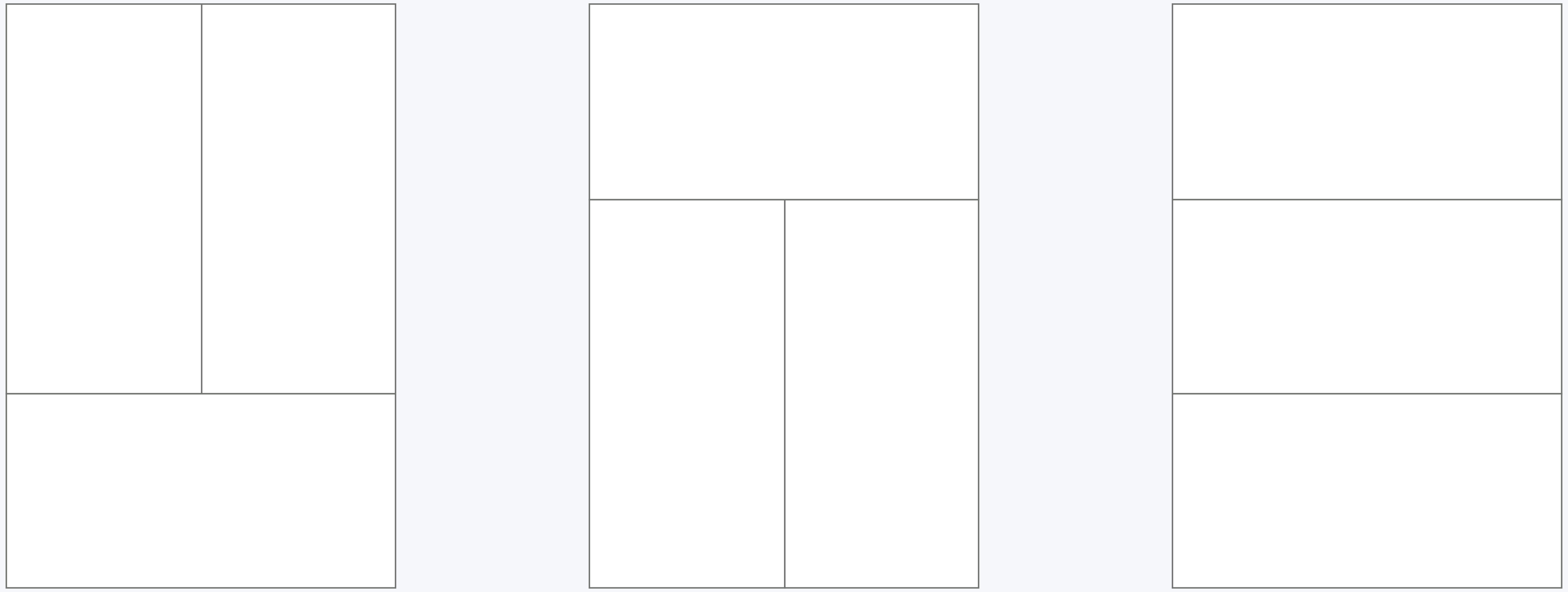
https://www.acmicpc.net/problem/1699

- C/C++
    - https://gist.github.com/Baekjoon/66c23e0a64ae7924aa19
- Java
    - https://gist.github.com/Baekjoon/73d0186fef9bbd633f95

타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

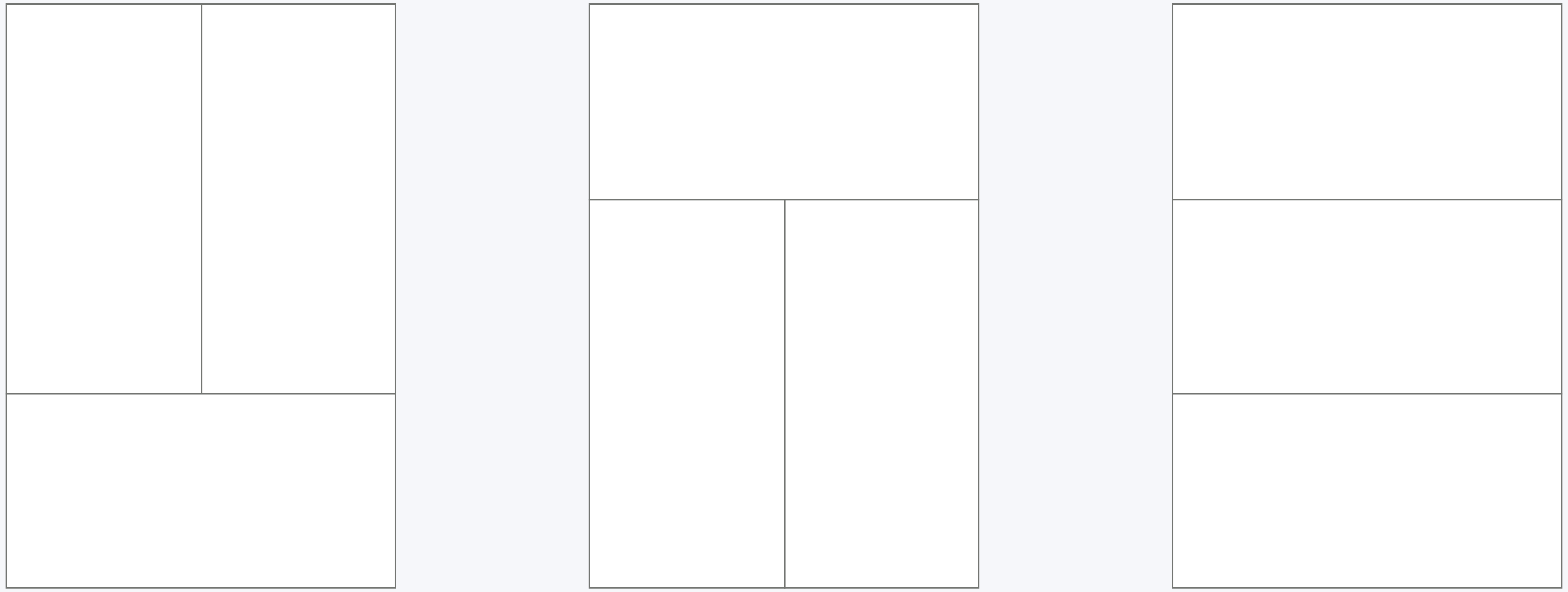
- 3×N을 1×2, 2×1로 채우는 방법의 수
- D[i] = 3×i를 채우는 방법의 수
- 마지막에 올 수 있는 가능한 경우의 수



타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

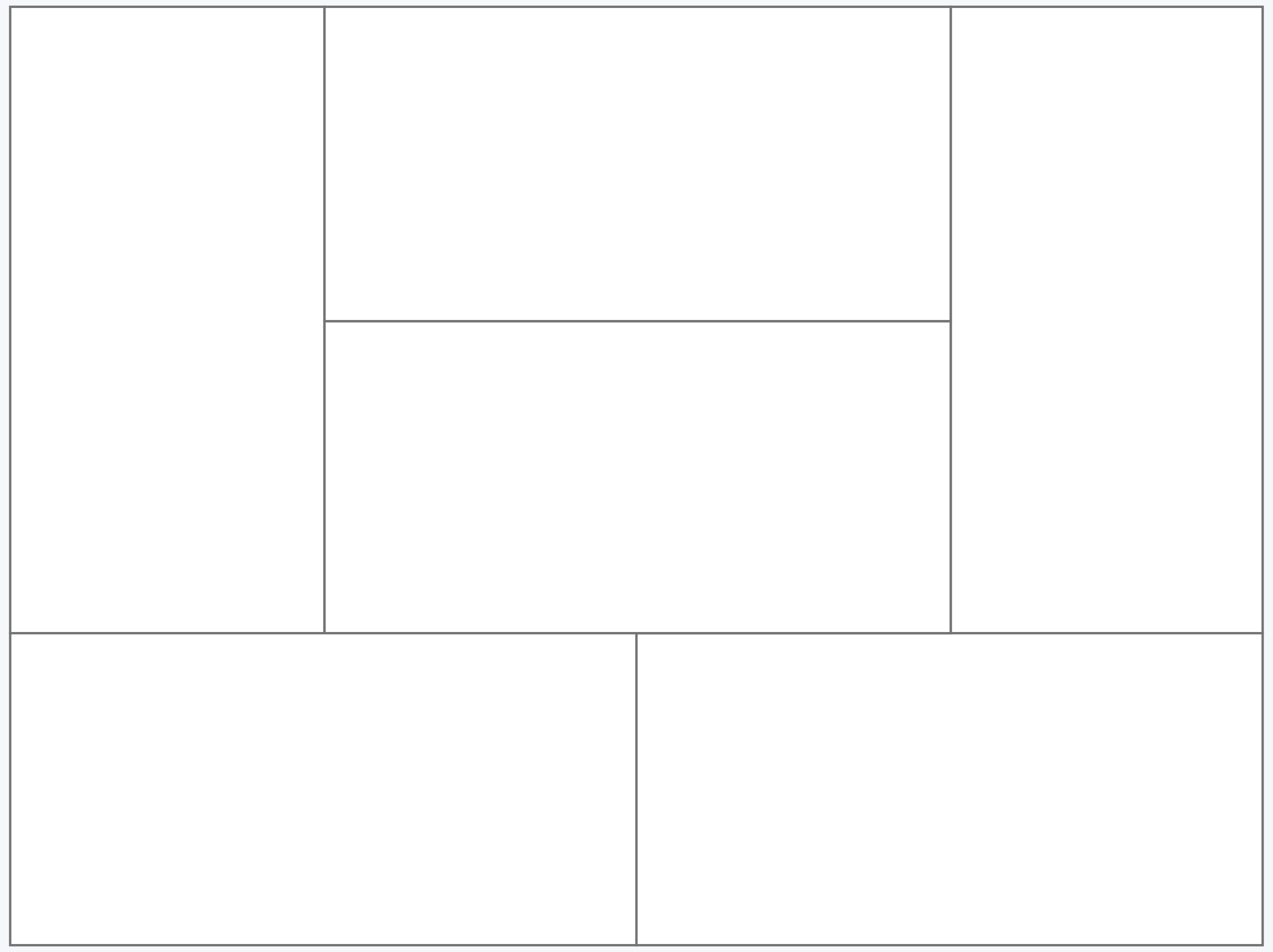
- 3×N을 1×2, 2×1로 채우는 방법의 수
- D[i] = 3×i를 채우는 방법의 수
- D[i] = 3 * D[i-2] (아니다)

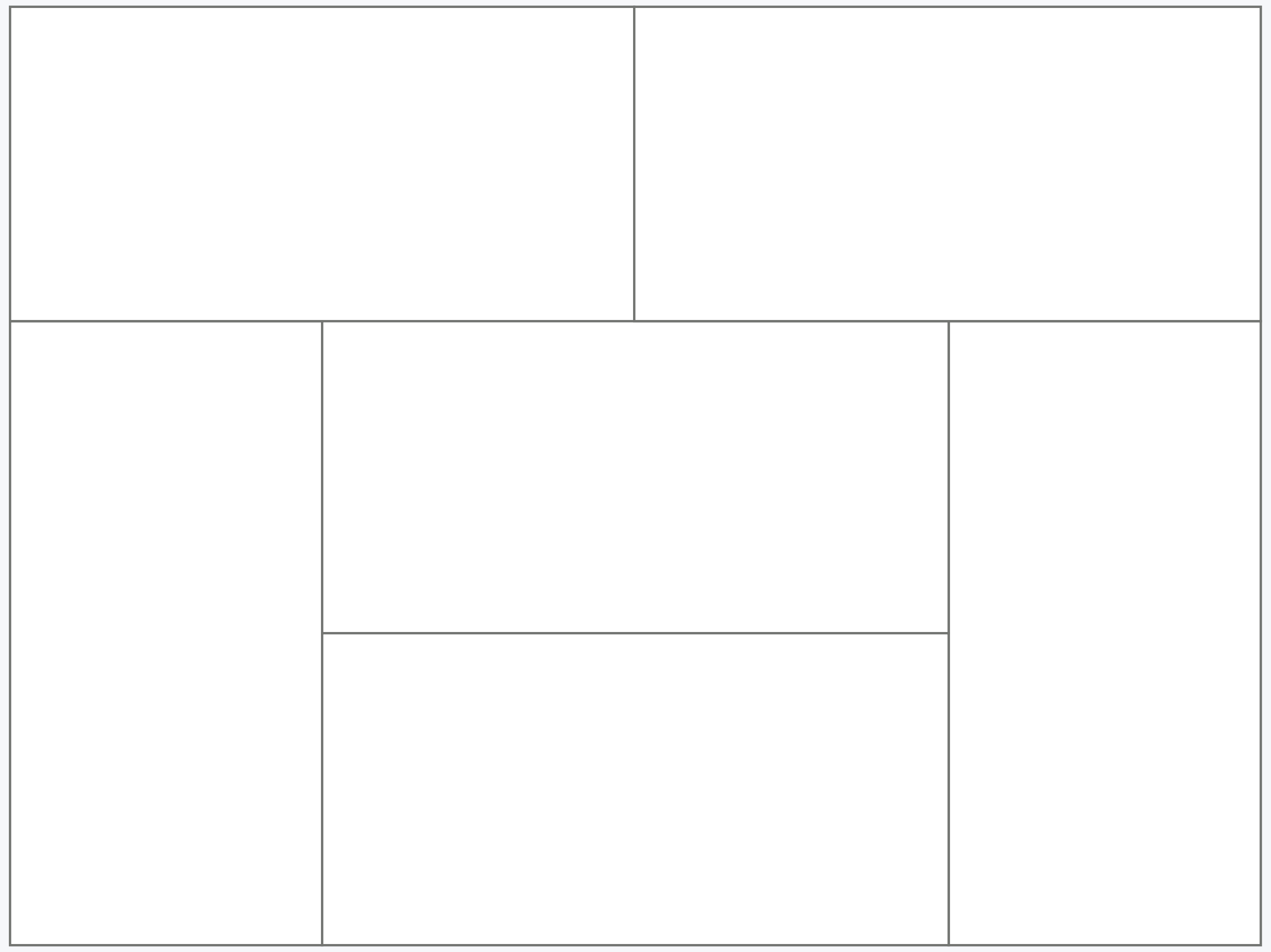


타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

- 3×N을 1×2, 2×1로 채우는 방법의 수
- D[i] = 3×i를 채우는 방법의 수
- 가능한 경우가 더 있다.

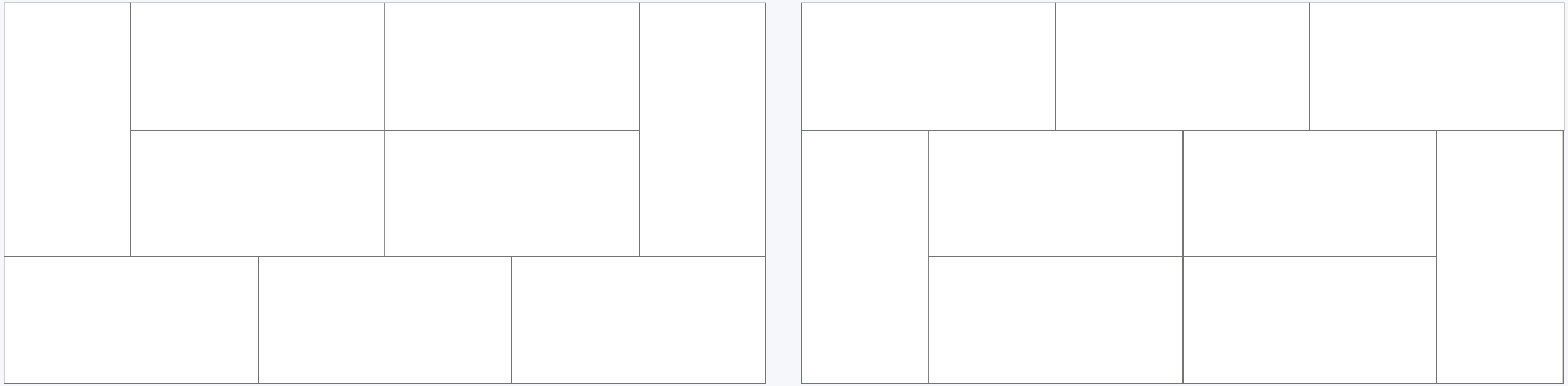




타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

- 3×N을 1×2, 2×1로 채우는 방법의 수
- D[i] = 3×i를 채우는 방법의 수
- 가능한 경우가 더 있다.



타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

- 3×N을 1×2, 2×1로 채우는 방법의 수
- D[i] = 3×i를 채우는 방법의 수
- D[i] = 3 * D[i-2] + 2*D[i-4] + 2*D[i-6] + …

타일 채우기

https://www.acmicpc.net/problem/2133

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/a27529894d77d469d252
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/fe102cef6f7b7ebecdedef00ec811a7c

파도반 수열

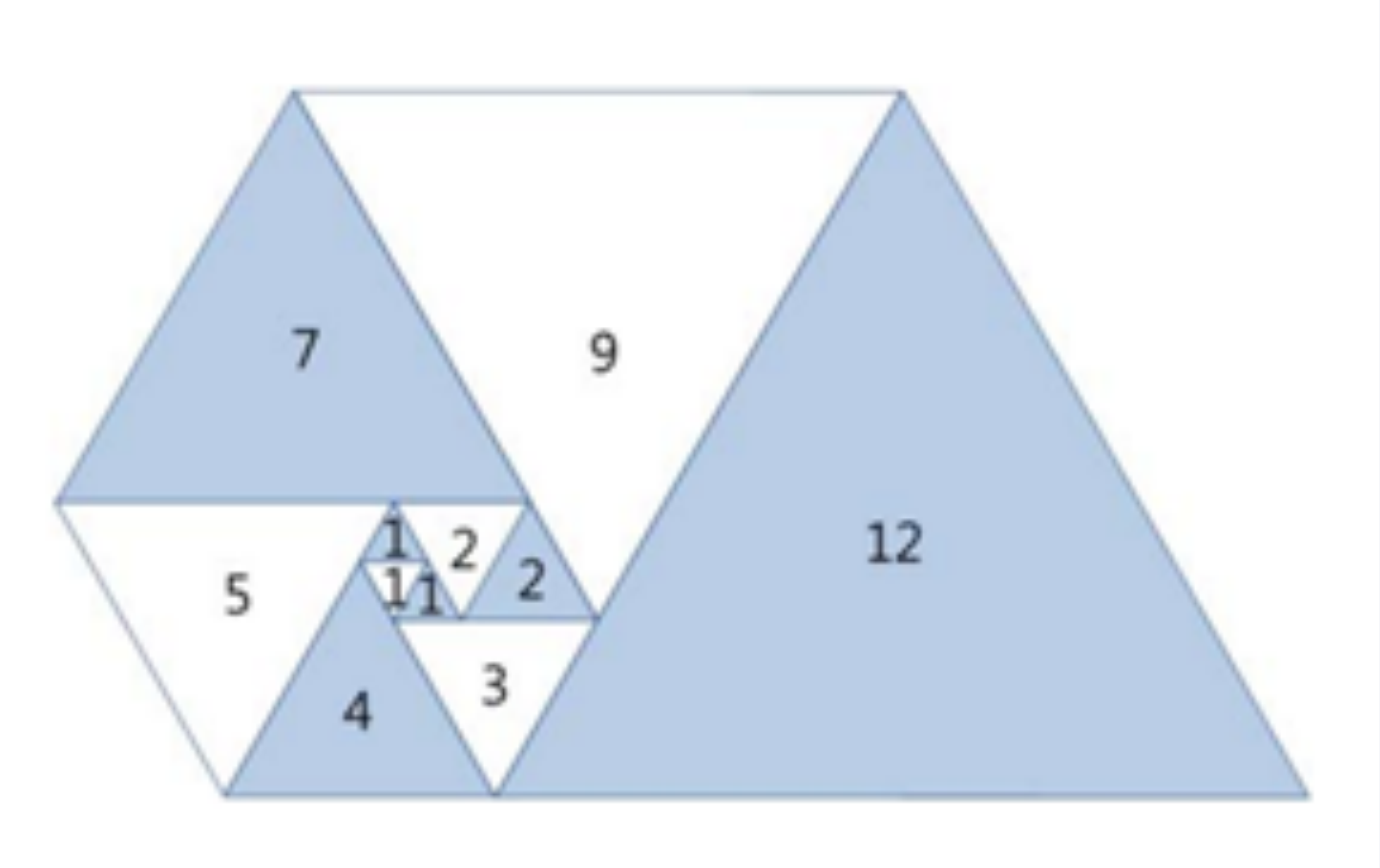
https://www.acmicpc.net/problem/9461

- 오른쪽 그림과 같이 삼각형이 나선 모양으로 놓여져 있다
- 첫 삼각형은 정삼각형으로 변의 길이는 1이다
- 그 다음에는 다음과 같은 과정으로 정삼각형을 계속 추가한다
- 나선에서 가장 긴 변의 길이를 k라 했을 때, 그 변에 길이가 k인 정삼각형을 추가한다
- 파도반 수열 P(N)은 나선에 있는 정삼각형의 변의 길이이다
- P(1)부터 P(10)까지 첫 10개 숫자는 1, 1, 1, 2, 2, 3, 4, 5, 7, 9이다
- N이 주어졌을 때, P(N)을 구하는 문제

파도반 수열

https://www.acmicpc.net/problem/9461

- 그림을 보고 유추할 수 있다.
- D[i] = D[i-1] + D[i-5]



파도반 수열

https://www.acmicpc.net/problem/9461

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/3ca4e70487835f651bae
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/e7826c911f92e1fb0369

합분해

https://www.acmicpc.net/problem/2225

- 0부터 N까지의 정수 K개를 더해서 그 합이 N이 되는 경우의 수
- D[K][N] = 0부터 N까지의 정수 K개를 더해서 그 합이 N이 되는 경우의 수
- ? + ? + ? + ? + ⋯ + ? + L = N
- 위의 식이 나타내는 값: D[K][N]
- ? + ? + ? + ? + ⋯ + ? = N-L
- 위의 식이 나타내는 값: D[K-1][N-L]
- D[K][N] += D[K-1][N-L] (0 ≤ L ≤ N)

$D[K][N] = \sum_{L=0}^{N} D[K-1][N-L]$

$KN \cdot N = KN^2$

K개

$\bigcirc + \bigcirc + \cdots + \bigcirc = N$

$\boxed{\bigcirc + \cdots + \bigcirc} + L = N$

K-1개

합: N-L

D[K-1][N-L]

합분해

https://www.acmicpc.net/problem/2225

```
d[0][0] = 1LL;
for (int i=1; i<=k; i++) {
    for (int j=0; j<=n; j++) {
        for (int l=0; l<=j; l++) {
            d[i][j] += d[i-1][j-l];
            d[i][j] %= mod;
        }
    }
}
```

합분해

https://www.acmicpc.net/problem/2225

- C/C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/a334580d1729037f5fb1
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/354ed0a3657ecbf00c67

암호 코드

https://www.acmicpc.net/problem/2011

- 어떤 암호가 주어졌을 때, 그 암호의 해석이 몇 가지가 나올 수 있는지 구하는 문제

- A는 1, B는 2, …, Z는 26
- BEAN -> 25114
- 25114 -> "BEAAD", "YAAD", "YAN", "YKD", "BEKD", "BEAN”

암호 코드

https://www.acmicpc.net/problem/2011

- D[i] = i번째 문자까지 해석했을 때, 나올 수 있는 해석의 가짓수
- i번째 문자에게 가능한 경우
- 1자리 암호
- 2자리 암호

암호 코드

https://www.acmicpc.net/problem/2011

- D[i] = i번째 문자까지 해석했을 때, 나올 수 있는 해석의 가짓수
- i번째 문자에게 가능한 경우
- 1자리 암호
  - 0을 제외
- 2자리 암호
  - $10 \le x \le 26$

암호 코드

https://www.acmicpc.net/problem/2011

```
d[0] = 1;
for (int i=1; i<=n; i++) {
    int x = s[i] - '0';
    if (1 <= x && x <= 9) {
        d[i] = (d[i] + d[i-1]) % mod;
    }
    if (i==1) continue;
    if (s[i-1] == '0') continue;
    x = (s[i-1]-'0')*10 + (s[i]-'0');
    if (10 <= x && x <= 26) {
        d[i] = (d[i] + d[i-2]) % mod;
    }
}
```

암호 코드

https://www.acmicpc.net/problem/2011

- C
  - https://gist.github.com/Baekjoon/33126f8bcbfa55ebc9b1
- C++
  - https://gist.github.com/Baekjoon/dc071a89a81cb88fb887
- Java
  - https://gist.github.com/Baekjoon/725d19f289d7dda4a191