# 알튜비튜 브루트포스



오늘은 모든 경우의 수를 탐색하는 브루트포스에 대해 배웁니다. 또한, 이진수로 모든 것을 표현하는 컴퓨터의 연산 방식을 활용한 비트마스킹에 대해서도 배워봅시다.



"4자리 수의 암호로 된 비밀번호를 풀어보자."

-> 0000 ~ 9999 까지 시도해보면 된다.

### 완전탐색



## 브루트 포스: 무차별 대입, 완전 탐색

- 해답을 찾기 위해 가능한 모든 경우를 찾는 기법
- 시간 복잡도가 입력 크기에 비례함
- 브루트 포스 기법은 간단하지만, 매우 느리다
- 하지만, 떠올리기 가장 쉬운 방법이므로 문제를 풀 때 가장 먼저 고려 해야 하는 방법
- 입력 범위와 시간 복잡도를 잘 고려하여 선택하는 것이 중요

### 기본 문제



## /<> 2309번 :일곱 난쟁이

#### 문제

- 아홉 난쟁이의 키를 알고 있을 때
- 아홉 난쟁이에서 일곱 난쟁이를 골라라
- 단서 ) 일곱 난쟁이의 키의 합이 100

#### 제한 사항

• 2초



### 가능한 모든 경우에 대해서 키의 합이 100인지를 확인한다.

- 아홉 난쟁이 중에 일곱 난쟁이를 뽑는 모든 경우를 고려하자
- 합이 100이 되는 경우를 찾아내자
   (\* 문제에서 적어도 하나의 답이 있음이 보장되어 있음)



#### 문제를 더 쉽게 바꿔보자

- 아홉 난쟁이 중에서 난쟁이 둘을 뽑는 문제로 변형
- 아홉 난쟁이의 키의 합에서 둘의 키를 제외했을 때 100이 되는 경우
- 아홉 난쟁이 중에서 이 둘을 제외한 난쟁이가 공주가 찿는 일곱 난쟁이다!

시간 복잡도를 계산해봅시다!

#### 기본 문제



/<> 2231번 : 분해합

#### 문제

- n의 분해합 = n과 n을 이루는 각 자리수의 합
- n의 생성자 = 분해합이 n인 어떤 자연수 m
- (예) 245의 분해합 = 245+2+4+5 = 256 -> 245는 256의 생성자
- n의 가장 작은 생성자 구하는 문제

#### 제한 사항

• n의 범위는 1 <= n <= 1,000,000

### 이런 문제는 어떻게 풀까요?



## <u>외판원 순회(Traveling Salesman Problem, TSP)</u>

- 여러 개의 도시들이 주어졌을 때, 한 도시에서 출발하여 모든 도시들을 거쳐 다
   시 출발 도시로 최소 비용으로 돌아올 수 있는 이동 순서를 구하는 문제
- 대표적인 NP-난해 문제
- n개의 도시가 있을 때 경우의 수는? n! => O(n!)
   n=16이면 n! = 20,922,789,888,000

## 이런 문제는 어떻게 풀까요?



#### 외판원 순회(Traveling Salesman Problem, TSP)

20,922,789,888,000개나 되는 방문 순서를 vector에 저장할 경우
 => 상당한 양의 메모리 필요

하지만 int의 각 비트를 각 도시의 방문 여부를 저장하는 데 사용한다면? 32bit만으로 모든 도시의 방문 여부 저장 가능!

### 비트마스킹이란?



## 비트마스크(BitMask)

- 비트 필드 각각을 하나의 원소처럼 사용하는 기법
- C++에서 int는 32비트의 공간을 사용 → int 한 개로 32개의 원소 저장 가능
- 산술 연산보다 빠른 연산 수행 가능
- 1개의 int 만으로 32개의 원소를 저장하는 효과
- 효율적인 메모리 사용
- DP, 백트래킹 등 방문 여부를 저장해야 하는 알고리즘과 함께 사용 ex) 외판원순회



```
AND (&)
```

int ans = a & b;

```
1 1 0 0 1 1 0 1 1 0
```

1 0 0 1 0 1 1 0 1 0



1 0 0 0 1 0 0 0 1 0

# 비트연산자





1 1 0 1 1 1 1 1 1 0

## 비트연산자



int ans = 
$$a ^ b;$$

1 1 0 0 1 1 0 1 1 0

1 0 0 1 0 1 1 0 1 0



0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0

# 비트연산자



1 1 0 0 1 1 0 1 1 0



0 0 1 1 0 0 1 0 0 1



# LEFT SHIFT (<<)

int ans =  $a \ll 3$ ;

0 0 0 0 0 1 0 0 1



0 0 0 1 0 0 1 0 0 0



# LEFT SHIFT (<<)

int ans = a << 3;

1 1 0 0 1 1 0 1 1 0



0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0



# RIGHT SHIFT (>>)

int ans =  $a \gg 3$ ;

0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0



0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0



# RIGHT SHIFT (>>)

int ans =  $a \gg 3$ ;

1 1 0 0 1 1 0 1 1 0



1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0

#### 개념 예시



/<> 28239번 : 배고파(Easy)

#### 문제

• n개의 줄에 양의 정수 m이 하나씩 주어졌을 때,  $2^x + 2^y = m$ 을 만족시키는 (x, y) 쌍을 찾는 문제

#### 입력

•  $1 \le m \le 10^{18}$ 

## 제한 사항

● 주어지는 모든 m에 대해 가능한 x ≤ y인 (x, y) 순서쌍이 정확히 하나 존재함이 보장된다.

# 개념 예시



예제 입력 1

2 10 3 예제 입력 2

2 1052672 38654705664

예제 출력 1

1 30 1

예제 출력 2

12 2032 35

# 비트마스킹을 이용해 풀어봅시다



#### 예제 입력 1

2 10 3

#### 예제 출력 1

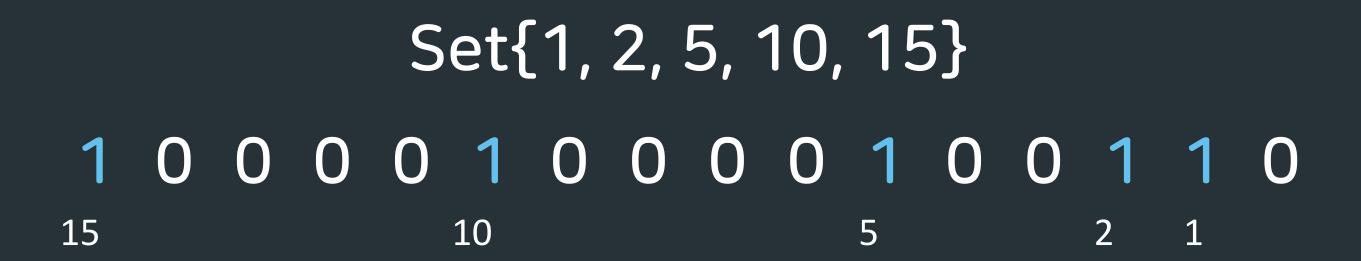
13 01

- 테스트 케이스1: 10 = 2<sup>1</sup> + 2<sup>3</sup> = 2 + 8
- $10 = (1010)_2$
- $= (0010)_2$
- $\bullet$  8 =  $(1000)_2$

• 테스트 케이스2: 
$$3 = 2^0 + 2^1 = 1 + 2^1$$

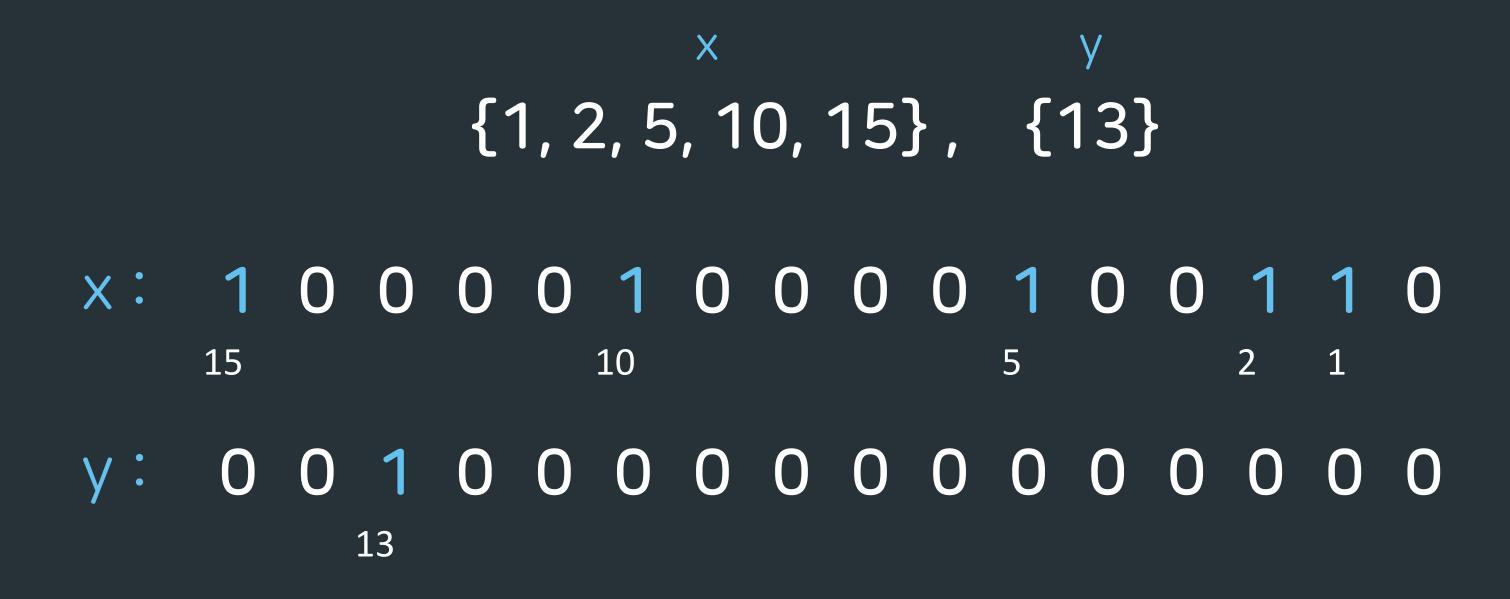
- $3 = (0011)_2$
- $\bullet$  1 =  $(0001)_2$
- $2 = (0010)_2$





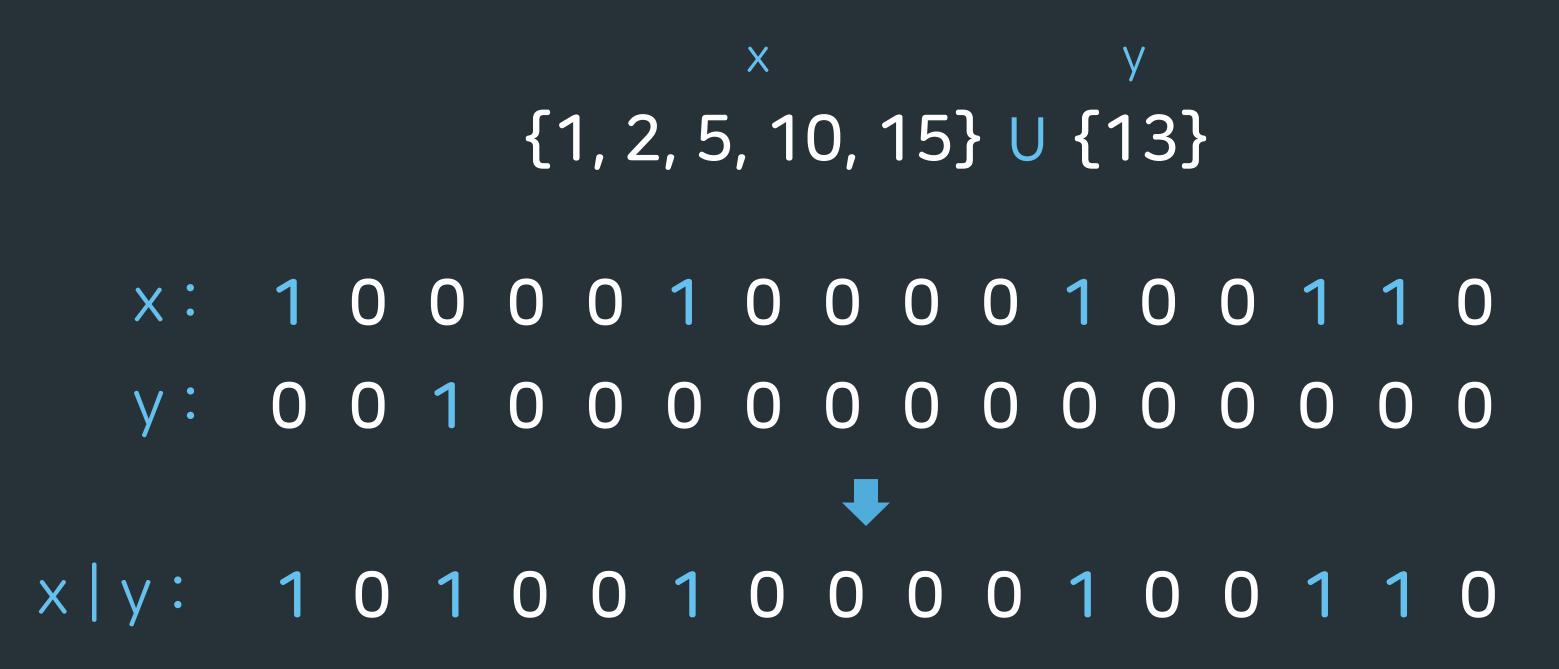
집합에 속한 원소들을 각 비트필드에 할당하여 각 원소가 집합에 존재하는지 저장 N번째 비트필드가 1이면, 집합에 N이 존재한다고 판단









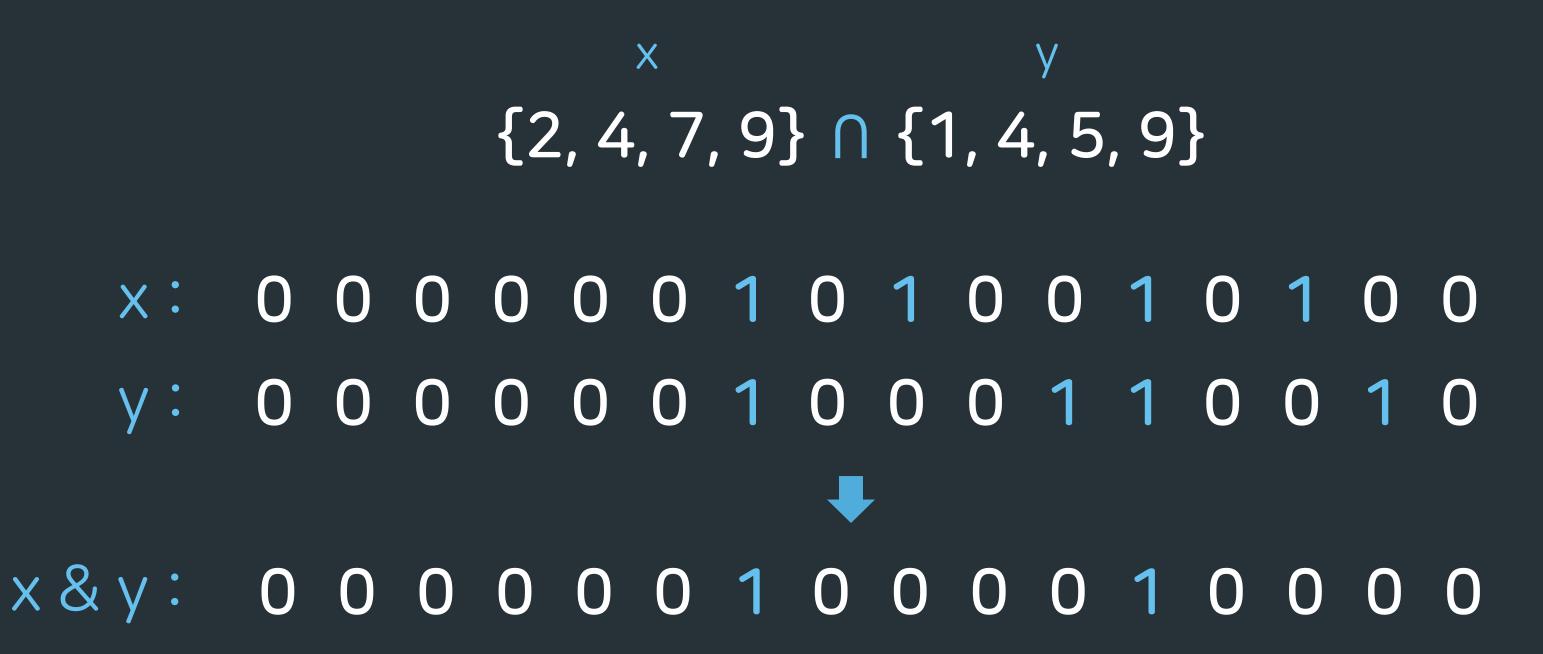




```
x y {1, 2, 5, 10, 15} U {13}
```

```
int x = 33830; //(1000010000100110)_2
int y = 1 << 13;
int ans = x | y; // x | (1 << 13)</pre>
```

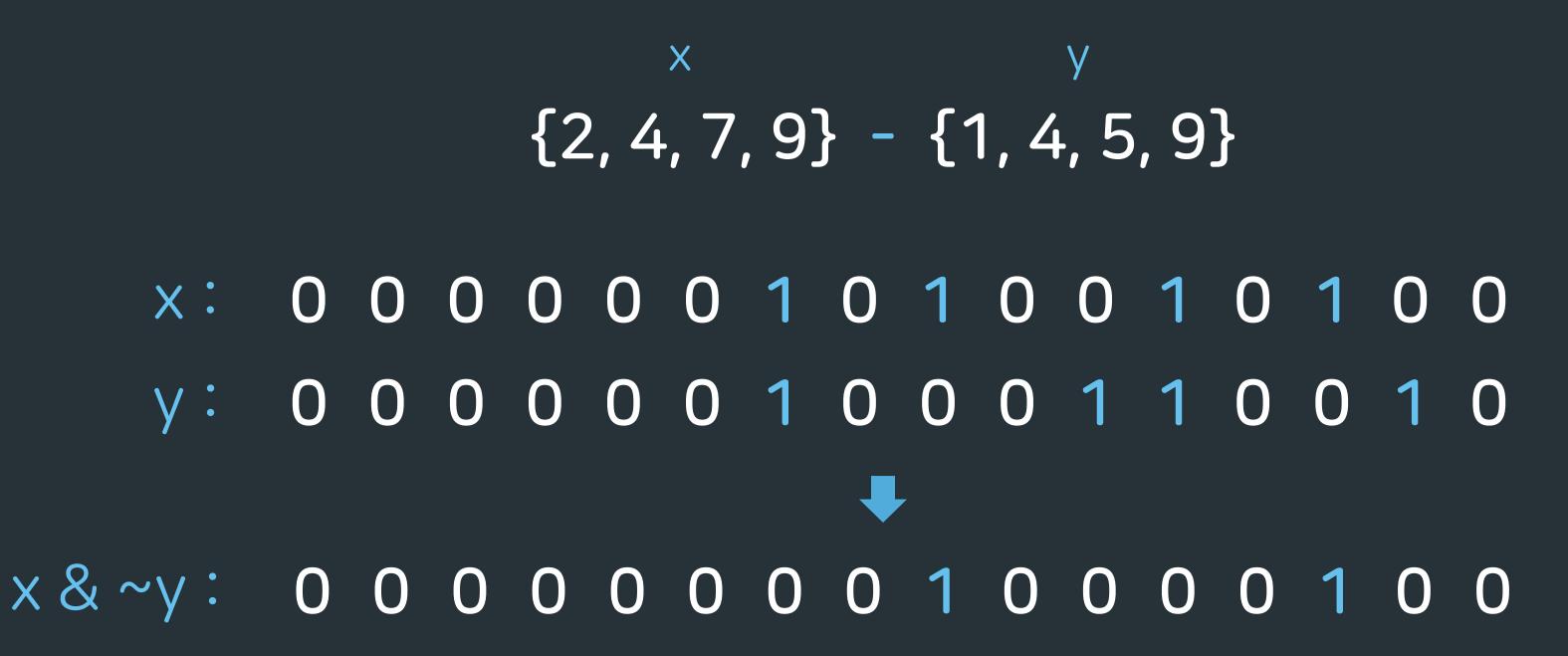














## 1. 수학, 구현

- 입력 데이터 값 자체의 특성이나 규칙을 활용
- 추천 문제

```
1094번 : 막대기 - Silver 5
```

1740번 : 거듭제곱 - Silver 4

/<> 17419번 : 비트가 넘쳐흘러 - Silver 4



## 2. 브루트포스, 백트래킹

- 모든 가능한 경우의 수를 탐색하는 알고리즘과 함께 활용
- 비트마스킹을 사용하여 가능한 부분집합을 효율적으로 표현할 수 있음
- 추천 문제
  - 2961번 : 도영이가 만든 맛있는 음식 Silver 2
  - 15661번 : 링크와 스타트 Silver 1
  - 1062번: 가르침 Gold 4



## 3. 그래프 탐색(BFS 등)

- n번째 노드의 방문 여부를 저장하기 위해 사용
- 여러 개의 조건을 따져야 하는 경우 각 조건의 만족 여부를 저장하기 위해 사용
- 추천 문제

```
1194번 : 달이 차오른다, 가자. - Gold 1
```

2234번 : 성곽 - Gold 3

4991번 : 로봇 청소기 - Gold 1



#### 4. 다이나믹 프로그래밍(DP)

- 각 조합별 가능한 경우의 수를 DP 배열에 저장
- 각 부분 집합에 새로운 원소가 추가됐을 때의 경우의 수를 DP로 계산
- 추천 문제

**/** 2098번 : 외판원 순회 - Gold 1

( ) 1562번 : 계단 수 - Gold 1

( ) 1014번 : 컨닝 - Platinum 5

#### 과제



#### 필수

- /<> 1063번 : 킹 Silver 3
- /<> 1436번 : 영화감독 숌 Silver 5
- /<> 11723번 : 집합 Silver 5

#### 도전

- /<> 14620번 : 꽃길 Silver 2
- /<> 1052번 : 물병 Gold 5

# 과제 마감일



**과제제출 마감** ~ 9월 10일 화요일 18:59

**추가제출 마감** ~ 9월 12일 목요일 23:59