
이것이 취업을 위한 코딩 테스트다 with 파이썬

DFS/BFS

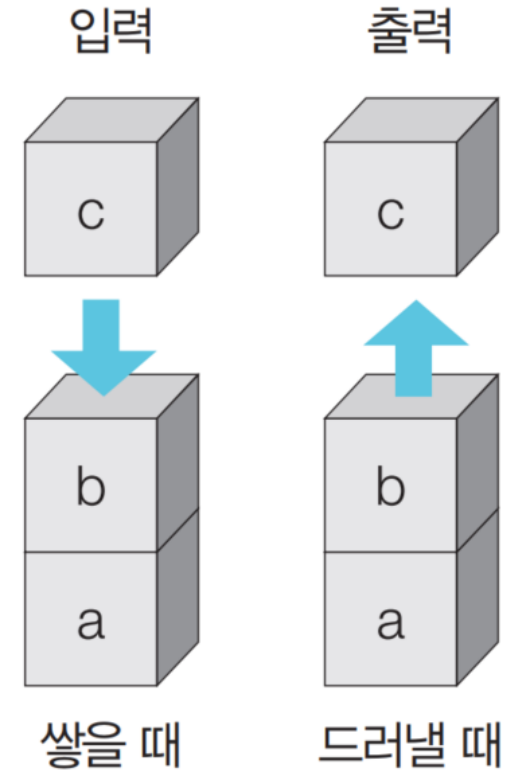
그래프 탐색 알고리즘: DFS/BFS

그래프 탐색 알고리즘: DFS/BFS

- 탐색(Search)이란 많은 양의 데이터 중에서 원하는 데이터를 찾는 과정을 말합니다.
- 대표적인 그래프 탐색 알고리즘으로는 DFS와 BFS가 있습니다.
- DFS/BFS는 코딩 테스트에서 매우 자주 등장하는 유형이므로 반드시 숙지해야 합니다.

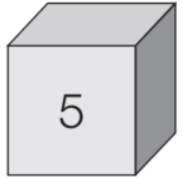
스택 자료구조

- 먼저 들어 온 데이터가 나중에 나가는 형식(선입후출)의 자료구조입니다
- 선입선출 : LIFO(Last In First Out)
- 입구와 출구가 동일한 형태로 스택을 시각화할 수 있습니다.



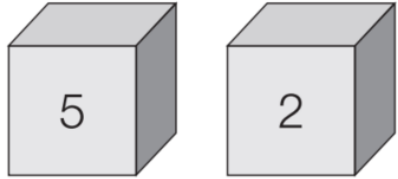
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



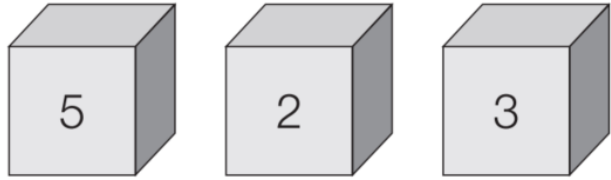
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



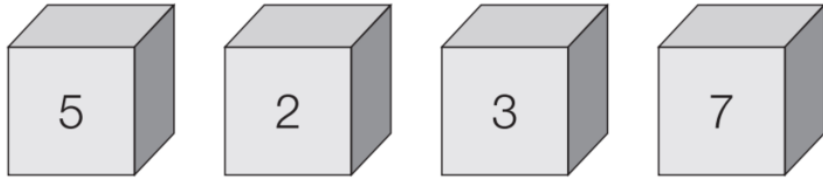
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



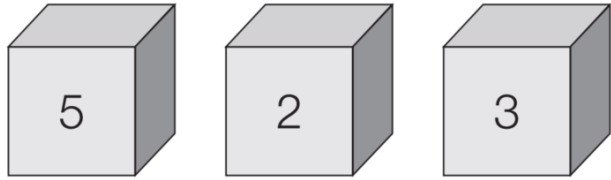
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



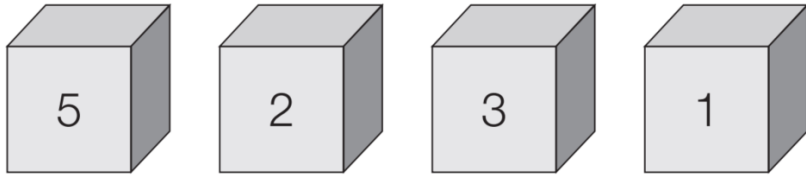
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



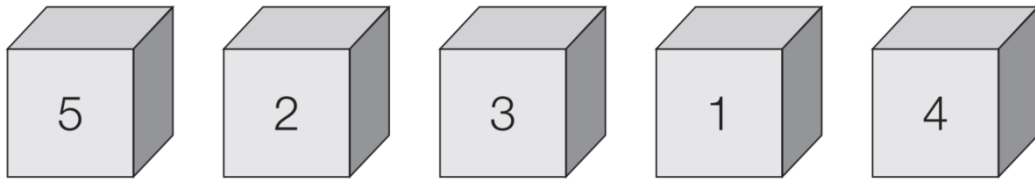
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



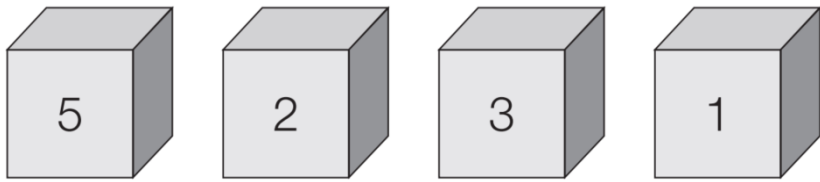
스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



스택 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



스택 구현 예제 (Python)

```
stack = []

# 삽입(5) - 삽입(2) - 삽입(3) - 삽입(7) - 삭제() - 삽입(1) - 삽입(4) - 삭제()
stack.append(5)
stack.append(2)
stack.append(3)
stack.append(7)
stack.pop()
stack.append(1)
stack.append(4)
stack.pop()

print(stack[::-1]) # 최상단 원소부터 출력
print(stack) # 최하단 원소부터 출력
```

실행 결과

```
[1, 3, 2, 5]
[5, 2, 3, 1]
```

스택 구현 예제 (C++)

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

stack<int> s;

int main(void) {
    s.push(5);
    s.push(2);
    s.push(3);
    s.push(7);
    s.pop();
    s.push(1);
    s.push(4);
    s.pop();
    // 스택의 최상단 원소부터 출력
    while (!s.empty()) {
        cout << s.top() << ' ';
        s.pop();
    }
}
```

실행 결과

1 3 2 5

스택 구현 예제 (Java)

```
import java.util.*;

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        Stack<Integer> s = new Stack<>();

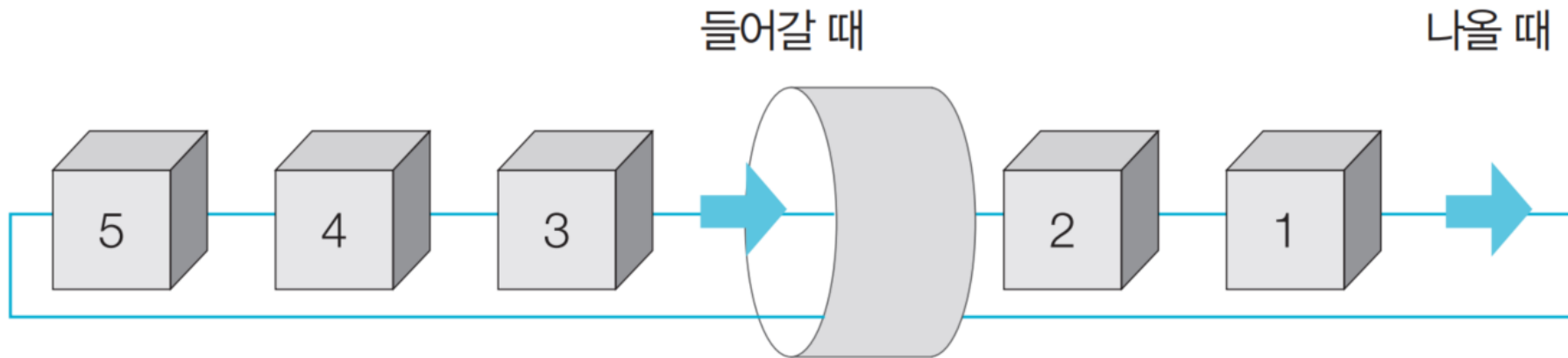
        // 삽입(5) - 삽입(2) - 삽입(3) - 삽입(7) - 삭제() - 삽입(1) - 삽입(4) - 삭제()
        s.push(5);
        s.push(2);
        s.push(3);
        s.push(7);
        s.pop();
        s.push(1);
        s.push(4);
        s.pop();
        // 스택의 최상단 원소부터 출력
        while (!s.empty()) {
            System.out.print(s.peek() + " ");
            s.pop();
        }
    }
}
```

실행 결과

1 3 2 5

큐(Queue) 자료구조

- 먼저 들어 온 데이터가 먼저 나가는 형식(선입선출)의 자료구조입니다.
- 선입선출 : FIFO (First In First Out)
- 큐는 입구와 출구가 모두 뚫려 있는 터널과 같은 형태로 시각화 할 수 있습니다.

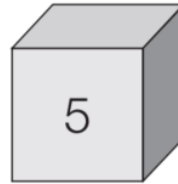


큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()

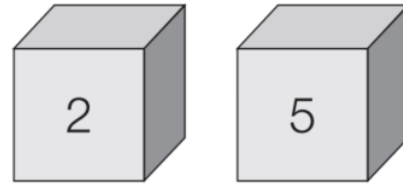
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



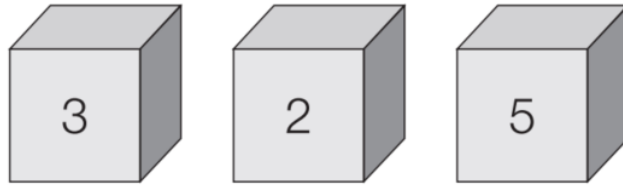
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



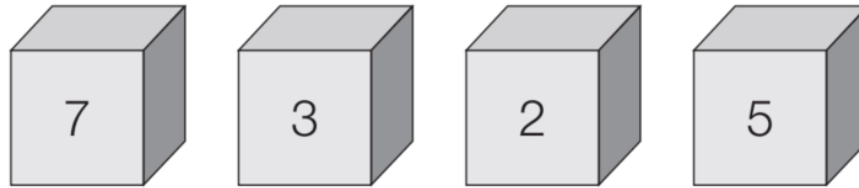
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



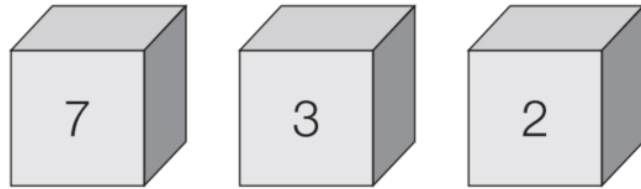
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



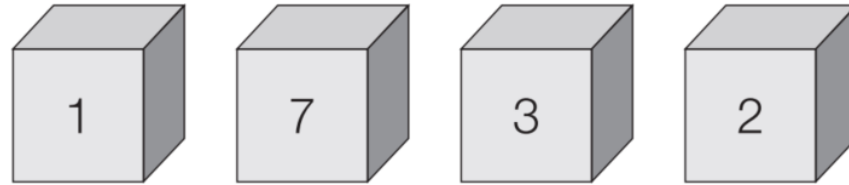
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



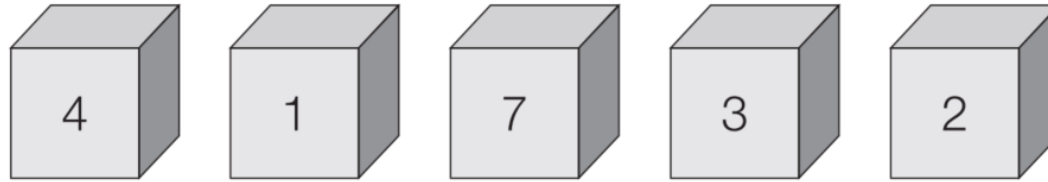
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



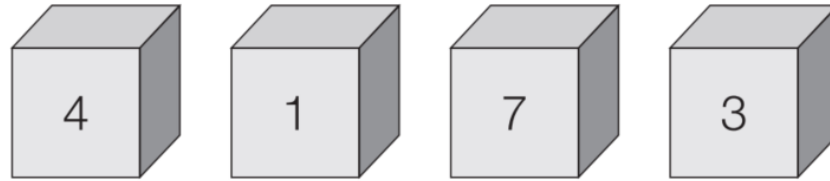
큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



큐 동작 예시

- 삽입(5) – 삽입(2) – 삽입(3) – 삽입(7) – 삭제() – 삽입(1) – 삽입(4) – 삭제()



큐 구현 예제 (Python)

```
from collections import deque

# 큐(Queue) 구현을 위해 deque 라이브러리 사용
queue = deque()

# 삽입(5) - 삽입(2) - 삽입(3) - 삽입(7) - 삭제() - 삽입(1) - 삽입(4) - 삭제()
queue.append(5)
queue.append(2)
queue.append(3)
queue.append(7)
queue.popleft()
queue.append(1)
queue.append(4)
queue.popleft()

print(queue) # 먼저 들어온 순서대로 출력
queue.reverse() # 역순으로 바꾸기
print(queue) # 나중에 들어온 원소부터 출력
```

실행 결과

```
deque([3, 7, 1, 4])
deque([4, 1, 7, 3])
```

큐 구현 예제 (C++)

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

queue<int> q;

int main(void) {
    q.push(5);
    q.push(2);
    q.push(3);
    q.push(7);
    q.pop();
    q.push(1);
    q.push(4);
    q.pop();
    // 먼저 들어온 원소부터 추출
    while (!q.empty()) {
        cout << q.front() << ' ';
        q.pop();
    }
}
```

실행 결과

3 7 1 4

큐 구현 예제 (Java)

```
import java.util.*;

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        Queue<Integer> q = new LinkedList<>();

        // 삽입(5) - 삽입(2) - 삽입(3) - 삽입(7) - 삭제() - 삽입(1) - 삽입(4) - 삭제()
        q.offer(5);
        q.offer(2);
        q.offer(3);
        q.offer(7);
        q.poll();
        q.offer(1);
        q.offer(4);
        q.poll();
        // 먼저 들어온 원소부터 추출
        while (!q.isEmpty()) {
            System.out.print(q.poll() + " ");
        }
    }
}
```

실행 결과

3 7 1 4

재귀 함수

- 재귀 함수(Recursive Function)란 자기 자신을 다시 호출하는 함수를 의미합니다.
- 단순한 형태의 재귀 함수 예제
 - '재귀 함수를 호출합니다.'라는 문자열을 무한히 출력합니다.
 - 어느 정도 출력하다가 최대 재귀 깊이 초과 메시지가 출력됩니다.

```
def recursive_function():  
    print('재귀 함수를 호출합니다.')  
    recursive_function()  
  
recursive_function()
```

재귀 함수의 종료 조건

- 재귀 함수를 문제 풀이에서 사용할 때는 재귀 함수의 종료 조건을 반드시 명시해야 합니다.
- 종료 조건을 제대로 명시하지 않으면 함수가 무한히 호출될 수 있습니다.
 - 종료 조건을 포함한 재귀 함수 예제

```
def recursive_function(i):  
    # 100번째 호출을 했을 때 종료되도록 종료 조건 명시  
    if i == 100:  
        return  
    print(i, '번째 재귀함수에서', i + 1, '번째 재귀함수를 호출합니다.')  
    recursive_function(i + 1)  
    print(i, '번째 재귀함수를 종료합니다.')  
  
recursive_function(1)
```

팩토리얼 구현 예제

- $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \cdots \times (n - 1) \times n$
- 수학적으로 0!과 1!의 값은 1입니다.

반복적으로 구현한 n!

```
def factorial_iterative(n):
```

```
    result = 1
```

```
    # 1부터 n까지의 수를 차례대로 곱하기
```

```
    for i in range(1, n + 1):
```

```
        result *= i
```

```
    return result
```

재귀적으로 구현한 n!

```
def factorial_recursive(n):
```

```
    if n <= 1: # n이 1 이하인 경우 1을 반환
```

```
        return 1
```

```
    # n! = n * (n - 1)!를 그대로 코드로 작성하기
```

```
    return n * factorial_recursive(n - 1)
```

각각의 방식으로 구현한 n! 출력(n = 5)

```
print('반복적으로 구현:', factorial_iterative(5))
```

```
print('재귀적으로 구현:', factorial_recursive(5))
```

실행 결과

반복적으로 구현: 120

재귀적으로 구현: 120

최대공약수 계산 (유클리드 호제법) 예제

- 두 개의 자연수에 대한 최대공약수를 구하는 대표적인 알고리즘으로는 유클리드 호제법이 있습니다.
- 유클리드 호제법
 - 두 자연수 A, B 에 대하여 ($A > B$) A 를 B 로 나눈 나머지를 R 이라고 합시다.
 - 이때 A 와 B 의 최대공약수는 B 와 R 의 최대공약수와 같습니다.
- 유클리드 호제법의 아이디어를 그대로 재귀 함수로 작성할 수 있습니다.

단계	A	B
1	192	162
2	162	30
3	30	12
4	12	6

최대공약수 계산 (유클리드 호제법) 예제

- 유클리드 호제법
 - 두 자연수 A, B 에 대하여 ($A > B$) A 를 B 로 나눈 나머지를 R 이라고 합시다.
 - 이때 A 와 B 의 최대공약수는 B 와 R 의 최대공약수와 같습니다.

```
def gcd(a, b):  
    if a % b == 0:  
        return b  
    else:  
        return gcd(b, a % b)
```

```
print(gcd(192, 162))
```

실행 결과

6

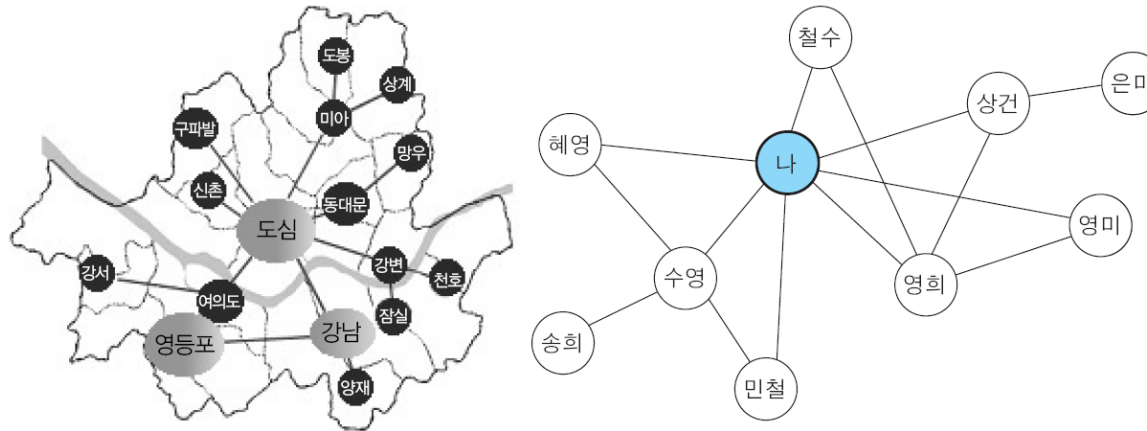
재귀 함수 사용의 유의 사항

- 재귀 함수를 잘 활용하면 복잡한 알고리즘을 간결하게 작성할 수 있습니다.
 - 단, 오히려 다른 사람이 이해하기 어려운 형태의 코드가 될 수도 있으므로 신중하게 사용해야 합니다.
- 모든 재귀 함수는 반복문을 이용하여 동일한 기능을 구현할 수 있습니다.
- 재귀 함수가 반복문보다 유리한 경우도 있고 불리한 경우도 있습니다.
- 컴퓨터가 함수를 연속적으로 호출하면 컴퓨터 메모리 내부의 스택 프레임에 쌓입니다.
 - 그래서 스택을 사용해야 할 때 구현상 스택 라이브러리 대신에 재귀 함수를 이용하는 경우가 많습니다.

Graph 개요

- 선형 자료구조나 트리 자료구조로 표현하기 어려운 多:多의 관계를 가지는 원소들을 표현하기 위한 자료구조
- 그래프 G
 - 객체를 나타내는 정점(vertex)과 객체를 연결하는 간선(edge)의 집합
 - $G = (V, E)$
 - V는 그래프에 있는 정점들의 집합
 - E는 정점을 연결하는 간선들의 집합

- 그래프의 예



Graph 개요

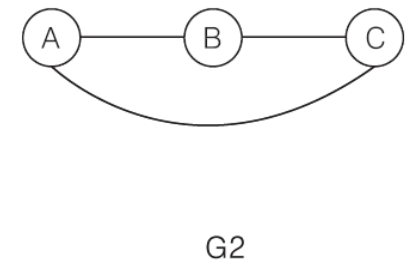
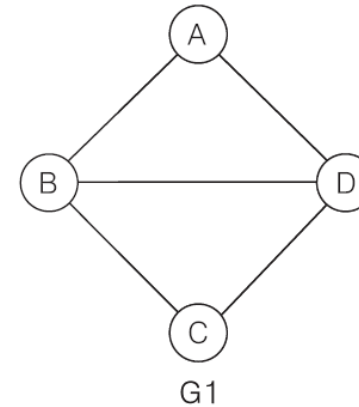
❖ 그래프의 종류

■ 무방향 그래프(undirected graph)

- 두 정점을 연결하는 간선의 방향이 없는 그래프
- 정점 V_i 와 정점 V_j 을 연결하는 간선을 (V_i, V_j) 로 표현
 - (V_i, V_j) 와 (V_j, V_i) 는 같은 간선을 나타낸다.

$V(G_1) = \{A, B, C, D\}$ $E(G_1) = \{(A,B), (A,D), (B,C), (B,D), (C,D)\}$

$V(G_2) = \{A, B, C\}$ $E(G_2) = \{(A,B), (A,C), (B,C)\}$



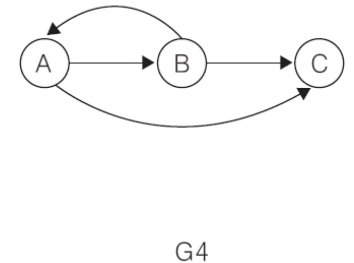
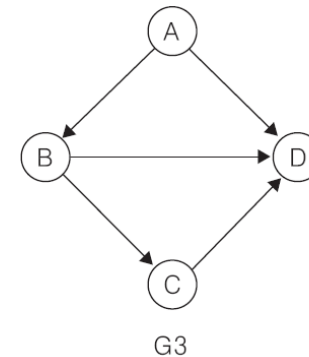
Graph 개요

■ 방향 그래프(directed graph) , 다이그래프(digraph)

- 간선이 방향을 가지고 있는 그래프
- 정점 V_i 에서 정점 V_j 를 연결하는 간선 즉, $V_i \rightarrow V_j$ 를 $\langle V_i, V_j \rangle$ 로 표현
 - V_i 를 꼬리(tail), V_j 를 머리(head)라고 한다.
 - $\langle V_i, V_j \rangle$ 와 $\langle V_j, V_i \rangle$ 는 서로 다른 간선

$V(G3)=\{A, B, C, D\}$ $E(G3)=\{\langle A,B \rangle, \langle A,D \rangle, \langle B,C \rangle, \langle B,D \rangle, \langle C,D \rangle\}$

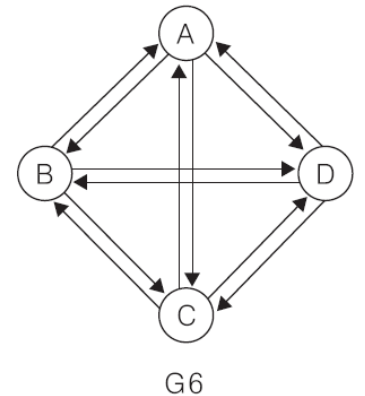
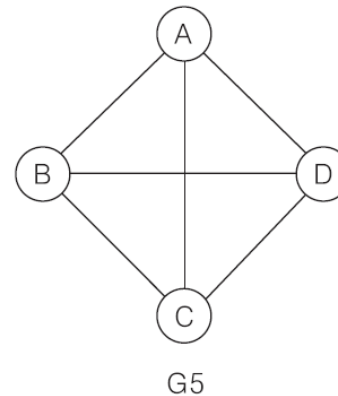
$V(G4)=\{A, B, C\}$ $E(G4)=\{\langle A,B \rangle, \langle A,C \rangle, \langle B,A \rangle, \langle B,C \rangle\}$



Graph 개요

■ 완전 그래프(complete graph)

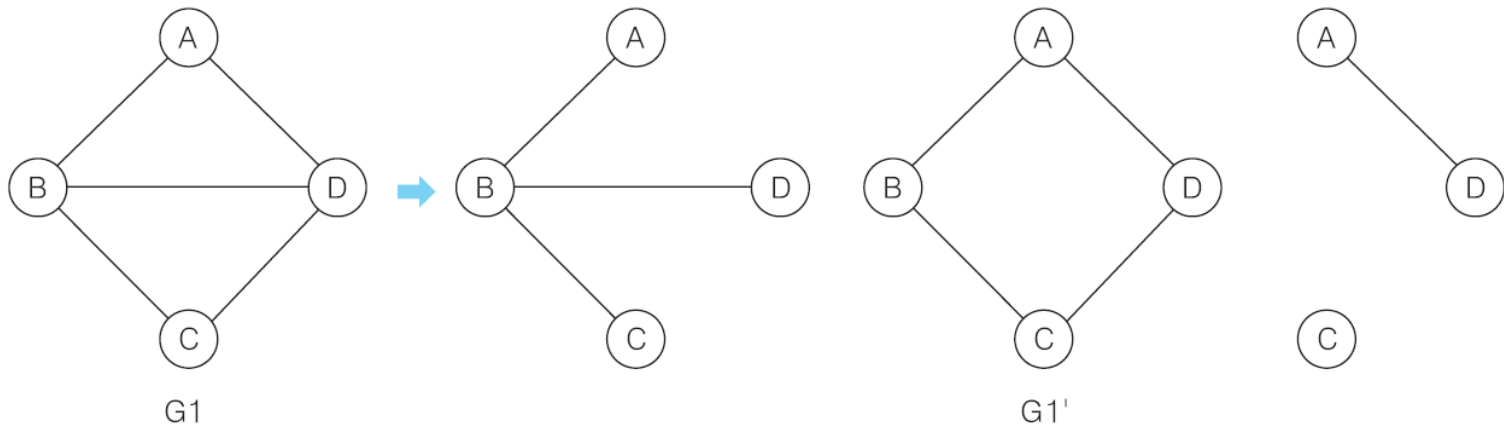
- 각 정점에서 다른 모든 정점을 연결하여 최대의 간선 수를 가진 그래프
- 정점이 n 개인 무방향 그래프에서 최대의 간선 수 : $n(n-1)/2$ 개
- 정점이 n 개인 방향 그래프의 최대 간선 수 : $n(n-1)$ 개
- 완전 그래프의 예
 - G5는 정점의 개수가 4개인 무방향 그래프이므로 완전 그래프가 되려면 $4(4-1)/2=6$ 개의 간선 연결
 - G6은 정점의 개수가 4개인 방향 그래프이므로 완전 그래프가 되려면 $4(4-1)=12$ 개의 간선 연결



Graph 개요

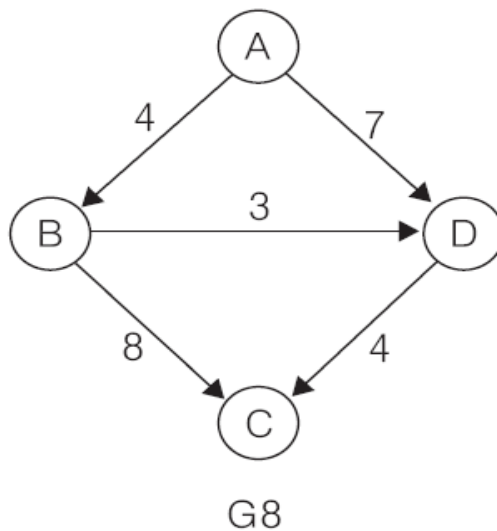
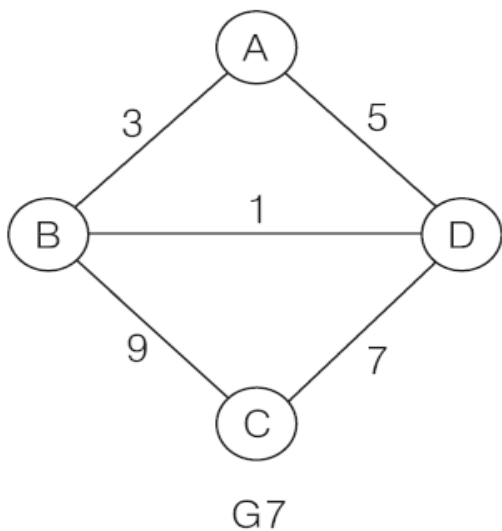
■ 부분 그래프(subgraph)

- 원래의 그래프에서 일부의 정점이나 간선을 제외하여 만든 그래프
- 그래프 G 와 부분 그래프 G' 의 관계
 - $V(G') \subseteq V(G)$, $E(G') \subseteq E(G)$
- 그래프 G_1 에 대한 부분 그래프의 예



Graph 개요

- **가중 그래프(weight graph) , 네트워크(network)**
 - 정점을 연결하는 간선에 가중치(weight)를 할당한 그래프



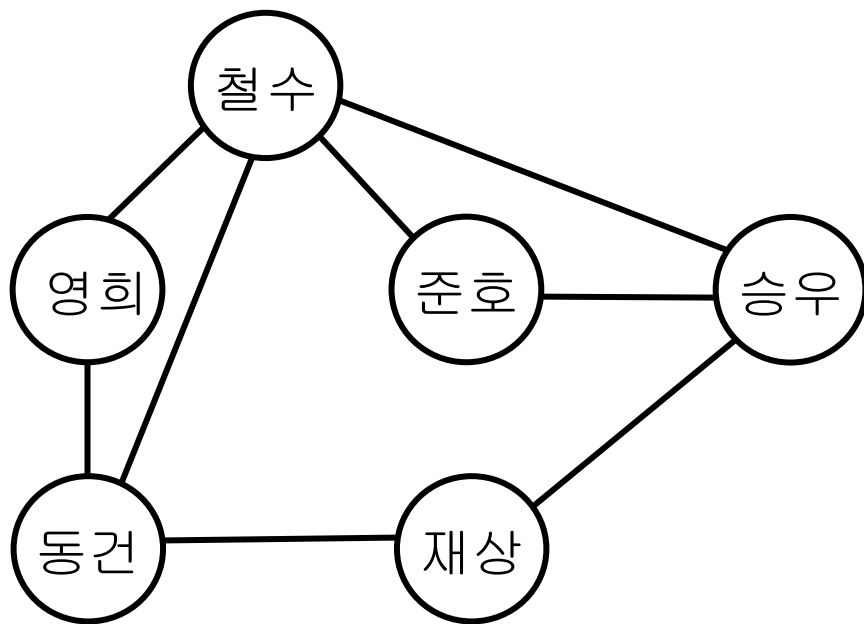
Graph 개요

❖ 인접 행렬(adjacent matrix)

- 행렬에 대한 2차원 배열을 사용하는 순차 자료구조 방법
- 그래프의 두 정점을 연결한 간선의 유무를 행렬로 저장
 - n 개의 정점을 가진 그래프 : $n \times n$ 정방행렬
 - 그래프가 $n \times n$ 행렬 $A[i][j]$ 로 표현
 - 정점 i 와 정점 j 사이에 간선의 존재 여부를 $A[i][j]$ 에 기록
 - 행렬 값 : 두 정점이 인접되어있으면 1, 인접되어있지 않으면 0
- 인접 행렬 표현의 단점
 - n 개의 정점을 가지는 그래프를 항상 $n \times n$ 개의 메모리 사용
 - 정점의 개수에 비해서 간선의 개수가 적은 희소 그래프에 대한 인접 행렬은 희소 행렬이 되므로 메모리의 낭비 발생

Graph 개요

인접 행렬(adjacent matrix) – 무방향 그래프

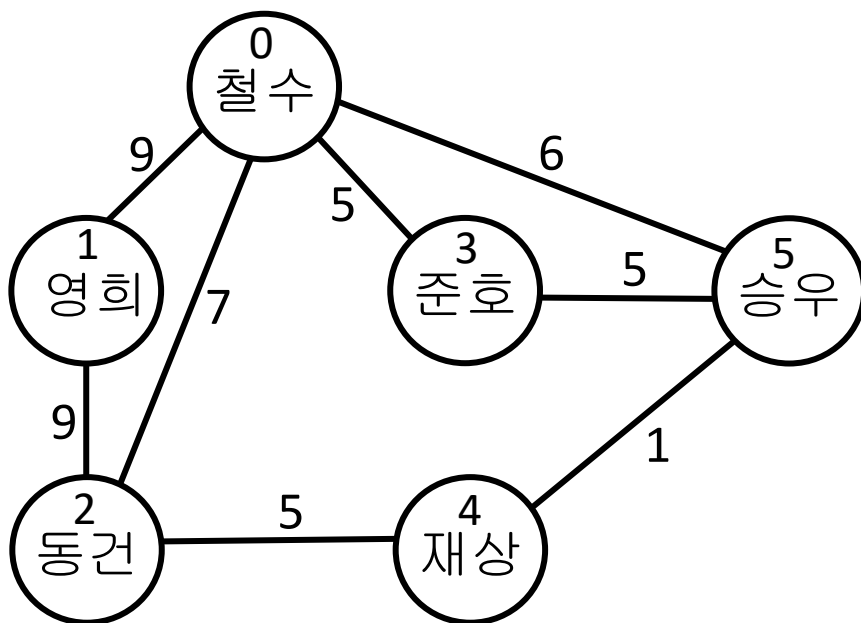


0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0

(a) 가중치가 없는 경우

Graph 개요

인접 행렬(adjacent matrix) – 무방향 그래프

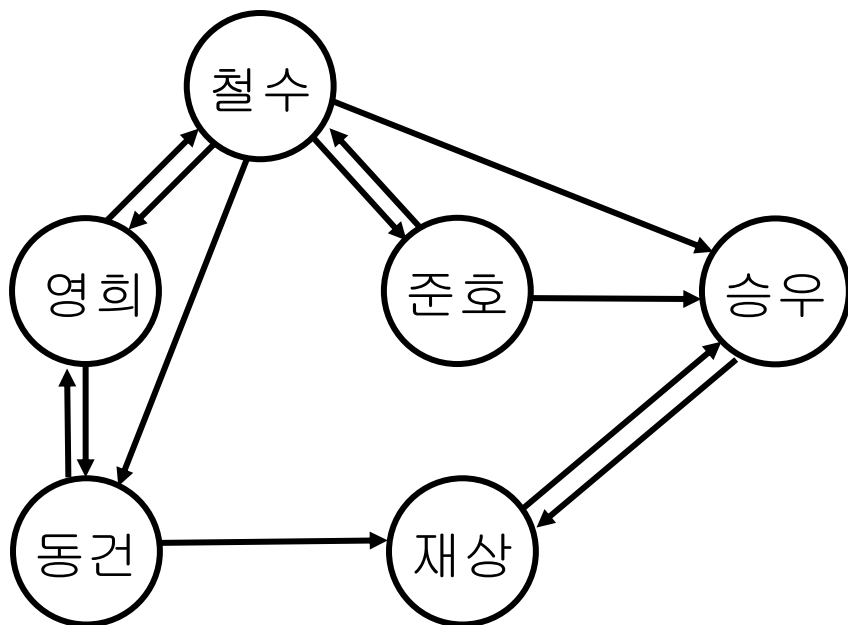


	0	1	2	3	4	5
0	0	9	7	5	0	6
1	9	0	9	0	0	0
2	7	9	0	0	5	0
3	5	0	0	0	0	5
4	0	0	5	0	0	1
5	6	0	0	5	1	0

(b) 가중치가 있는 경우

Graph 개요

인접 행렬(adjacent matrix) – 방향 그래프

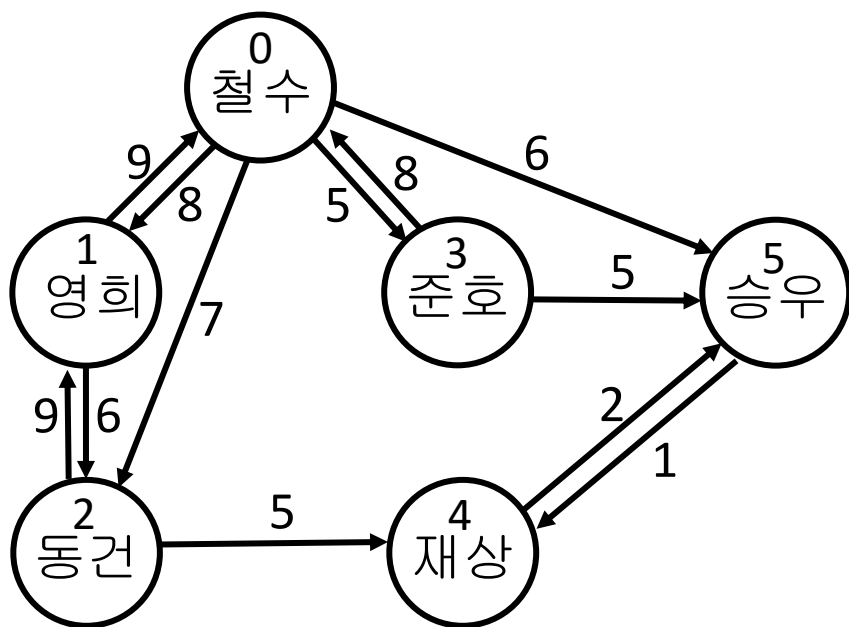


(a) 가중치가 없는 경우

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

Graph 개요

인접 행렬(adjacent matrix) – 방향 그래프



(b) 가중치가 있는 경우

	0	1	2	3	4	5
0	0	8	7	5	0	6
1	9	0	6	0	0	0
2	0	9	0	0	5	0
3	8	0	0	0	0	5
4	0	0	0	0	0	2
5	0	0	0	0	1	0

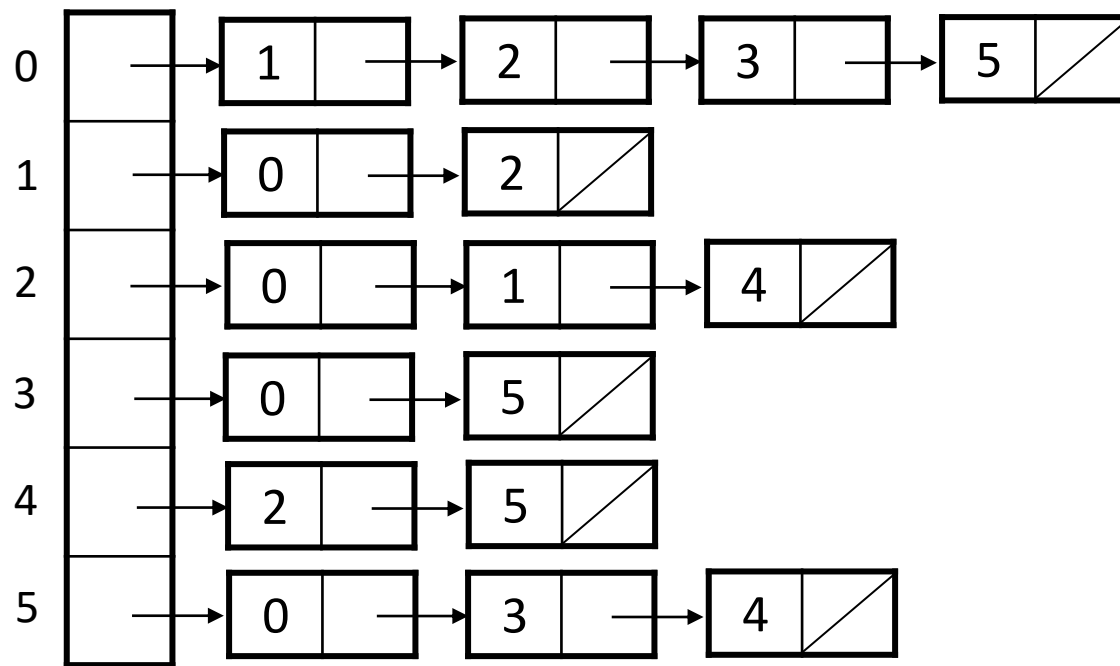
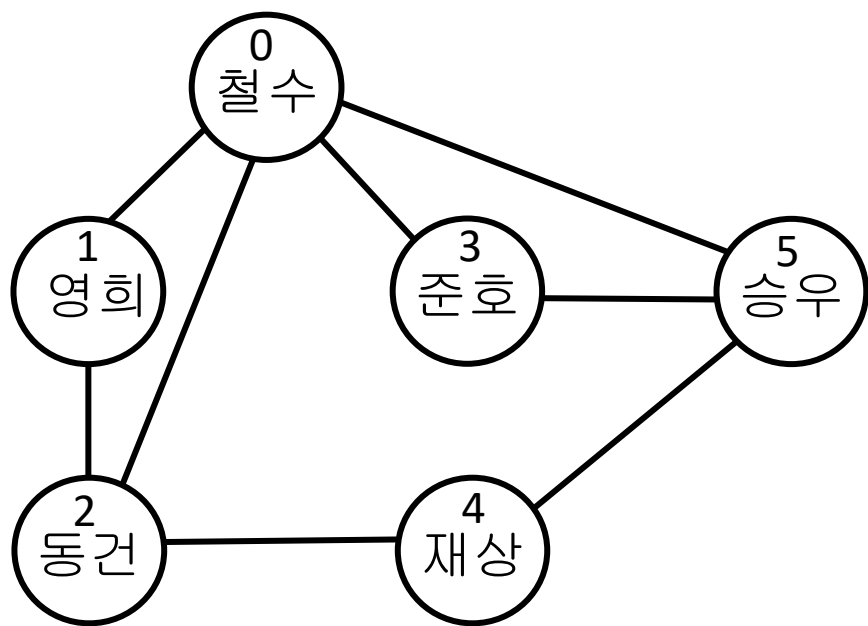
Graph 개요

❖ 인접 리스트(adjacent matrix)

- 각 정점에 대한 인접 정점들을 연결하여 만든 단순 연결 리스트
- 각 정점의 차수만큼 노드를 연결
 - 리스트 내의 노드들은 인접 정점에 대해서 오름차순으로 연결
 - 가중치가 있으면 함께 기록
- 각 정점의 차수만큼 노드를 연결
- 단점
 - 특정한 두 노드가 연결되어 있는지에 대한 정보를 얻는 속도가 느림

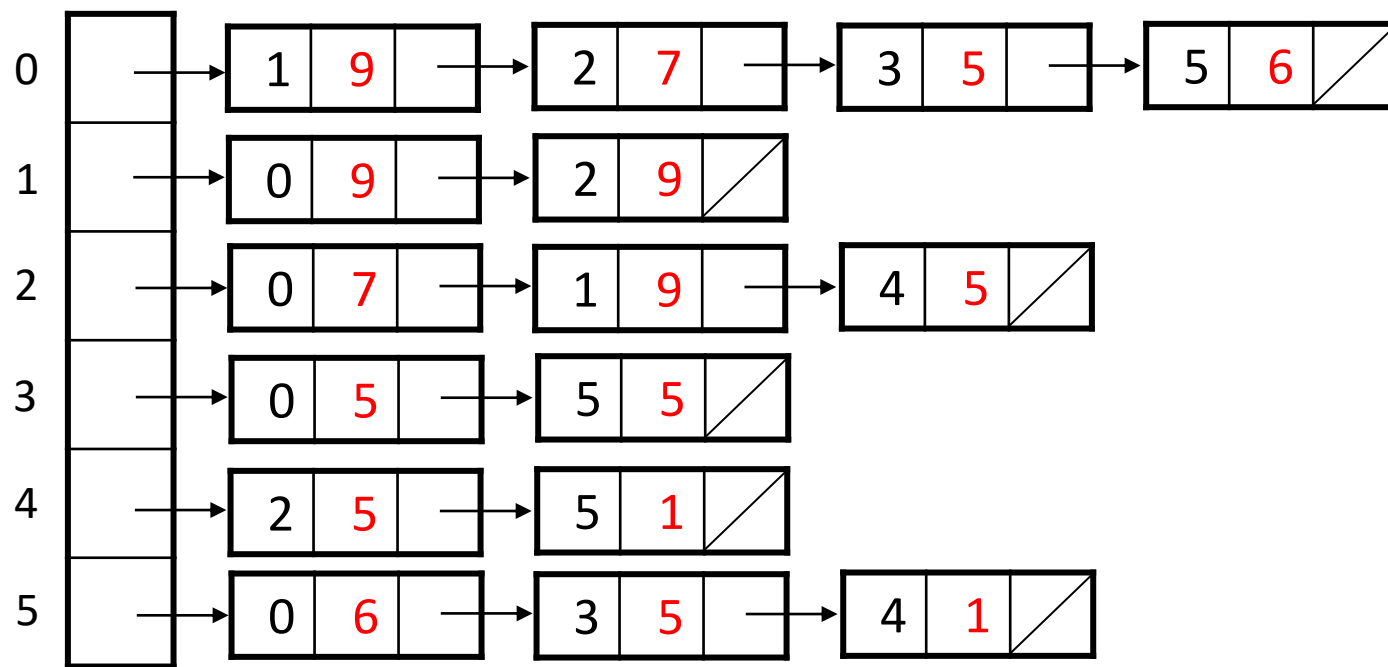
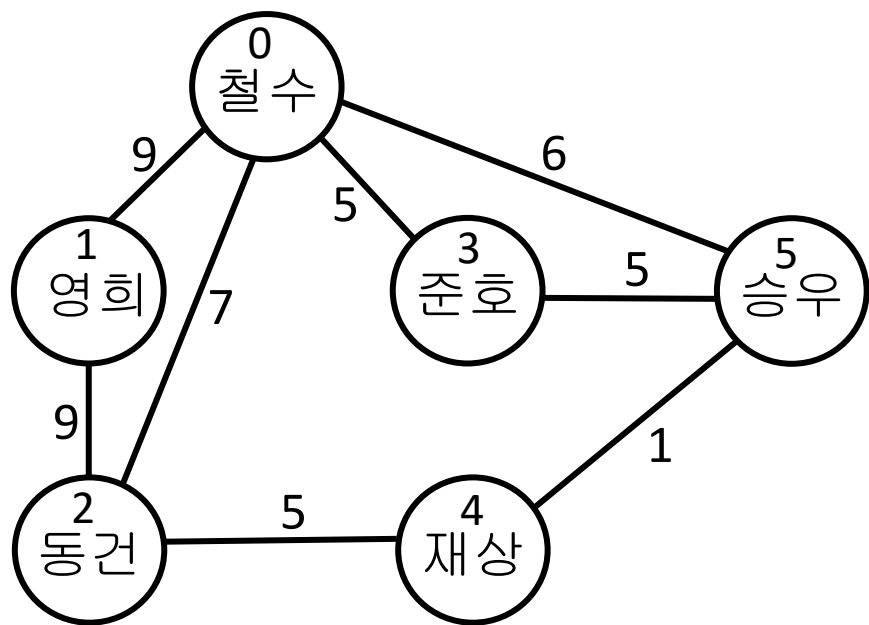
Graph 개요

인접 리스트(adjacent list) - 무방향 그래프



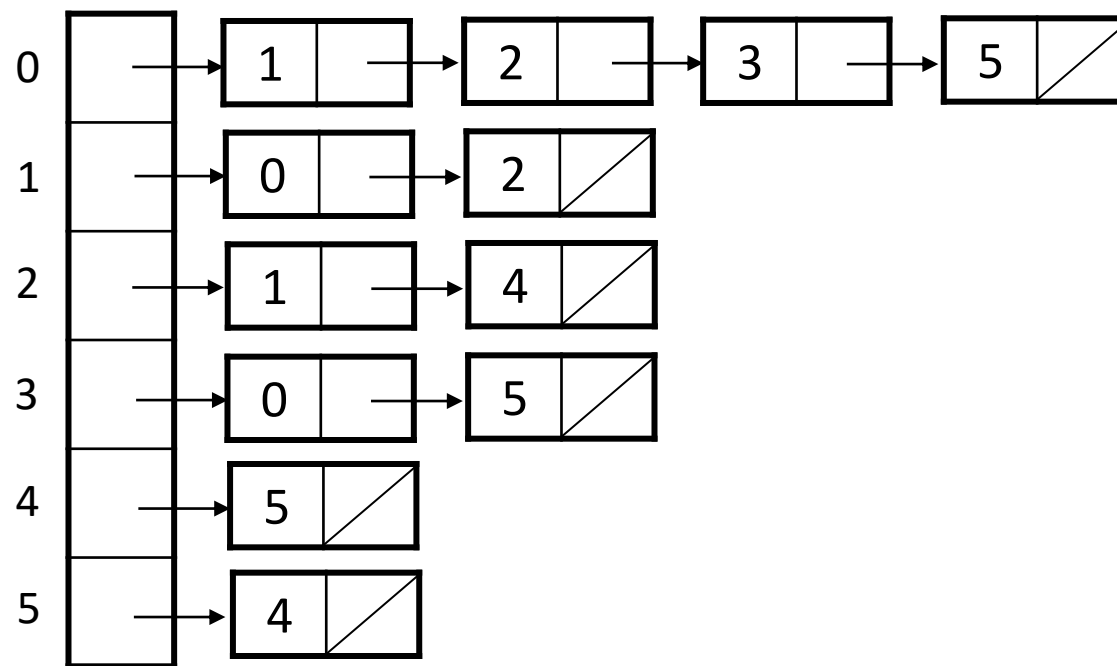
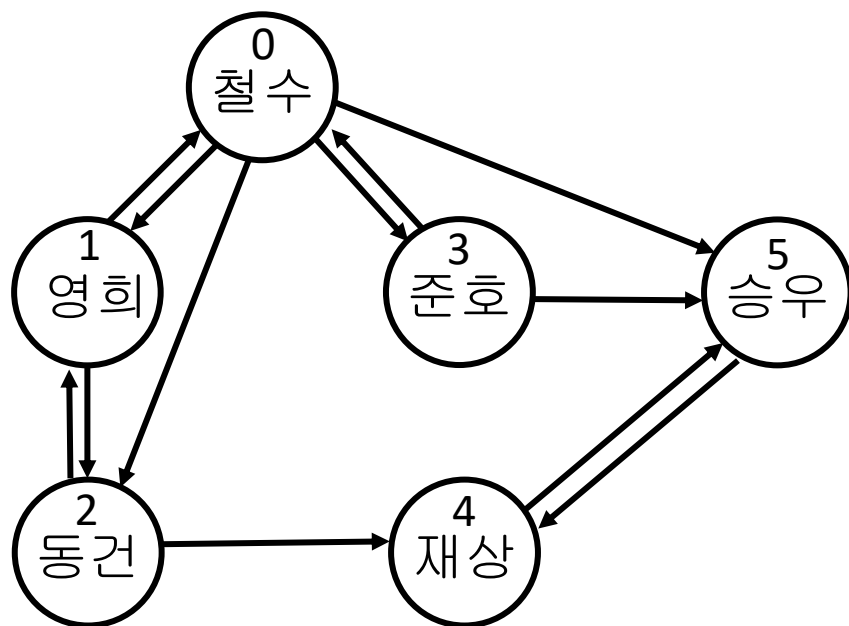
Graph 개요

인접 리스트(adjacent list) – 가중치가 있는 무방향 그래프



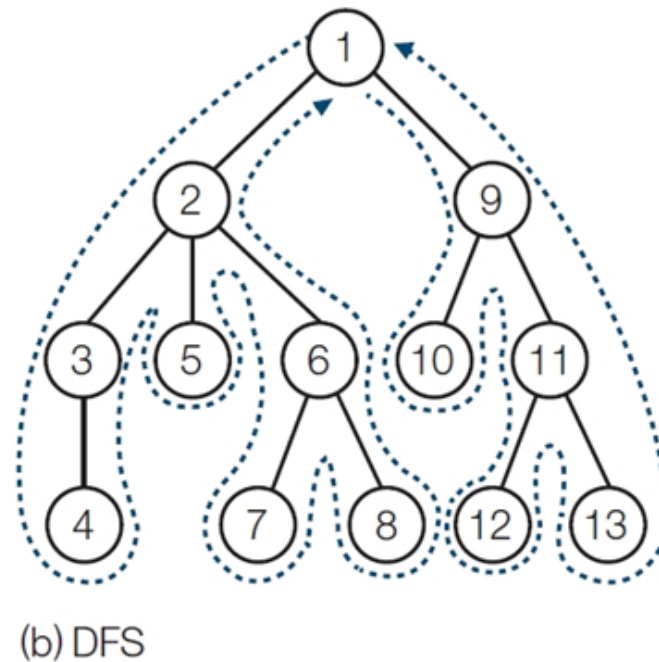
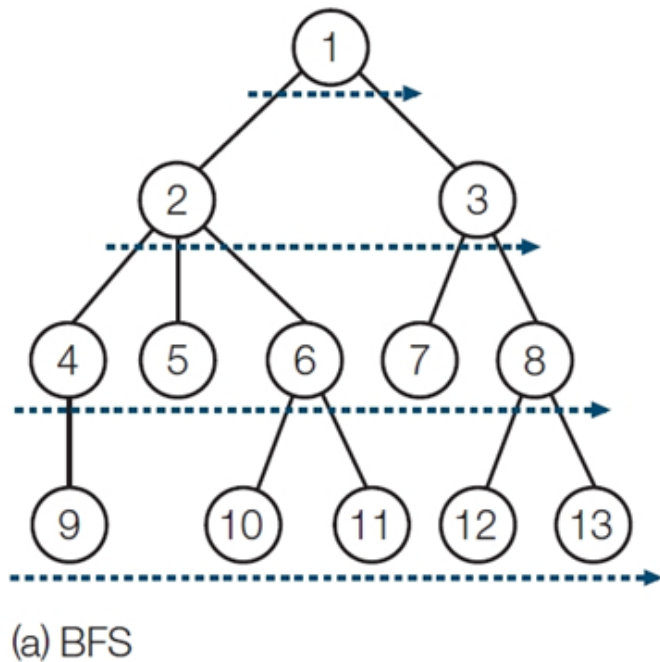
Graph 개요

인접 리스트(adjacent list) - 가중치가 없는 방향 그래프



❖ 그래프 순회 (Graph Traversal)

- 한 정점에서 시작하여 도달 가능한 모든 정점을 방문
- 대표적인 두 알고리즘 : 너비 우선 탐색(Breadth-First Search), 깊이 우선 탐색(Depth-First Search)

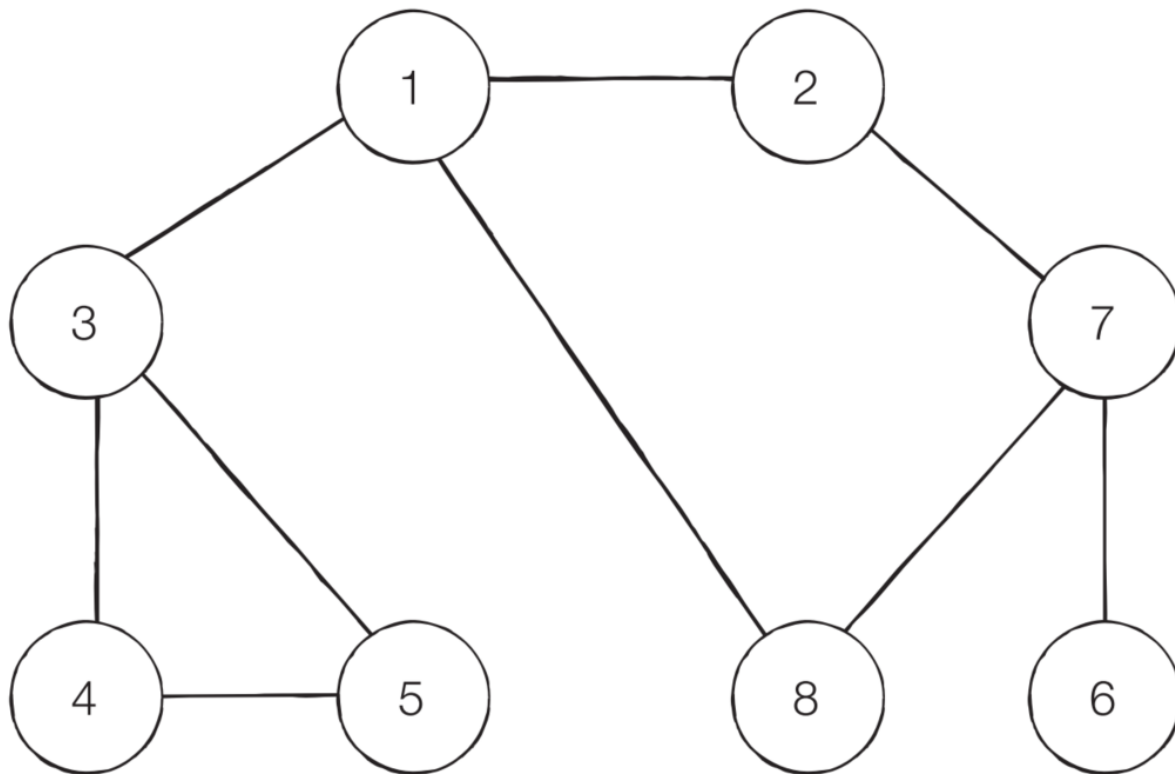


DFS (Depth-First Search)

- DFS는 깊이 우선 탐색이라고도 부르며 그래프에서 깊은 부분을 우선적으로 탐색하는 알고리즘입니다.
- DFS는 **스택 자료구조(혹은 재귀 함수)를 이용**하며, 구체적인 동작 과정은 다음과 같습니다.
 1. 탐색 시작 노드를 스택에 삽입하고 방문 처리를 합니다.
 2. 스택의 최상단 노드에 방문하지 않은 인접한 노드가 하나라도 있으면 그 노드를 스택에 넣고 방문 처리합니다. 방문하지 않은 인접 노드가 없으면 스택에서 최상단 노드를 꺼냅니다. (일반적으로 방문하지 않은 인접한 노드가 여러 개 있는 경우 번호가 낮은 순서로 처리한다.)
 3. 더 이상 2번의 과정을 수행할 수 없을 때까지 반복합니다.

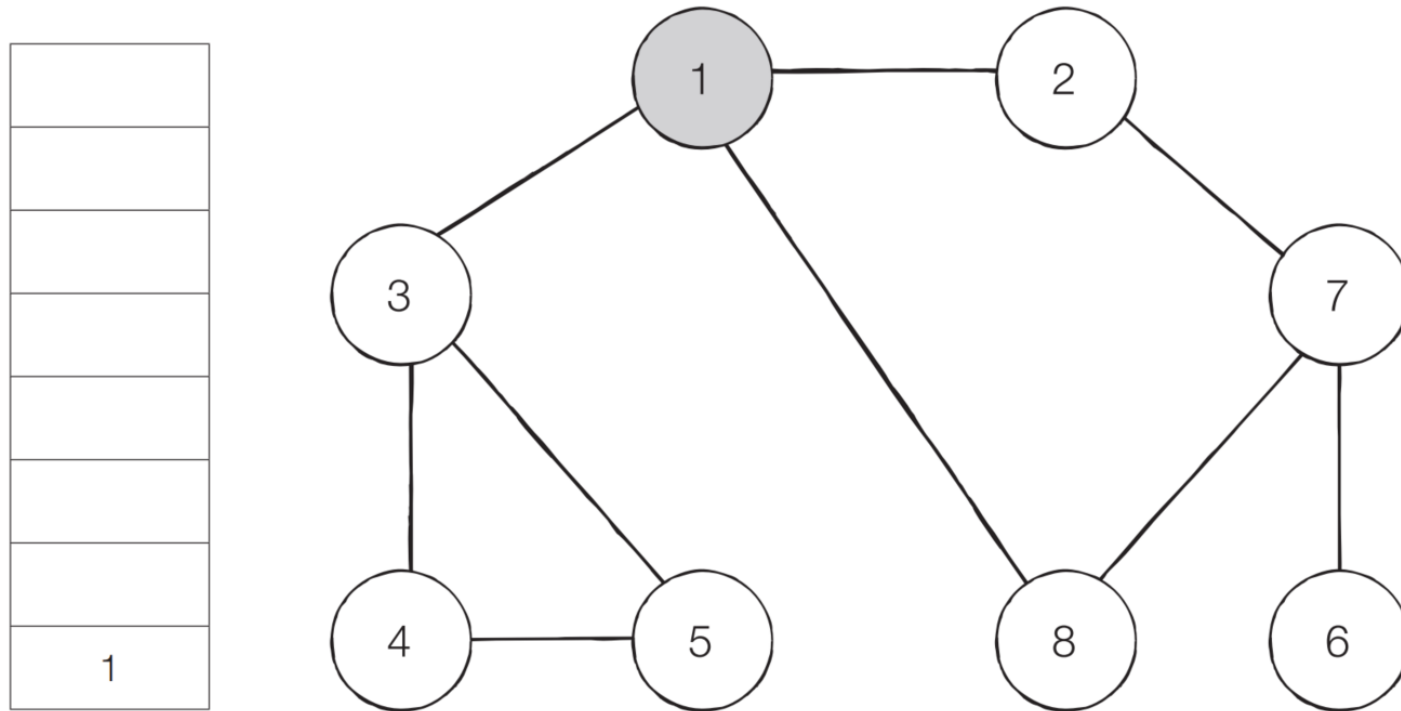
DFS 동작 예시

- [Step 0] 그래프를 준비합니다. (방문 기준: 번호가 낮은 인접 노드부터)
 - 시작 노드: 1



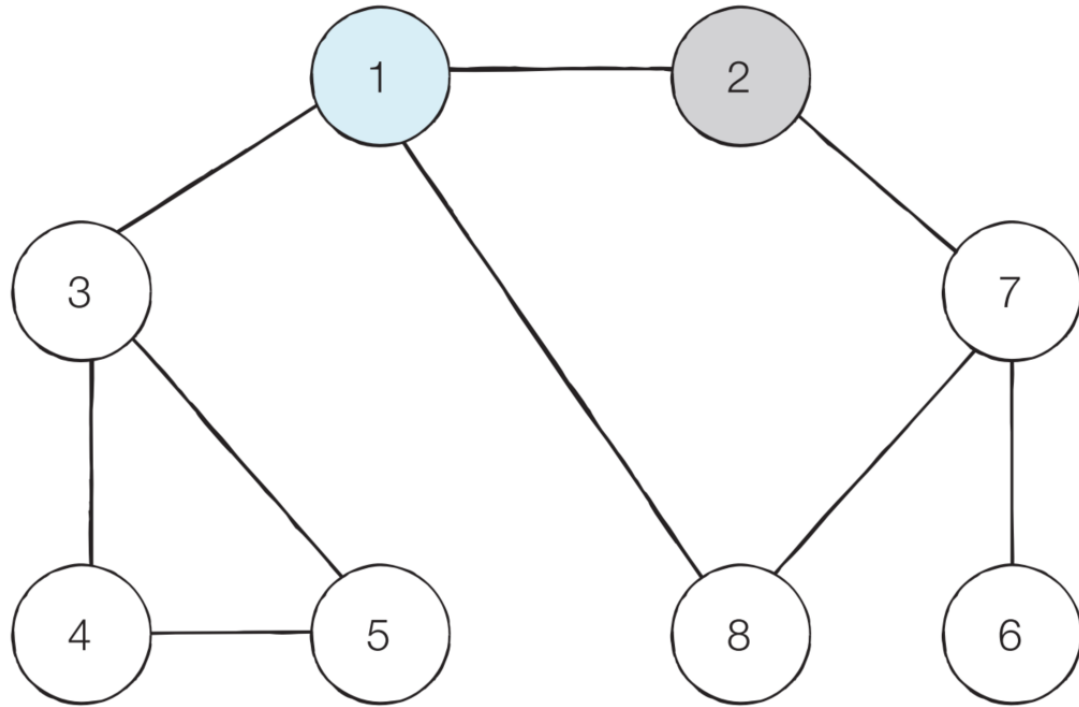
DFS 동작 예시

- [Step 1] 시작 노드인 '1'을 스택에 삽입하고 방문 처리를 합니다.



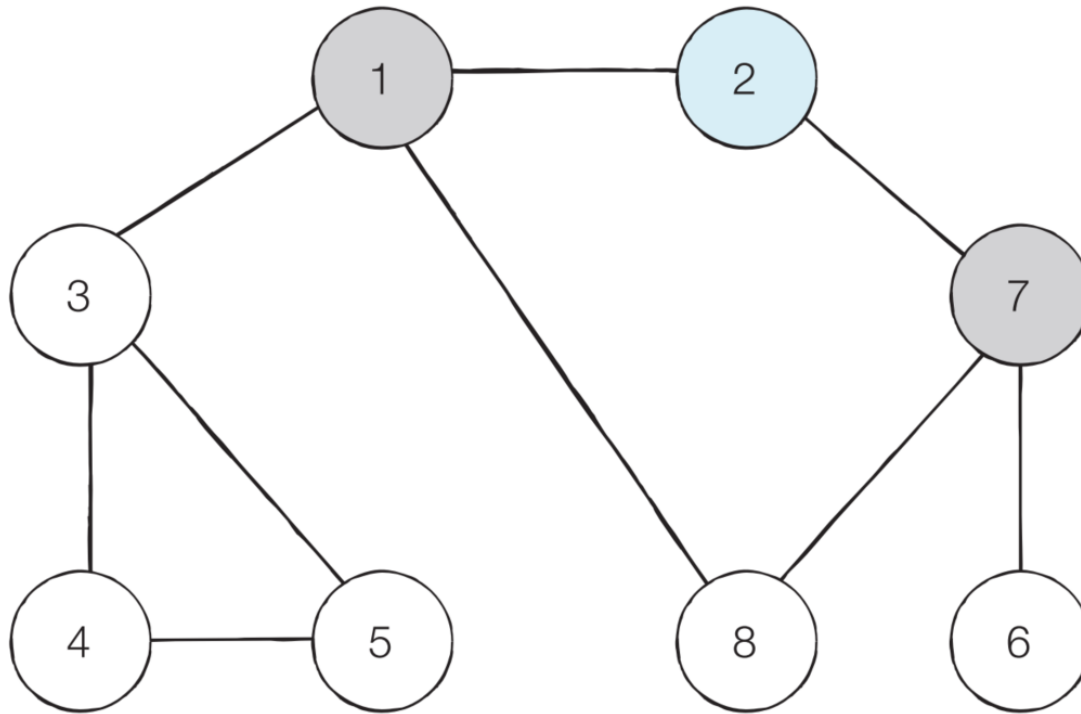
DFS 동작 예시

- [Step 2] 스택의 최상단 노드인 '1'에 방문하지 않은 인접 노드 '2', '3', '8'이 있습니다.
 - 이 중에서 가장 작은 노드인 '2'를 스택에 넣고 방문 처리를 합니다.



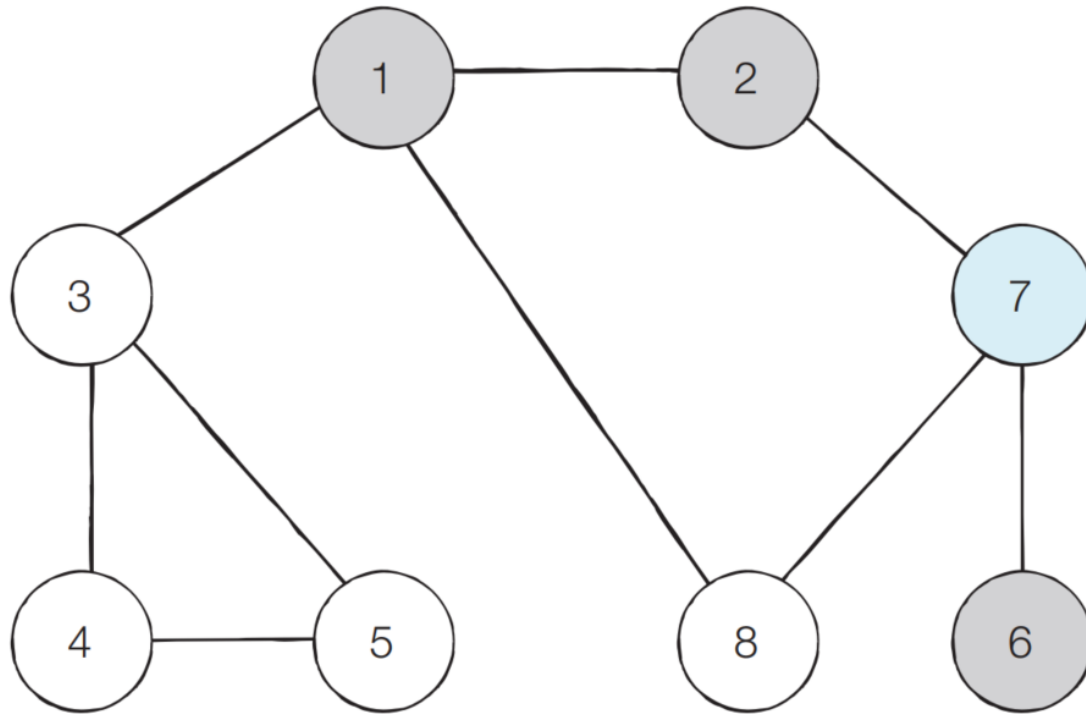
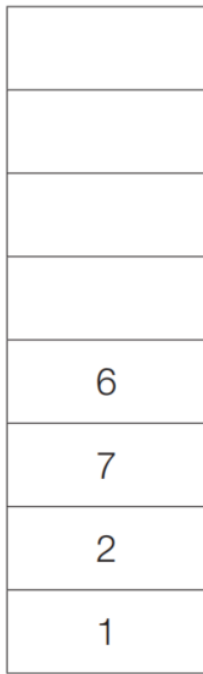
DFS 동작 예시

- [Step 3] 스택의 최상단 노드인 '2'에 방문하지 않은 인접 노드 '7'이 있습니다.
 - 따라서 '7'번 노드를 스택에 넣고 방문 처리를 합니다.



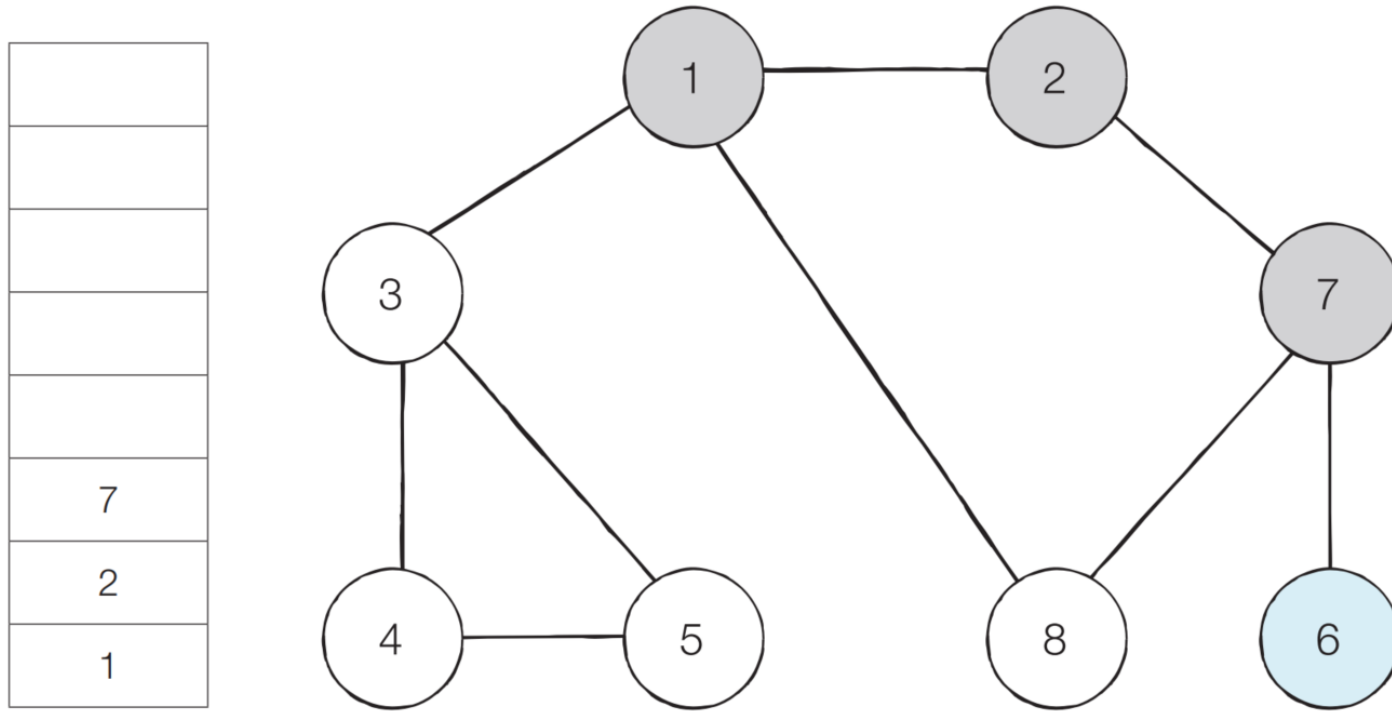
DFS 동작 예시

- [Step 4] 스택의 최상단 노드인 '7'에 방문하지 않은 인접 노드 '6', '8'이 있습니다.
 - 이 중에서 가장 작은 노드인 '6'을 스택에 넣고 방문 처리를 합니다.



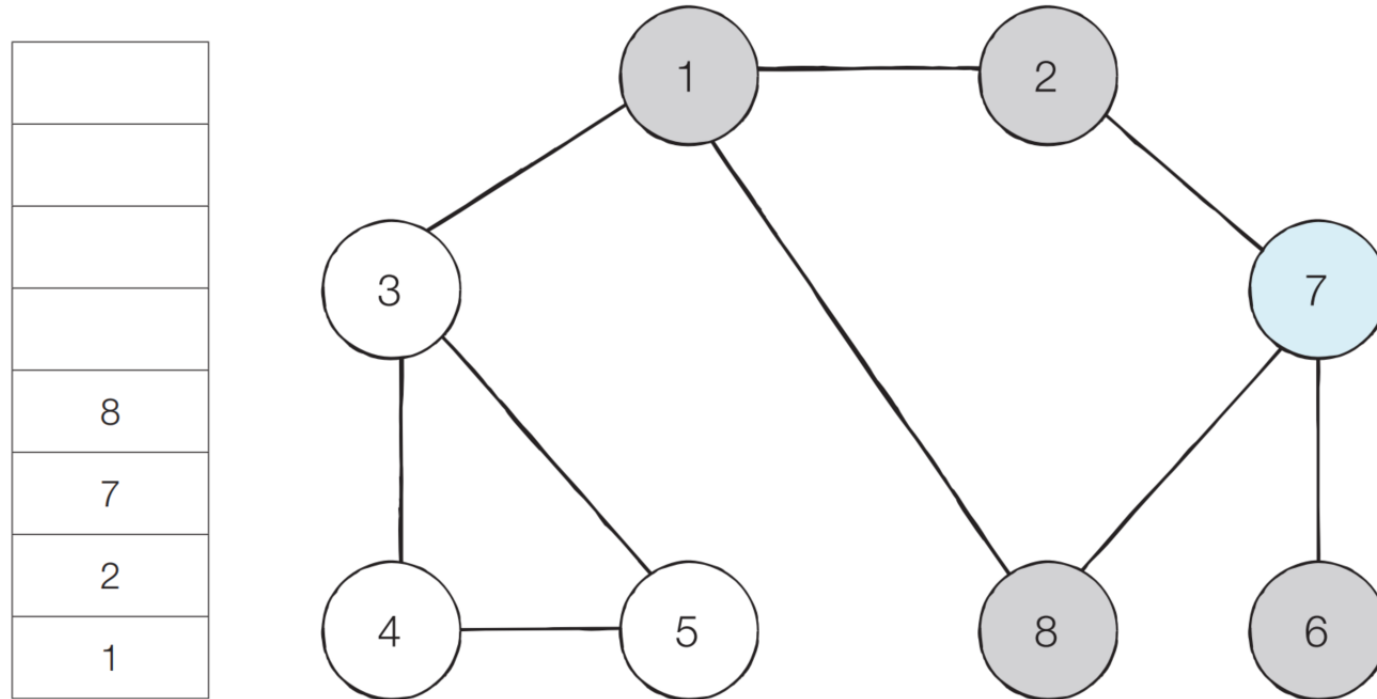
DFS 동작 예시

- [Step 5] 스택의 최상단 노드인 '6'에 방문하지 않은 인접 노드가 없습니다.
 - 따라서 스택에서 '6'번 노드를 꺼냅니다.



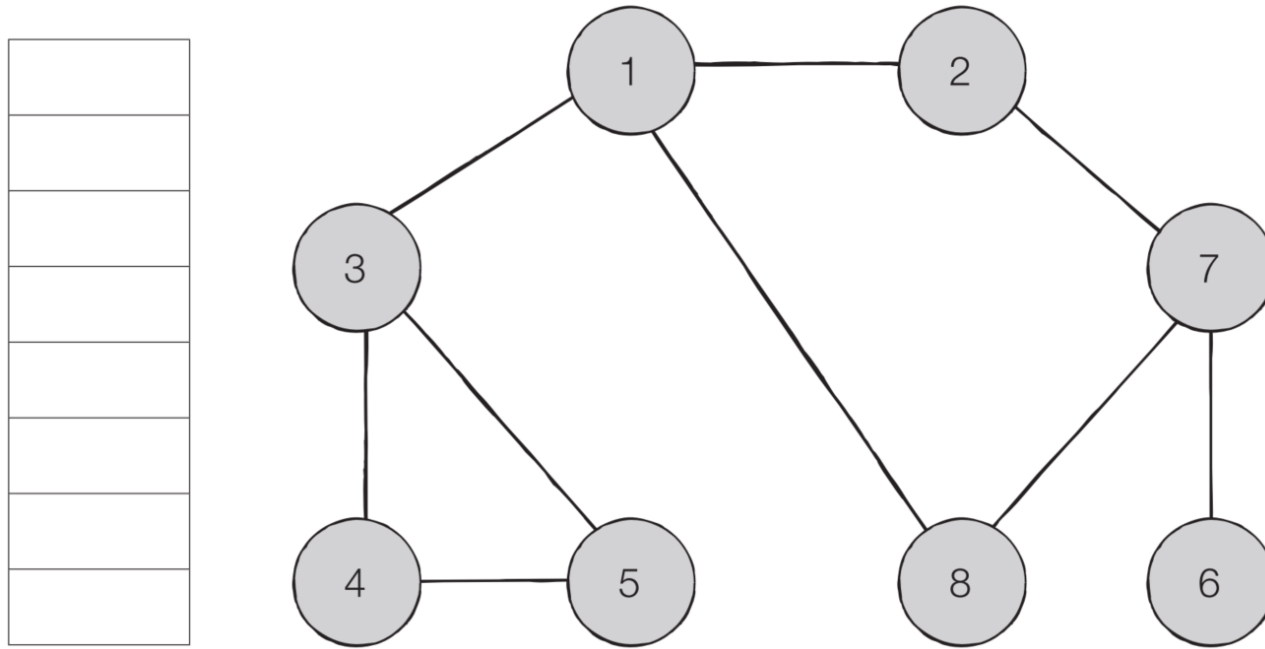
DFS 동작 예시

- [Step 6] 스택의 최상단 노드인 '7'에 방문하지 않은 인접 노드 '8'이 있습니다.
 - 따라서 '8'번 노드를 스택에 넣고 방문 처리를 합니다.



DFS 동작 예시

- 이러한 과정을 반복하였을 때 전체 노드의 탐색 순서(스택에 들어간 순서)는 다음과 같습니다.



탐색 순서: 1 → 2 → 7 → 6 → 8 → 3 → 4 → 5

DFS 소스코드 예제 (Python)

```
# DFS 메서드 정의
def dfs(graph, v, visited):
    # 현재 노드를 방문 처리
    visited[v] = True
    print(v, end=' ')
    # 현재 노드와 연결된 다른 노드를 재귀적으로 방문
    for i in graph[v]:
        if not visited[i]:
            dfs(graph, i, visited)
```

실행 결과

1 2 7 6 8 3 4 5

각 노드가 연결된 정보를 표현 (2차원 리스트)

```
graph = [
    [],
    [2, 3, 8],
    [1, 7],
    [1, 4, 5],
    [3, 5],
    [3, 4],
    [7],
    [2, 6, 8],
    [1, 7]
]
```

각 노드가 방문된 정보를 표현 (1차원 리스트)

```
visited = [False] * 9
```

정의된 DFS 함수 호출

```
dfs(graph, 1, visited)
```

DFS 소스코드 예제 (C++)

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

bool visited[9];
vector<int> graph[9];

void dfs(int x) {
    visited[x] = true;
    cout << x << ' ';
    for (int i = 0; i < graph[x].size(); i++) {
        int y = graph[x][i];
        if (!visited[y]) dfs(y);
    }
}

int main(void) {
    /*
       그래프 연결된 내용 생략
    */
    // dfs(1)
    return 0;
}
```

DFS 소스코드 예제 (Java)

```
import java.util.*;

public class Main {

    public static boolean[] visited = new boolean[9];
    public static ArrayList<ArrayList<Integer>> graph = new ArrayList<ArrayList<Integer>>();

    // DFS 함수 정의
    public static void dfs(int x) {
        // 현재 노드를 방문 처리
        visited[x] = true;
        System.out.print(x + " ");
        // 현재 노드와 연결된 다른 노드를 재귀적으로 방문
        for (int i = 0; i < graph.get(x).size(); i++) {
            int y = graph.get(x).get(i);
            if (!visited[y]) dfs(y);
        }
    }

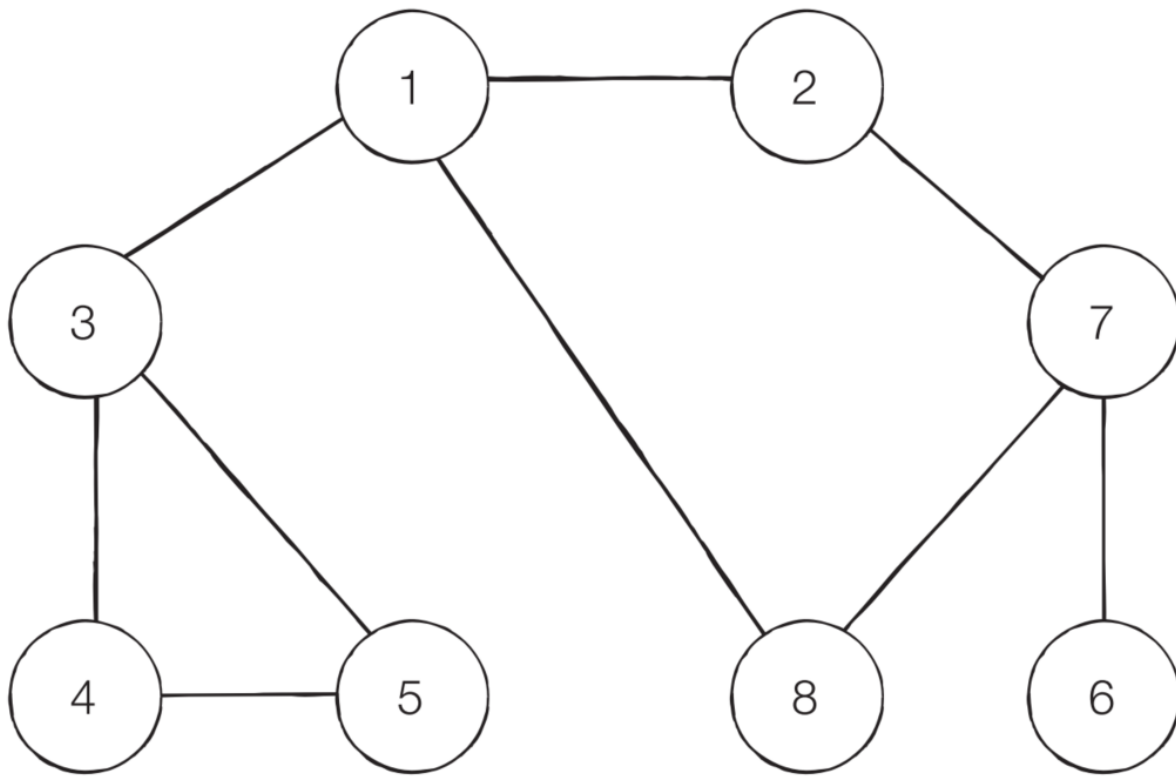
    public static void main(String[] args) {
        /*
         * 그래프 연결된 내용 생략
         */
        // dfs(1)
    }
}
```

BFS (Breadth-First Search)

- BFS는 너비 우선 탐색이라고도 부르며, 그래프에서 가까운 노드부터 우선적으로 탐색하는 알고리즘입니다.
- BFS는 **큐 자료구조를 이용**하며, 구체적인 동작 과정은 다음과 같습니다. (DFS : 스택 자료구조)
 1. 탐색 시작 노드를 큐에 삽입하고 방문 처리를 합니다.
 2. 큐에서 노드를 꺼낸 뒤에 해당 노드의 인접 노드 중에서 방문하지 않은 노드를 모두 큐에 삽입하고 방문 처리합니다.
 3. 더 이상 2번의 과정을 수행할 수 없을 때까지 반복합니다.

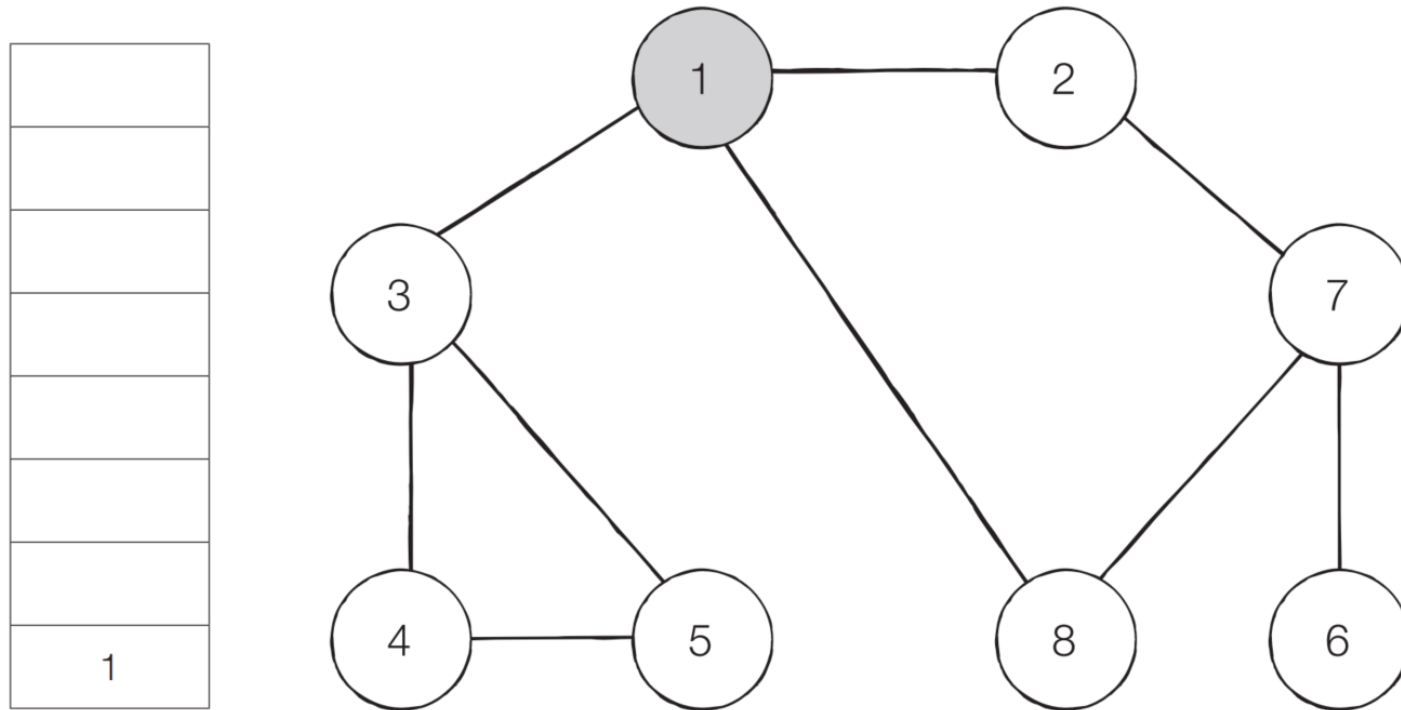
BFS 동작 예시

- [Step 0] 그래프를 준비합니다. (방문 기준: 번호가 낮은 인접 노드부터)
 - 시작 노드: 1



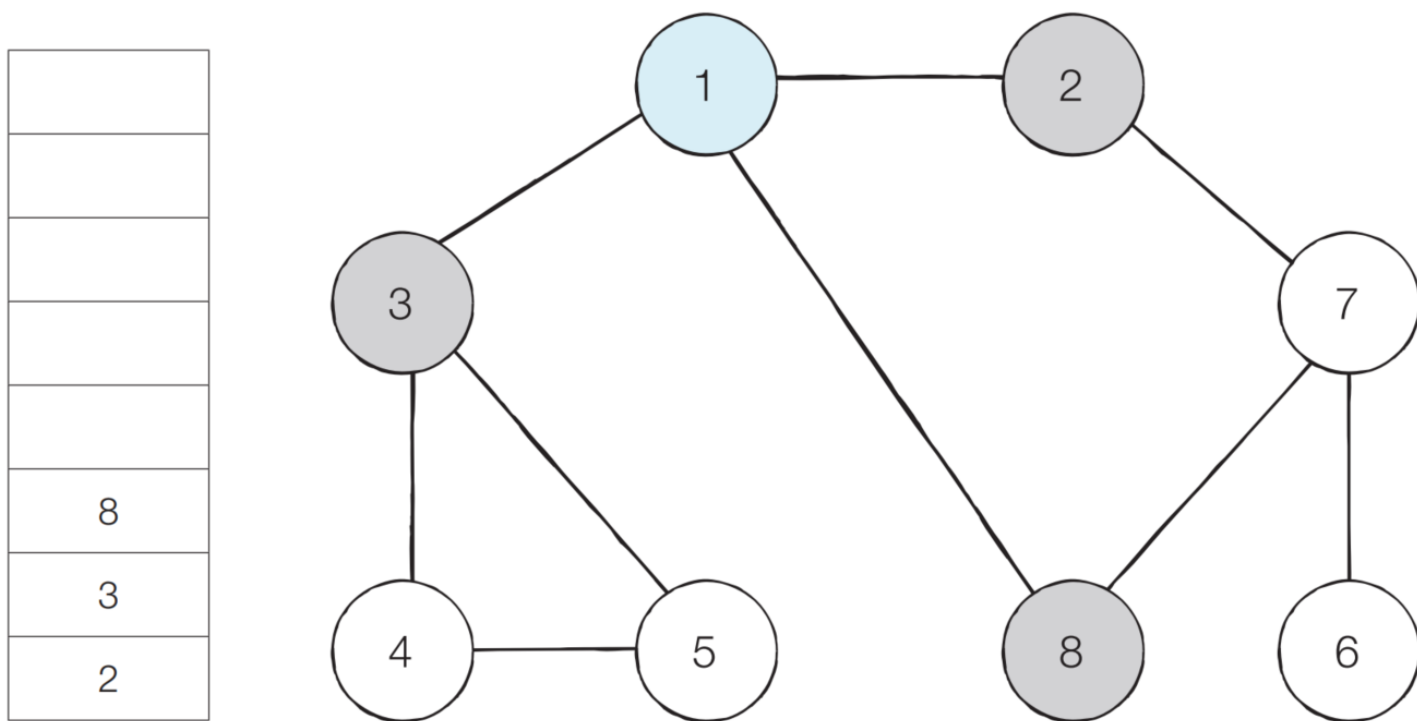
BFS 동작 예시

- [Step 1] 시작 노드인 '1'을 큐에 삽입하고 방문 처리를 합니다.



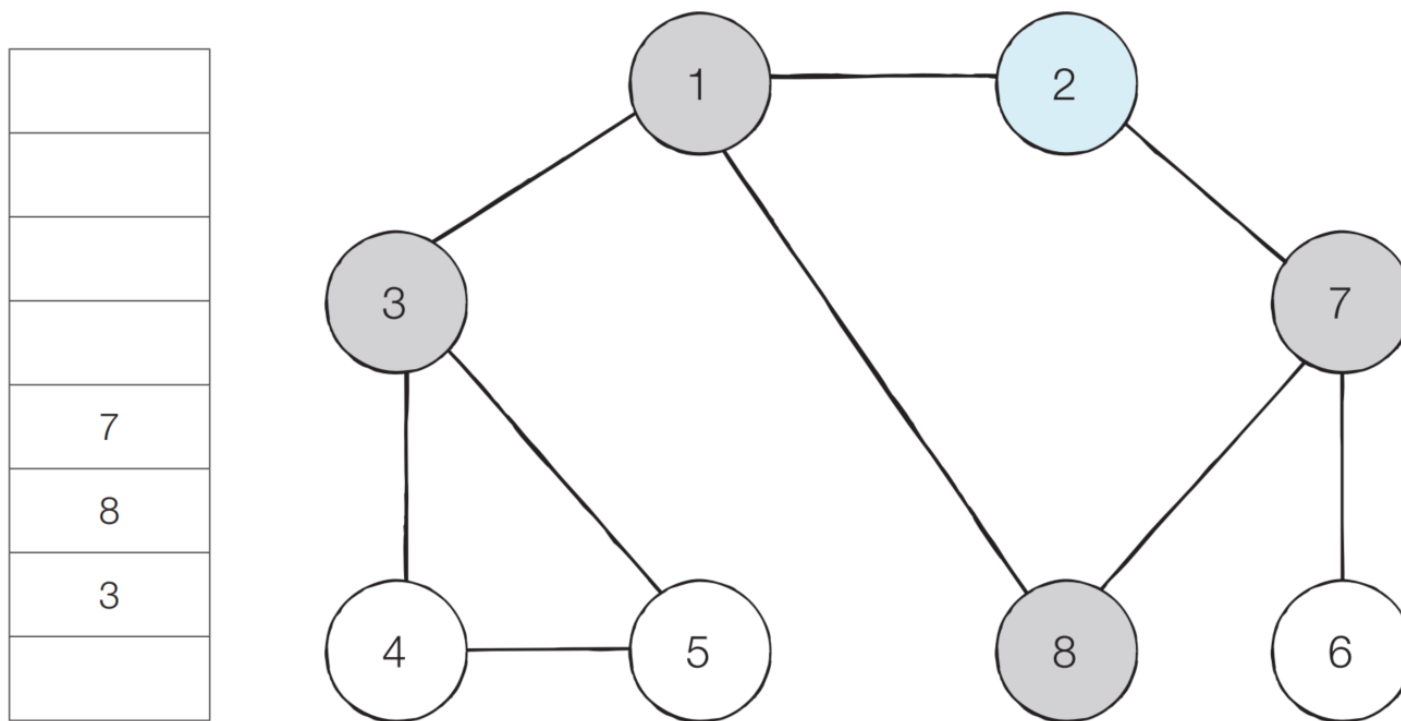
BFS 동작 예시

- [Step 2] 큐에서 노드 '1'을 꺼내 방문하지 않은 인접 노드 '2', '3', '8'을 큐에 삽입하고 방문 처리합니다.



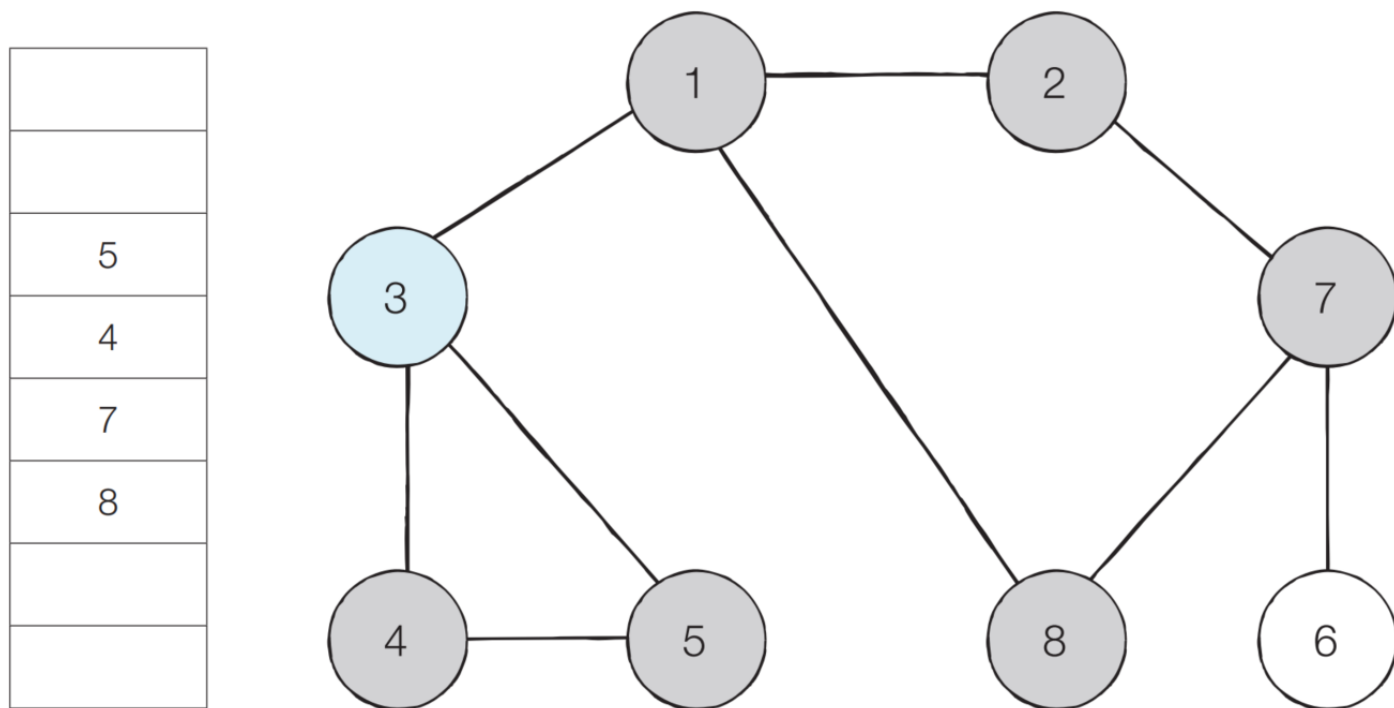
BFS 동작 예시

- [Step 3] 큐에서 노드 '2'를 꺼내 방문하지 않은 인접 노드 '7'을 큐에 삽입하고 방문 처리합니다.



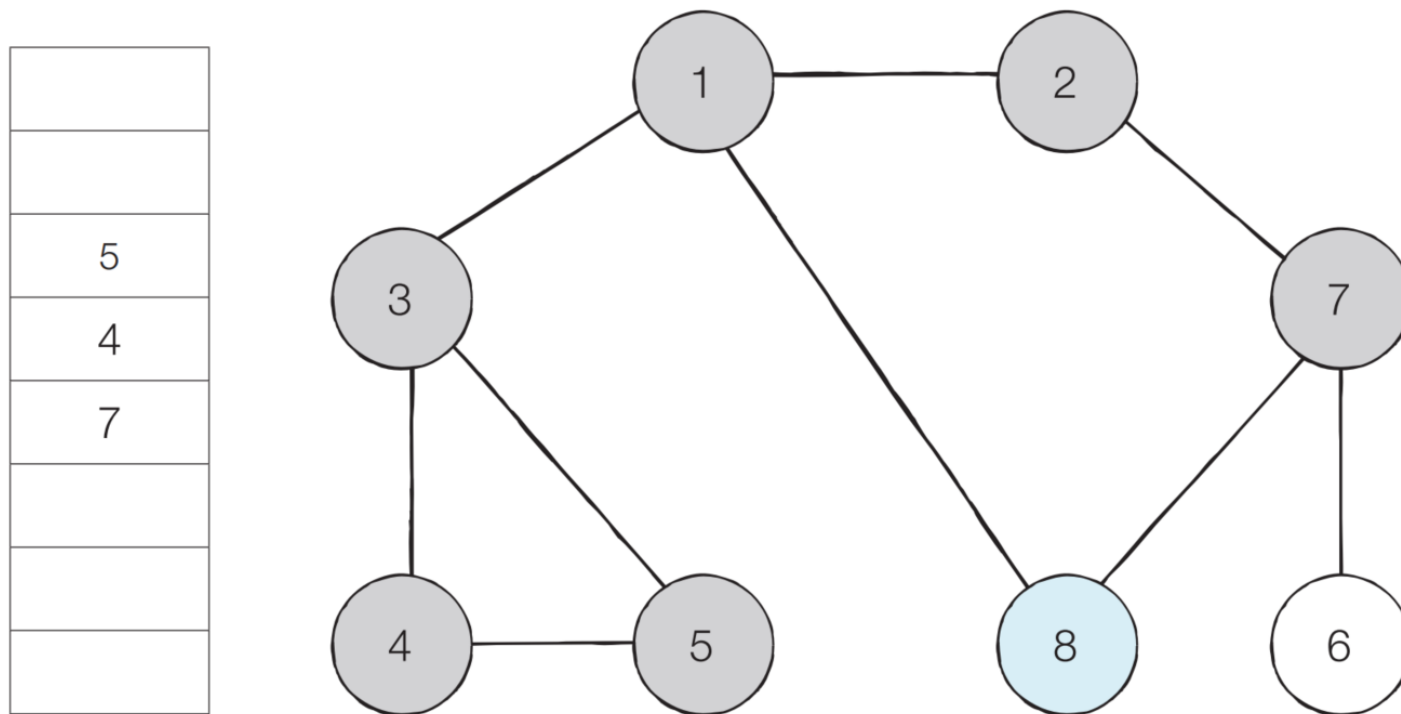
BFS 동작 예시

- [Step 4] 큐에서 노드 '3'을 꺼내 방문하지 않은 인접 노드 '4', '5'를 큐에 삽입하고 방문 처리합니다.



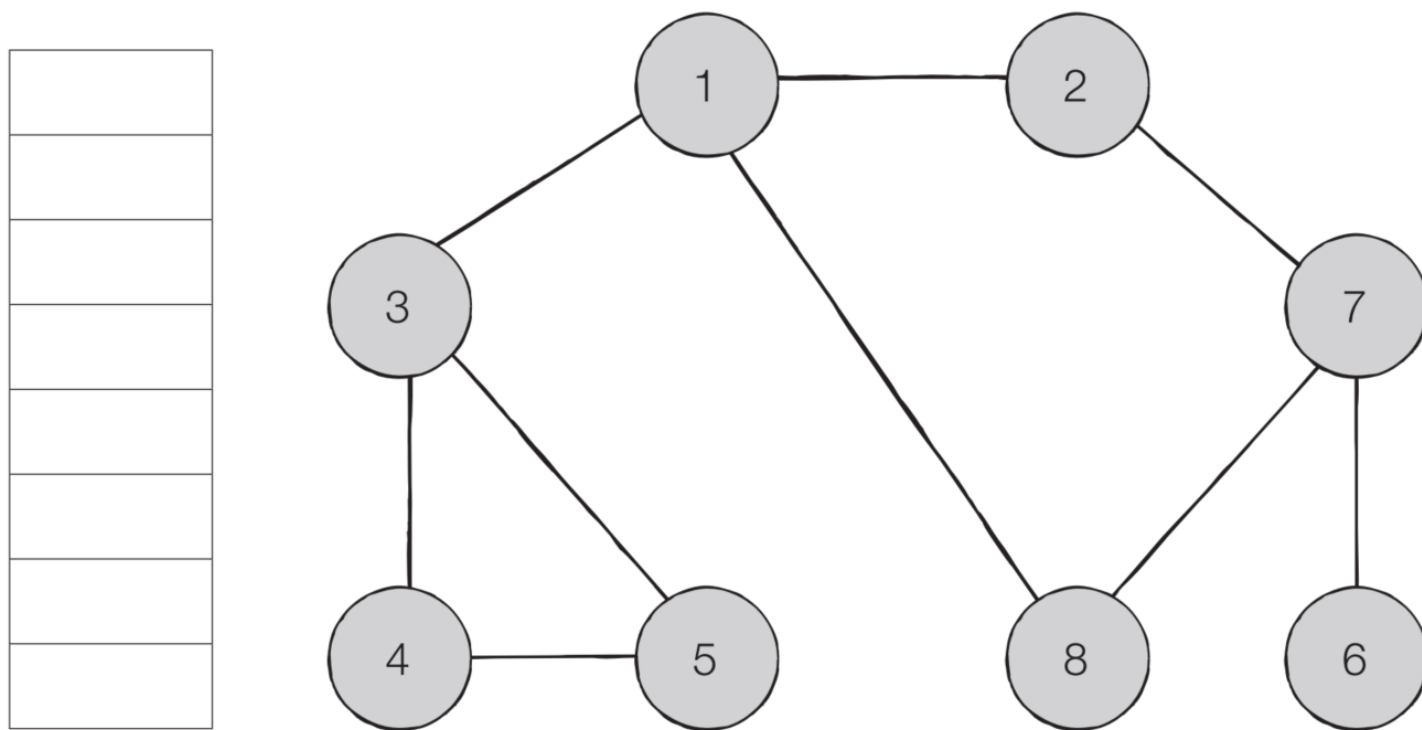
BFS 동작 예시

- [Step 5] 큐에서 노드 '8'을 꺼내고 방문하지 않은 인접 노드가 없으므로 무시합니다.



BFS 동작 예시

- 이러한 과정을 반복하여 전체 노드의 탐색 순서(큐에 들어간 순서)는 다음과 같습니다.



탐색 순서: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$

BFS 소스코드 예제 (Python)

```
from collections import deque

# BFS 메서드 정의
def bfs(graph, start, visited):
    # 큐(Queue) 구현을 위해 deque 라이브러리 사용
    queue = deque([start])
    # 현재 노드를 방문 처리
    visited[start] = True
    # 큐가 빌 때까지 반복
    while queue:
        # 큐에서 하나의 원소를 뽑아 출력하기
        v = queue.popleft()
        print(v, end=' ')
        # 아직 방문하지 않은 인접한 원소들을 큐에 삽입
        for i in graph[v]:
            if not visited[i]:
                queue.append(i)
                visited[i] = True
```

각 노드가 연결된 정보를 표현 (2차원 리스트)

```
graph = [
    [],
    [2, 3, 8],
    [1, 7],
    [1, 4, 5],
    [3, 5],
    [3, 4],
    [7],
    [2, 6, 8],
    [1, 7]
```

```
]
```

각 노드가 방문된 정보를 표현 (1차원 리스트)

```
visited = [False] * 9
```

정의된 BFS 함수 호출

```
bfs(graph, 1, visited)
```

1 2 3 8 7 4 5 6

BFS 소스코드 예제 (C++)

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

bool visited[9];
vector<int> graph[9];

void bfs(int start) {
    queue<int> q;
    q.push(start);
    visited[start] = true;
    while(!q.empty()) {
        int x = q.front();
        q.pop();
        cout << x << ' ';
        for(int i = 0; i < graph[x].size(); i++) {
            int y = graph[x][i];
            if(!visited[y]) {
                q.push(y);
                visited[y] = true;
            }
        }
    }
}

int main(void) {
    // 그래프 연결된 내용 생략
    // bfs(1)
    return 0;
}
```


BFS 소스코드 예제 (Java)

```
import java.util.*;

public class Main {

    public static boolean[] visited = new boolean[9];
    public static ArrayList<ArrayList<Integer>> graph = new ArrayList<ArrayList<Integer>>();

    // BFS 함수 정의
    public static void bfs(int start) {
        Queue<Integer> q = new LinkedList<>();
        q.offer(start);
        // 현재 노드를 방문 처리
        visited[start] = true;
        // 큐가 빌 때까지 반복
        while(!q.isEmpty()) {
            // 큐에서 하나의 원소를 뽑아 출력
            int x = q.poll();
            System.out.print(x + " ");
            // 해당 원소와 연결된, 아직 방문하지 않은 원소들을 큐에 삽입
            for(int i = 0; i < graph.get(x).size(); i++) {
                int y = graph.get(x).get(i);
                if(!visited[y]) {
                    q.offer(y);
                    visited[y] = true;
                }
            }
        }
    }

    // 메인 함수 생략
}
```

<문제> 음료수 얼려 먹기: 문제 설명

- $N \times M$ 크기의 얼음 틀이 있습니다. 구멍이 뚫려 있는 부분은 0, 칸막이가 존재하는 부분은 1로 표시됩니다. 구멍이 뚫려 있는 부분끼리 상, 하, 좌, 우로 붙어 있는 경우 서로 연결되어 있는 것으로 간주합니다. 이때 얼음 틀의 모양이 주어졌을 때 생성되는 총 아이스크림의 개수를 구하는 프로그램을 작성하세요. 다음의 4×5 얼음 틀 예시에서는 아이스크림이 총 3개 생성됩니다.

00110

00011

11111

00000

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

<문제> 음료수 얼려 먹기: 문제 조건

난이도 ●○○ | 풀이 시간 30분 | 시간제한 1초 | 메모리 제한 128MB

입력 조건

- 첫 번째 줄에 얼음 틀의 세로 길이 N과 가로 길이 M이 주어집니다. ($1 \leq N, M \leq 1,000$)
- 두 번째 줄부터 N + 1번째 줄까지 얼음 틀의 형태가 주어집니다.
- 이때 구멍이 뚫려있는 부분은 0, 그렇지 않은 부분은 1입니다.

출력 조건

- 한 번에 만들 수 있는 아이스크림의 개수를 출력합니다.

입력 예시

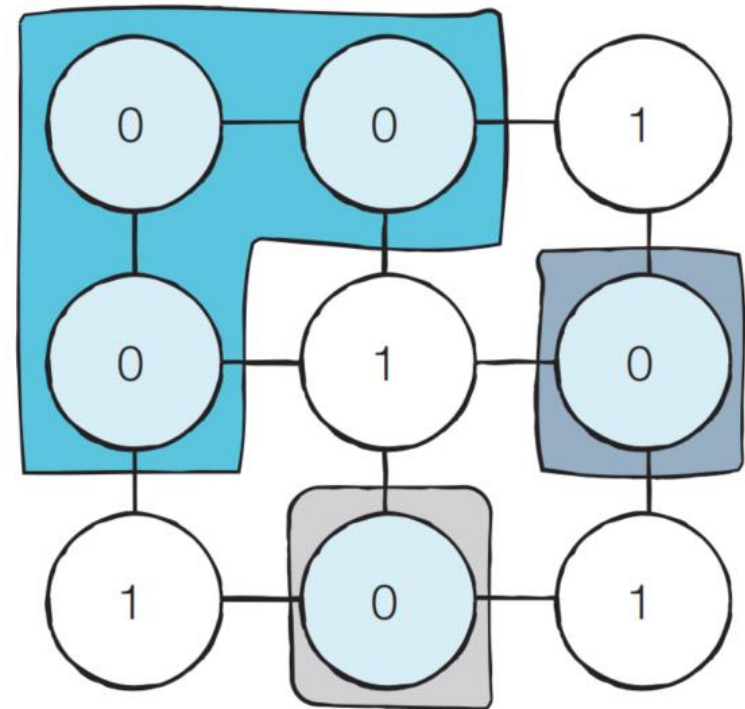
```
4 5
00110
00011
11111
00000
```

출력 예시

```
3
```

<문제> 음료수 얼려 먹기: 문제 해결 아이디어

- 이 문제는 DFS 혹은 BFS로 해결할 수 있습니다. 일단 앞에서 배운 대로 얼음을 얼릴 수 있는 공간이 상, 하, 좌, 우로 연결되어 있다고 표현할 수 있으므로 그래프 형태로 모델링 할 수 있습니다. 다음과 같이 3×3 크기의 얼음 틀이 있다고 가정하고 생각해 봅시다.



<문제> 음료수 얼려 먹기: 문제 해결 아이디어

- DFS를 활용하는 알고리즘은 다음과 같습니다.
 1. 특정한 지점의 주변 상, 하, 좌, 우를 살펴본 뒤에 주변 지점 중에서 값이 '0'이면서 아직 방문하지 않은 지점이 있다면 해당 지점을 방문합니다.
 2. 방문한 지점에서 다시 상, 하, 좌, 우를 살펴보면서 방문을 진행하는 과정을 반복하면, 연결된 모든 지점을 방문할 수 있습니다.
 3. 모든 노드에 대하여 1 ~ 2번의 과정을 반복하며, 방문하지 않은 지점의 수를 카운트합니다.

<문제> 음료수 얼려 먹기: 답안 예시 (Python)

```
# DFS로 특정 노드를 방문하고 연결된 모든 노드들도 방문
def dfs(x, y):
    # 주어진 범위를 벗어나는 경우에는 즉시 종료
    if x <= -1 or x >= n or y <= -1 or y >= m:
        return False
    # 현재 노드를 아직 방문하지 않았다면
    if graph[x][y] == 0:
        # 해당 노드 방문 처리
        graph[x][y] = 1
        # 상, 하, 좌, 우의 위치들도 모두 재귀적으로 호출
        dfs(x - 1, y)
        dfs(x, y - 1)
        dfs(x + 1, y)
        dfs(x, y + 1)
        return True
    return False
```

```
# N, M을 공백을 기준으로 구분하여 입력 받기
n, m = map(int, input().split())

# 2차원 리스트의 맵 정보 입력 받기
graph = []
for i in range(n):
    graph.append(list(map(int, input())))

# 모든 노드(위치)에 대하여 음료수 채우기
result = 0
for i in range(n):
    for j in range(m):
        # 현재 위치에서 DFS 수행
        if dfs(i, j) == True:
            result += 1

print(result) # 정답 출력
```

<문제> 음료수 얼려 먹기: 답안 예시 (C++)

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

int n, m;
int graph[1000][1000];

// DFS로 특정 노드를 방문하고 연결된 모든 노드들도 방문
bool dfs(int x, int y) {
    // 주어진 범위를 벗어나는 경우에는 즉시 종료
    if (x <= -1 || x >= n || y <= -1 || y >= m) {
        return false;
    }
    // 현재 노드를 아직 방문하지 않았다면
    if (graph[x][y] == 0) {
        // 해당 노드 방문 처리
        graph[x][y] = 1;
        // 상, 하, 좌, 우의 위치들도 모두 재귀적으로 호출
        dfs(x - 1, y);
        dfs(x, y - 1);
        dfs(x + 1, y);
        dfs(x, y + 1);
        return true;
    }
    return false;
}
```

```
int main() {
    // N, M을 공백을 기준으로 구분하여 입력 받기
    cin >> n >> m;
    // 2차원 리스트의 맵 정보 입력 받기
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            scanf("%1d", &graph[i][j]);
        }
    }
    // 모든 노드(위치)에 대하여 음료수 채우기
    int result = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            // 현재 위치에서 DFS 수행
            if (dfs(i, j)) {
                result += 1;
            }
        }
    }
    cout << result << '\n';
}
```

<문제> 미로 탈출: 문제 설명

- 동빈이는 $N \times M$ 크기의 직사각형 형태의 미로에 갇혔습니다. 미로에는 여러 마리의 괴물이 있어 이를 피해 탈출해야 합니다.
- 동빈이의 위치는 (1, 1)이며 미로의 출구는 (N, M)의 위치에 존재하며 한 번에 한 칸씩 이동할 수 있습니다. 이때 괴물이 있는 부분은 0으로, 괴물이 없는 부분은 1로 표시되어 있습니다. 미로는 반드시 탈출할 수 있는 형태로 제시됩니다.
- 이때 동빈이가 탈출하기 위해 움직여야 하는 최소 칸의 개수를 구하세요. 칸을 셀 때는 시작 칸과 마지막 칸을 모두 포함해서 계산합니다.

<문제> 미로 탈출: 문제 조건

난이도 ●○○ | 풀이 시간 30분 | 시간제한 1초 | 메모리 제한 128MB

입력 조건

- 첫째 줄에 두 정수 N, M ($4 \leq N, M \leq 200$)이 주어집니다. 다음 N 개의 줄에는 각각 M 개의 정수(0 혹은 1)로 미로의 정보가 주어집니다. 각각의 수들은 공백 없이 붙어서 입력으로 제시됩니다. 또한 시작 칸과 마지막 칸은 항상 1입니다.

출력 조건

- 첫째 줄에 최소 이동 칸의 개수를 출력합니다.

입력 예시

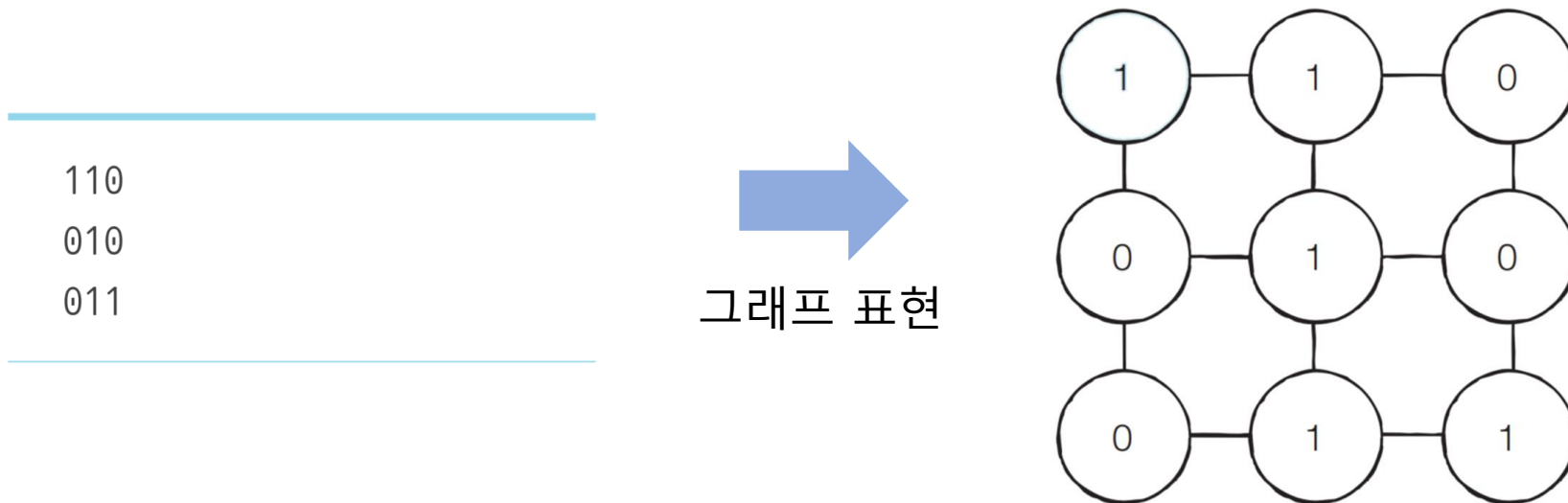
```
5 6
101010
111111
000001
111111
111111
```

출력 예시

```
10
```

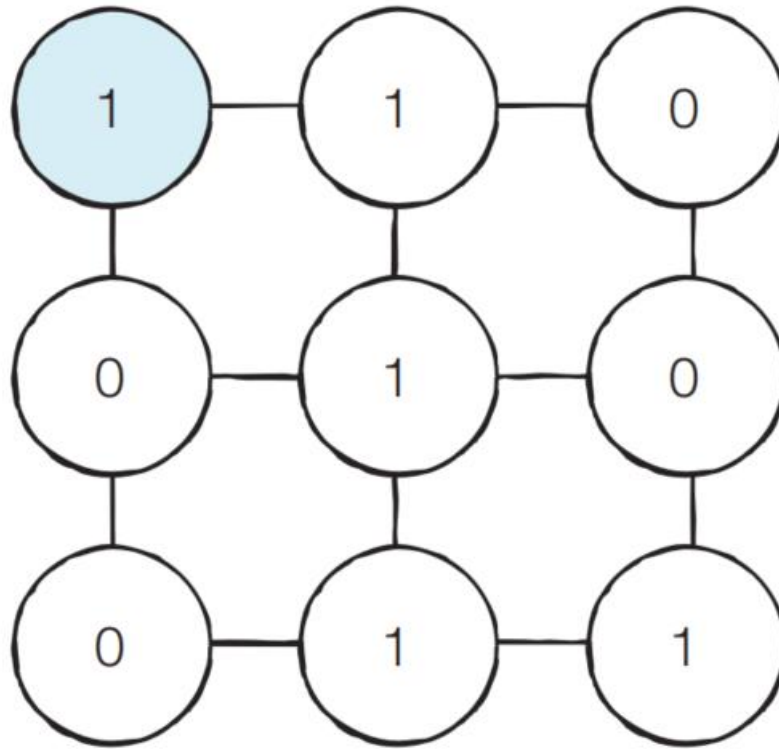
<문제> 미로 탈출: 문제 해결 아이디어

- BFS는 시작 지점에서 가까운 노드부터 차례대로 그래프의 모든 노드를 탐색합니다.
- 상, 하, 좌, 우로 연결된 모든 노드의 거리가 1로 동일합니다.
 - 따라서 (1, 1) 지점부터 BFS를 수행하여 모든 노드의 최단 거리 값을 기록하면 해결할 수 있습니다.
- 예시로 다음과 같이 3 X 3 크기의 미로가 있다고 가정합니다.



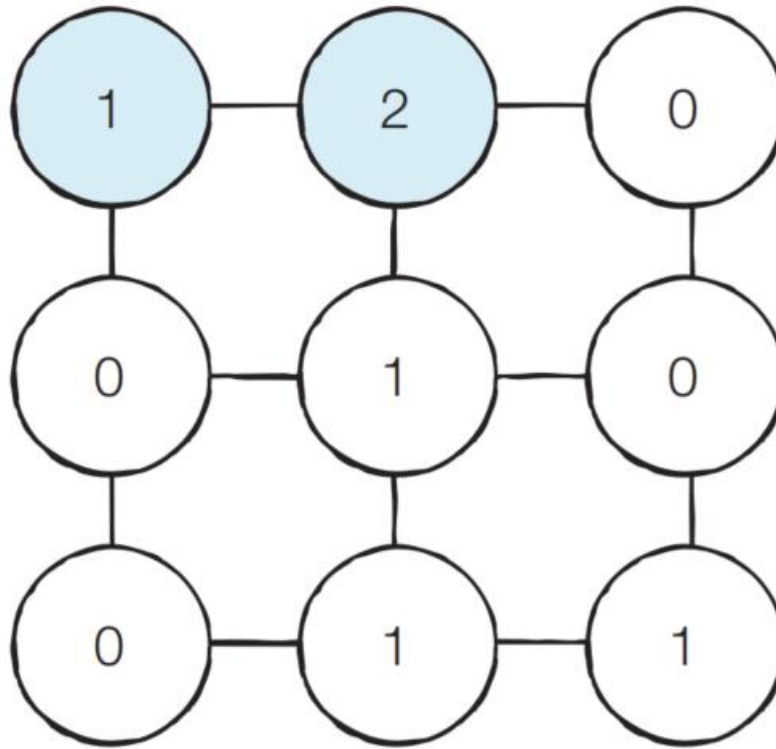
<문제> 미로 탈출: 문제 해결 아이디어

- [Step 1] 처음에 (1, 1)의 위치에서 시작합니다.



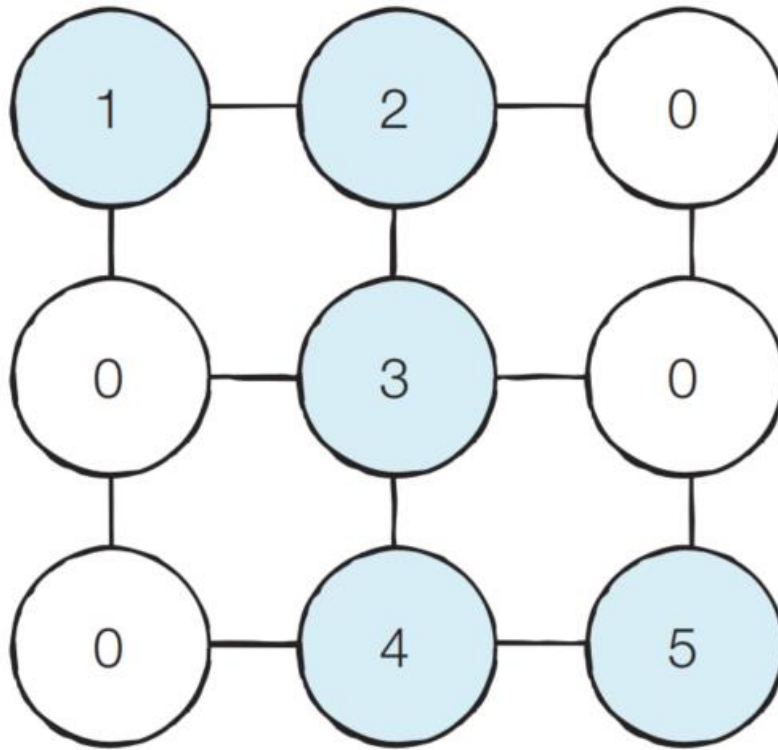
<문제> 미로 탈출: 문제 해결 아이디어

- [Step 2] (1, 1) 좌표에서 상, 하, 좌, 우로 탐색을 진행하면 바로 옆 노드인 (1, 2) 위치의 노드를 방문하게 되고 새롭게 방문하는 (1, 2) 노드의 값을 2로 바꾸게 됩니다.



<문제> 미로 탈출: 문제 해결 아이디어

- [Step 3] 마찬가지로 BFS를 계속 수행하면 결과적으로 다음과 같이 최단 경로의 값들이 1씩 증가하는 형태로 변경됩니다.



<문제> 미로 탈출: 답안 예시 (Python)

```
# BFS 소스코드 구현
def bfs(x, y):
    # 큐(Queue) 구현을 위해 deque 라이브러리 사용
    queue = deque()
    queue.append((x, y))
    # 큐가 빌 때까지 반복하기
    while queue:
        x, y = queue.popleft()
        # 현재 위치에서 4가지 방향으로의 위치 확인
        for i in range(4):
            nx = x + dx[i]
            ny = y + dy[i]
            # 미로 찾기 공간을 벗어난 경우 무시
            if nx < 0 or nx >= n or ny < 0 or ny >= m:
                continue
            # 벽인 경우 무시
            if graph[nx][ny] == 0:
                continue
            # 해당 노드를 처음 방문하는 경우에만 최단 거리 기록
            if graph[nx][ny] == 1:
                graph[nx][ny] = graph[x][y] + 1
                queue.append((nx, ny))
    # 가장 오른쪽 아래까지의 최단 거리 반환
    return graph[n - 1][m - 1]
```

```
from collections import deque

# N, M을 공백을 기준으로 구분하여 입력 받기
n, m = map(int, input().split())
# 2차원 리스트의 맵 정보 입력 받기
graph = []
for i in range(n):
    graph.append(list(map(int, input())))

# 이동할 네 가지 방향 정의 (상, 하, 좌, 우)
dx = [-1, 1, 0, 0]
dy = [0, 0, -1, 1]

# BFS를 수행한 결과 출력
print(bfs(0, 0))
```

<문제> 미로 탈출: 답안 예시 (C++)

```
int bfs(int x, int y) {
    // 큐(Queue) 구현을 위해 queue 라이브러리 사용
    queue<pair<int, int> > q;
    q.push({x, y});
    // 큐가 빌 때까지 반복하기
    while(!q.empty()) {
        int x = q.front().first;
        int y = q.front().second;
        q.pop();
        // 현재 위치에서 4가지 방향으로의 위치 확인
        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            int nx = x + dx[i];
            int ny = y + dy[i];
            // 미로 찾기 공간을 벗어난 경우 무시
            if (nx < 0 || nx >= n || ny < 0 || ny >= m) continue;
            // 벽인 경우 무시
            if (graph[nx][ny] == 0) continue;
            // 해당 노드를 처음 방문하는 경우에만 최단 거리 기록
            if (graph[nx][ny] == 1) {
                graph[nx][ny] = graph[x][y] + 1;
                q.push({nx, ny});
            }
        }
    }
    // 가장 오른쪽 아래까지의 최단 거리 반환
    return graph[n - 1][m - 1];
}
```

```
#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

int n, m;
int graph[201][201];

// 이동할 네 가지 방향 정의 (상, 하, 좌, 우)
int dx[] = {-1, 1, 0, 0};
int dy[] = {0, 0, -1, 1};

int main(void) {
    cin >> n >> m;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < m; j++) {
            scanf("%1d", &graph[i][j]);
        }
    }
    cout << bfs(0, 0) << '\n';
    return 0;
}
```