

이주현

# Graph

(주) 한컴에듀케이션

---

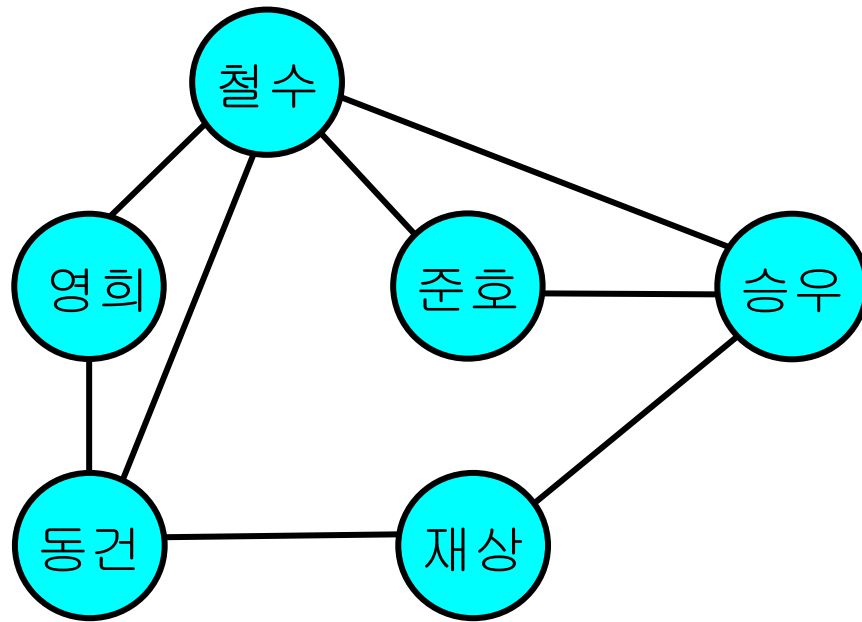
# Graph Concept

# 그래프(Graph)

---

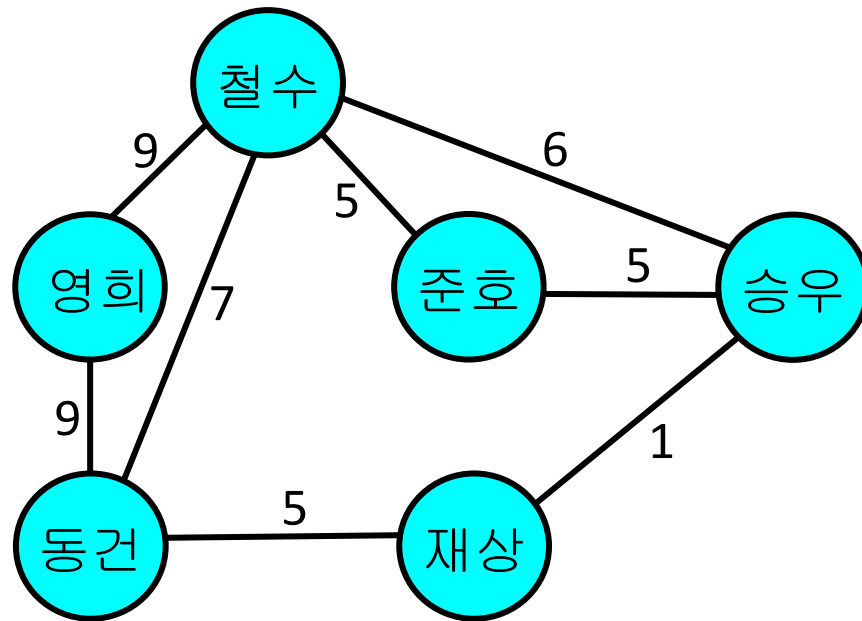
- 현상이나 사물을  
정점(vertex, node, point)과  
간선(edge, link )으로 표현한 것
- Graph  $G = (V, E)$ 
  - $V$ : 정점 집합
  - $E$ : 간선 집합
- 두 정점이 간선으로 연결되어 있으면 인접adjacent하다고 한다
  - 간선은 두 정점의 관계를 나타낸다

# 그래프(Graph) 예



사람들간의 친분 관계를 나타낸 그래프

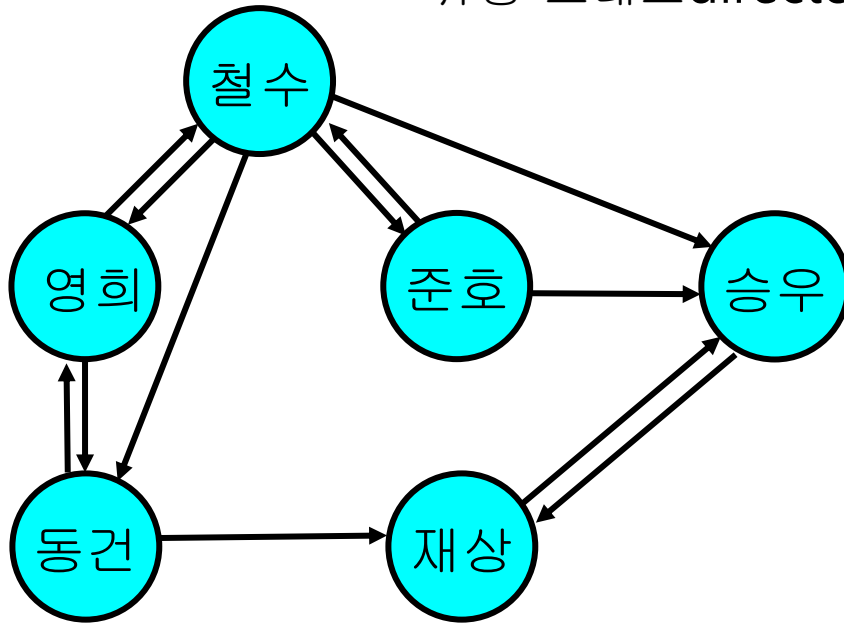
# 그래프(Graph) 예



친밀도를 가중치로 나타낸 친분관계 그래프

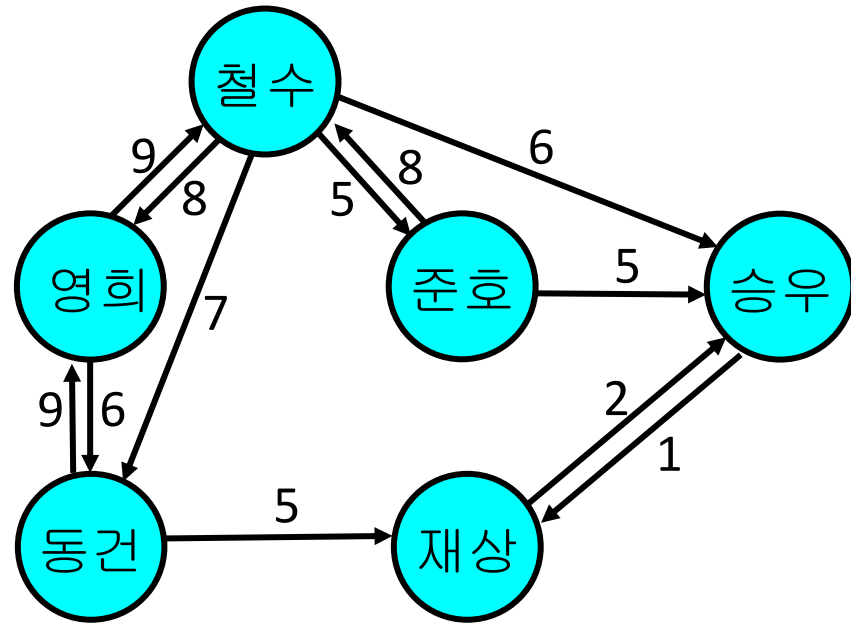
# 그래프(Graph) 예

유향 그래프 directed graph=digraph



방향을 고려한 친분관계 그래프

# 그래프(Graph) 예



가중치를 가진 유향 그래프

---

# 그래프의 표현

- 인접 행렬

- 인접 리스트

- 인접 배열



# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬

- 인접행렬

$N$ : 정점의 총 수

- $N \times N$  행렬로 표현

- 원소  $(i, j) = 1$  : 정점  $i$ 와 정점  $j$  사이에 간선이 있음

- 원소  $(i, j) = 0$  : 정점  $i$ 와 정점  $j$  사이에 간선이 없음

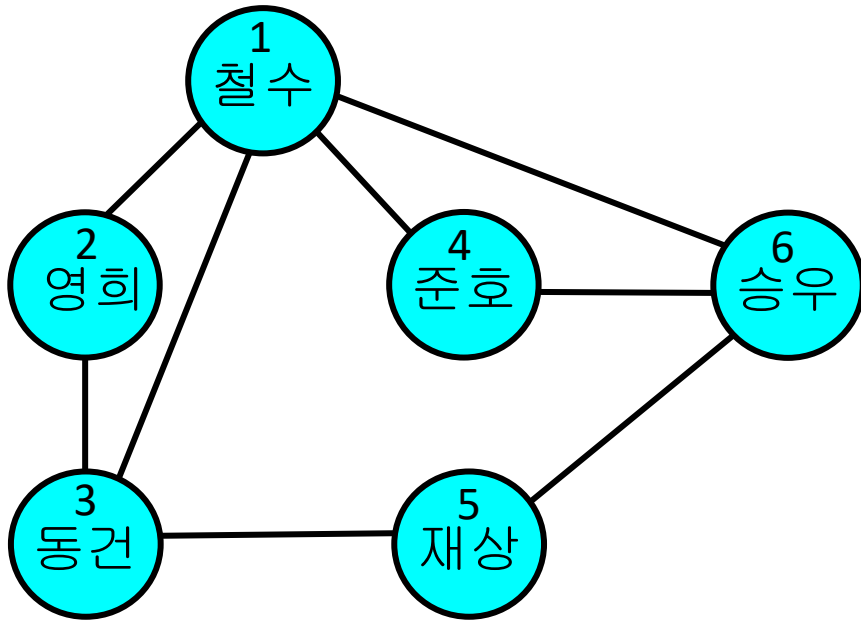
- 유향 그래프의 경우

- 원소  $(i, j)$ 는 정점  $i$ 로부터 정점  $j$ 로 연결되는 간선이 있는지를 나타냄

- 가중치 있는 그래프의 경우

- 원소  $(i, j)$ 는 1 대신에 가중치를 가짐

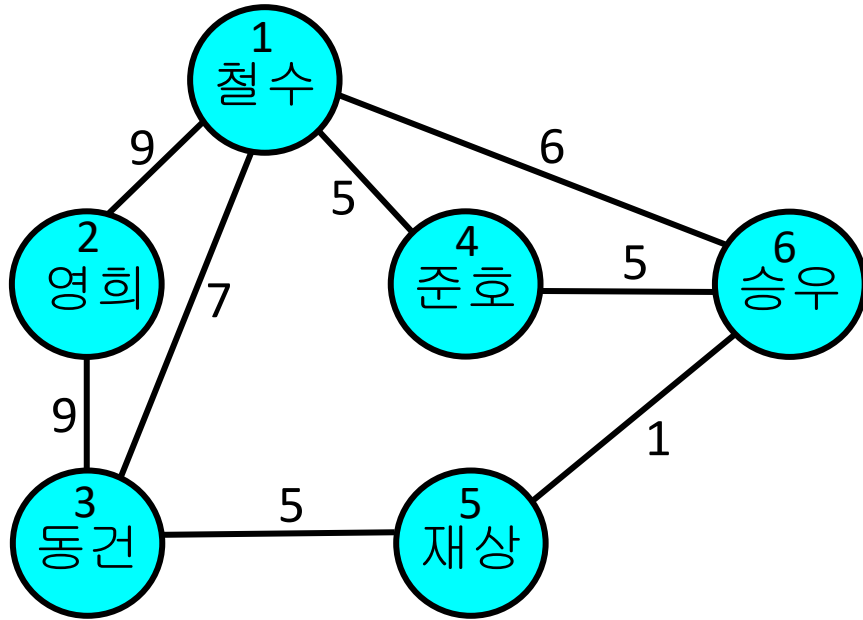
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬



	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	0	1
2	1	0	1	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0
4	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	0	1
6	1	0	0	1	1	0

무향 그래프의 예

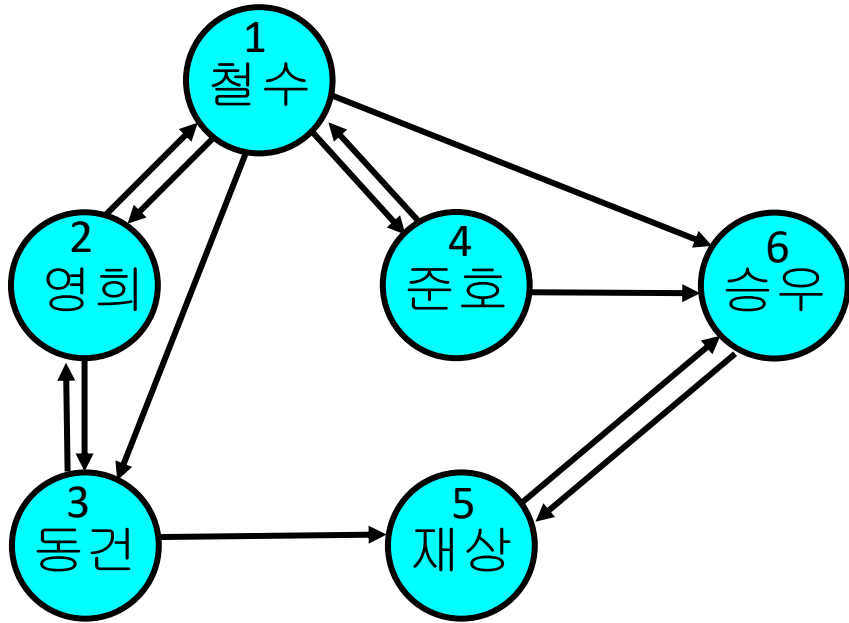
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬



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

가중치 있는 무향 그래프의 예

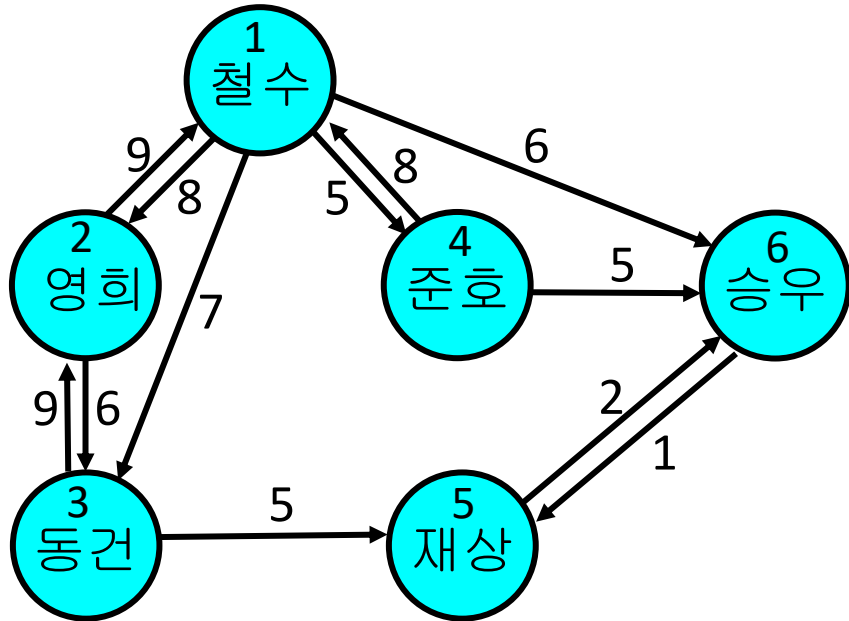
# 그래프(Graph) 의 표현 - 인접행렬



	1	2	3	4	5	6
1	0	1	1	1	0	1
2	1	0	1	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0
4	1	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	1	0

유향 그래프의 예

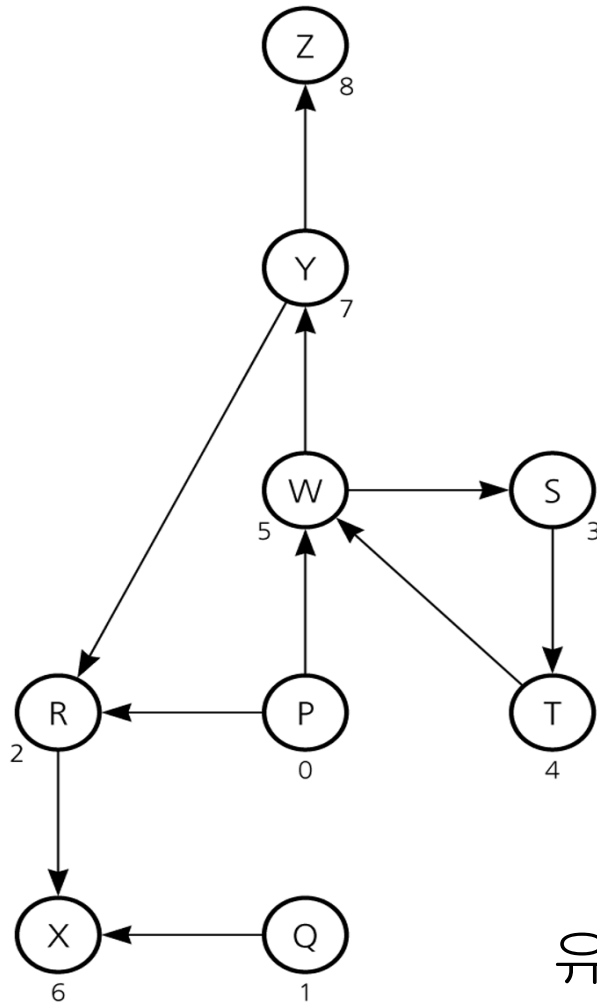
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬



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

가중치 있는 유형 그래프의 예

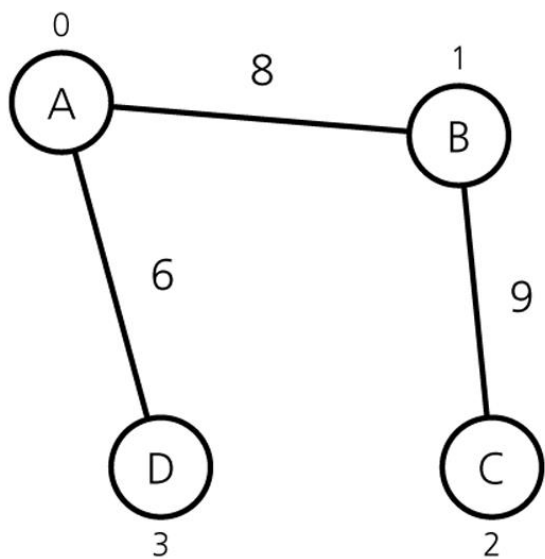
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬



		0	1	2	3	4	5	6	7	8
		P	Q	R	S	T	W	X	Y	Z
0	P	0	0	1	0	0	1	0	0	0
1	Q	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	R	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	S	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	T	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	W	0	0	0	1	0	0	0	1	0
6	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Y	0	0	1	0	0	0	0	0	1
8	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0

유형 그래프의 다른 예

# 그래프(Graph)의 표현 - 인접행렬



		0	1	2	3
		A	B	C	D
0	A	$\infty$	8	$\infty$	6
1	B	8	$\infty$	9	$\infty$
2	C	$\infty$	9	$\infty$	$\infty$
3	D	6	$\infty$	$\infty$	$\infty$

가중치 있는 그래프의 다른 예

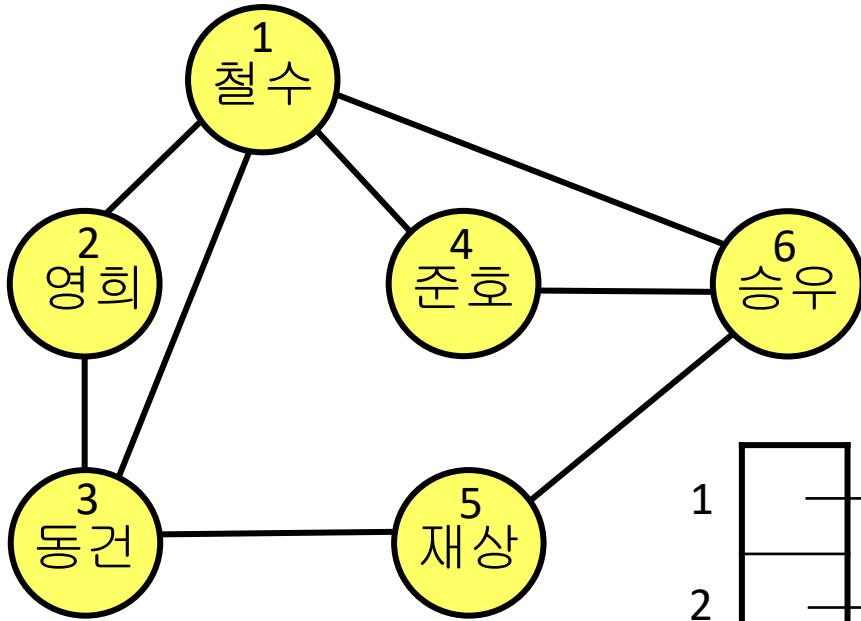
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접리스트

---

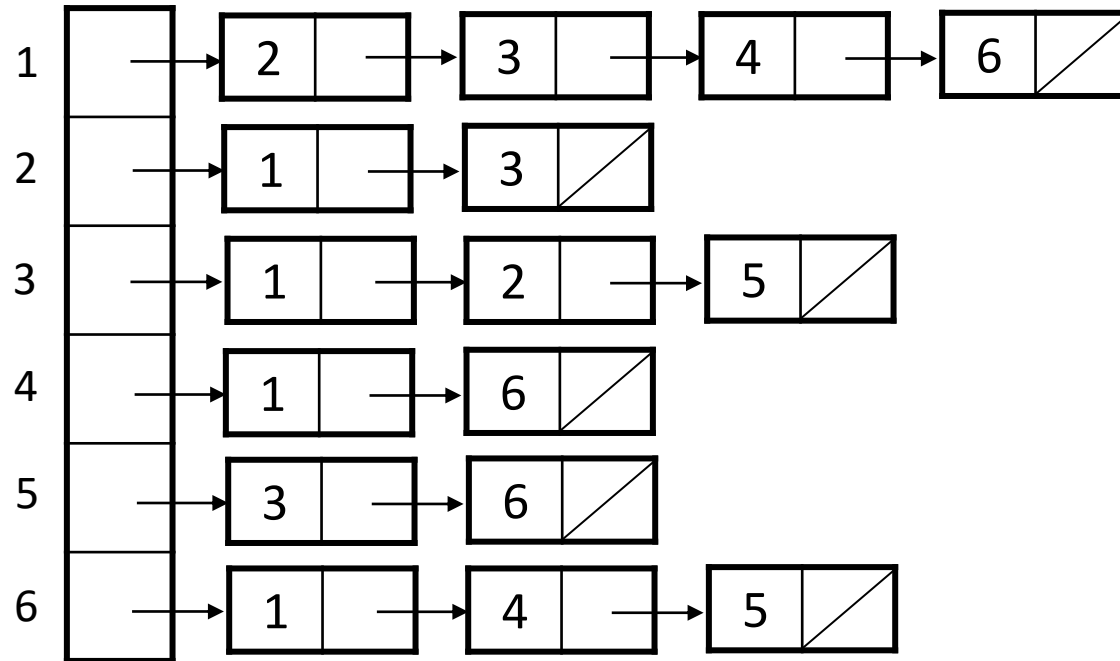
- 인접 리스트
  - $N$ 개의 연결 리스트로 표현
  - $i$ 번째 리스트는 정점  $i$ 에 인접한 정점들을 리스트로 연결해 놓음
  - 가중치 있는 그래프의 경우
    - 리스트에 가중치도 보관한다



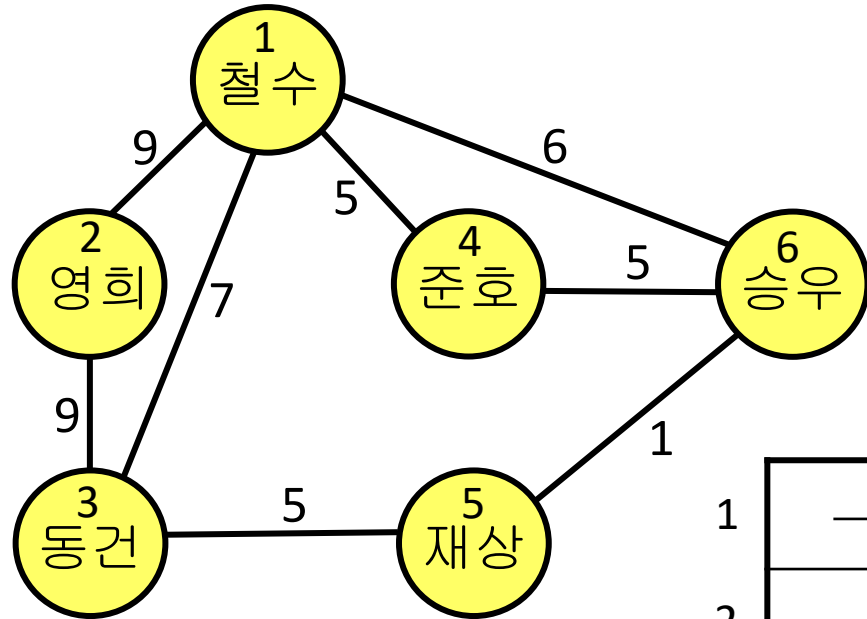
# 그래프(Graph)의 표현 - 인접리스트



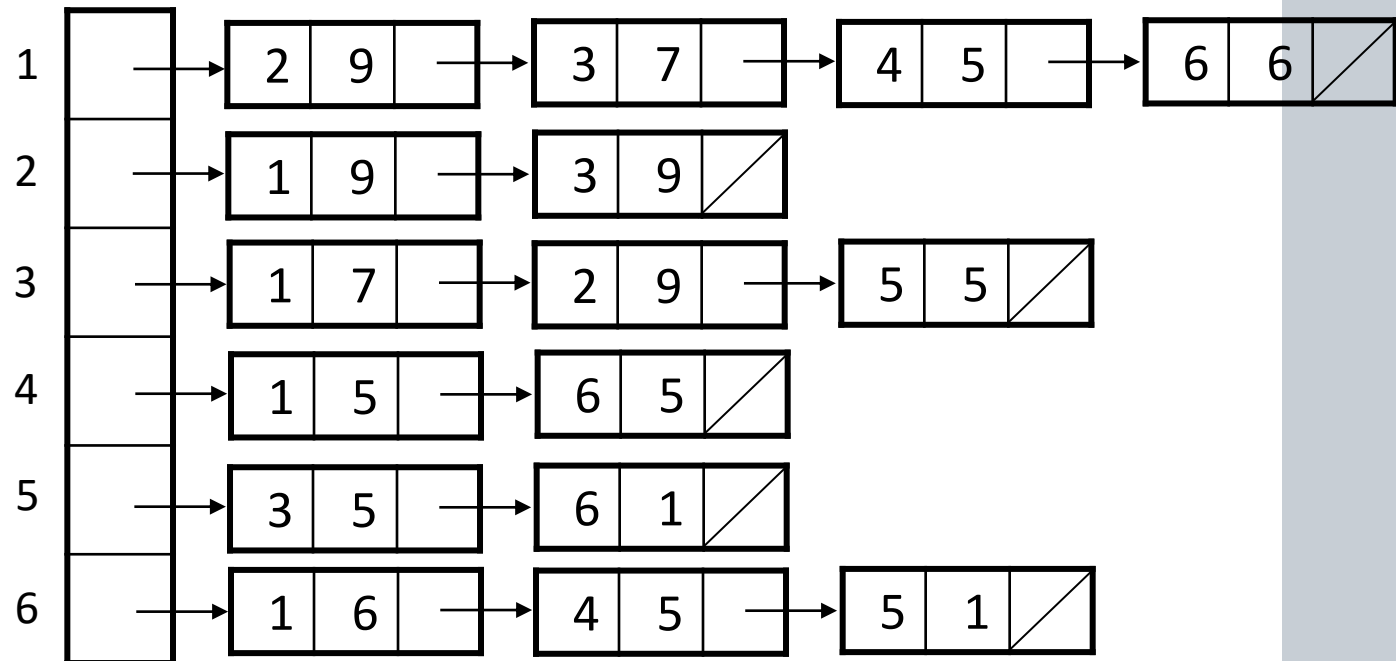
가중치 없는 무향 그래프의 예



# 그래프(Graph)의 표현 - 인접리스트



가중치 있는 그래프의 예

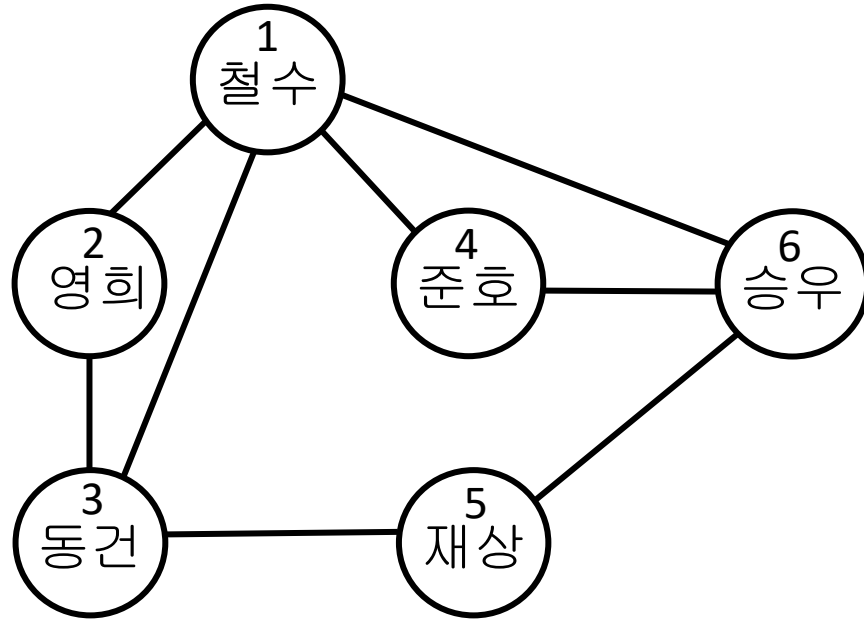


# 그래프(Graph)의 표현 - 인접배열

---

- 인접 배열
  - $N$ 개의 연결 배열로 표현
    - $i$ 번째 배열은 정점  $i$ 에 인접한 정점들을 집합
    - 가중치 있는 그래프의 경우
      - 배열에 가중치도 보관한다

# 그래프(Graph)의 표현 - 인접배열



각 정점에 인접한 정점 수

1	4	→	2	3	4	6
2	2	→	1	3		
3	3	→	1	2	5	6
4	2	→	1	6		
5	2	→	3	6		
6	3	→	1	4	5	

---

# 그래프 탐색

: BFS

: DFS

# 그래프(Graph)의 탐색

---

- 그래프에서 모든 정점 방문하기
- 대표적 두가지 방법
  - 너비우선탐색BFS (Breadth-First Search)
  - 깊이우선탐색DFS (Depth-First Search)
- 너무나 중요함
  - 그래프 알고리즘의 기본
  - DFS/BFS는 다 아는 듯이 보이지만 이해의 수준은 큰 차이가 난다
  - DFS/BFS는 **뱃속 깊이** 이해해야 좋은 그래프 알고리즘을 만들 수 있음

# Breadth First Search : 너비우선탐색

BFS(  $G, s$  )

{

**for each**  $v \in V - \{ s \}$

    visited[ $v$ ]  $\leftarrow$  NO;

  visited[ $s$ ]  $\leftarrow$  YES;     ▷  $s$  : 시작 정점

  enqueueer(  $Q, s$  );     ▷  $Q$  : 큐

**while** (  $Q \neq \phi$  ) {

$u \leftarrow$  dequeuer(  $Q$  );

**for each**  $v \in L(u)$  { ▷  $L(u)$  : 정점  $u$ 의 인접 리스트

**if** (visited[ $v$ ] = NO && isValid( $v$ ) ) **then**

        visited[ $v$ ]  $\leftarrow$  YES;

        enqueueer( $Q, v$ );

    }

  }

}

경계를 벗어나지  
않았는가?

✓ 수행 시간 :  $\theta(|V| + |E|)$

# Depth First Search : 깊이우선탐색

DFS( $G$ )

```
{  
    for each  $v \in V$   
        visited[ $v$ ]  $\leftarrow$  NO;  
    for each  $v \in V$   
        if (visited[ $v$ ] = NO) then aDFS( $v$ );  
}
```

aDFS ( $v$ )

```
{  
    visited[ $v$ ]  $\leftarrow$  YES;  
    for each  $x \in L(v)$   $\triangleright L(v)$  : 정점  $v$ 의 인접 리스트  
        if (visited[ $x$ ] = NO) then aDFS( $x$ );  
}
```

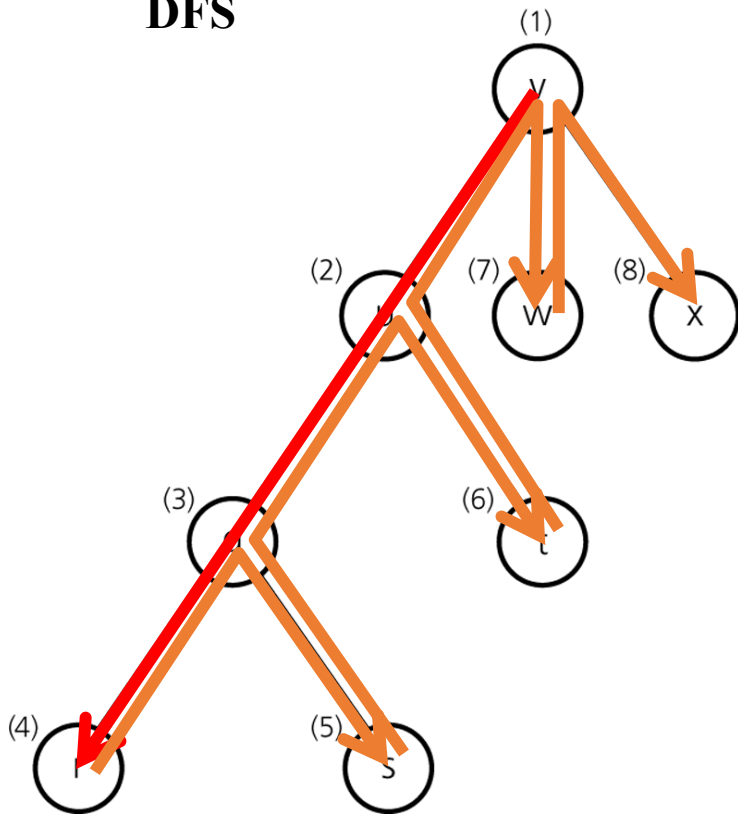
✓수행 시간:  $\Theta(|V|+|E|)$



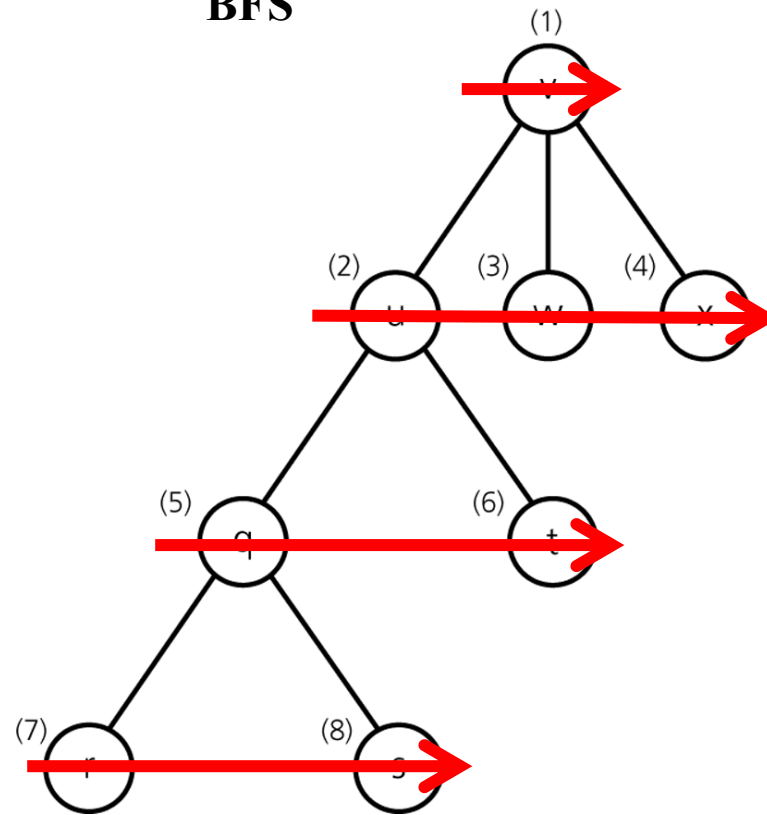
# 그래프(Graph)의 탐색 비교

동일한 트리를 각각 DFS/BFS로 방문하기

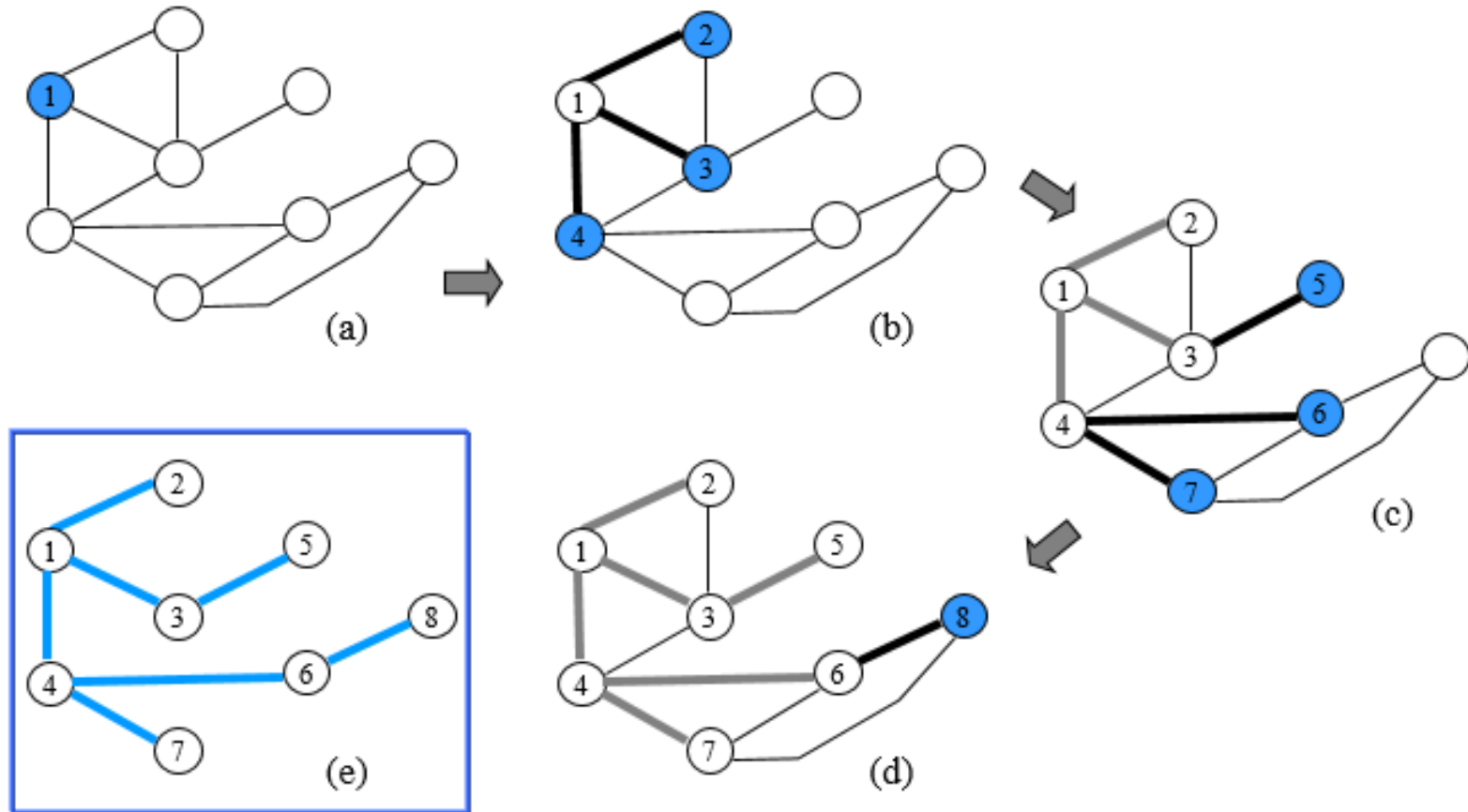
DFS



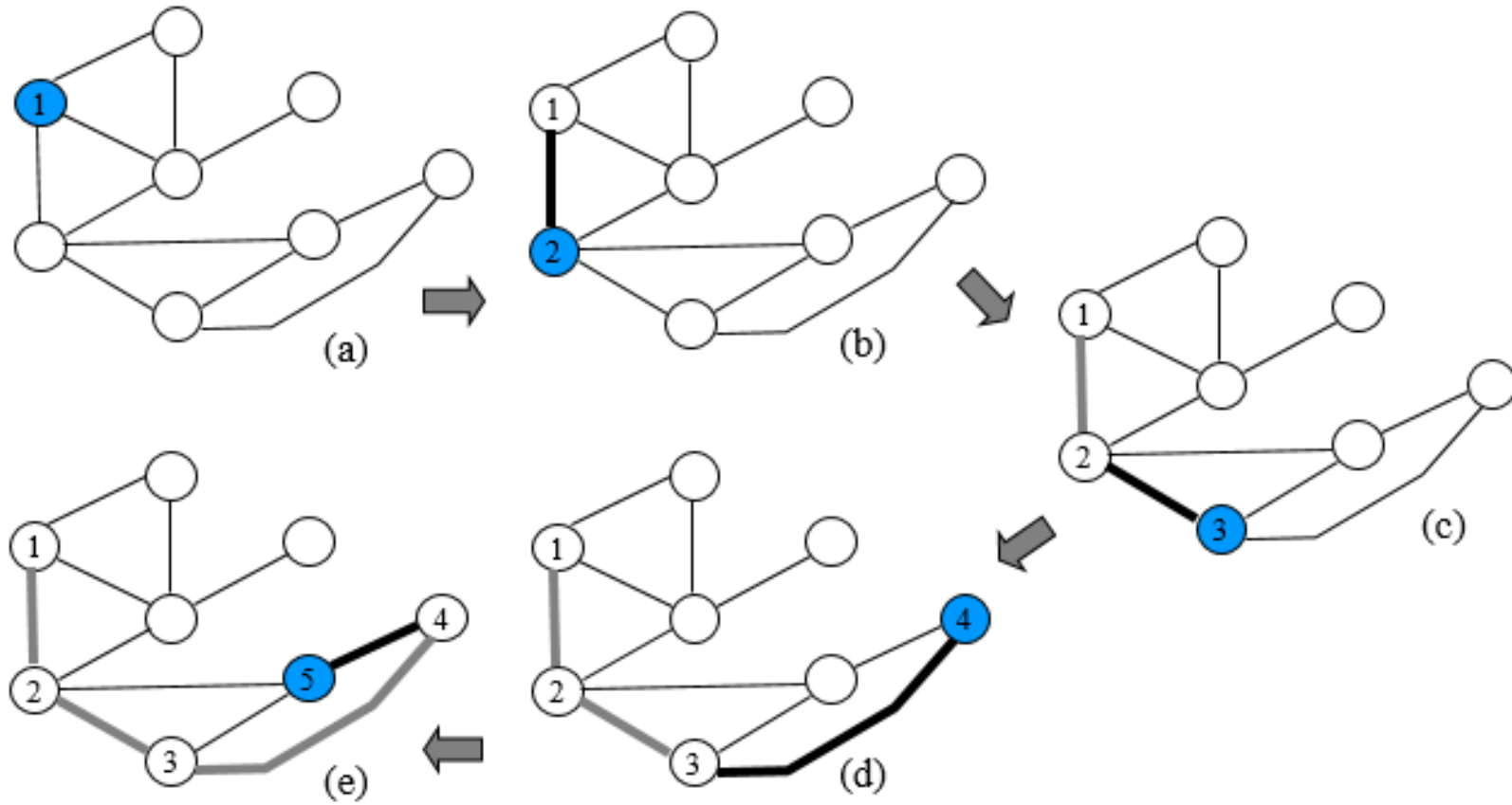
BFS



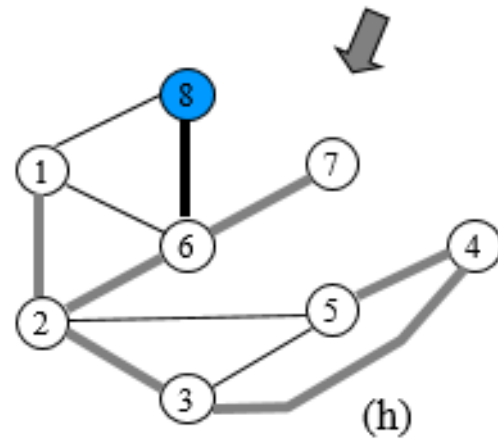
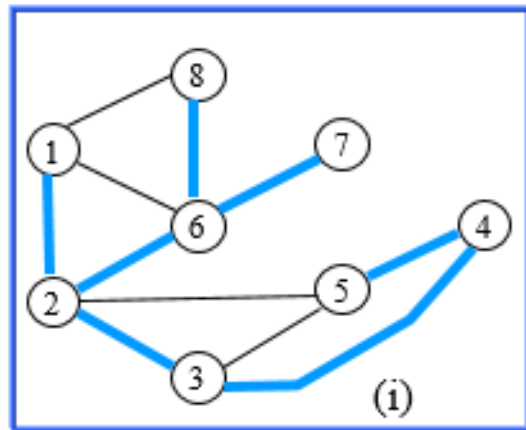
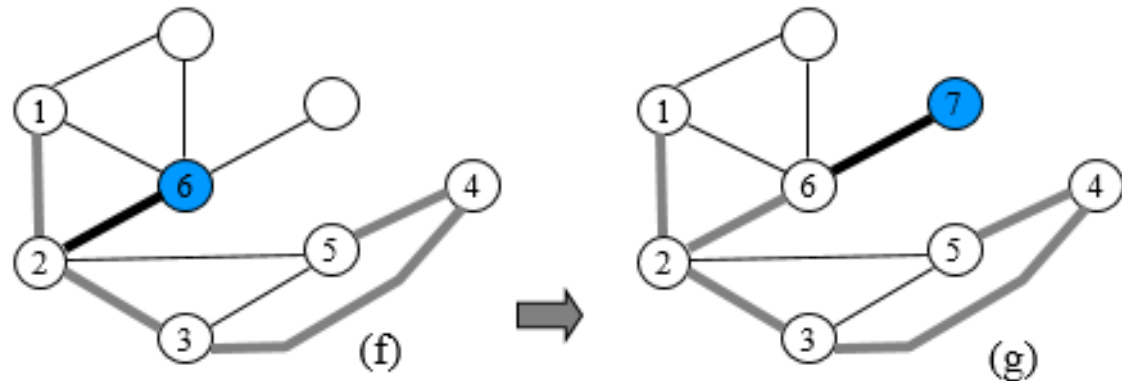
# BFS 작동 예



# DFS 작동 예



# DFS 작동 예



감사합니다.