

이주현

Graph

(주) 한컴에듀케이션

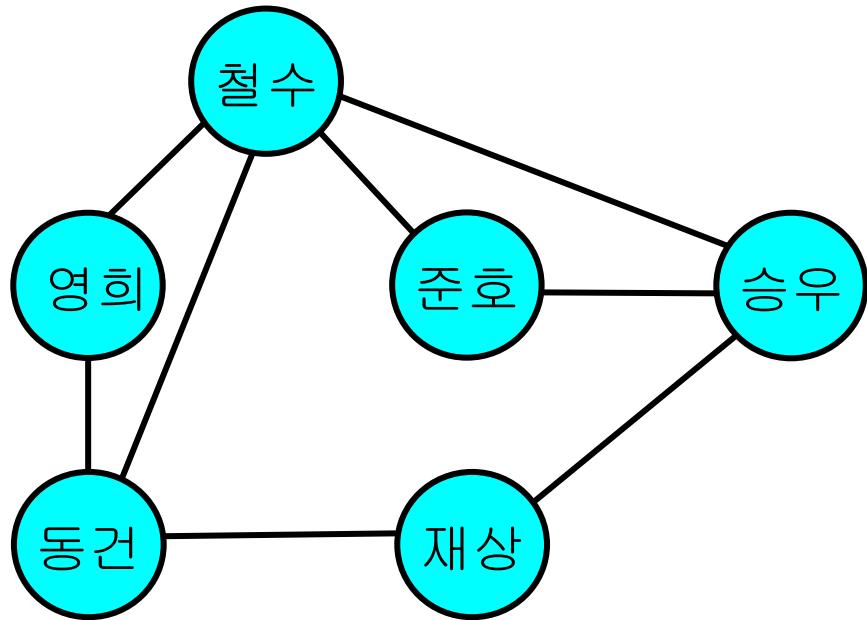
Graph

Concept

그래프(Graph)

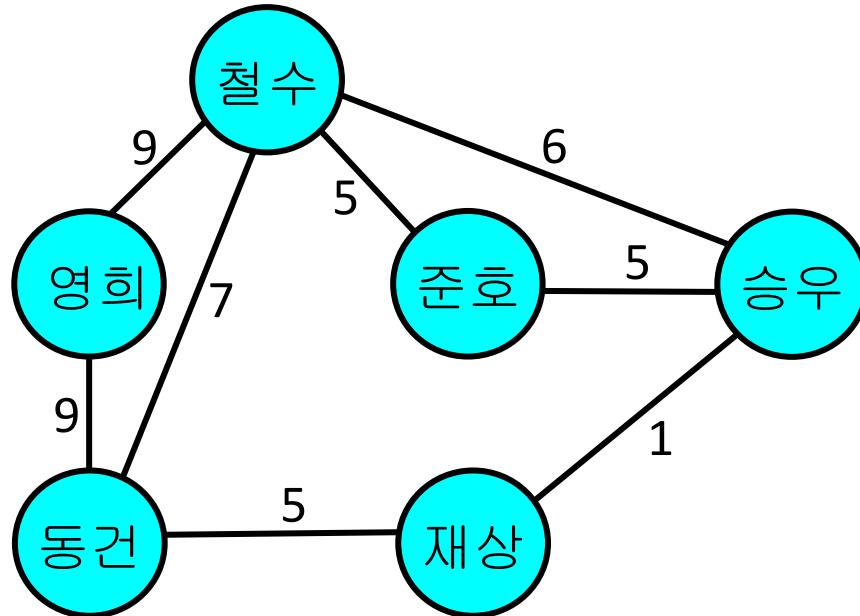
- 현상이나 사물을
정점(vertex, node, point)과
간선(edge, link)으로 표현한 것
- Graph $G = (V, E)$
 - V : 정점 집합
 - E : 간선 집합
- 두 정점이 간선으로 연결되어 있으면 인접adjacent하다고 한다
 - 간선은 두 정점의 관계를 나타낸다

그래프(Graph) 예



사람들간의 친분 관계를 나타낸 그래프

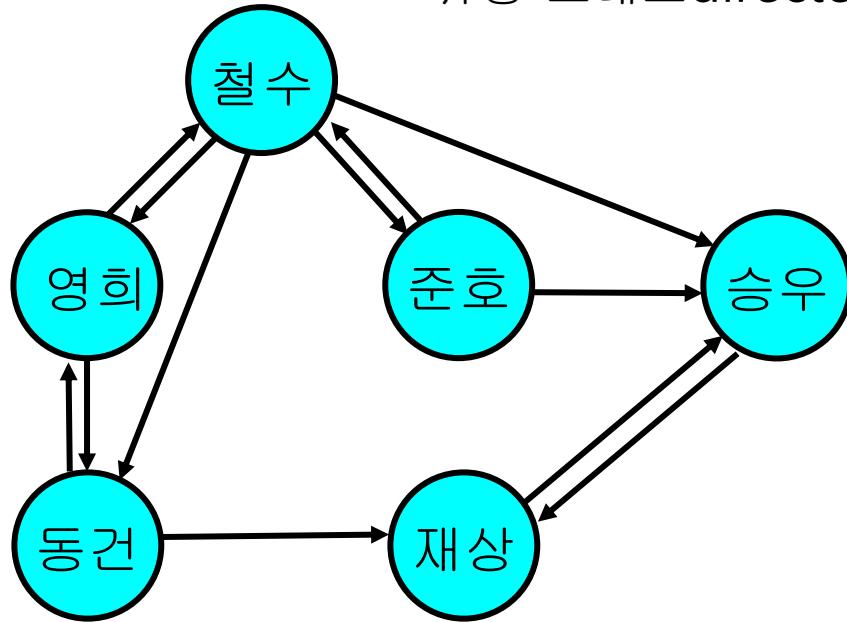
그래프(Graph) 예



친밀도를 가중치로 나타낸 친분관계 그래프

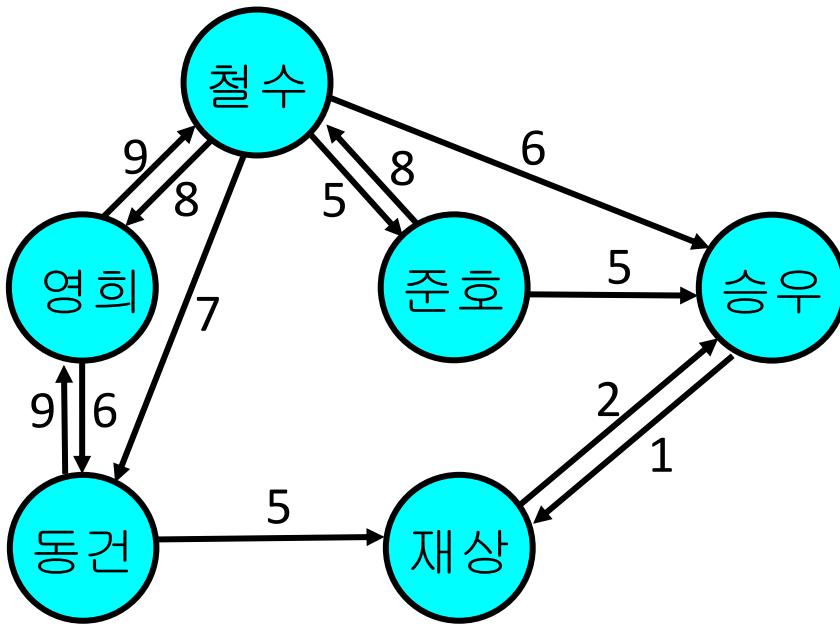
그래프(Graph) 예

유향 그래프 directed graph=digraph



방향을 고려한 친분관계 그래프

그래프(Graph) 예



가중치를 가진 유향 그래프

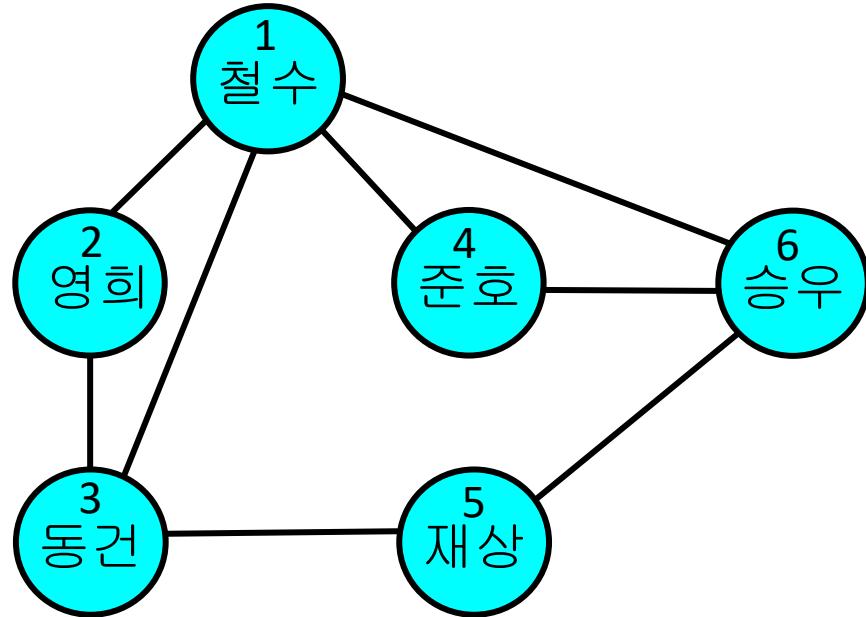
그래프의 표현

- : 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

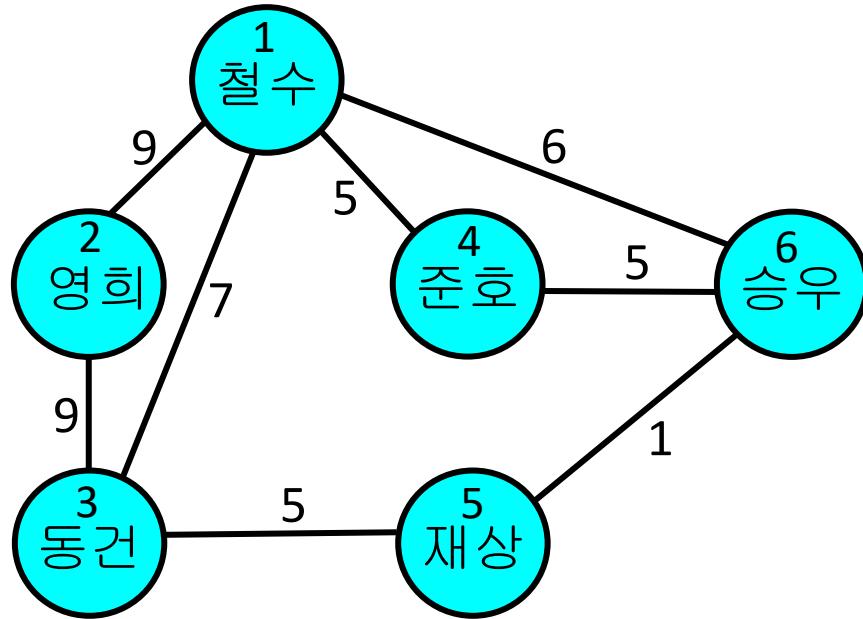
그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



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

무향 그래프의 예

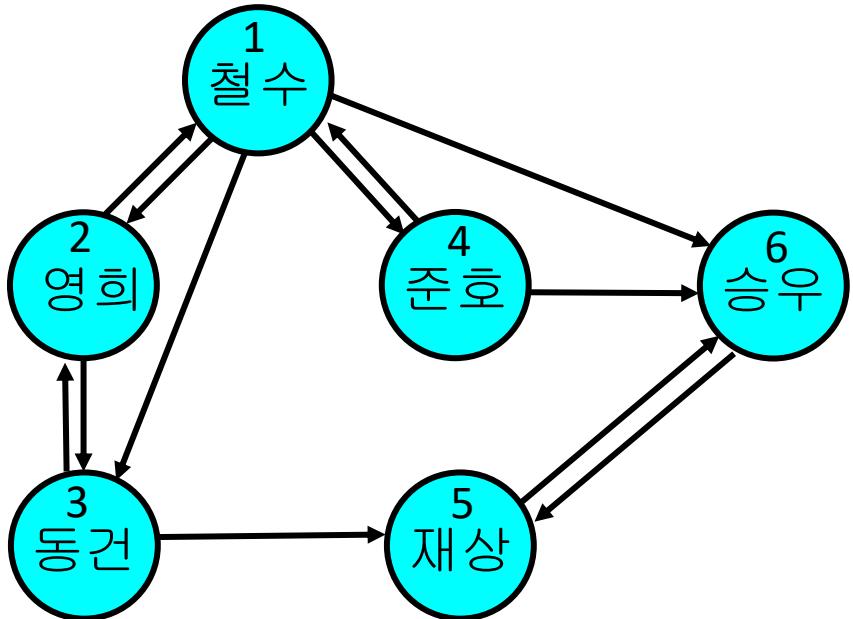
그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



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

가중치 있는 무향 그래프의 예

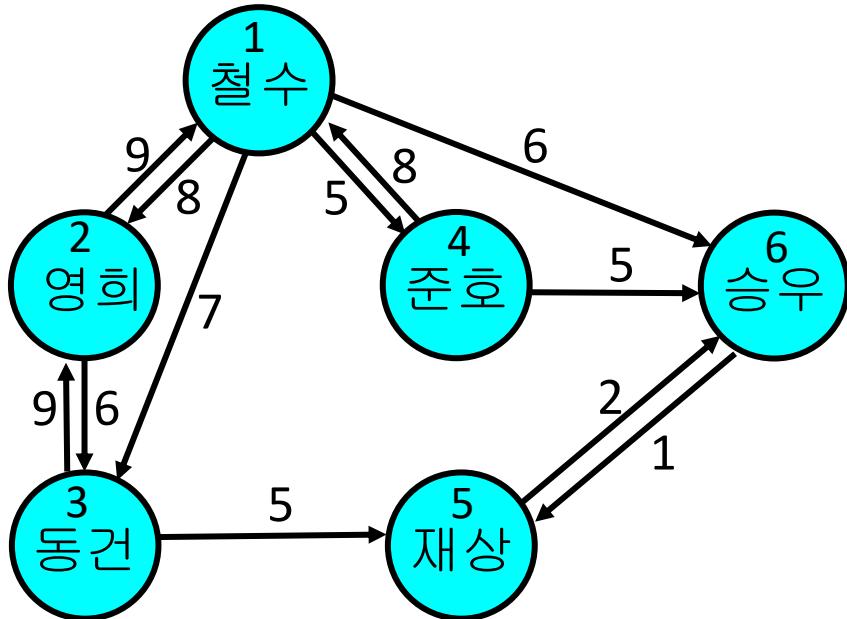
그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



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

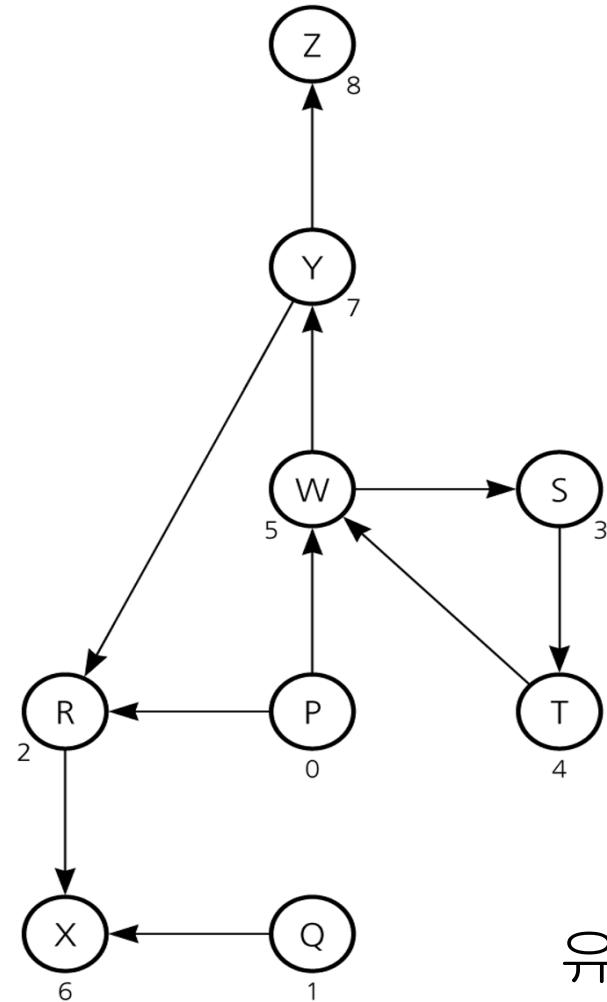
그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



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

가중치 있는 유향 그래프의 예

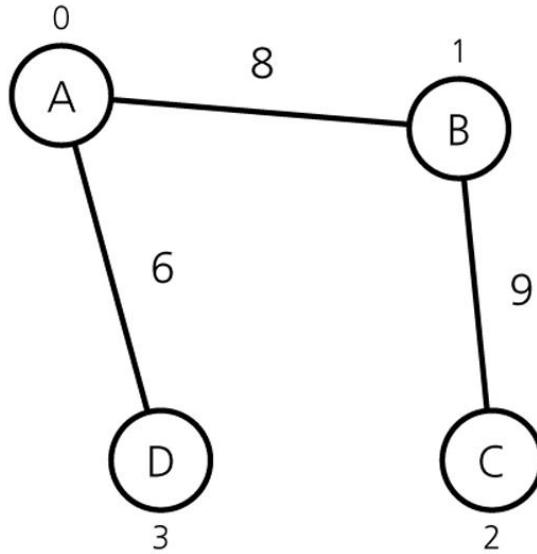
그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



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

유향 그래프의 다른 예

그래프(Graph)의 표현 – 인접행렬



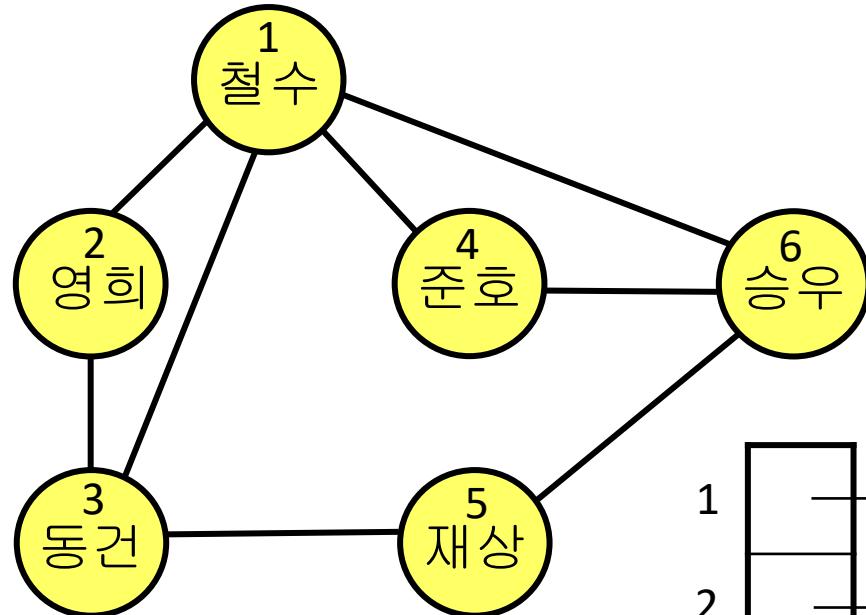
		0	1	2	3
		A	B	C	D
0	A	∞	8	∞	6
1	B	8	∞	9	∞
2	C	∞	9	∞	∞
3	D	6	∞	∞	∞

가중치 있는 그래프의 다른 예

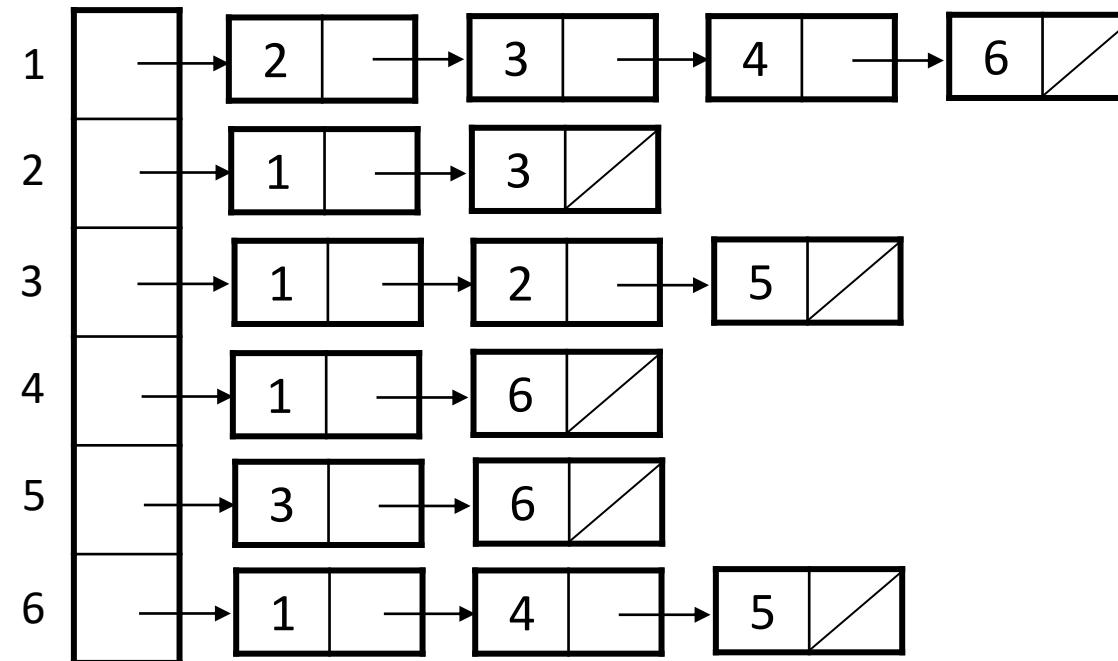
그래프(Graph)의 표현 – 인접리스트

- 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

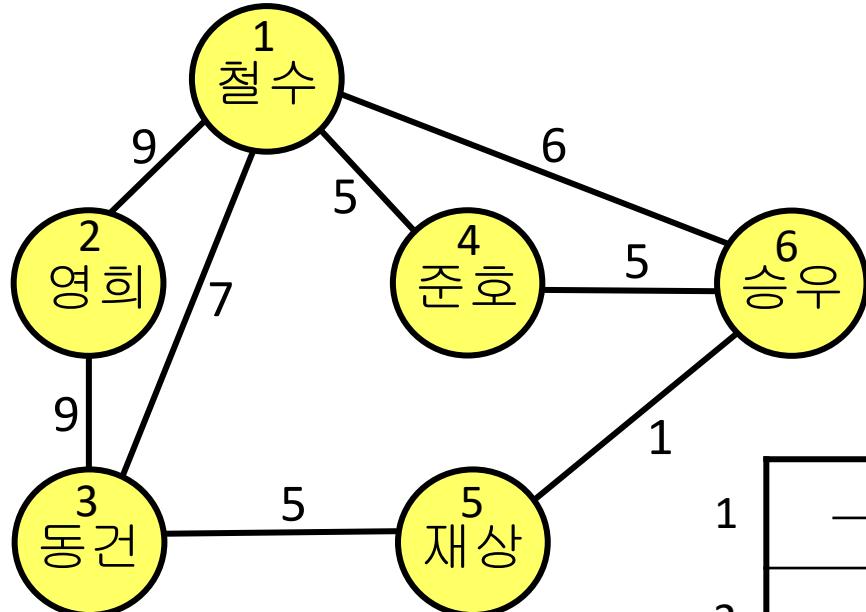
그래프(Graph)의 표현 – 인접리스트



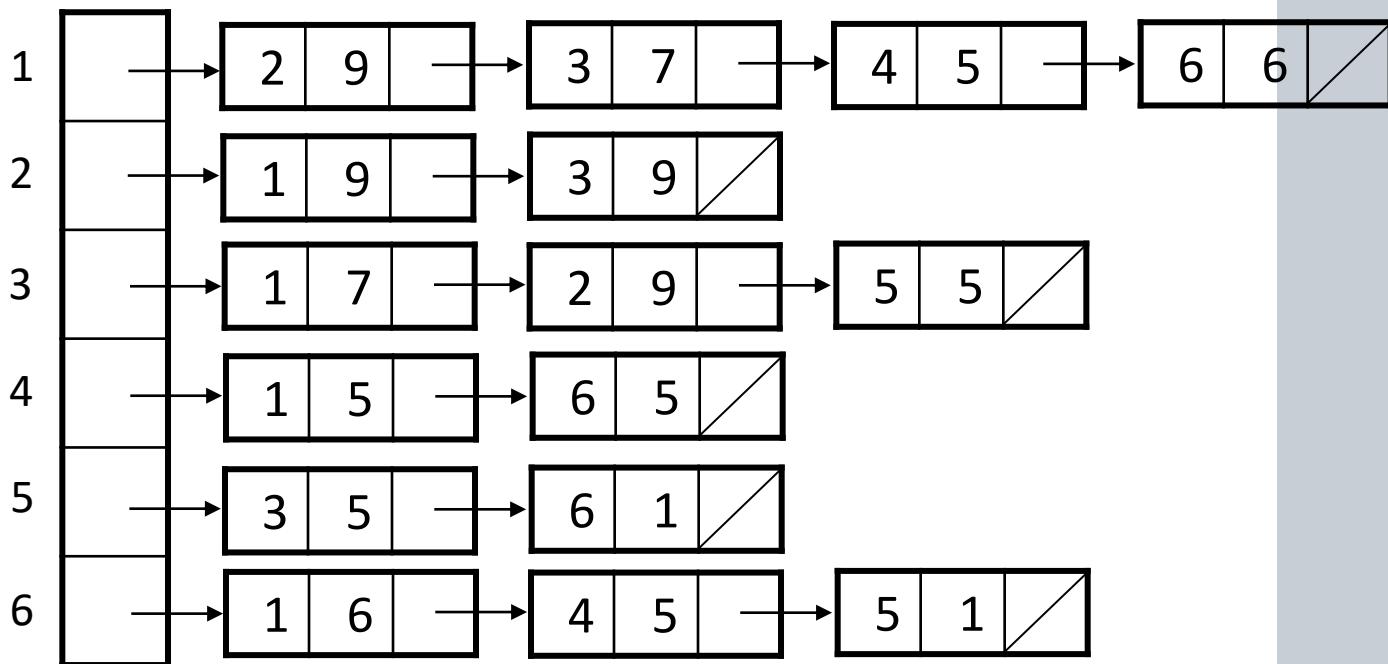
가중치 없는 무향 그래프의 예



그래프(Graph)의 표현 – 인접리스트



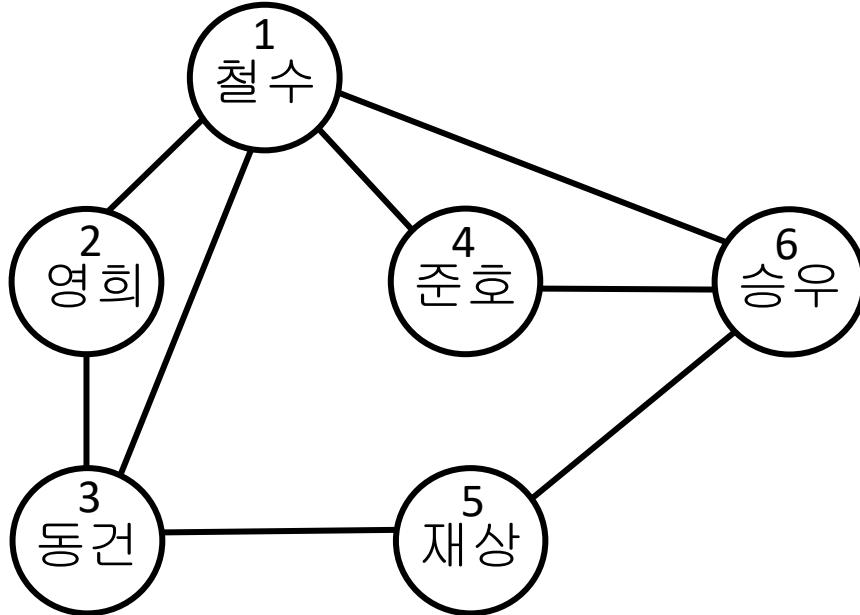
가중치 있는 그래프의 예



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 **뼛속 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

 enqueue(Q, s); ▷ Q : 큐

while ($Q \neq \emptyset$) {

$u \leftarrow$ dequeue(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;

 enqueue(Q, v);

 }

}

}

경계를 벗어나지
않았는가?

✓ 수행 시간 : $\theta(|V| + |E|)$

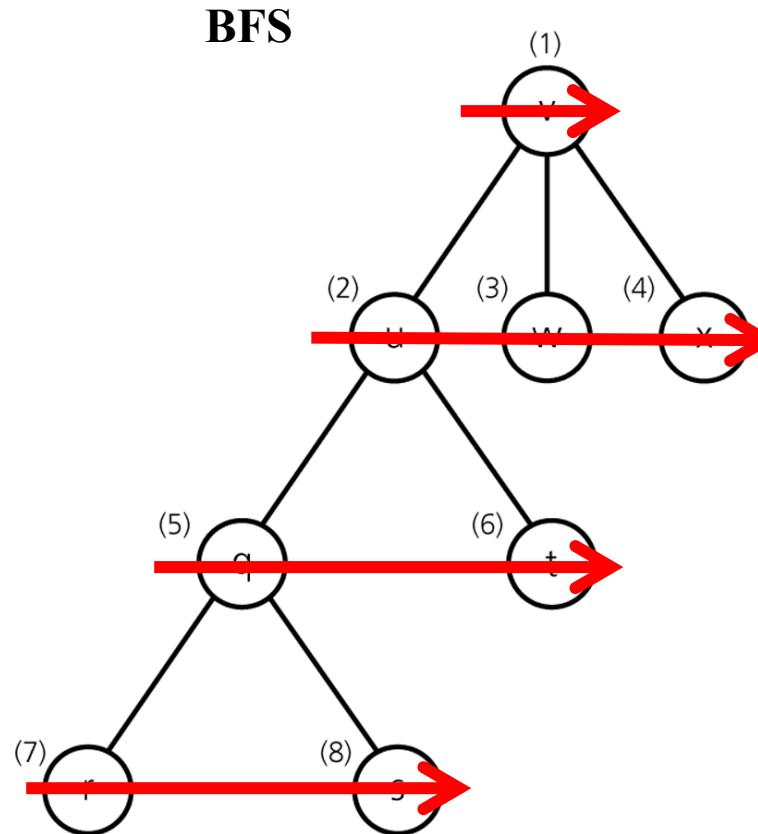
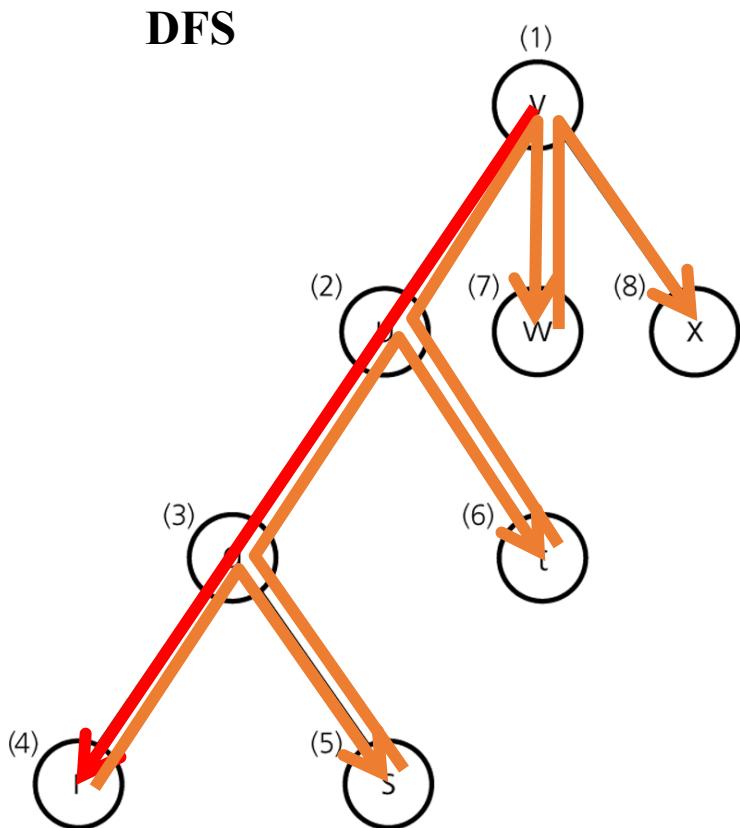
Depth First Search : 깊이우선탐색

```
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( $x$ );
}
```

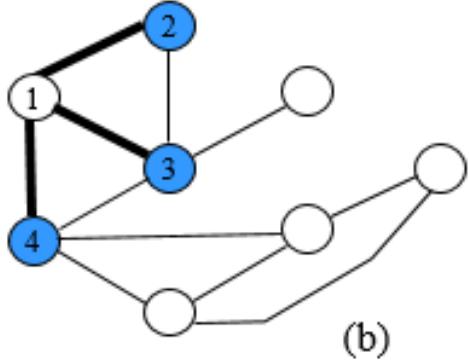
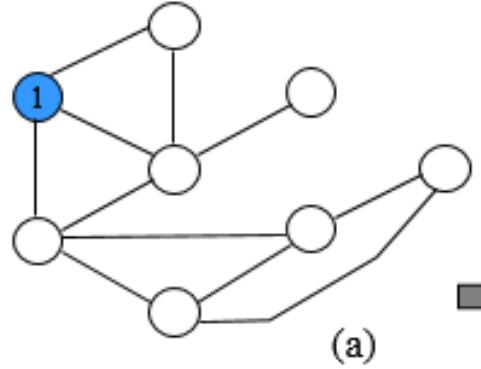
✓ 수행 시간: $\Theta(|V|+|E|)$

그래프(Graph)의 탐색 비교

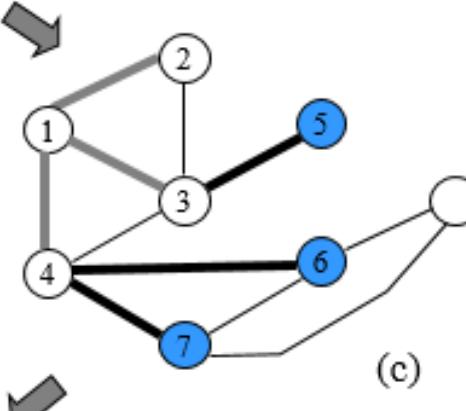
동일한 트리를 각각 DFS/BFS로 방문하기



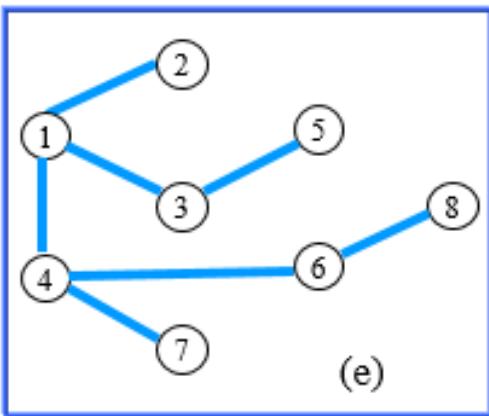
BFS 작동 예



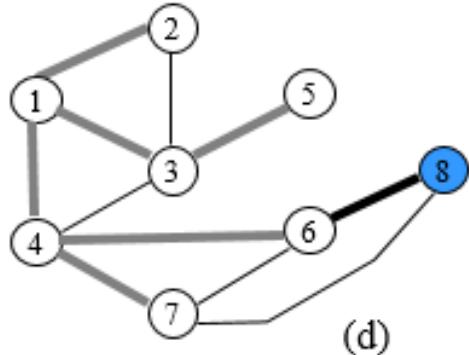
(b)



(c)

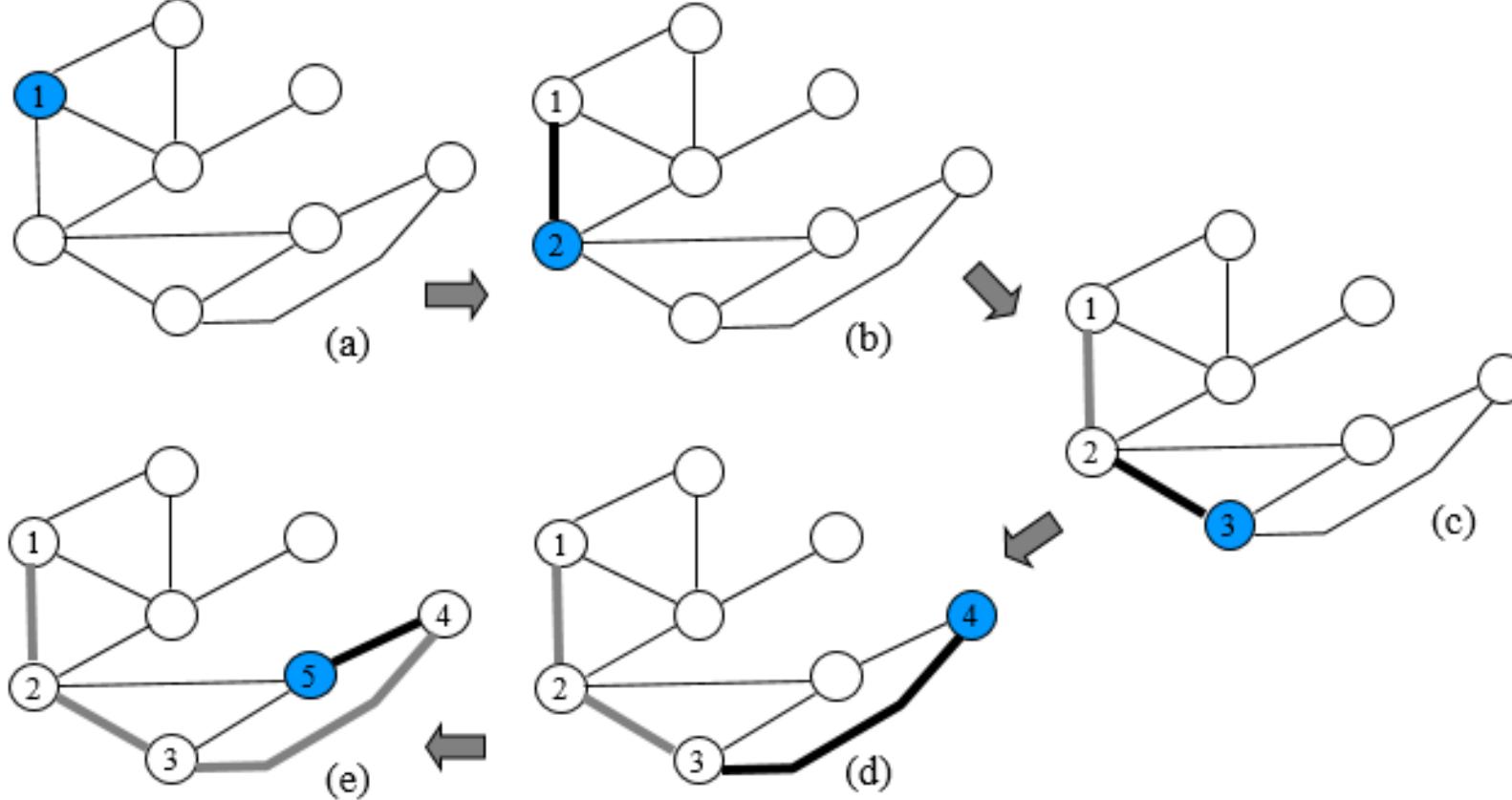


(e)

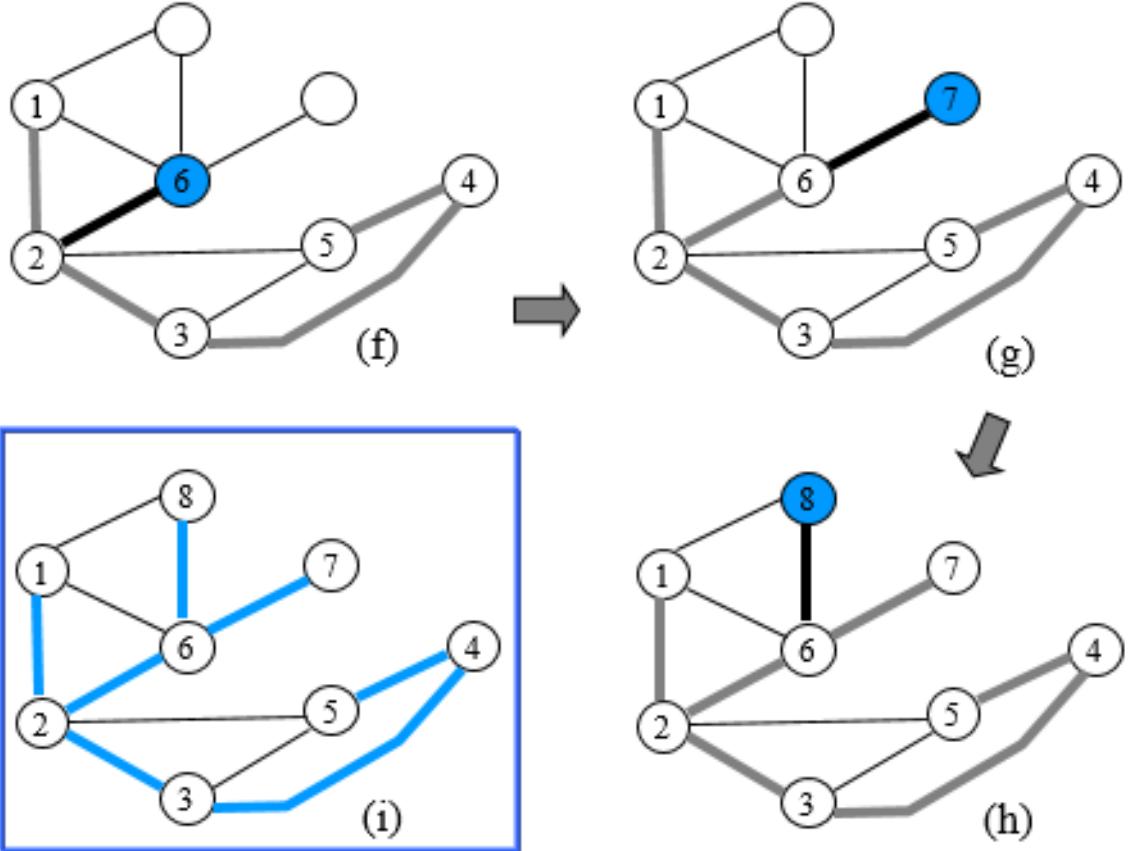


(d)

DFS 작동 예



DFS 작동 예



감사합니다.