

[8장 연습문제]

01. 그래프에 관한 다음 설명 중 옳은 문장은 몇 개인가?

- ㄱ. 무방향 그래프를 인접 행렬로 표현하면 항상 대칭인 행렬이 된다.
- ㄴ. 무방향 그래프에서 모든 정점의 차수(Degree)를 더하면 간선 수와 같다.
- ㄷ. 정점이 v 개인 무방향 완전 그래프의 간선 수는 v^2 개이다.
- ㄹ. 정점이 v 개, 간선이 e 개인 그래프를 인접 행렬로 표현하면 필요한 메모리는 $O(v + e)$ 이다.
- ㅁ. 인접 행렬로 표현된 정점이 v 개, 간선이 e 개인 무방향 그래프에서 너비 우선 탐색의 수행 시간은 $O(v^2)$ 이다.

- ① 1개 ② 2개 ③ 3개 ④ 4개

02. 그래프는 정점(Vertex) 집합 V 와 간선(Edge) 집합 E 로 이루어진다. 정점이 a, b, c 세 개 존재하고 간선이 a 와 b 사이에 하나, b 와 c 사이에 하나 존재한다고 할 때, 정점 집합 V 는 $V = \{a, b, c\}$ 와 같은 형태로 표현하고, 간선 집합 E 는 $E = \{(a, b), (b, c)\}$ 와 같이 나타낸다고 하자. 정점 집합과 간선 집합을 이용한 그래프 표현으로 옳은 것은?

- ① $V = \{a, b, c, d, e, f\}$, $E = \{(a, b), (b, c), (c, a)\}$
- ② $V = \{a, a, c\}$, $E = \{(a, c), (a, a), (b, b)\}$
- ③ $V = \{a, c\}$, $E = \{(a, b), (a, c), (b, c)\}$
- ④ $V = \{a, b, c, d\}$, $E = \{(b, a), (d, b), (e, a)\}$

03. n 개의 노드로 구성된 무방향 그래프의 최대 간선 수는?

- ① $n - 1$ ② $n / 2$
③ $n(n - 1) / 2$ ④ $n(n + 1)$

04. 그래프의 깊이 우선 탐색에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

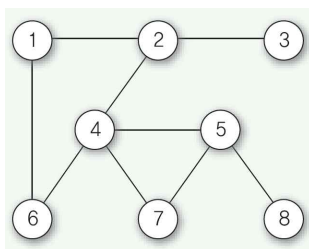
- ① 그래프의 연결 요소를 구하기 위해 깊이 우선 탐색을 사용할 수 있다.
- ② 연결 그래프의 신장 트리를 구하기 위해 깊이 우선 탐색을 사용할 수 있다.
- ③ 최소 비용 신장 트리를 구하는 크루스칼 알고리즘은 깊이 우선 탐색을 사용한 다.
- ④ 그래프의 임의의 노드에서 깊이 우선 탐색을 시작할 수 있다.

05. 다음 인접 행렬로 표시되는 그래프 $G = (V, E)$ 는? (단, False는 from에서 to까지의 간선이 없고, True는 from에서 to까지의 간선이 있음을 의미한다.)

from \ to	a	b	c	d
a	False	False	True	False
b	True	False	False	False
c	False	False	False	True
d	True	False	True	False

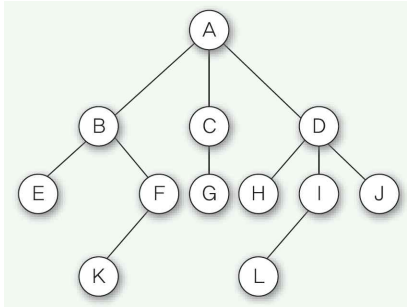
- ① $V = \{a, b, c, d\}$, $E = \{<b, a>, <a, c>, <d, b>, <b, b>, <c, d>\}$
- ② $V = \{a, b, c, d\}$, $E = \{<a, b>, <b, a>, <a, c>, <d, c>, <c, d>\}$
- ③ $V = \{a, b, c, d\}$, $E = \{<b, a>, <a, c>, <d, c>, <d, a>, <c, d>\}$
- ④ $V = \{a, b, c, d\}$, $E = \{<b, a>, <a, c>, <d, b>, <d, a>, <a, d>\}$

06. 다음과 같은 그래프에서 노드 1부터 시작하여 깊이 우선 탐색을 수행할 경우 나타날 수 없는 순서는?



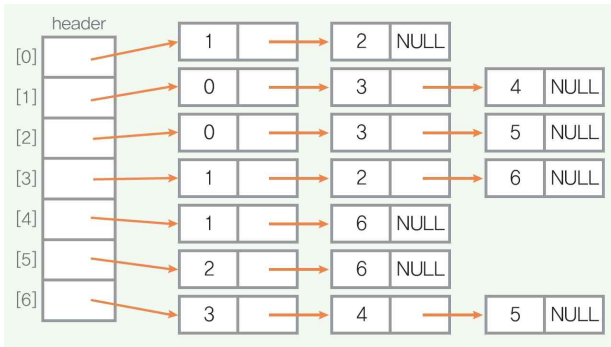
- ① 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8
- ② 1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 5 - 8
- ③ 1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 5 - 7 - 8
- ④ 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 8 - 6

07. 깊이 우선 탐색 알고리즘을 적용하여 아래의 트리를 탐색할 때 방문 순서를 옳게 나타낸 것은?



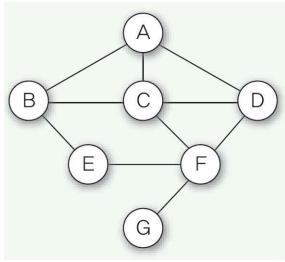
- ① A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L
- ② A-B-E-F-K-C-G-D-H-I-L-J
- ③ A-B-E-K-F-C-G-D-H-I-L-J
- ④ A-E-K-F-B-G-C-H-L-I-J-D
- ⑤ A-K-L-E-F-G-H-I-J-B-C-D

08. 다음 인접 리스트로 표현된 그래프를 깊이 우선 탐색으로 순회하고자 한다. 정점 0부터 시작한 순회 순서는?



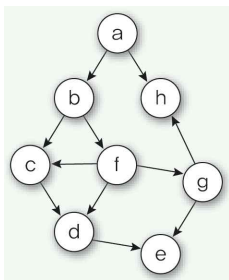
- ① 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6
- ② 0, 1, 3, 2, 4, 6, 5
- ③ 0, 1, 3, 2, 5, 6, 4
- ④ 0, 1, 3, 2, 5, 4, 6

09. 다음 그래프에서 정점 A를 선택하여 깊이 우선 탐색으로 운행한 결과는?



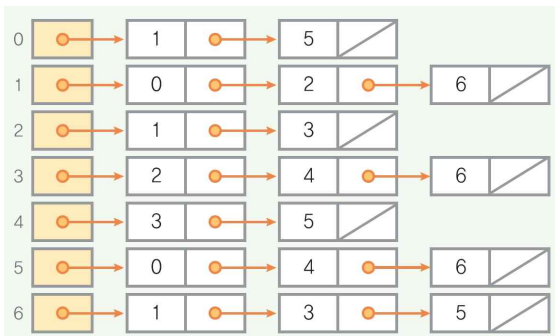
- ① ABECDFG ② ABECFDG
③ ABCDEFG ④ ABEFGCD

10. 다음 방향성 그래프에서 정점 a부터 시작하는 너비 우선 탐색을 수행하는 경우, 여섯 번째로 방문될 수 있는 정점은? (단, 정점 a는 첫 번째 방문 노드라고 가정한다.)



- ① e ② f ③ g ④ h

11. 다음과 같은 인접 리스트로 표현된 그래프에 대해 노드 2를 시작 정점으로 너비 우선 탐색을 수행했을 때 노드 방문 순서를 올바르게 나열한 것은?



- ① $2 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 6$

- ② $2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 0 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$
- ③ $2 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 3$
- ④ $2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 0 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 5$

12. 가중치 그래프의 최소 비용 신장 트리에 대한 설명으로 옳은 것은?

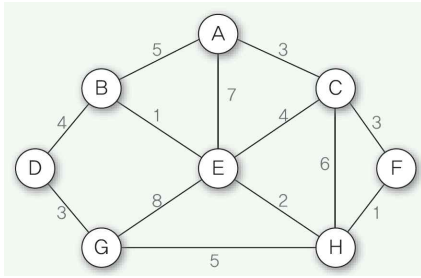
- ① 그래프에 존재하는 임의의 사이클을 구성하는 간선(Edge) 중 가중치가 가장 낮은 간선은 항상 이 그래프의 최소 비용 신장 트리에 포함된다.
- ② 다익스트라 최단 경로 알고리즘을 수행한 다음 만들어지는 신장 트리는 항상 최소 비용 신장 트리이다.
- ③ 임의의 그래프에 대해 서로 다른 최소 비용 신장 트리는 항상 두 개 이상 존재한다.
- ④ 간선의 가중치값이 서로 다르고 최소 비용 신장 트리가 존재하는 경우, 가중치값이 가장 작은 간선은 항상 최소 비용 신장 트리에 포함된다.

13. 다음과 같은 재귀적(Recursive) 그래프 탐색 알고리즘을 반복적(Iterative) 알고리즘으로 구현하고자 한다. 그래프가 인접 리스트에 저장되어 있다고 가정할 때, 구현하기 위해 필요한 자료구조와 전체 그래프를 순회하는 알고리즘의 시간 복잡도를 옳게 나타낸 것은? (단, 정점 집합은 V , 간선 집합은 E 라고 가정한다.)

```
void search(vertex v) {
    visited[v] = 1;
    for each vertex w adjacent to v
        if (!visited[w]) search(w);
}
```

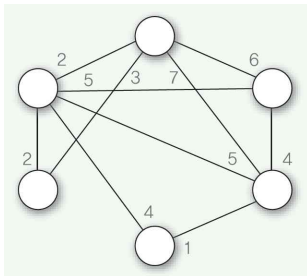
- ① queue, $O(|E|)$
- ② stack, $O(|V|^2)$
- ③ stack, $O(|V|+|E|)$
- ④ queue, $O(|V|^2)$

14. 다음 그래프의 정점 A에서 시작하여 프림 알고리즘을 적용하여 최소 신장 트리를 구축하고자 할 때, 설명으로 옳지 않은 것은?



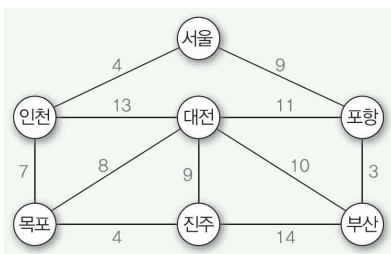
- ① 우선순위 큐(히프)를 활용하여 구현한다.
- ② 탐욕(Greedy) 기법을 이용한 알고리즘이다.
- ③ 마지막으로 선택되는 정점은 G이다.
- ④ 구축된 최소 신장 트리의 최소 비용은 16이다.

15. 다음 그래프를 이용해 크루스칼 알고리즘을 적용하였을 때, 생성된 최소 비용 신장 트리의 비용은?



- ① 11
- ② 12
- ③ 13
- ④ 14

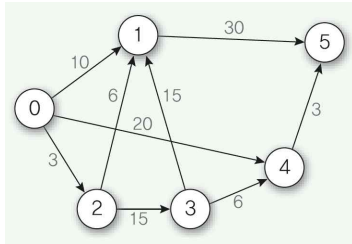
16. 다음은 우리나라의 주요 도시를 연결하는 초고속철도를 건설하기 위한 지도를 그래프로 표현한 것이다. 최소 비용 신장 트리를 구하는 크루스칼 알고리즘을 이용해 초고속철도를 건설하려고 한다. 네 번째로 건설해야 할 구간은?



- ① 포항 ↔ 부산
③ 서울 ↔ 인천

- ② 진주 ↔ 부산
④ 인천 ↔ 목포

17. 다음 그래프는 각 정점 사이의 거리를 간선에 나타낸 것이다. 정점 0에서 각 정점 1, 2, 3, 4, 5까지의 최단 경로를 다익스트라 최단 경로 알고리즘으로 구할 때, 최단 경로가 발견된 정점의 순서로 옳은 것은?



- ① 0, 2, 3, 1, 5, 4
③ 0, 2, 4, 1, 3, 5

- ② 0, 2, 1, 3, 4, 5
④ 0, 1, 5, 2, 3, 4

18. 다음 인접 행렬은 도시 사이의 경로값을 나타낸 것이다. 서울에서 안양, 서울에서 인천, 서울에서 수원, 서울에서 대전까지 각 최단 경로값을 구하고자 한다. 각각 최단 경로값의 합으로 옳은 것은? (단, ∞ 는 두 도시 간의 연결이 없음을 의미한다.)

	서울	안양	인천	수원	대전
서울	0	10	20	25	∞
안양	10	0	15	13	∞
인천	20	15	0	20	40
수원	25	13	20	0	30
대전	∞	∞	40	30	0

- ① 66

- ② 85

- ③ 106

- ④ 110

19. 다음 행렬은 정점이 일곱 개인 그래프의 간선 사이 거리를 나타낸다. 다익스트라 알고리즘을 적용하여 정점 A로부터 나머지 정점들까지 최단 경로를 찾을 때, 이에 해당하는 정점의 순서는? (단, ∞ 는 두 정점 간에 해당 간선이 없음)

의미한다.)

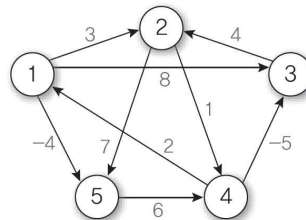
	A	B	C	D	E	F	G
A	0	4	9	∞	∞	∞	∞
B	4	0	4	10	∞	∞	∞
C	9	4	0	∞	8	∞	1
D	∞	10	∞	0	2	5	∞
E	∞	∞	8	2	0	∞	6
F	∞	∞	∞	5	∞	0	3
G	∞	∞	1	∞	6	3	0

- ① $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$
- ② $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow F$
- ③ $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow D$
- ④ $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow F \rightarrow D \rightarrow E$

20. 그래프에서 모든 정점 사이의 최단 경로 비용을 구하기 위한 플로이드 알고리즘은 다음 식으로 표현된다. 이 식에서 $\text{cost}[i][j]$ 는 정점 i 에서 정점 j 로 가는 간선의 가중치를 나타내며, $A^k[i][j]$ 는 k 보다 더 큰 인덱스를 갖는 정점을 통과하지 않으면서 i 에서 j 까지 갈 수 있는 최단 경로 비용을 나타낸다. 다음 그래프에 대해 행렬 A^2 의 값은?

$$A^k[i][j] = \min\{A^{k-1}[i][j], A^{k-1}[i][k] + A^{k-1}[k][j]\}, k > 0$$

$$A^0[i][j] = \text{cost}[i][j]$$



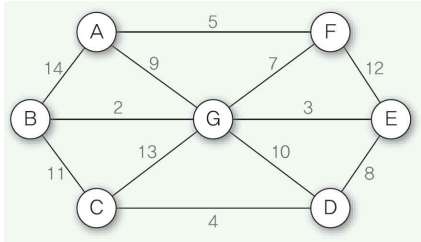
① $\begin{pmatrix} 0 & 3 & 8 & 4 & -4 \\ \infty & 0 & \infty & 1 & 7 \\ \infty & 4 & 0 & 5 & 11 \\ 2 & -1 & -5 & 0 & -2 \\ \infty & \infty & \infty & 6 & 0 \end{pmatrix}$

② $\begin{pmatrix} 0 & 3 & 8 & \infty & -4 \\ \infty & 0 & \infty & 1 & 7 \\ \infty & 4 & 0 & \infty & \infty \\ 2 & \infty & -5 & 0 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 6 & 0 \end{pmatrix}$

③ $\begin{pmatrix} 0 & 3 & 8 & 4 & -4 \\ \infty & 0 & \infty & 1 & 7 \\ \infty & 4 & 0 & 5 & 11 \\ 2 & 5 & -5 & 0 & -2 \\ \infty & \infty & \infty & 6 & 0 \end{pmatrix}$

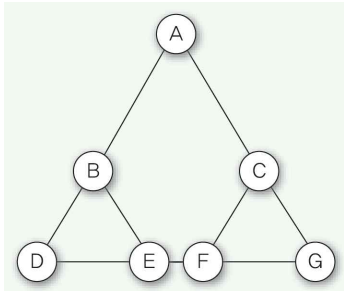
④ $\begin{pmatrix} 0 & 1 & -3 & 2 & -4 \\ 3 & 0 & -4 & 1 & -1 \\ 7 & 4 & 0 & 5 & 3 \\ 2 & -1 & -5 & 0 & -2 \\ 8 & 5 & 1 & 6 & 0 \end{pmatrix}$

21. 다음과 같이 신도시 일곱 곳의 도로 공사를 최소 비용으로 설계할 때, 다음 물
음에 답하시오. (단, 노드는 도시 이름을 나타내고 간선은 공사 비용이다.)

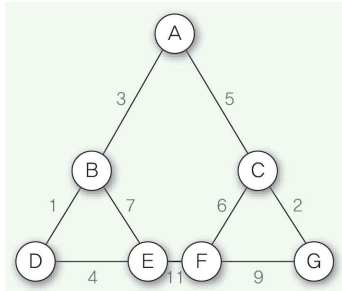


- (가) MST(Minimal Spanning Tree)의 개념에 대해 설명하시오.
- (나) 위 그래프의 비용 인접 리스트를 도식화하시오.
- (다) 프림 알고리즘을 이용해 MST를 구하는 절차를 나타내시오. 단, 시작 노드는 A
이다.
- (라) 크루스칼 알고리즘을 이용해 MST를 구하는 절차를 나타내시오.

22. 다음 그래프의 깊이 우선 신장 트리와 너비 우선 신장 트리를 구하시오. 시작
정점은 A이다.



23. 다음 가중치 그래프에 대한 최소 비용 신장 트리를 구하시오.



- (가) 크루스칼 알고리즘 I을 이용해 최소 비용 신장 트리를 구하시오.
- (나) 크루스칼 알고리즘 II를 이용해 최소 비용 신장 트리를 구하시오.
- (다) 프림 알고리즘을 이용해 최소 비용 신장 트리를 구하시오. 시작 정점은 A이다.

24. 최단 경로를 구하는 다익스트라 최단 경로 알고리즘과 플로이드 최단 경로 알고리즘을 비교하여 설명하시오.