



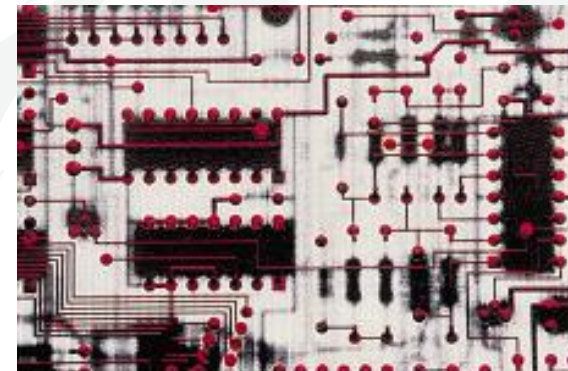
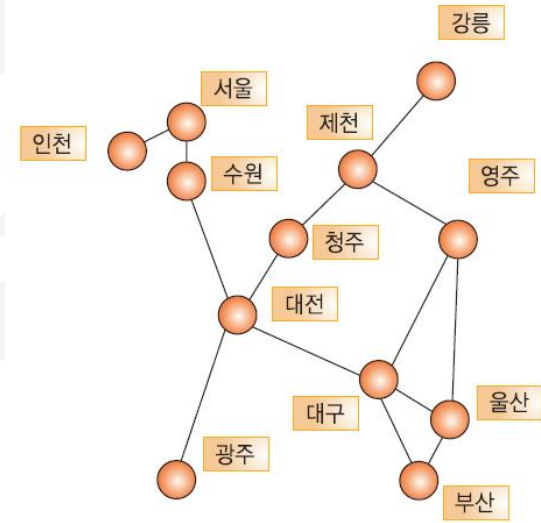
CSE2010 자료구조론

Week 9: Graph 1

ICT융합학부 한진영

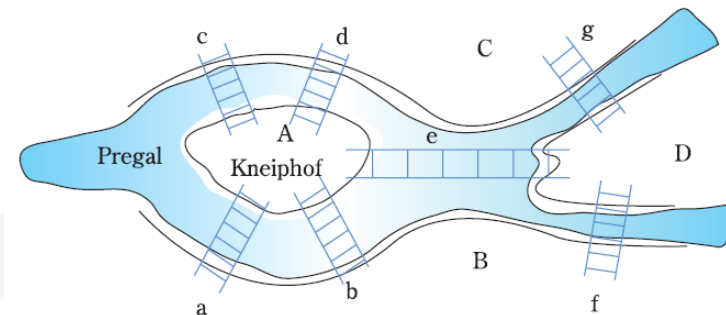
그래프(Graph)란?

- 연결되어 있는 객체 간의 관계를 표현하는 자료구조
- 가장 일반적인 자료구조 형태
 - 우리가 배운 트리(tree)도 그래프의 특수한 경우임
- 예:
 - 전기회로의 소자 간 연결 상태
 - 운영체제의 프로세스와 자원 관계
 - 큰 프로젝트에서 작은 프로젝트 간의 우선 순위
 - 지도에서 도시들의 연결 상태

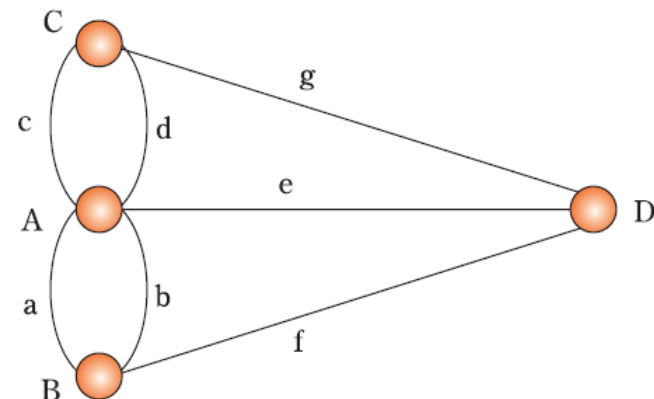


그래프 역사

- 1800년대 오일러에 의하여 창안
- 오일러 문제
 - 모든 다리를 한번만 건너서 처음 출발했던 장소로 돌아오는 문제
- A,B,C,D 지역의 연결 관계 표현
 - 위치: 정점(node)
 - 다리: 간선(edge)
- 오일러 정리
 - 모든 정점에 연결된 간선의 수가 짝수이면 오일러 경로 존재함
 - 따라서 그래프 (b)에는 오일러 경로가 존재하지 않음



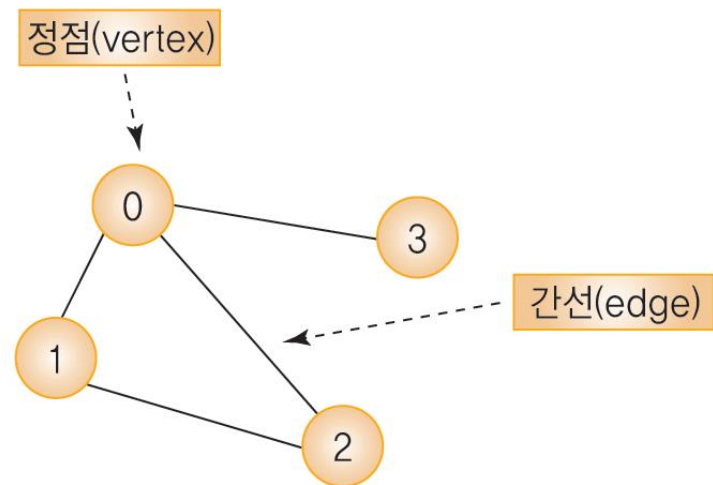
(a) 모든 다리를 한 번만 건너 돌아오는 경로 문제



(b) 문제 (a)의 그래프 표현

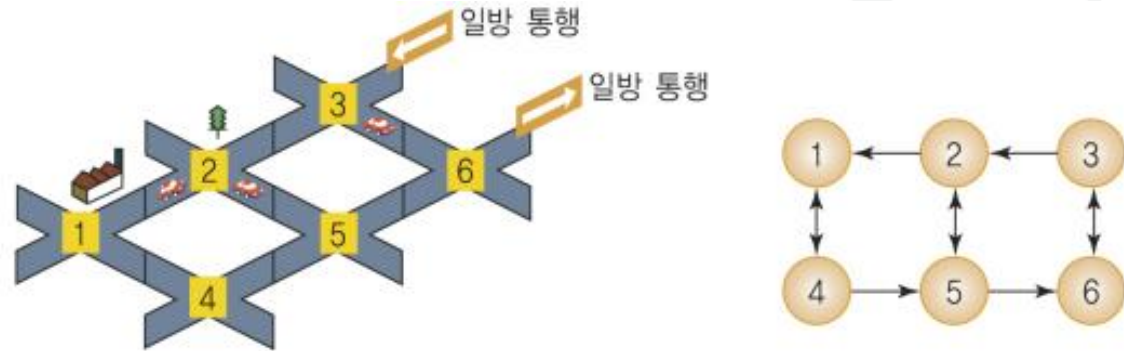
그래프 정의

- 그래프 G 는 (V, E) 로 표시
- 정점(vertices)
 - 여러 가지 특성을 가질 수 있는 객체 의미
 - $V(G)$: 그래프 G 의 정점들의 집합
 - 노드(node)라고도 불림
- 간선(edge)
 - 정점들 간의 관계 의미
 - $E(G)$: 그래프 G 의 간선들의 집합
 - 링크(link)라고도 불림

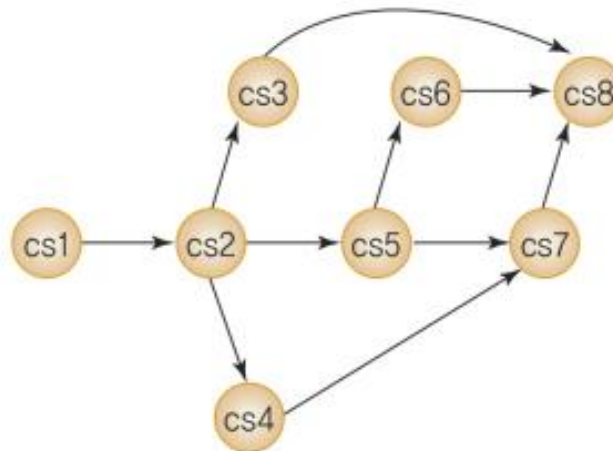


그래프로 표현할 수 있는 것(1)

■ 도로망

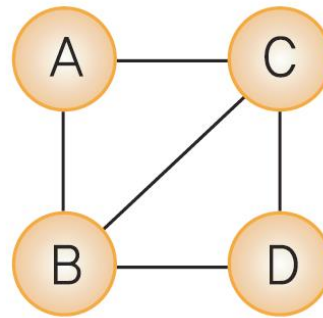
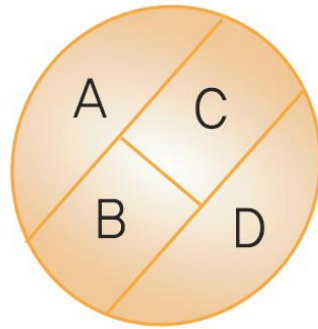


■ 선수 과목 관계



그래프로 표현할 수 있는 것(2)

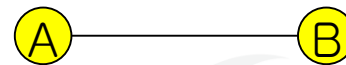
- 영역간 인접 관계



그래프 종류

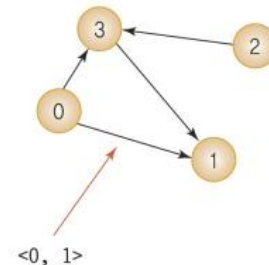
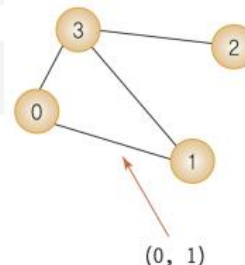
■ 무방향 그래프(undirected graph)

- 무방향 간선(undirected edge)만 사용
- 간선을 통해서 양방향으로 갈 수 있음
- (A, B) 와 같이 정점의 쌍으로 표현
- $(A, B) = (B, A)$



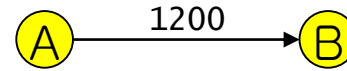
■ 방향 그래프(directed graph)

- 방향 간선(directed edge)만 사용
- 간선을 통해서 한쪽 방향으로만 갈 수 있음
- $\langle A, B \rangle$ 와 같이 정점의 쌍으로 표현
- $\langle A, B \rangle \neq \langle B, A \rangle$



가중치 그래프

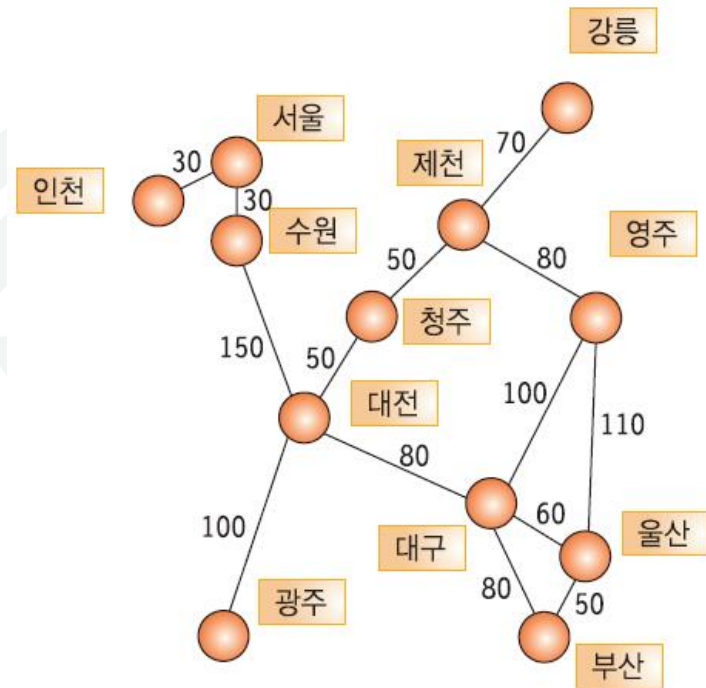
■ 가중치 그래프(weighted graph)



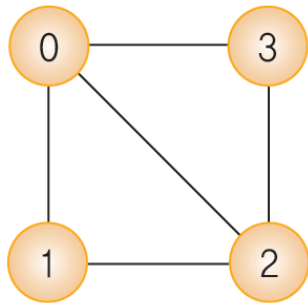
- 간선에 비용(cost)이나 가중치(weight)가 할당된 그래프

■ 가중치 그래프 예

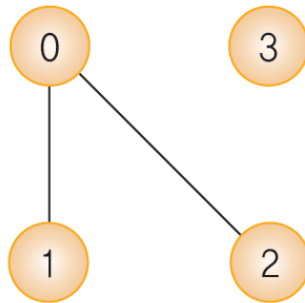
- 정점: 각 도시를 의미
- 간선: 도시를 연결하는 도로 의미
- 가중치: 도로의 길이



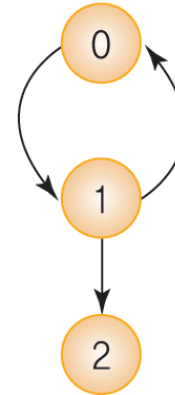
그래프 표현의 예



G1



G2

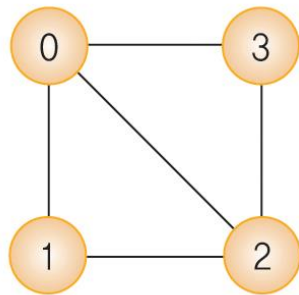


G3

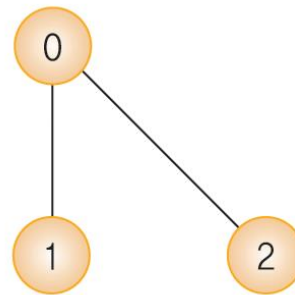
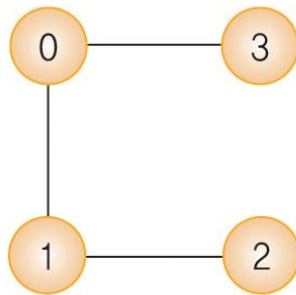
- $V(G1) = \{0, 1, 2, 3\},$ $E(G1) = \{(0, 1), (0, 2), (0, 3), (1, 2), (2, 3)\}$
- $V(G2) = \{0, 1, 2, 3\},$ $E(G2) = \{(0, 1), (0, 2)\}$
- $V(G3) = \{0, 1, 2\},$ $E(G3) = \{<0, 1>, <1, 0>, <1, 2>\}$

부분 그래프(Sub Graph)

- 정점 집합 $V(G)$ 와 간선 집합 $E(G)$ 의 부분 집합으로 이루어진 그래프
- 그래프 G_1 의 부분 그래프들

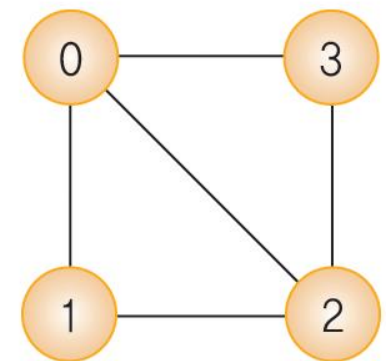


G_1



그래프 차수(1)

- 인접 정점(adjacent vertex)
 - 하나의 정점에서 간선에 의해 직접 연결된 정점
 - G1에서 정점 0의 인접 정점: 정점 1, 정점 2, 정점 3
- 무방향 그래프의 차수(degree)
 - 하나의 정점에 연결된 다른 정점의 수
 - G1에서 정점 0의 차수: 3
 - 무방향 그래프의 모든 차수의 합은 간선 수의 2배
 - G1의 차수의 합: 10
 - G1의 간선의 합: 5

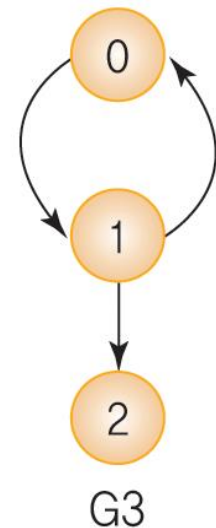


G1

그래프 차수(2)

■ 방향 그래프의 차수(degree)

- 진입 차수(in-degree): 외부에서 오는 간선의 수
- 진출 차수(out-degree): 외부로 향하는 간선의 수
- G3에서 정점 1의 차수: 진입차수 1, 진출차수 2
- 방향 그래프의 모든 진입(진출) 차수의 합은 간선의 수
 - G3의 진입 차수의 합: 3
 - G3의 진출 차수의 합: 3
 - G3의 간선 합: 3



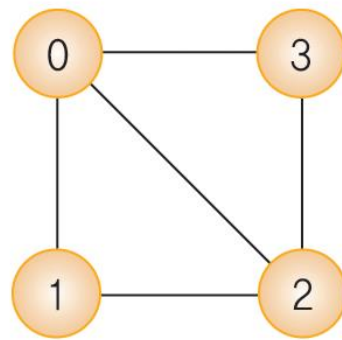
그래프 경로(1)

- 무방향 그래프의 정점 s 로부터 정점 e 까지의 경로
 - 정점의 나열 $s, v_1, v_2, \dots, v_k, e$
 - 나열된 정점들 간에 반드시 간선 $(s, v_1), (v_1, v_2), \dots, (v_k, e)$ 존재
- 방향 그래프의 정점 s 로부터 정점 e 까지의 경로
 - 정점의 나열 $s, v_1, v_2, \dots, v_k, e$
 - 나열된 정점들 간에 반드시 간선 $\langle s, v_1 \rangle, \langle v_1, v_2 \rangle, \dots, \langle v_k, e \rangle$ 존재
- 경로의 길이(length)
 - 경로를 구성하는데 사용된 간선의 수
- 단순 경로(simple path)
 - 경로 중에서 반복되는 간선이 없는 경로
- 사이클(cycle)
 - 단순 경로의 시작 정점과 종료 정점이 동일한 경로

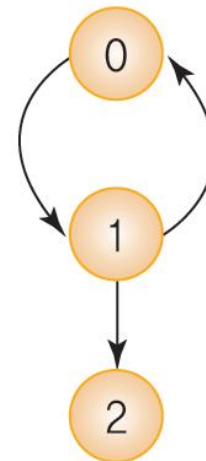
그래프 경로(2)

■ 그래프 경로 예:

- G1의 0, 1, 2, 3은 경로지만 0, 1, 3, 2는 경로 아님
- G1의 1, 0, 2, 3은 단순경로이지만 1, 0, 2, 0은 단순경로 아님
- G1의 0, 1, 2, 0과 G3의 0, 1, 0은 사이클



G1

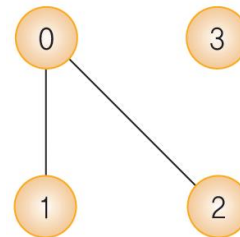


G3

그래프 연결 정도

■ 연결 그래프(connected graph)

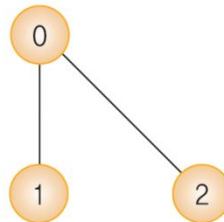
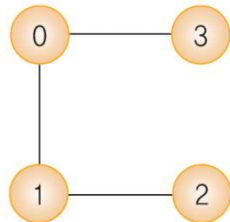
- 무방향 그래프 G 에 있는 모든 정점쌍에 대하여 항상 경로 존재
- G_2 는 비연결 그래프임



G_2

■ 트리(tree)

- 그래프의 특수한 형태로서 사이클을 가지지 않는 연결 그래프
- 트리의 예



Week 9: Graph 1

