

# Bipartite Graph

algorithm graph bipartite-graph

## [알고리즘] 이분 그래프(Bipartite Graph)란

heejeong Kwon 23 Aug 2018

이분 그래프인지 확인할 수 있다.

### Goal

- 이분 그래프(Bipartite Graph)란
- 이분 그래프(Bipartite Graph)인지 확인하는 방법

### 이분 그래프(Bipartite Graph)란

인접한 정점끼리 서로 다른 색으로 칠해서 모든 정점을 두 가지 색으로만 칠할 수 있는 그래프.

- 즉, 그래프의 모든 정점이 두 그룹으로 나뉘지고 서로 다른 그룹의 정점이 간선으로 연결되어져 있는(<=> 같은 그룹에 속한 정점끼리는 서로 인접하지 않도록 하는) 그래프를 이분 그래프라고 한다.

### 이분 그래프의 특징



- 이분 그래프인지 확인하는 방법은 BFS, DFS 탐색을 이용하면 된다.
- 이분 그래프는 BFS를 할 때 같은 레벨의 정점끼리는 무조건 같은 색으로 칠해진다.
- 연결 성분의 개수(Connected Component)를 구하는 방법과 유사하다.
- 모든 정점을 방문하여 간선을 검사하기 때문에 시간 복잡도는  $O(V+E)$ 로 그래프 탐색 알고리즘과 같다.

### 이분 그래프인지 확인하는 방법

이분 그래프인지 확인하는 방법은 너비 우선 탐색(BFS), 깊이 우선 탐색(DFS)을 이용하면 된다.

- 서로 인접한 정점이 같은 색이면 이분 그래프가 아니다.
- BFS, DFS로 탐색하면서 정점을 방문할 때마다 두 가지 색 중 하나를 칠한다.
- 다음 정점을 방문하면서 자신과 인접한 정점은 자신과 다른 색으로 칠한다.
- 탐색을 진행할 때 자신과 인접한 정점의 색이 자신과 동일하면 이분 그래프가 아니다.
  - BFS의 경우 정점을 방문하다가 만약 같은 레벨에서 정점을 다른 색으로 칠해야 한다면 무조건 이분 그래프가 아니다.
- 모든 정점을 다 방문했는데 위와 같은 경우가 없다면 이분 그래프이다.
- 이때 주의할 점은 **연결 그래프와 비연결 그래프**를 둘 다 고려해야한다는 것이다.
  - 그래프가 비연결 그래프인 경우 모든 정점에 대해서 확인하는 작업이 필요하다.

### 이분 그래프인지 확인하는 JAVA 코드

관련 문제: 백준 1707번

```
public class Main {
    static Scanner scanner = new Scanner(System.in);
    static ArrayList<ArrayList<Integer>> arrays; // 그래프

    static final int RED = 1;
    static final int BLUE = -1;
    static int[] colors; // 색 {RED 1 or BLUE -1}
    static boolean checkBipartite; // 이분 그래프인지 아닌지 확인

    public static void main(String[] args) {
        int testCase = scanner.nextInt(); // 테스트 케이스

        while (testCase-- > 0) {
            int V = scanner.nextInt(); // 정점의 개수 V (1≤V≤20,000)
            int E = scanner.nextInt(); // 간선의 개수 E (1≤E≤200,000)

            arrays = new ArrayList<>();
            colors = new int[V + 1]; // 각 정점의 색을 구분
            checkBipartite = true; // 초기: 이분 그래프이다.

            for (int i = 0; i < V + 1; i++) {
                arrays.add(new ArrayList<Integer>()); // 정점의 수 + 1만큼
                colors[i] = 0; // 방문하지 않은 정점의 색을 0으로 초기화
            }

            // 양방향 그래프 연결
            while (E-- > 0) {
                int v1 = scanner.nextInt();
                int v2 = scanner.nextInt();

                arrays.get(v1).add(v2);
                arrays.get(v2).add(v1);
            }

            // 이분 그래프: 같은 레벨의 꼭짓점끼리는 무조건 같은 색, 인접한 정점
            // 주의! 연결 그래프와 비연결 그래프(모든 정점을 돌면서 확인) 모두 고
            for (int i = 1; i < V + 1; i++) {
                // 이분 그래프가 아니면 반복문 탈출
                if (!checkBipartite)
                    break;

                // 방문하지 않은 정점에 대해서 탐색 수행
                if (colors[i] == 0) {
                    dfs(i, RED); /* 깊이 우선 탐색 */
                    bfs(i, RED); /* 너비 우선 탐색 */
                }

                System.out.println(checkBipartite ? "YES" : "NO");
            }
        }

        /* 깊이 우선 탐색 */
        static void dfs(int startV, int color) {
            colors[startV] = color; // 시작 정점의 색을 설정

            for (int adjV : arrays.get(startV)) {
                // 시작 정점의 색과 인접한 정점의 색이 같으면 이분 그래프가 아니다.
                if (colors[adjV] == color) {
                    checkBipartite = false;
                    return;
                }

                // 시작 정점과 인접한 정점이 방문하지 않은 정점이면 dfs 실행
                if (colors[adjV] == 0) {
                    // 인접한 정점을 다른 색으로 지정
                    dfs(adjV, -color);
                }
            }
        }

        /* 너비 우선 탐색 */
        static void bfs(int startV, int color) {
            Queue<Integer> queue = new LinkedList<>();

            queue.offer(startV); // root 정점을 큐에 삽입
            colors[startV] = color; // root 정점 방문 표시 + 색 표시

            // 큐가 비어있지 않고 이분 그래프 == true 면 반복
            while (!queue.isEmpty() && checkBipartite) {
                int v = queue.poll(); // 큐에서 정점 추출

                // 해당 정점과 연결된 모든 인접 정점을 방문
                for (int adjV : arrays.get(v)) {
                    // 방문하지 않은 정점이면
                    if (colors[adjV] == 0) {
                        queue.offer(adjV); // 인접 정점을 큐에 삽입
                        colors[adjV] = colors[v] * -1; // 인접한 정점을 다른 색으로
                    }

                    // 서로 인접한 정점의 색이 같은 색이면 이분 그래프가 아니다.
                    else if (colors[v] + colors[adjV] != 0) {
                        checkBipartite = false;
                        return;
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

### 관련된 Post

- 자료구조 그래프(Graph)에 대해 알고 싶으시면 **그래프(Graph)란**을 참고하시기 바랍니다.
- 깊이 우선 탐색(DFS, Depth-First Search): **깊이 우선 탐색(DFS)이란**을 참고하시기 바랍니다.
- 너비 우선 탐색(BFS, Breadth-First Search): **너비 우선 탐색(BFS)이란**을 참고하시기 바랍니다.

### References

- [wikipedia - 이분 그래프](#)
- <https://casterian.net/archives/78>
- <http://sanghoon9939.tistory.com/33>
- <http://stacko7142.tistory.com/104>
- <http://mathworld.wolfram.com/BipartiteGraph.html>
- [C언어로 쉽게 풀어 쓴 자료구조](#)



HeeJeong Kwon  
computer programmer

**[알고리즘] 위상 정렬 (Topological Sort)이란**  
Goal 위상 정렬(Topological Sort)이란  
위상 정렬(Topological ...

**[알고리즘] 연결 성분 (Connected Component) 찾는 방법**  
Goal 연결 성분(Connected Component)이란 연결 성분 (Connected...

HEEE'S DEVELOPMENT BLOG의 다른 댓글.

**[Design Pattern] DI란 (Dependency Injection)**  
3년 전 · 댓글 1건  
[Design Pattern] DI란 (Dependency Injection)

**Heee's Development Blog**  
2년 전 · 댓글 3건  
[DB] ORM이란

**[Spring] Spring MVC and Spring Boot ...**  
3년 전 · 댓글 3건  
[Spring] Spring MVC and Spring Boot Structure

**[Web] JSP Server Page**  
3년 전 · 댓글 1건  
[Web] JSP란 Pages

Sponsored

**5060, 기미, 주름 때문에 고민이신 분 "이것" 딱이야!**  
고흥진

**Pimp Your Office With Cool Accessories**  
Office Supplies | Search Ads

**Remember Johnny From 'The Rifleman'? This Is How He Looks At 74**  
Habil Tribe

**Stunning women from all around the world**  
Sministory.com

**"주식투자" 물어두면 된다! "이종목" 매수해라.**  
알바트렉스그룹

**역대 가장 아름다운 50 명의 여성**  
LifeSity.com

댓글 0건

Heee's Development Blog | Disqus' Privacy Policy

로그인

추천 2

Tweet | 공유

한기훈

토론 시작

다음으로 로그인 또는 디스커스에 가입하세요

1등으로 댓글 달기

구독 | 당신의 사이트에 Disqus 추가하기 | Do Not Sell My Data

DISQUS

Sponsored

**저렴한 대한민국 사계절 타이어 가격에 놀라실 겁니다**  
타이어 | 검색 광고

**These Famous Celebrities Have Died And You Did Not Even Hear About It**  
Refinance Gold

**Jennifer Lopez No Makeup Photo Confirms The Rumors**  
Car Novels

**40 Women From The 90's Everyone Had A Crush On**  
Sizzly

**Do You Speak English? A Work From Home USA Job Might Pay Better Than You...**  
Work from home | Search Ads

**실비보험 인상에 O만원대 실비 보험 서둘러 가입**  
메즈금융서비스