BT & Graph

quandy2020@126.com

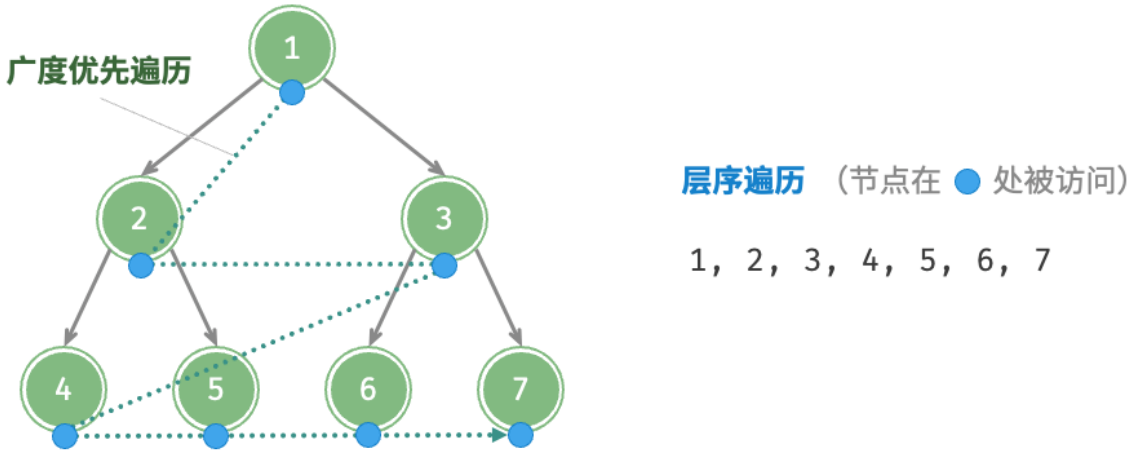
二叉树的遍历

BFS

- 二叉树结构

```cpp
/* 二叉树节点结构体 */
struct TreeNode {
    int val;          // 节点值
    TreeNode *left;   // 左子节点指针
    TreeNode *right;  // 右子节点指针
    TreeNode(int x) : val(x), left(nullptr), right(nullptr) {}
};
```

- 二叉树广度优先遍历



广度优先遍历通常借助“队列”来实现。队列遵循“先进先出”的规则，而广度优先遍历则遵循“逐层推进”的规则，两者背后的思想是一致的。

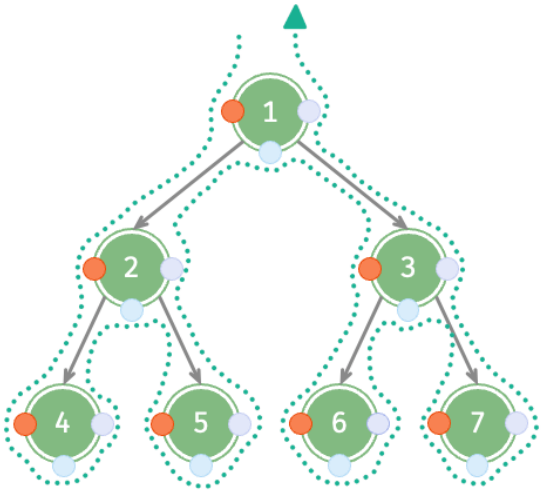
- C++代码

```cpp
void bfs(TreeNode* root) {
    if(!root)
        return;
    // 初始化队列，加入根节点
    queue<TreeNode*> que;
    que.push(root);
    while(!que.empty()){
        auto node = que.front();
        que.pop();  // 队列出队
        cout << node->val << endl;
        if(node->left) que.push(node->left);   // 左子节点入队
        if(node->right) que.push(node->right); // 右子节点入队
    }
```

```
    return res;
}
```

DFS

- 二叉树深度优先遍历



递：向下递推

归：向上回溯

前序遍历 （在 ● 处访问节点）

1, 2, 4, 5, 3, 6, 7

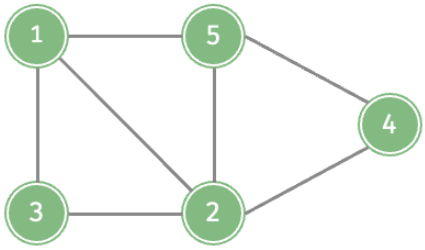
- C++代码

```cpp
void dfs(TreeNode* root, vector<int>& res){
    if(nullptr == root) return;
    stack<TreeNode*> s;
    s.push(root);
    while(!s.empty()){
        TreeNode* node = s.top();
        res.push_back(node->val);
        s.pop();
        if(nullptr != node->right) s.push(node->right);
        if(nullptr != node->left) s.push(node->left);
    }
}
```

Graph

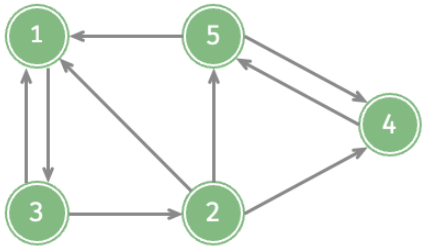
graph分类

- 无向图 & 有向图



无向图

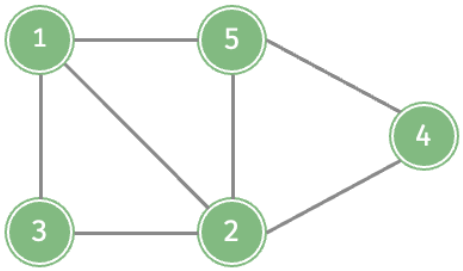
（边无方向）



有向图

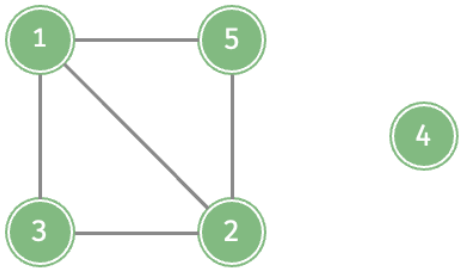
（边有方向）

- 连通图 connected graph」和「非连通图 disconnected graph



连通图

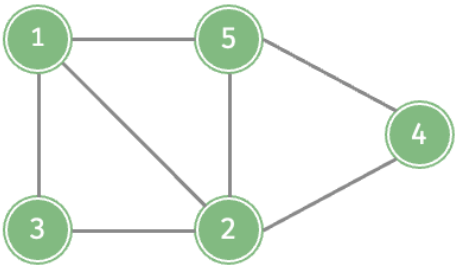
（所有顶点皆可达）



非连通图

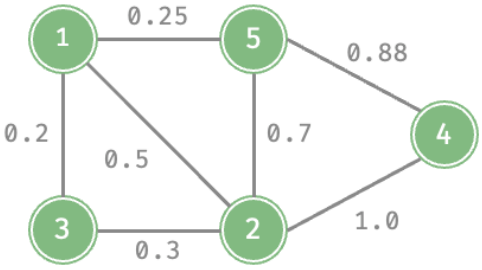
（存在顶点不可达）

- 有权图 weighted graph



无权图

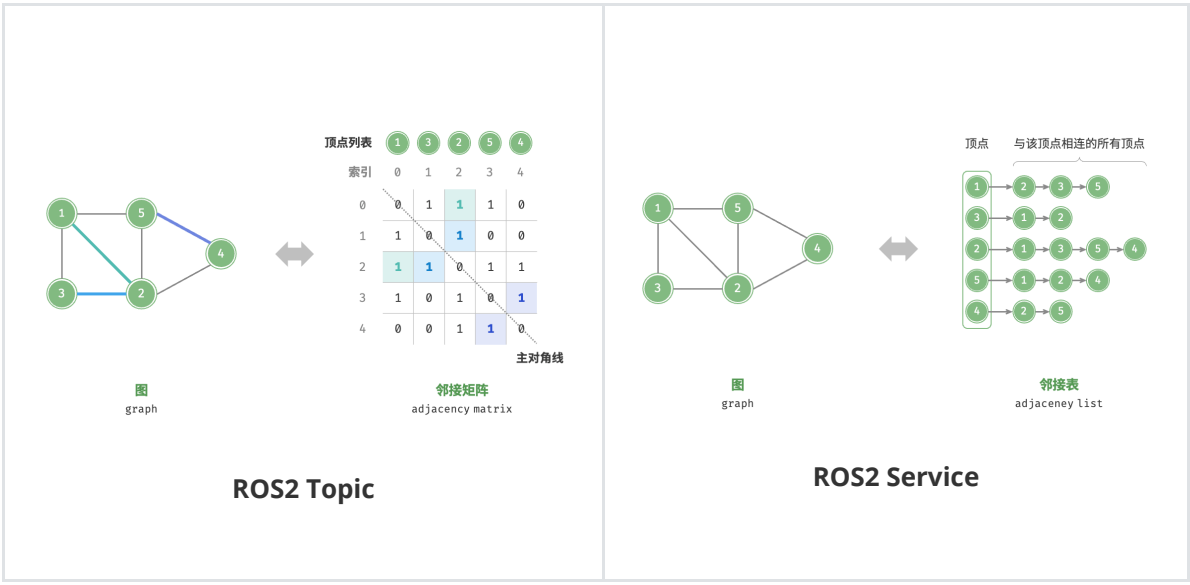
（所有边等价）



有权图

（边具有权重属性）

图的表示



- 「邻接表 adjacency list」使用 n个链表来表示图，链表节点表示顶点。第 i个链表对应顶点 i，其中存储了该顶点的所有邻接顶点（与该顶点相连的顶点）。
- 「邻接矩阵 adjacency matrix」使用一个 $n \times n$ 大小的矩阵来表示图，每一行（列）代表一个顶点，矩阵元素代表边，用 1 或 0 表示两个顶点之间是否存在边。

BFS

- C++代码

```cpp
/* 广度优先遍历 */
// 使用邻接表来表示图，以便获取指定顶点的所有邻接顶点
vector<Vertex *> graphBFS(GraphAdjList &graph, Vertex *startVet) {
    // 顶点遍历序列
    vector<Vertex *> res;
    // 哈希表，用于记录已被访问过的顶点
    unordered_set<Vertex *> visited = {startVet};
    // 队列用于实现 BFS
    queue<Vertex *> que;
    que.push(startVet);
    // 以顶点 vet 为起点，循环直至访问完所有顶点
    while (!que.empty()) {
        Vertex *vet = que.front();
        que.pop();          // 队首顶点出队
        res.push_back(vet); // 记录访问顶点
        // 遍历该顶点的所有邻接顶点
        for (auto adjVet : graph.adjList[vet]) {
            if (visited.count(adjVet))
                continue;            // 跳过已被访问的顶点
            que.push(adjVet);        // 只入队未访问的顶点
            visited.emplace(adjVet); // 标记该顶点已被访问
        }
    }
    // 返回顶点遍历序列
    return res;
}
```

DFS

- C++代码

```cpp
/* 深度优先遍历辅助函数 */
void dfs(GraphAdjList &graph, unordered_set<Vertex *> &visited,
vector<Vertex *> &res, Vertex *vet) {
    res.push_back(vet);   // 记录访问顶点
    visited.emplace(vet); // 标记该顶点已被访问
    // 遍历该顶点的所有邻接顶点
    for (Vertex *adjVet : graph.adjList[vet]) {
        if (visited.count(adjVet))
            continue; // 跳过已被访问的顶点
        // 递归访问邻接顶点
        dfs(graph, visited, res, adjVet);
    }
}

/* 深度优先遍历 */
// 使用邻接表来表示图，以便获取指定顶点的所有邻接顶点
vector<Vertex *> graphDFS(GraphAdjList &graph, Vertex *startVet) {
    // 顶点遍历序列
    vector<Vertex *> res;
    // 哈希表，用于记录已被访问过的顶点
    unordered_set<Vertex *> visited;
    dfs(graph, visited, res, startVet);
    return res;
}
```

参考

- https://www.hello-algo.com/chapter_graph/graph/#911