# 算法 - 并查集

* [算法 - 并查集](#算法---并查集)
	+ [前言](#前言)
	+ [Quick Find](#quick-find)
	+ [Quick Union](#quick-union)
	+ [加权 Quick Union](#加权-quick-union)
	+ [路径压缩的加权 Quick Union](#路径压缩的加权-quick-union)
	+ [比较](#比较)

## 前言

用于解决动态连通性问题，能动态连接两个点，并且判断两个点是否连通。

|  |  |
| --- | --- |
| 方法 | 描述 |
| UF(int N) | 构造一个大小为 N 的并查集 |
| void union(int p, int q) | 连接 p 和 q 节点 |
| int find(int p) | 查找 p 所在的连通分量编号 |
| boolean connected(int p, int q) | 判断 p 和 q 节点是否连通 |

public abstract class UF {

 protected int[] id;

 public UF(int N) {
 id = new int[N];
 for (int i = 0; i < N; i++) {
 id[i] = i;
 }
 }

 public boolean connected(int p, int q) {
 return find(p) == find(q);
 }

 public abstract int find(int p);

 public abstract void union(int p, int q);
}

## Quick Find

可以快速进行 find 操作，也就是可以快速判断两个节点是否连通。

需要保证同一连通分量的所有节点的 id 值相等，就可以通过判断两个节点的 id 值是否相等从而判断其连通性。

但是 union 操作代价却很高，需要将其中一个连通分量中的所有节点 id 值都修改为另一个节点的 id 值。

public class QuickFindUF extends UF {

 public QuickFindUF(int N) {
 super(N);
 }

 @Override
 public int find(int p) {
 return id[p];
 }

 @Override
 public void union(int p, int q) {
 int pID = find(p);
 int qID = find(q);

 if (pID == qID) {
 return;
 }

 for (int i = 0; i < id.length; i++) {
 if (id[i] == pID) {
 id[i] = qID;
 }
 }
 }
}

## Quick Union

可以快速进行 union 操作，只需要修改一个节点的 id 值即可。

但是 find 操作开销很大，因为同一个连通分量的节点 id 值不同，id 值只是用来指向另一个节点。因此需要一直向上查找操作，直到找到最上层的节点。

public class QuickUnionUF extends UF {

 public QuickUnionUF(int N) {
 super(N);
 }

 @Override
 public int find(int p) {
 while (p != id[p]) {
 p = id[p];
 }
 return p;
 }

 @Override
 public void union(int p, int q) {
 int pRoot = find(p);
 int qRoot = find(q);

 if (pRoot != qRoot) {
 id[pRoot] = qRoot;
 }
 }
}

这种方法可以快速进行 union 操作，但是 find 操作和树高成正比，最坏的情况下树的高度为节点的数目。

## 加权 Quick Union

为了解决 quick-union 的树通常会很高的问题，加权 quick-union 在 union 操作时会让较小的树连接较大的树上面。

理论研究证明，加权 quick-union 算法构造的树深度最多不超过 logN。

public class WeightedQuickUnionUF extends UF {

 // 保存节点的数量信息
 private int[] sz;

 public WeightedQuickUnionUF(int N) {
 super(N);
 this.sz = new int[N];
 for (int i = 0; i < N; i++) {
 this.sz[i] = 1;
 }
 }

 @Override
 public int find(int p) {
 while (p != id[p]) {
 p = id[p];
 }
 return p;
 }

 @Override
 public void union(int p, int q) {

 int i = find(p);
 int j = find(q);

 if (i == j) return;

 if (sz[i] < sz[j]) {
 id[i] = j;
 sz[j] += sz[i];
 } else {
 id[j] = i;
 sz[i] += sz[j];
 }
 }
}

## 路径压缩的加权 Quick Union

在检查节点的同时将它们直接链接到根节点，只需要在 find 中添加一个循环即可。

## 比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 算法 | union | find |
| Quick Find | N | 1 |
| Quick Union | 树高 | 树高 |
| 加权 Quick Union | logN | logN |
| 路径压缩的加权 Quick Union | 非常接近 1 | 非常接近 1 |