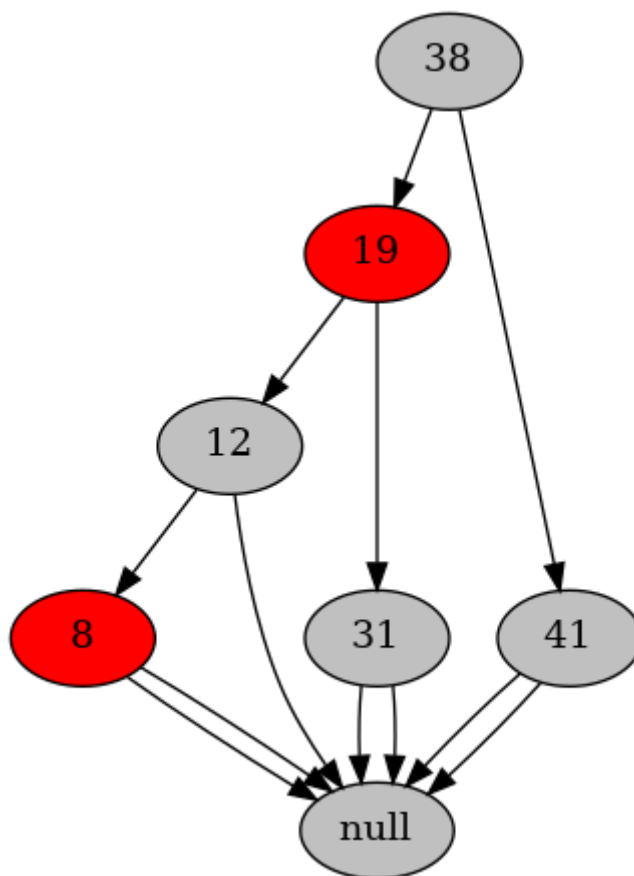


数据结构与算法I 作业11

2019201409 于倬浩

13.3-2

第六次上机实验中，实现了支持插入的红黑树以及实时可视化功能，以下为程序输出：



13.3-4

在fixup部分中，我们有两种情况会把某个节点由黑变红：

- 如果当前点 x 为红色，且当前点的父亲 f 和当前点的叔叔 u 同时为红，则会把 z 的祖父设为红色。然而这种情况下， z 的祖父一定不是 NIL ，即 z 的父亲节点一定不是根，否则 z 不存在叔叔 u 。
- 如果当前点 x 为红色，当前点的父亲 f 为红色，当前点的叔叔 u 为黑色，则根据红黑树的性质，当前点的祖父也为黑色。此时会把祖父设为红色后进行旋转。如果当前点的祖父为 NIL ，则当前点的父亲 f 实际上是树根，而且还是红色，很明显违背了红黑树的性质，即当前点的祖父并不可能是 NIL ，因此不会把 NIL 改成红色。