**山东大学计算机科学与技术学院  
《数据结构与算法》课程设计报告**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 学号：201700301147 | 姓名： 杜瀛川 | | 班级： 17.4 |
| 上机学时：4 | | 日期： 2019.3.25 | |
| 课程设计题目：关键活动 | | | |
| 软件开发环境：Qt Creater | | | |
| 项目最终效果图    报告内容：  1.需求描述  1.1 问题描述  一个工程项目一般有一些子任务（活动）构成，子任务之间有的可以并行执行，有的则必须在完成了其它一些任务后才能执行，如果给出了完成每个任务需要的时间，则可以算出完成整个工程需要的最短时间。在这些子任务中，有些任务即使推迟几天，也不会影响全局的工期，但是有些任务必须准时完成，否则整个工程项目就要因此延误，这种任务就叫“关键活动”.  1.2 基本要求  判断一个工程项目的任务调度是否可行，如果可行，则计算出完成整个工程需要的最短时间，输出所有的关键活动，各项活动的最早开始时间，不影响全局工期的最晚开始时间。  1.3 输入说明  1.3.1 初始化  用户点击窗口中的初始化选项，进行aoe网络初始化，会弹出提示对话框，提示用户将要输入信息的格式：输入任意行，每行包含三个数字，分别是起始事件、终止事件、耗费事件。  之后会打开输入对话框，用户输入数据初始化aoe网络。如图1所示。      图1  输入对话框为程序提供了较强的健壮性，只有当用户输入格式符合规范、事件可以形成拓扑排序时，才会初始化aoe网络，否则将会提示用户输入有误，如图2所示。      图2  初始化完成后，用户便可获得aoe图的各种信息。  1.3.2 示例测试数据  为了给用户测试提供方便，用户点击菜单栏上的示例按钮，便可获得一些示例测试数据，如图3所示。    图3  1.3.3 清除  当用户需要删除已经初始化的aoe图，重新初始化其他aoe图时，点击菜单栏上的清除按钮，便可以清除aoe网络和对话框中的内容，以便进行下一步操作。当尚未初始化时，只将对话框中的内容清除。并弹出信息提示框。如图4所示。    图4  1.3.4 重启应用程序，用户点击重启按钮后便重启应用程序。  1.4 输出说明  1.4.1输入数据处理，处理用户输入的数据后，得到时间节点9个，等到活动数量11个。如图5所示    图5  1.4.2 拓扑排序 处理用户输入数据，获得事件节点的拓扑排序。如图6所示。    图6  1.4.3 关键活动显示  显示关键活动、最长路径、和路径长度（项目最早完成事件）。如图7所示。    图7  1.4.4 显示各事件节点和各活动的最早完成事件和最短完成事件，如图8所示。    图8  2.设计  2.1 系统结构设计      2.2 设计思路  2.2.1.AOE网  AOE网是以边表示活动的有向无环网，在AOE网中，具有最大路径长度的路径称为关键路径，关键路径表示完成工程的最短工期。AOE网是一个带权的有向无环图。其中用顶点表示事件，弧表示活动，权值表示两个活动持续的时间。AOE网是以边表示活动的网。    AOV网描述了活动之间的优先关系，可以认为是一个定性的研究，但是有时还需要定量地研究工程的进度，如整个工程的最短完成时间、各个子工程影响整个工程的程度、每个子工程的最短完成时间和最长完成时间。在AOE网中，通过研究事件和活动之间的关系，可以确定整个工程的最短完成时间，明确活动之间的相互影响，确保整个工程的顺利进行。    在用AOE网表示一个工程计划时，用顶点表示各个事件，弧表示子工程的活动，权值表示子工程的活动需要的时间。在顶点表示事件发生之后，从该顶点出发的有向弧所表示的活动才能开始。在进入某个顶点的有向弧所表示的活动完成之后，该顶点表示的事件才能发生。    对一个工程来说，只有一个开始状态和一个结束状态。因此在AOE网中，只有一个入度为零的点表示工程的开始，称为源点；只有一个出度为零的点表示工程的结束，称为汇点。  2.2.2 关键活动  关键路径是指在AOE网中从源点到汇点路径最长的路径。这里的路径长度是指路径上各个活动持续时间之和。在AOE网中，有些活动是可以并行执行的，关键路径其实就是完成工程的最短时间所经过的路径。关键路径上的活动称为关键活动。    1. 事件vivi的最早发生时间：从源点到顶点vivi的最长路径长度，称为事件vivi的最早发生时间，记作ve(i)。求解ve(i)可以从源点ve(0)=0开始，按照拓扑排序规则根据递推得到：  ve(i)=Max{ve(k)+dut(<k,j>∈)|<k,j>T,1≤i≤n−1}  ve(i)=Max{ve(k)+dut(<k,j>∈)|<k,j>T,1≤i≤n−1}    其中T是所有以第i个顶点为弧头的弧的集合，dut(<k,j>)dut(<k,j>)表示弧<k,j><k,j>对应的活动的持续时间。    2. 事件vivi的最晚发生时间：在保证整个工程完成的前提下，活动最迟的开始时间，记作vl(i)。z 求解vivi的最早发生时间ve(i)的前提vl(n-1)=ve(n-1)下，从汇点开始，向源点推进得到：  vl(i)=Min{vl(k)−dut(<i,k>)|<i,k>∈S,0≤i≤n−2}  vl(i)=Min{vl(k)−dut(<i,k>)|<i,k>∈S,0≤i≤n−2}  其中S是所有以第i个顶点为弧尾的弧的集合，dut(<i,k>)dut(<i,k>)表示弧<i,k><i,k>对应的活动的持续时间。    3.活动aiai的最早开始时间e(i)：如果弧<vk,vj><vk,vj>表示活动aiai才开始。因此事件vkvk的最早发生时间也就是活动aiai的最早开始时间，即e(i)=ve(k)。    4.活动aiai的最晚开始时间l(i)：在不推迟整个工程完成时间的基础上，活动aiai最迟必须开始的事件。如果弧<vk,vj><vk,vj>表示活动aiai，持续时间为dut(<k,j>)dut(<k,j>)，则活动aiai的最晚开始时间l(i)=vl(j)−dut(<k,j>)l(i)=vl(j)−dut(<k,j>)。    5.活动aiai的松弛时间：活动aiai的最晚开始时间域最早开始时间之差就是活动aiai的松弛时间，记作l(i)-e(i)。当e(i)=l(i)时，对应的活动aiai称为关键活动，非关键活动提前完成或推迟完成并不会影响到整个工程的进度。  关键路径经过的顶点是满足条件ve(i)==vl(i)，即当事件的最早发生时间与最晚发生时间相等时，该顶点一定在关键路径之上。同样，关键活动者的弧满足条件e(i)=l(i)，即当活动的最早开始时间域最晚开始时间相等时，该活动一定是关键活动。因此，要求关键路径，需要首先求出网中每个顶点的对应事件的最早开始时间，然后推出事件的最晚开始时间和活动的最早、最晚开始时间，最后再判断顶点是否在关键路径之上，得到网的关键路径。  要求每一个顶点的最早开始时间，首先要将网中的顶点进行拓扑排序。在对顶点进行拓扑排序的过程中，同时计算顶点的最早发生时间ve(i)。从源点开始，由与源点相关联的弧的权值，可以得到该弧相关联顶点对应事件的最早发生时间。同时定义一个栈T，保存顶点的逆拓扑序列。  2.3 数据及数据类(型)定义  定义边结构体Edge（活动）,其中成员变量v为终点事件，w为活动的耗费事件，id为活动的编号（从1开始），next用于记录同一起始事件的活动，用于之后的便利操作。    定义aoe类，成员变量和成员函数如下。    2.4.算法设计及分析  首先对用户输入的数据进行处理，方法如下。    求AOE网的关键路径的算法：    1. 对AOE网中的顶点进行拓扑排序，如果得到的拓扑序列顶点个数小于网中顶点数，则说明网中有环存在，不能求关键路径，终止算法。否则，从源点v0v0开始，求出各个顶点的最早发生时间ve(i)。      2. 从汇点vnvn出发vl(n-1)=ve(n-1)，按照逆拓扑序列求其他顶点的最晚发生时间vl(i)。      3. 由各顶点的最早发生时间ve(i)和最晚发生时间vl(i)，求出每个活动aiai的最早开始时间e(i)和最晚开始时间l(i)。 找出所有满足条件e(i)=l(i)的活动aiai，aiai即是关键活动。    获取关键活动连接图的函数。    获得项目总体完成时间的函数。     1. 测试结果   3.1 输入数据    输出数据：      3.2 输入数据:    输出数据:      3.3 测试数据：    输出数据：       1. 分析与探讨   由于本程序涉及到用户输入特定格式的数据，用户极易因为输错数据而导致程序崩溃，为加强程序的健壮性，使用了多种方法。确保程序的稳定运行。      AOE网  AOE网是以边表示活动的有向无环网，在AOE网中，具有最大路径长度的路径称为关键路径，关键路径表示完成工程的最短工期。AOE网是一个带权的有向无环图。其中用顶点表示事件，弧表示活动，权值表示两个活动持续的时间。AOE网是以边表示活动的网。    AOV网描述了活动之间的优先关系，可以认为是一个定性的研究，但是有时还需要定量地研究工程的进度，如整个工程的最短完成时间、各个子工程影响整个工程的程度、每个子工程的最短完成时间和最长完成时间。在AOE网中，通过研究事件和活动之间的关系，可以确定整个工程的最短完成时间，明确活动之间的相互影响，确保整个工程的顺利进行。    在用AOE网表示一个工程计划时，用顶点表示各个事件，弧表示子工程的活动，权值表示子工程的活动需要的时间。在顶点表示事件发生之后，从该顶点出发的有向弧所表示的活动才能开始。在进入某个顶点的有向弧所表示的活动完成之后，该顶点表示的事件才能发生。    对一个工程来说，只有一个开始状态和一个结束状态。因此在AOE网中，只有一个入度为零的点表示工程的开始，称为源点；只有一个出度为零的点表示工程的结束，称为汇点。  关键活动  关键路径是指在AOE网中从源点到汇点路径最长的路径。这里的路径长度是指路径上各个活动持续时间之和。在AOE网中，有些活动是可以并行执行的，关键路径其实就是完成工程的最短时间所经过的路径。关键路径上的活动称为关键活动。    1. 事件vivi的最早发生时间：从源点到顶点vivi的最长路径长度，称为事件vivi的最早发生时间，记作ve(i)。求解ve(i)可以从源点ve(0)=0开始，按照拓扑排序规则根据递推得到：  ve(i)=Max{ve(k)+dut(<k,j>∈)|<k,j>T,1≤i≤n−1}  ve(i)=Max{ve(k)+dut(<k,j>∈)|<k,j>T,1≤i≤n−1}    其中T是所有以第i个顶点为弧头的弧的集合，dut(<k,j>)dut(<k,j>)表示弧<k,j><k,j>对应的活动的持续时间。    2. 事件vivi的最晚发生时间：在保证整个工程完成的前提下，活动最迟的开始时间，记作vl(i)。z 求解vivi的最早发生时间ve(i)的前提vl(n-1)=ve(n-1)下，从汇点开始，向源点推进得到：  vl(i)=Min{vl(k)−dut(<i,k>)|<i,k>∈S,0≤i≤n−2}  vl(i)=Min{vl(k)−dut(<i,k>)|<i,k>∈S,0≤i≤n−2}  其中S是所有以第i个顶点为弧尾的弧的集合，dut(<i,k>)dut(<i,k>)表示弧<i,k><i,k>对应的活动的持续时间。    3.活动aiai的最早开始时间e(i)：如果弧<vk,vj><vk,vj>表示活动aiai才开始。因此事件vkvk的最早发生时间也就是活动aiai的最早开始时间，即e(i)=ve(k)。    4.活动aiai的最晚开始时间l(i)：在不推迟整个工程完成时间的基础上，活动aiai最迟必须开始的事件。如果弧<vk,vj><vk,vj>表示活动aiai，持续时间为dut(<k,j>)dut(<k,j>)，则活动aiai的最晚开始时间l(i)=vl(j)−dut(<k,j>)l(i)=vl(j)−dut(<k,j>)。    5.活动aiai的松弛时间：活动aiai的最晚开始时间域最早开始时间之差就是活动aiai的松弛时间，记作l(i)-e(i)。当e(i)=l(i)时，对应的活动aiai称为关键活动，非关键活动提前完成或推迟完成并不会影响到整个工程的进度。  关键路径经过的顶点是满足条件ve(i)==vl(i)，即当事件的最早发生时间与最晚发生时间相等时，该顶点一定在关键路径之上。同样，关键活动者的弧满足条件e(i)=l(i)，即当活动的最早开始时间域最晚开始时间相等时，该活动一定是关键活动。因此，要求关键路径，需要首先求出网中每个顶点的对应事件的最早开始时间，然后推出事件的最晚开始时间和活动的最早、最晚开始时间，最后再判断顶点是否在关键路径之上，得到网的关键路径。  要求每一个顶点的最早开始时间，首先要将网中的顶点进行拓扑排序。在对顶点进行拓扑排序的过程中，同时计算顶点的最早发生时间ve(i)。从源点开始，由与源点相关联的弧的权值，可以得到该弧相关联顶点对应事件的最早发生时间。同时定义一个栈T，保存顶点的逆拓扑序列。  求AOE网的关键路径的算法：  1. 对AOE网中的顶点进行拓扑排序，如果得到的拓扑序列顶点个数小于网中顶点数，则说明网中有环存在，不能求关键路径，终止算法。否则，从源点v0v0开始，求出各个顶点的最早发生时间ve(i)。    2. 从汇点vnvn出发vl(n-1)=ve(n-1)，按照逆拓扑序列求其他顶点的最晚发生时间vl(i)。    3. 由各顶点的最早发生时间ve(i)和最晚发生时间vl(i)，求出每个活动aiai的最早开始时间e(i)和最晚开始时间l(i)。    4. 找出所有满足条件e(i)=l(i)的活动aiai，aiai即是关键活动。   1. 附录：实现源代码   因项目文件和源码过多，故将源码和可运行程序打包附在报告之后。项目图如图所示。 | | | |