華南師範大學

本科学生实验（实践）报告

院系：计算机学院

实验课程：编译原理

实验项目：**C++** 源代码单词扫描程序（词法分析）

指导老师：黄煜廉

开课时间：**2020** ～**2021** 年度第 **1** 学期

专　　业：计算机科学与技术

班　　级：**18** 级 **4** 班

姓　　名：陈伟卓

学　　号：**20182131018**

华南师范大学教务处

一、实验内容

设计一个应用软件，以实现将正则表达式-->NFA--->DFA-->DFA最小化-->词法分析程序。

（1）要提供一个正则表达式的输入界面，让用户输入正则表达式（可保存、打开保存着正则表达式的文件）
（2）需要提供窗口以便用户可以查看转换得到的NFA（用状态转换表呈现即可）
（3）需要提供窗口以便用户可以查看转换得到的DFA（用状态转换表呈现即可）
（4）需要提供窗口以便用户可以查看转换得到的最小化DFA（用状态转换表呈现即可）
（5）需要提供窗口以便用户可以查看转换得到的词法分析程序（该分析程序需要用C语言描述）
（6）应该书写完善的软件文档

二、实验目的

掌握简单正则表达式转换NFA，DFA，DFA最小化等流程。掌握词法分析过程。理解正则表达式在编译前端的作用。

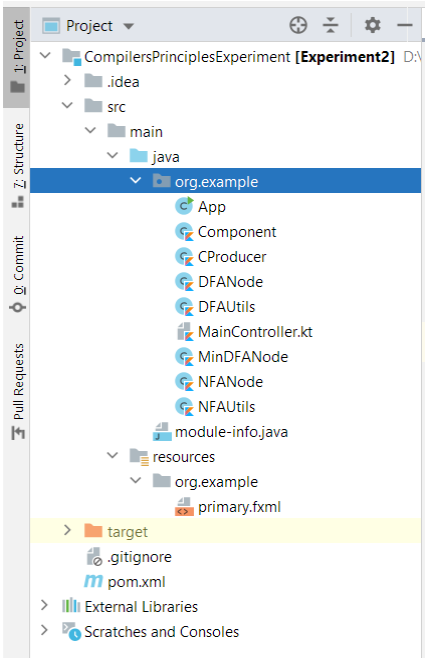
三、实验文档

实现项目分析

需要使用windows界面，核心技术设计文件读写和界面展示。本次实验选用Java/Kotlin作为编码语言，使用JavaFX作为界面展示框架。

实验设计

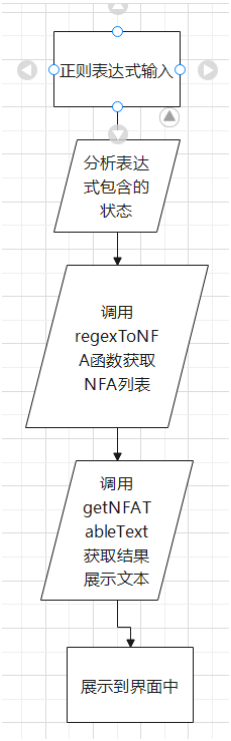
1. 项目结构



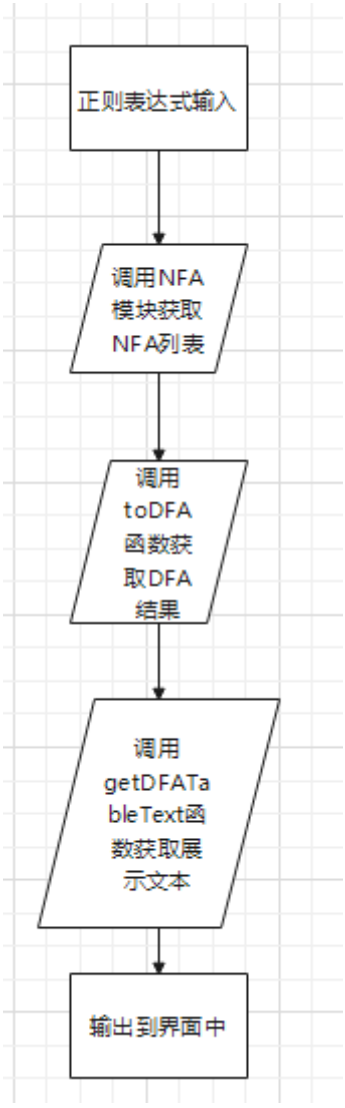
App类为应用启动入口。Component、DFANode、NFANode、MinDFANode为数据类，用于存放各类型数据。MainController负责捕捉界面事件并进行响应。DFAUtils和NFAUtils为工具类，分别处理DFA和NFA操作。primar.fxml为界面文件。CProducer为语法产生器，生成C语言格式的语法分析程序。

2. 软件功能流程图

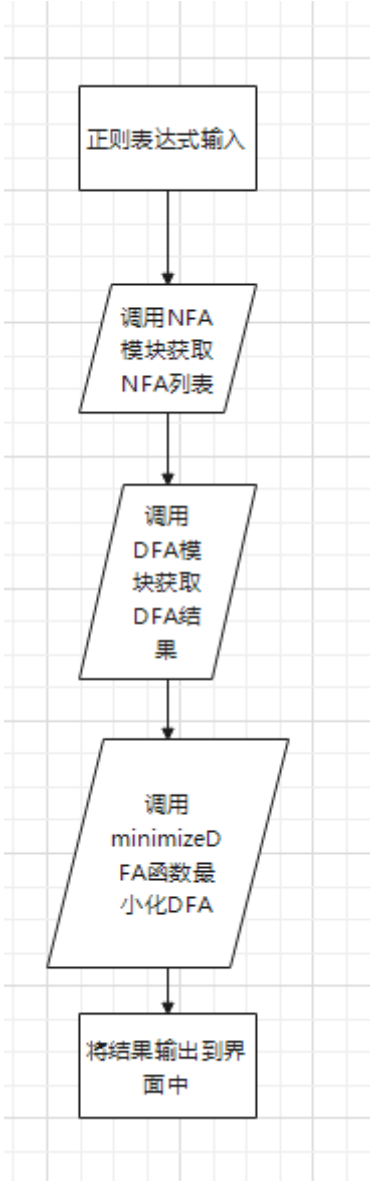
正则表达式转换为NFA功能：



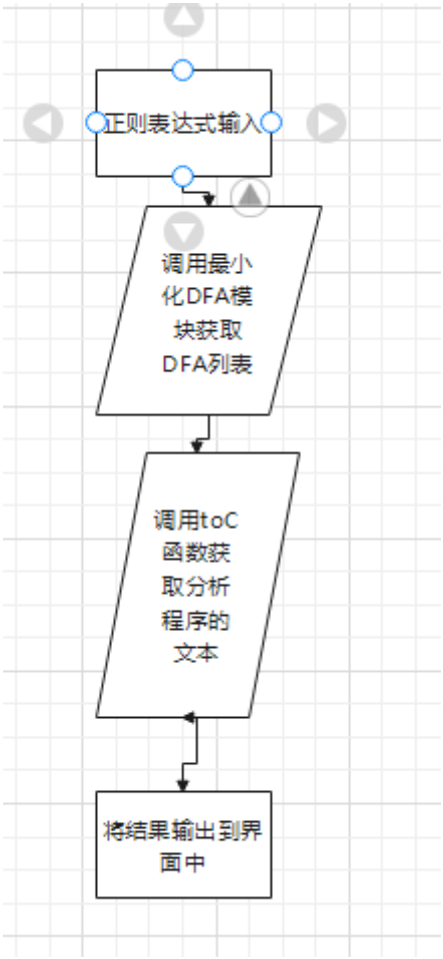
正则表达式转换为DFA功能：



DFA最小化功能：

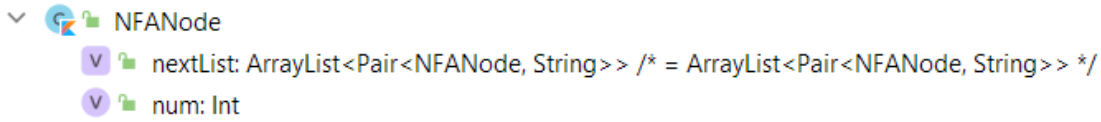


最小化DFA转语法分析功能：



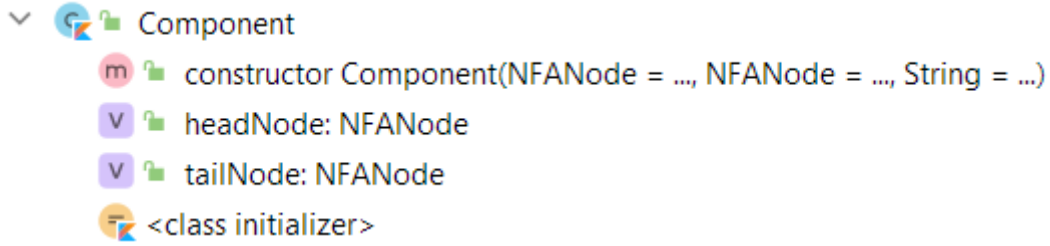
3. 数据结构选择

NFANode类：



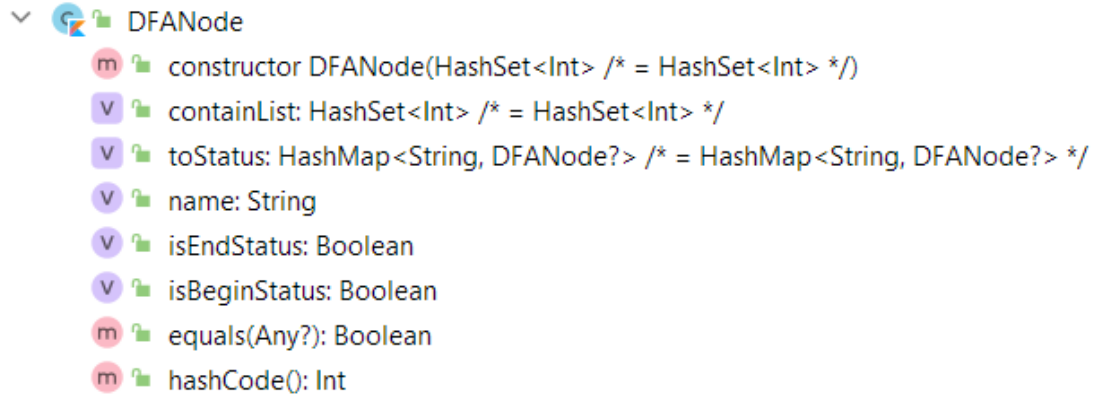
用于存放每个NFA状态形成的节点，成员变量nextList包含该节点指向下一节点集合，同时通过Pair的方式记录了指向下一节点的方式(Epsilon或者其他状态)，成员变量num记录了该节点的编号，以便后续输出。

Component类：



NFA通过运算后形成一个部件，用于component对象存放。存放表达式的头结点和尾结点。使用Component类是为了方便后续表达式的计算，因为表达式的每一步计算结果都可视为一个Component，头与尾方便进行后续计算。

DFANode类：



成员变量containerList为哈希集，用于存放该DFA状态包含的DFA节点编号的集合，主要是为了方便调试和结果展示。

成员变量toStatus为哈希表，

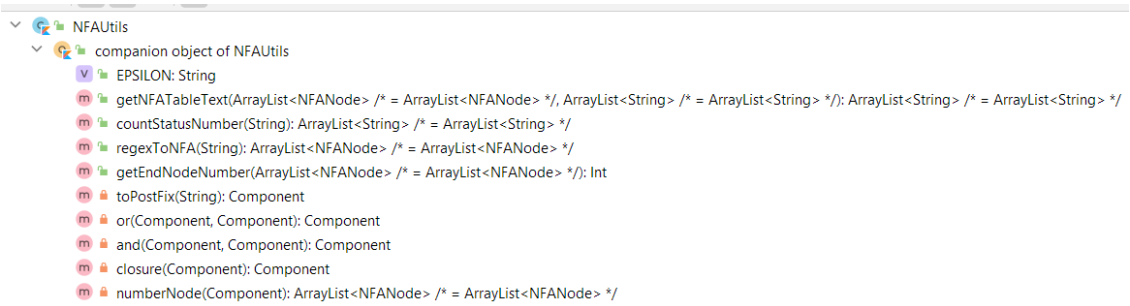
成员变量name为状态名称。isEndStatus为布尔值，记录是否为可以是终结状态。isBeginStatus为布尔值，记录是否为起始状态。

重写了equal和hash方法，用其中的containList作为代表，以便后续用该节点作为hashMap的key值。

MinDFANode类和DFANode类类似，但是多了一个代表节点，表示该最小状态指向的下一最小状态。

4. 核心功能实现

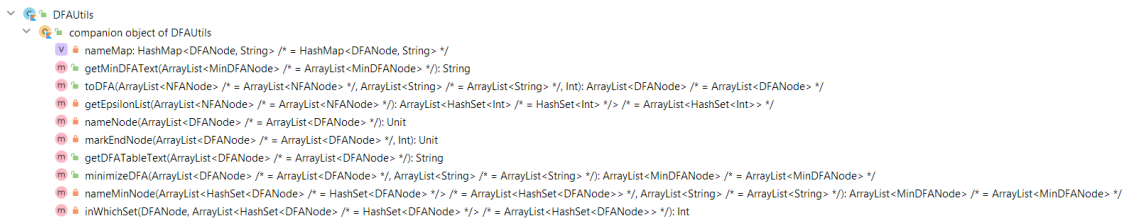
NFAUtils工具类功能：



先将正则表达式通过toPostFix函数转为后缀表达式并计算得到一个NFA图，然后对每个节点进行编号。

其中闭包，与、或方法皆为对Component对象的操作，模拟手工做法对后缀表达式进行操作。最后通过getNFATableText获取文本结果。getNFATableText函数中，遍历传入的NFA节点列表，将每个节点列表中的nextList根据关系分类，并进行相应的文本描述，最后返回状态转换表。

DFAUtils工具类功能：



先获取每个节点的epsilon闭包。将初始状态的闭包作为第一个状态，加入到队列中。

当队列不空时，弹栈，对该栈顶状态A遍历status表，找到该状态通过当前字符指向的节点的集合B，若B为空集，则当前状态通过当前字符无通路，修改A的toStatus列表为null。若记录已有DFA状态的statusExists表中包含B，则修改A的toStatus列表指向B。若记录已有DFA状态的statusExists表中不包含B，则将B加入到statusExists表中，同时修改A的toStatus列表指向B，将

新状态加入到队列中，将A加入到结果列表中。循环上面操作直至栈空。对结果列表进行编号，并标记结束状态，以便后续最小化DFA使用。完成上述操作即可获得NFA到DFA的状态转换，得到一个DFA状态列表。遍历该列表，获取信息即可获得状态转换表。

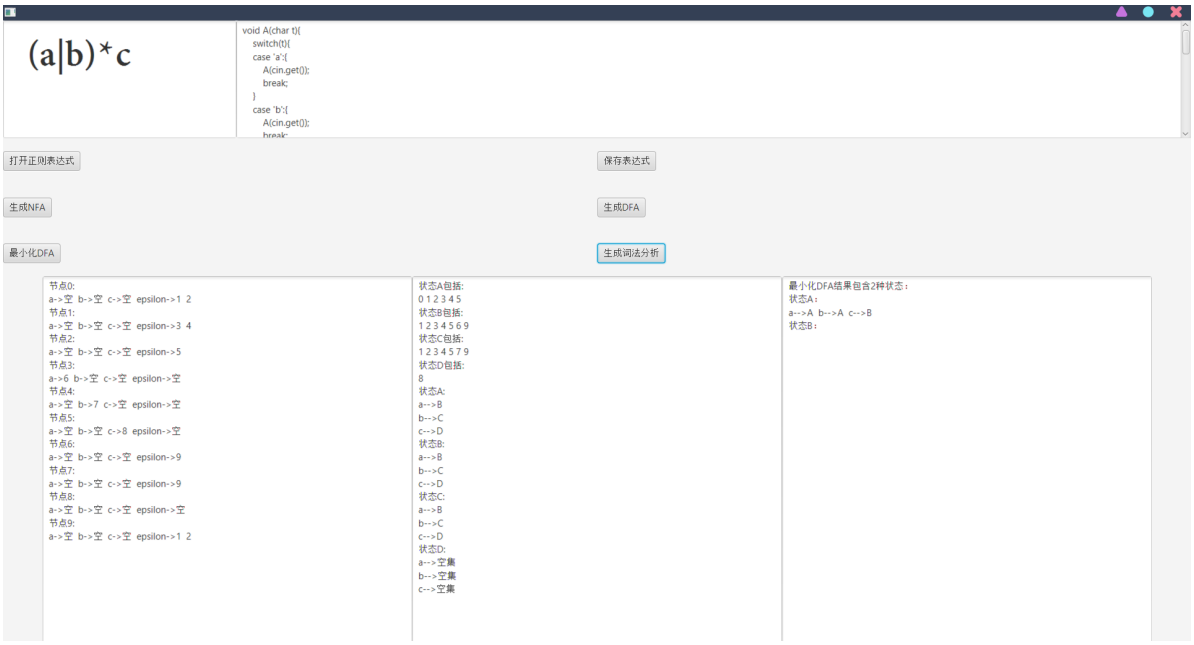
最小化DFA：对DFA结果列表按照是否是终结状态进行分类，压栈，加入到targetList中。当栈不空时，弹栈获取栈顶元素A，对A根据字符把指向的状态进行分组，组中的元素形成一个新的集合，如果新集合小于当前原集合且不为空，说明原集合A可以再分，分离出新集合B，将新集合B和去除新集合后的A-B压栈，同时移除targetList中的旧集合，压入新集合。重复上述操作直至栈空。返回最小DFA状态表。

实验测试

主界面及相关功能截图：

文件保存与打开功能

功能演示截图



四、实验总结（心得体会）

该实验对于数据结构的把握要求较高，对于一些手工做很简单的算法，程序实现起来比较复杂。所幸Java有较好的Api直接，可以轻松实现较为复杂的遍历操作等。以后要加强编程训练，提升编程效率。

五、参考文献

Kenneth C.Louden：《编译原理及实践》.2000.机械工业出版社