

四则运算题目生成器 需求分析与设计文档

编写目的

本文档详细描述了“四则运算题目生成器”的需求（包括用户的功能性需求和非功能性需求）与设计方案。同时为设计人员与开发者提供参考。

本文档的预期读者是设计与开发人员、用户等。

背景

1. 待开发软件名称：四则运算题目生成器。
2. 本项目的任务提出者：汤世平。
3. 本项目的设计人员：万伯阳、周赫斌。
4. 本项目的开发人员：万伯阳、周赫斌
5. 本项目的用户：未定。

术语

- 四则运算表达式（以下简称表达式）：只包含数字、加减乘除\乘方运算符与左右括号的算式。
- 逆波兰表达式（后缀表达式）：将二元运算符置于两个相关的运算对象之后的表达式。后缀表达式与正常的中缀表达式是一一对应的，可以与中缀表达式互相等价转换。
- 表达式同构：在不改变运算顺序的前提下，如果通过有限次交换二元运算符左右两侧的表达式能使两个表达式变成完全一样的表达式（字符串匹配方式），那么这两个表达式同构。如 $3+5$ 与 $5+3$ 同构，但 $1+2+3$ 与 $3+2+1$ 不同构，因为改变了运算顺序。
- 判定树：规定叶节点为表达式中出现的数字，非叶节点为表达式中出现的运算符，非叶节点的左右子树是参与该运算符计算的两个运算对象（单个数或者一个表达式），那么可以建出一个判定树，它可以表示这个表达式的运算顺序。

参考文献

《一种判定树同构的 BULT 算法》—— 温雪莲,梁华金-《中山大学学报(自然科学版)》

需求分析

1. 功能需求

软件的功能需求分为三个部分。

- 支持一次性生成不超过 1000 道四则运算题目（包含括号），一个表达式中运算符个数不会超过 10 个。要求所有题目都是合法的四则运算题，并且它们两两都不同构。

要求支持分数表示。

程序应当能接受用户输入的答案，并且判定对错。最后输出正确/错误题数与正确率。

- 围绕上述功能，添加一个额外的运算符——乘方，可以用^或**两种表示方法。用户应当可以自行设置采用何种表示。

应当注意乘方是从右往左计算的，即 $2^3^3=2^{27}=134217728$ 。

- 实现基本功能的网页版，要求支持用户设定生成四则运算的参数。

2. 性能需求

运行时间限制：一分钟。空间限制：1GB。

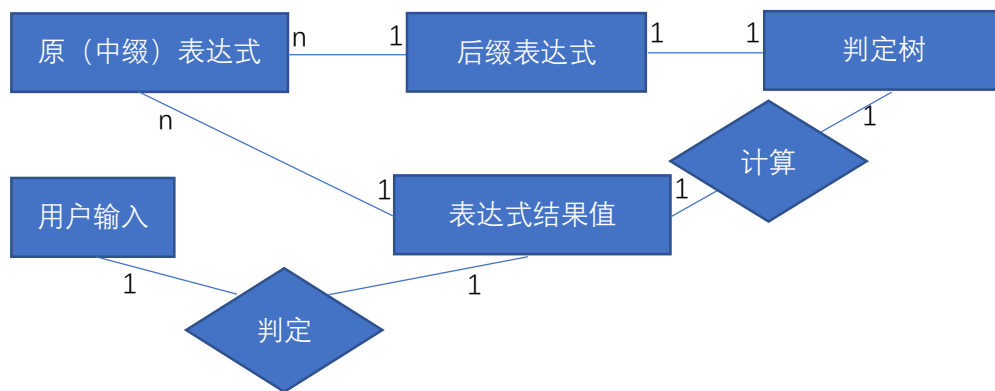
3. 结构化需求分析与建模

■ 数据建模

实体有原表达式、转换生成的后缀表达式、进一步处理建出的判定树、表达式的计算结果、用户输入的结果值。

考虑括号的问题，原表达式与后缀表达式应该是多对一的关系。

判定树是必须的，因为表达式同构的问题可以转化成判定树同构的问题。

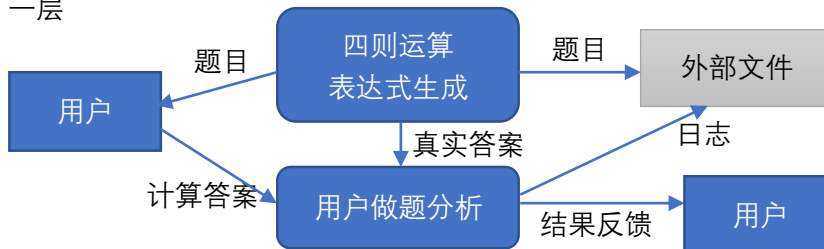


■ 功能建模

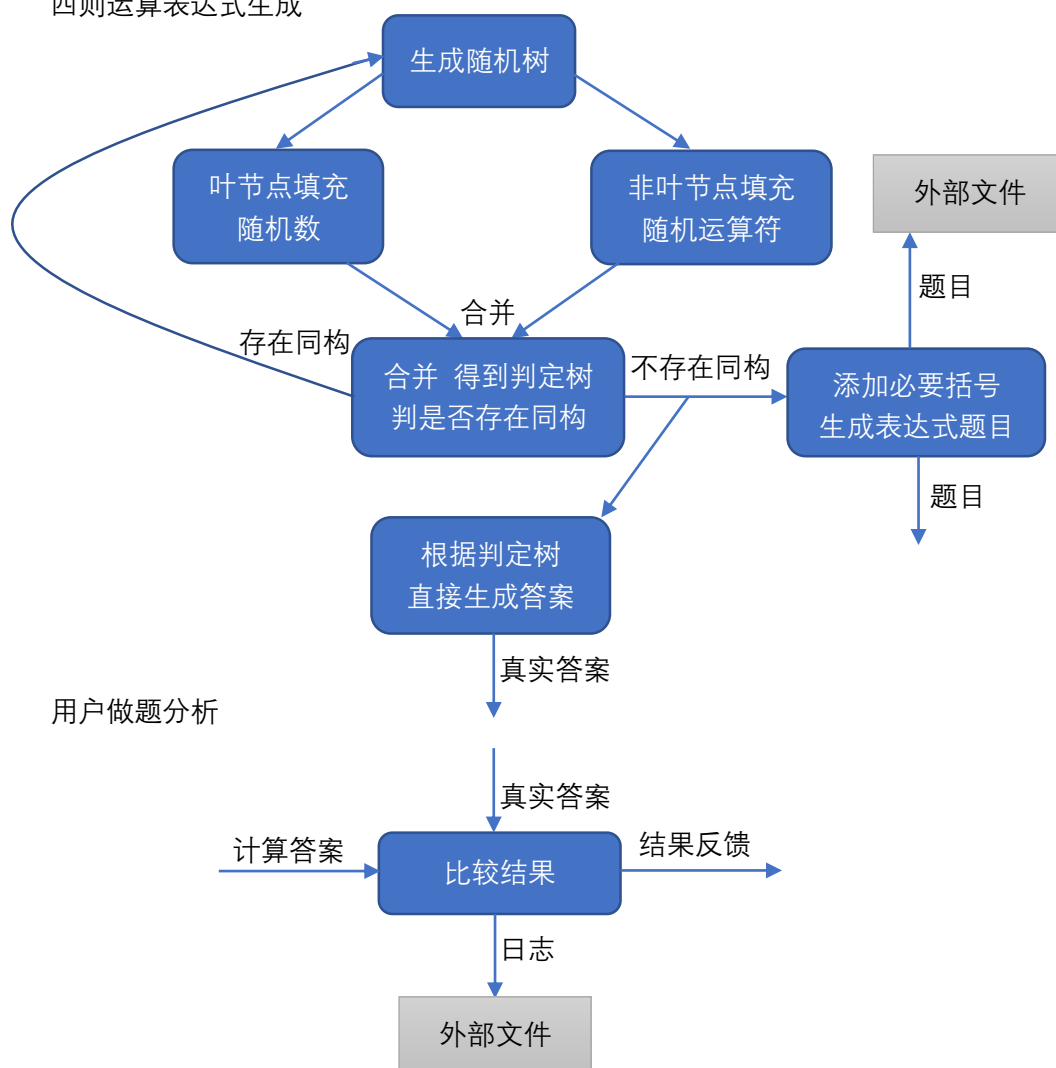
顶层 DFD



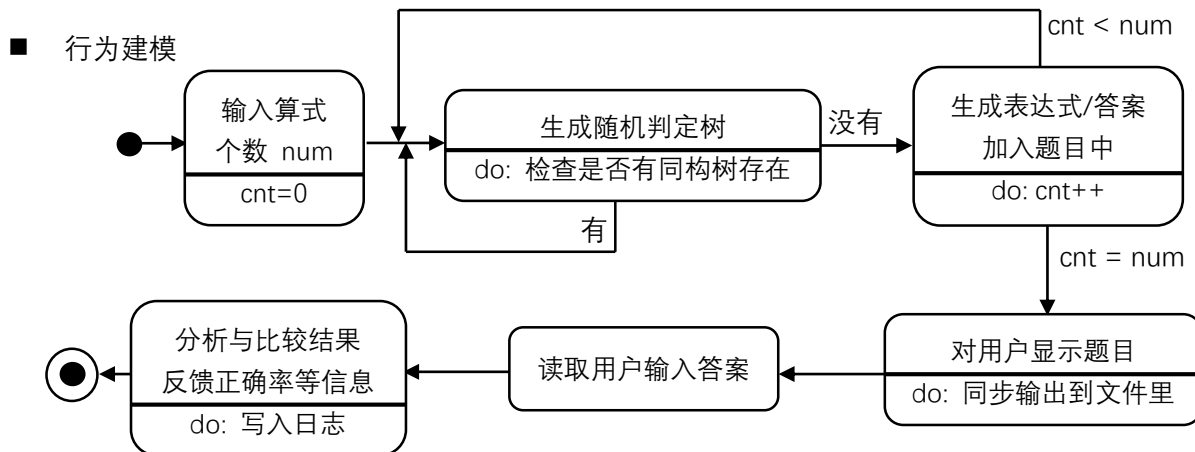
一层



二层
四则运算表达式生成



用户做题分析



行为建模

4.