

1 项目介绍

本项目是浙江大学《数据结构与算法》课程的项目作业,设计并完成了对于一系列中缀表达式的求值程序,支持多重括号和四则运算,支持有限位小数运算,支持负数输入(更进一步地,处理了所有可能的正负号,一个数字前面可以有多个正负号),支持科学计数法输入。能够初步识别各种非法表达式,包括括号失配(`bracketMismatchException`),运算符失配(`operatorMismatchException`),除0错误(`dividedByZeroException`),非法字符(`invalidCharacterException`),非法数字(`invalidInputNumberException`),表达式过长(`expressionSizeOutOfBoundException`)等。对输入的表达式有长度要求。

2 设计思路

程序的设计主要分为两个模块:数字的读入和表达式求值。

2.1 数字的读入

一个可能包含科学计数法的数字应当包括如下三部分:整数部分、小数部分、指数部分,分隔符分别是`.`和`e`。程序定位并找出了每一部分的数据,并且对于不合法的情况丢出`invalidInputNumberException`异常。

2.2 表达式求值

使用`std::stack`来辅助求值,包括一个运算符栈和一个数字栈。首先判断是否有非法字符。然后,自左向右逐个扫描表达式的元素,如果是左括号,将其压入运算符栈;如果是右括号,那么取出栈顶的运算符并进行运算,直至栈顶出现左括号;如果是运算符,那么先把运算符栈顶处所有优先级更高的运算符取出并求值,然后再将当前运算符压入栈中;如果是数字,那么调用数字输入模块来读取,并压入数字栈中。注意如下要点:

- 一元运算符(正负号)的处理:首先,一元运算符只可能在左括号或者运算符的后一位出现,其余的一律认为是加减号;其次,一元运算符的优先级应当是最高的,程序中进行了特殊处理。
- 在取出运算符进行运算的时候,注意判断除以0的错误。
- 在扫描完毕过后栈中可能还有未处理完的运算符。
- 如果处理右括号的时候栈顶不出现左括号,或者左括号在最后被当作运算符处理,说明出现了括号失配。
- 如果在处理运算符的时候发现数字栈已空,或者在所有运算符处理完毕后数字栈里仍有多于一个元素,说明出现了运算符失配。

3 测试数据和结果

Expression(s)	Result(s)
3+5	8
6-2	4
7-9	-2
4*8	32
7/3	2.33333

表 1: 基础四则运算

Expression(s)	Result(s)
+5	5
-3	-3
++3	3
--5	5
-----5	-5
-++---++-2	-2
++-+-+--+4	4

表 2: 一元运算符处理

Expression(s)	Result(s)
1.13	1.13
1e5	100000
1.5e2	150
2e-3	0.002
-5.2e-1	-0.52

表 3: 小数和科学计数法处理

Expression(s)	Result(s)
(3+5)*4	32
(2*(3+5))-4	12
((1+3)+(4*-4))/(2)	-6

表 4: 有括号参与的运算

Expression(s)	Result(s)
5+8*9-4	73
2/3+6	6.66667
7+7*7/-7	0
-4*6	-24

表 5: 纯四则运算

Expression(s)	Result(s)
-3+5*2-(1.5e3/5e2)	4
(---5.0*-(1e-3+1e-2-1e-1*1/1.2e0))*1.5	-0.5425
(-+9.4e2--6.2*(1.14+5.14))/(----2e1)	-45.0532
((1e3-500)/2) + 3*(1.5e2)	700

表 6: 复杂表达式

Expression(s)	Result(s)
$\underbrace{1 + 1 + \cdots + 1 + 1}_{10000\text{个}1}$	5000
$\underbrace{((\cdots (1 + 1) \cdots))}_{4000\text{个}()}$	2

表 7: 极限情况

Invalid Expression(s)
1e
.2
3+1e5.1
1e2e3/4
122.122.122.122
1.e3
1e.6*8

表 8: Exception Case 1 : invalidInputNumberException

Invalid Expression(s)
6/0
4*2/(2e1-6.0*3-2)

表 9: Exception Case 2 : dividedByZeroException

Invalid Expression(s)
(((5+6)*7)/6))
)9*8)
22-((4)

表 10: Exception Case 3 : bracketMismatchException

Invalid Expression(s)
1+
() - 9
5**8
6(3)

表 11: Exception Case 4 : operatorMismatchException

Invalid Expression(s)
as6d54w8
1e2*311
HappyNewYear!
WhyNotBlackMyth:Wukong?

表 12: Exception Case 5 : invalidCharacterException