

## 1 expression\_evaluator 的功能及实现

首先我的 expression\_evaluator 实现了以下几个所要求的基本功能:

- 支持多重括号和四则运算。
- 支持有限位小数运算, 但可以不考虑负数作为输入。
- 识别非法的表达式, 如括号不匹配、运算符连续使用、表达式以运算符开头或结尾以及除数是 0 等。
- 能处理含有加 (+)、减 (-)、乘 (\*)、除 (/) 和括号 (()) 的中缀表达式。

再者额外的一些功能:

- 考虑了负数, 比如:  $1+-2.1$  是合法的, 但  $1++2.1$  是非法的。
- 考虑了科学计数法, 比如:  $-1+2e2$  是合法的。
- 考虑了科学计数法正负号, 比如:  $-1+2e+2, -1+2e-2$  是合法的。(注: 为方便起见我们认为  $2e$  是  $2$ , 如:  $2e*2$  就是  $2*2$  为  $4$ )
- 考虑了  $\{ \}$ ,  $[ ]$  匹配问题, 但像  $\{ ( ) \}$  是非法的。
- 考虑了各种不同的非法情况, 并告诉用户何种错误情况。

### 1.1 前言

虽然王老师所讲为将中缀表达式转化为后缀表达式, 同时利用 stack 去储存运算, 但我觉得在实现上可能并不如 List 来的直观, 这也是我如何去实现以及为什么使用 List 的原因。不过遗憾的是, 在书写报告时我才发现这种算法在实现类似  $(2+3)*(1+2)$  类型时, 即多非包含括号时会出现一些问题, 时间匆忙, 因此最后我还是以栈来完成了这一部分的缺漏, 为了方便代码我也选择保留, 也是希望以后有机会能对其再度完善。

### 1.2 思路简介

首先我初步的想法是去递归运算, 如何递归呢? 我想到在没有括号的情况下, 问题将会被大大简化, 从而能被轻松解决。因此我设想一个 List, 能够在遇到从左遇到第一个左括号时, 再去寻找一个与之匹配的右括号, 将括号外部分复制入 List, 同时预留一个 subval node, 括号内算式的存入 sublist, 递归下去, 最终必将不含括号, 然后将 childlist 运算的值后返回 parentList 的 subval node, 从而 List 中不存在括号, 可以运算, 逐次返回 childList 的 val, 最终至 List。return List 的 val, 完成运算。

而在 stack 实现中最复杂的部分只需要两个函数, 一个函数用来转化, 一个用来计算。其中计算是较为方便实现的, 如果已经实现了转化为后缀表达式, 这时只需要按照已经完成的后缀表达式, 遇到数字便 push stack, 遇到运算符便 pop, 因为当初实现后缀表达式时, 如果两个运算符连在一起, 前者的运算优先级总是高于后者的, 因此在实现时我们需要对加减法, 与乘除法的优先级进行定义, 遇到左括号时先压入栈, 再压入运算符, 而遇到压入的运算符优先级低于或等于时, pop 栈顶运算符, 若是右括号时则不输出只 pop 至左括号, 中间的运算符均 pop 且输出但括号无需输出。最后转化为后缀表达式了之后, 将运算数字经过 stod 转化, 依次压入栈内直至遇到第一个运算符, 这是 pop 栈顶两个元素进行相应运算, 并再将运算结果 push top。最后直至运算直至没有运算符且只有一个数, pop 并 return 即可得到答案。

### 1.3 主要成员函数与重要状态量

成员函数:

```
vector<string> List::transforinto_postfix();  
void judge();  
int acquire_prefrence(char op);
```

## 2 测试及运行结果

### 2.1 针对错误输入的测试

如下:

- 1\$1+5 非法字符
- ILLEGAL CHARACTER \$
- 1++2\*\*6 非法运算
- ILLEGAL OPERATION
- ((2+3+5)\*2 括号缺少
- ILLEGAL PARENTHESIS MATCHING
- {5+2\*(3+4)+2) 括号匹配问题
- ILLEGAL PARENTHESIS MATCHING
- 5+2\*(3+2\*) 子列缺少运算后数字
- ILLEGAL OPERATION
- 3+5\* 缺少运算后数字 - ILLEGAL OPERATION
- 5+2\*3+(1\*{5+2\*(3+4)+2)+2+1) 子列括号匹配问题
- ILLEGAL PARENTHESIS MATCHING
- 3+5.2.1(太多点)
- ILLEGAL OPERATION
- 3e2e3(太多 e)
- ILLEGAL OPERATION
- 2/(2-2)(除 0)
- A divisor of 0 is ILLEGAL

### 2.2 针对运算功能的测试

如下:

- 1+-2.1 (负数运算)
- 答案是: -1.1 correct
- -1+2e2 (科学计数法)
- 答案是: 199 correct
- 123456789\*987654321(大数运算)
- 答案是: 1.21933e+17 correct
- 0.11+2e-2+2e+2+2e\*2(科学计数法再检验及小数)
- 答案是: 204.13 correct
- 5+2\*(3+(1\*5+2\*(3+4)+2)+2+1)(复杂运算)
- 答案是: 59 correct
- ((5+3)\*2)/(4+(3-1)) 除法
-

### 3 结果及分析

我运行了数次之后，取平均值之后并保留三位小数得到：

	my heapsort time	std::sort_heap time
random sequence	0.100s	0.060s
ordered sequence	0.046s	0.028s
reverse sequence	0.045s	0.057s
repetitive sequence	0.082s	0.056s

不难发现，除了 reverse sequence, my sortheap 都比 std 效率低 (因为 myheapsort 是最小堆，最后实现的是逆序，于是我已经将 mysortheap 结果对调，以保证 worst 与 best 情况对应) 我猜测，std 存在一些优化策略，比如随机化：探测若干项是否满足序关系，如果的确如此，那么正如 ordered 所显示的那样，时间会大大缩短。相反如果不满足序关系占大多数，std 可能会先对此进行一个随机化操作，此时时间复杂度是  $O(1)$  不会对整体复杂度产生太大影响。因此 std 的 random, repetitive, reverse 的时间近乎于相等，而我的程序却没有对此的优化，导致不同程序之间运算时间相差过大。除了 best 情况剩下的均比 std 要慢。通过查询资料我了解到，std 在运算时可能有并行化向量化减少运算时间，而且同时优化内存访问模式来提高缓存命中率，这些可能也是 std 效率比 myheapsort 快的原因。