

第二次实验

公共信息发布区：[exp2_public](#)。

个人仓库：[oo_homework_2023 / homework_2023](#)你的学号exp_2。

请同学们作答完成后，将代码提交到个人仓库，并在本页面下方选择自己要提交的 `commit`，并点击最下方的按钮进行提交。

实验目标

通过代码实例了解结构化表达式，以及简单的求导实现方法。

实验内容

问题描述

给定一个包含加减，乘、乘方的单变量、带三角函数（三角函数内部因子有限制，只能是 x 或整数）的表达式，整个表达式对 x 进行一次求导，将求导结果输出，要求结果去除表达式中的多余括号，只保留必要的括号，必要的括号是指：

- 三角函数调用时必要的一层括号：`sin()` 与 `cos()`。

并不要求合并同类项、或进行进一步化简。

实验要求

代码中需要补全的部分已经用 `TODO` 标出，请根据题意完善代码，并提交到个人实验 2 仓库中以完成本次实验

本次实验仅允许补充标出 `TODO` 的部分，不允许更改其他部分代码，否则将会被视为无效实验

官方包解读

```
1 | - Factor
2   | - Cos.java
3   | - Expr.java
4   | - Factor.java
5   | - Number.java
6   | - Sin.java
7   | - Term.java
8   | - Var.java
9 | - Parser
10   | - Parser.java
11   | - Lexer.java
12   | - TokenType.java
13 | - Main.java // 程序入口
```

其中，`expr` 包中的每个类对应表达式的一层结构，每个类有一个 `toString()` 方法用于输出，有一个 `derive()` 方法用于求导，`Term`和`Expr`有额外的 `expand()` 方法用于展开括号。

注：为了简化处理，在 `Parser` 读入中，提前将乘方进行展开。如 `x**3` 将会作为 `x*x*x` 读入，求导时即可调用乘法法则。

形式化描述

下面的形式化表述和作业中的略有不同，请仔细阅读：

- 表达式 \rightarrow 空白项 [加减 空白项] 项 空白项 | 表达式 加减 空白项 项 空白项
- 项 \rightarrow 因子 | 项 空白项 `'*'` 空白项 因子
- 因子 \rightarrow 变量因子 | 常数因子 | 表达式因子
- 变量因子 \rightarrow 幂函数 | 三角函数

- 常数因子 \rightarrow 整数
- 表达式因子 \rightarrow '(' 表达式 ')' [空白项 指数]
- 幂函数 \rightarrow 'x' [空白项 指数]
- 三角函数 \rightarrow 'sin' 空白项 '(' 空白项 三角函数内部因子 空白项 ')' [空白项 指数] | 'cos' 空白项 '(' 空白项 三角函数内部因子 空白项 ')' [空白项 指数]
- 三角函数内部因子 \rightarrow 'x' | 整数
- 指数 \rightarrow '**' 空白项 整数
- 整数 \rightarrow ('0'|'1'|'2'|...'9'){'0'|'1'|'2'|...'9'}
- 空白项 \rightarrow {空白字符}
- 空白字符 \rightarrow (空格) | \t
- 加减 \rightarrow '+' | '-'

其中

- {} 表示允许存在 0 个、1 个或多个。
- [] 表示允许存在 0 个或 1 个。
- () 内的运算拥有更高优先级，类似数学中的括号。
- | 表示在多个之中选择一个。
- 上述表述中使用单引号包裹的串表示字符串字面量，如 '(' 表示字符 '('。

求导公式

$$\text{I. 当 } f(x) = c \text{ (} c \text{ 为常数) 时, } f'(x) = 0 \quad (1)$$

$$\text{II. 当 } f(x) = x^n \text{ (} n \neq 0 \text{) 时, } f'(x) = nx^{n-1} \quad (2)$$

$$\text{III. 当 } f(x) = \sin(x) \text{ 时, } f'(x) = \cos(x) \quad (3)$$

$$\text{IV. 当 } f(x) = \cos(x) \text{ 时, } f'(x) = -\sin(x) \quad (4)$$

$$\text{V. 链式法则: } [f(g(x))]' = f'(g(x))g'(x) \quad (5)$$

$$\text{VI. 乘法法则: } [f(x)g(x)]' = f'(x)g(x) + f(x)g'(x) \quad (6)$$

输入格式

输入仅一行，为需要化简的表达式，表达式符合上述形式化定义。

输出格式

输出一个字符串，表示整个表达式对x进行一次求导后，只保留必要括号后的结果，注意输出结果不要求合并同类项，也不要求进一步化简，求导结果正确即可。

样例

输入

```
1 sin(x)+x**3+2+sin(1)
```

输出

```
1 cos(x)*1+1*x*x+1*x*x+1*x*x+0+cos(1)*0
```