

# 项目一：复数计算器

# 实验内容

- **实验内容：**

- 实现一个复数计算器（**不能使用C++内置的complex**）
- 判断输入是否合法。
- 合法，输出计算结果；不合法，输出错误提示。

- **什么是复数？**

- 我们把形如 $a+bi$ （ $a, b$ 均为实数）的数称为复数，其中 $a$ 称为实部， $b$ 称为虚部， $i$ 称为虚数单位。当虚部等于零时，这个复数可以视为实数；当 $z$ 的虚部不等于零时，实部等于零时，常称 $z$ 为纯虚数。

# 计算器的功能

- 支持的数据类型

- 1、复数：  $a + bi$  ( $a, b$ 均为实数)
- 2、实数：  $a$
- 3、纯虚数：  $bi$

- 支持的操作符

括弧、负号

"+", "-", "×", "÷", "||" (加, 减, 乘, 除, 取模)

共轭( $\text{cjg}(Z)$ )       $\text{cjg}(Z)$ 就是求 $Z$ 的共轭

辐角主值( $\text{arg}(Z)$ )       $\text{arg}(Z)$ 就是求 $Z$ 的辐角主值, 范围为  $(-\pi - \pi]$

$n$ 次幂       $Z^n$ 就是求 $Z$ 的 $n$ 次幂( $n$ 为整数)

# 操作符说明

- 复数的共轭

两个实部相等，虚部互为相反数的复数互为共轭复数。当虚部不为零时，共轭复数就是实部相等，虚部相反，如果虚部为零，其共轭复数就是自身。用  $\text{cjg}(z)$  表示。

- 复数的辐角

在复变函数中，自变量  $z$  可以写成  $z = r(\cos\theta + i \sin\theta)$ 。其中  $r$  是  $z$  的模，即  $r = |z|$ ； $\theta$  是  $z$  的辐角，记作： $\text{Arg}(z)$ 。在  $(-\pi, \pi]$  间的辐角称为辐角主值，记作： $\text{arg}(z)$ 。（结果用弧度制表示，范围为  $(-\pi, \pi]$ ）

# 操作符优先级

- 操作符优先级

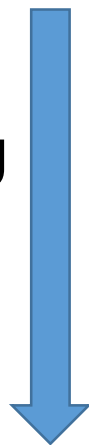
括弧

负号, 取模, `cjg`, `arg`

N次幂

乘除

加减



由高到低

- 表达式计算的算法可以参考“逆波兰式”。

# 合法输入判断 (一)

- 怎么样算是合法的输入

- 输入表达式开头结尾

- 以实数、" $|$ "(取模)、负号、" $i$ "或者左括弧开头，以实数、" $|$ "(取模)、" $i$ "或者右括弧结尾

$(1+3i)$ ,  $i+3$ ,  $-3+4i$ ,  $|3+4i|$



- 操作符 ( 加减乘除 )

- 后面可以是实数、" $i$ "、" $|$ "、左括弧，不能是右括弧或者操作符 ( 加减乘除 )

$1 + -4 + ) + 9 - 0$



- 实数

- 后面可以是右括弧、" $i$ "、操作符 ( 加减乘除 )、" $^$ "，不能是左括弧、" $|$ "或者实数

$(2i+3)+8(2+3|4i|)$



# 合法输入判断 (二)

- **i**

- 前面可以加减乘除、实数、右括号(括号内的结果必须是实数)

$(2+3)i$



$(2+8i)i$



- 后面可以是右括弧、操作符（加减乘除）不能是左括弧、“i”、“|”或者实数

$(2+3i)+i(1+2i)+i|3|+ii$



- **左括弧**

- 后面可以是左括弧、实数、“i”、“|”，不可以是右括弧或者加减乘除

$(i+3i)+()+(+3)+(|3+4i|)$



- **右括弧**

- 后面可以是右括弧，“i”、操作符（加减乘除）、“^”，不可以是左括弧或者操作数或者“|”(取模)

$(9+(i+3i))(+ (2+3)8+(2+3)i$



# 注意事项

- 括弧匹配
  - 在输入表达式的任意位置 左括弧个数  $\geq$  右括弧个数
  - 对于整个输入表达式, 左括弧个数 = 右括弧个数
- '-' 为负号时的情况:
  1. 位于表达式开头
  2. 前面是左括弧
- "i"和"1i"是等同的, 都是合法的
- n次幂的求解中, n是整数, 可以是正数或负数
- 合法的空格: 在操作数和操作符之间的空格是合法的, 但是操作数内部不能出现空格, 比如:  $1\ 2 + 8i$ , 1和2之间的空格非法, 加号前后的空格合法。




# 程序运行流程

- 1、运行程序，显示适当的提示。
- 2、输入表达式。
- 3、合法，输出计算结果；不合法，输出错误提示。
- 4、循环执行，直到输入quit指令，退出计算器计算

# 运行示例

请输入你要计算的表达式：

$(2-3i)*(1+i)/|3+4i|$   输入表达式

结果为：  $1-0.2i$   输出结果

-----

请输入你要计算的表达式：

$(0.428+0.154i)*arg(3+4i)$

结果为：  $0.396882+0.142803i$

-----

请输入你要计算的表达式：

$(2+3i)*c_{jg}(3+5i)/(2-3i)^{-2}$

结果为：  $-117-247i$

-----

请输入你要计算的表达式：

$(2+3i)+i(1+2i)$

$(2+3i)+i(1+2i)$ , error: i 与 ( 匹配错误.  输出不合法提示

-----

请输入你要计算的表达式：

quit  退出程序

退出程序.

—

# 基本功能

- 基本功能
  - 判断表达式合法性
  - 错误表达式的识别、位置信息，错误类型，高亮  
(windows.h中的SetConsoleTextAttribute函数)
    - 输入:  $((8+7)*5i$
    - 输出:  $((8+7)*5i$  error:括弧不匹配
  - 输出相应结果
  - 小数保留小数点后6位。

# 扩展功能

- 求两个复数之间的距离: (  $\text{dis}(x,y)$ ,  $x$ 和 $y$ 分别为复数 )

$$x = a + bi$$

$$y = c + di$$

$$\text{dis}(x, y) = \sqrt{(a-c)^2 + (b-d)^2}$$

- 求解一元二次方程:  $x^2 + 1 = 0$

请输入你要计算的表达式:

$$f(x) = x^2 + 1$$

一元二次方程的解为:  $x_1 = i, x_2 = -i.$

-----

- 上下键翻上一个或下一个表达式
- 在完成基本功能的前提下，你的创意发挥，目标：更易用，更合理，更强大。

## 实验安排和评分（项目总分/10，计入总分）

- 10月12日**前**提交设计PPT，给出数据结构设计、功能分解、模块设计及核心函数声明。满分30分。
- 10月12日抽取部分学生上台讲解设计PPT。
- 10月19日**前**提交代码，并用PPT给出用户手册。
- 10月19日答辩：根据课程网站上提交的代码，进行功能测试检查及提问。
- 完成题目要求功能的程序满分90分，实现扩展功能，实现1个10分，上限30分。
- 用户手册在设计PPT的基础上，增加程序操作说明（程序运行截图+文字说明）。满分30分。
- 答辩过程中，正确回答问题得20分。