

Project 2 多项式计算器的实现实验报告

一、实验目的

- 1、熟悉类的使用和运算符重载等操作，了解程序鲁棒性的保证；
- 2、掌握面向对象的程序设计。

二、实验环境

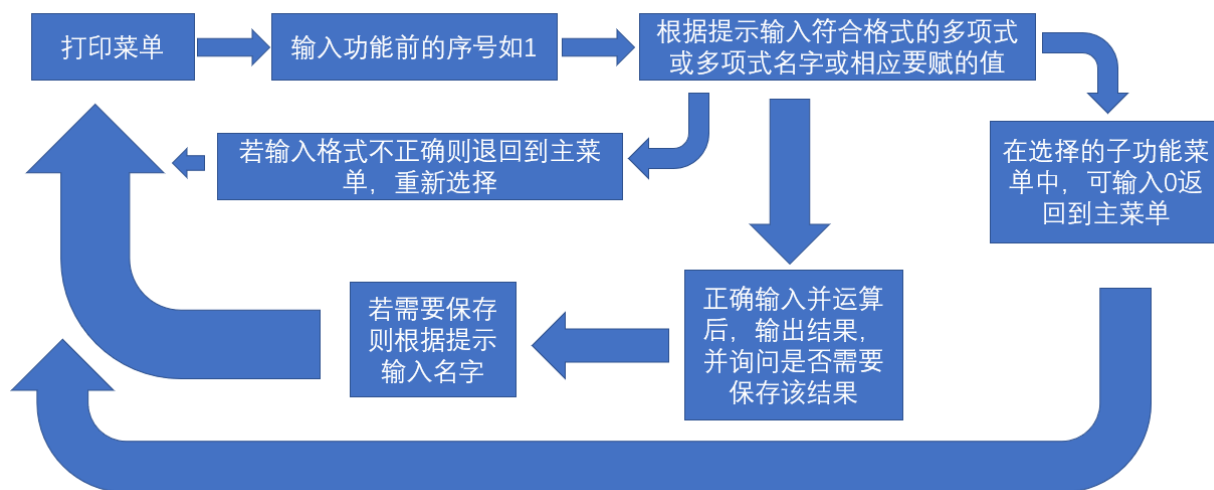
编程语言：ANSI C++

开发工具：Visual Studio Code

三、分析与设计

在设计该程序前，面对该题目中多项式的加、减、乘法要求和面向对象的程序设计时，我想到了实现一个多项式类去实现其功能，并对 $+$ 、 $-$ 、 $*$ 、 $=$ 、 $==$ 进行运算符重载，使代码更为简洁，易于理解；一开始我想用数组来实现，下标代表指数，但是又发现当多项式只有指数很大的一个项时，数组的空间就会没有被充分利用，并且有可能会溢出，所以我采用了链表的数据结构，当系数为0时的某些指数项就不需记录，需要时才申请内存并插入。为了保证程序的鲁棒性，我对输入的数据进行了多次与正确格式的比对（如 $(,)$ 、 $(1,)$ 这样的数据），并在出错时反馈给用户，也允许用户不按指数大小顺序输入（即在每次输入后，程序会帮用户按指数从大到小顺序排列），并在运算过程中出现顺序错乱或系数变0的情况会删除不必要的0项和重排。

下面为程序的流程图：



3.1 需求分析

多项式计算器的功能如下：

(1) 在进行运算前，输入多项式有 3 种格式，以 x^2+2x+1 为例：(1, 2) (2, 1) (1, 0) 或 $p = (1, 2) (2, 1) (1, 0)$ 并以 p 为名字存储或已存储有名为 p 的多项式时输入 p ，且括号内数字顺序为系数、指数，且在输入时需要检测输入是否合法（如输入具有重复名字的多项式时，会报错）。

(2) 在进行两个多项式加法运算时，将相同指数的系数相加，若相加后系数为 0 时，需要清除该项。

(3) 在进行两个多项式减法运算时，将相应作为减数的多项式 $\times(-1)$ 后与被减数相加即可。

(4) 在进行两个多项式乘法运算时，将相应项系数相乘、指数相加，并添加至一个新的多项式 $temp$ 中，在项与项相乘时需要检查相乘后得到的项的指数是否在新的多项式已存在，若存在则需合并，若不存在则添加。

(5) 在进行多项式赋值时，先按上述 (1) 中格式输入多项式，然后再输入所赋给 x 的值。

(6) 查询功能：可以随时查询计算器中当前存储的多项式（以 x^2+2x+1 的格式现示）及其名字，方便用名字 输入和避免起名重复导致计算效率降低。

(7) 判断两多项式是否相等：通过判断相应项数、指数、系数是否相同来判断多项式相等。

(8) 对多项式求导：输入一个多项式并输出其求导后的多项式。

(9) 在每个功能中均可输入 0 以返回到主菜单，避免错误输入功能键进行不必要的计算。

3.2 类结构设计

```
class Polynomial { //多项式类
public:
    struct term {
        double coef;
        double exp;
        term* next;
        term() {coef = 0; exp = 0; next = NULL;}
        term(double _coef, double _exp, term* p = NULL)
        {coef = _coef; exp = _exp; next = p;}
    };
};
```

```

};

Polynomial(); //构造函数

Polynomial(const Polynomial &); //拷贝构造函数

~Polynomial(); //析构函数

Polynomial operator=(const Polynomial &); //多项式间赋值

Polynomial operator+(const Polynomial &); //多项式相加

Polynomial operator-(const Polynomial &); //多项式相减

Polynomial operator*(const Polynomial &); //多项式相乘

bool operator==(const Polynomial &); //判断两多项式是否相等

void insert(double _coef, double _exp); //插入多项式的一个项

void erase(double _exp); //删除某一项

void remove_zero(); //若其中某一项系数变为 0 时，删除其对应项

double assign(double value); //赋值

void sort(); //将多项式按指数降序排序

term* at(double _exp); //寻找是否存在某一指数项

void derivation(); //求导

void display(); //打印出多项式

void clear(); //清空相应多项式

private:

    term* head; //多项式首项
};

```

3.3 设计细节

- (1) 在多项式与多项式相乘后，需要对新多项式进行清除系数变为 0 的项和排序。
- (2) 当多项式只剩下指数和系数均为 0 的项时，不能清除该项。
- (3) 打印多项式时，需要对系数为 1、-1、0，指数为 0、1 的项、首项特别讨论。

(4) 存储多项式时，若输入已有的名字则需要再次输入。

(5) 对输入的数据需判断其格式是否符合要求。

四、代码

```
Polynomial Polynomial::operator+(const Polynomial &other)//多项式相加
{
    Polynomial temp;

    term *p = head, *q = other.head, *r;

    while (p && q) {
        if (p->exp < q->exp) { //确保相加时新的多项式是以指数降序排列
            temp.insert(q->coef, q->exp);

            q = q->next;
        }
        else if (p->exp > q->exp) {
            temp.insert(p->coef, p->exp);

            p = p->next;
        }
        else {
            if (p->coef + q->coef == 0) { //相加后系数为 0 时不需在新多项式添加该项
                p = p->next;
                q = q->next;
                continue;
            }
            temp.insert(p->coef + q->coef, p->exp);

            p = p->next;
            q = q->next;
        }
    }
}
```

```

    r = q ? q : p; //判断 p、q 中哪个多项式还有余下未相加的项

    while (r) { //若有余下项，对于余下项添加至 temp 中

        temp.insert(r->coef, r->exp);

        r = r->next;

    }

    if (temp.head == NULL) { //如果相加后全部系数为 0 时仍要有 0 项

        temp.insert(0, 0);

    }

    return temp;
}

Polynomial Polynomial::operator-(const Polynomial &other) //多项式相减
{

    Polynomial temp(other), ans;

    term *p = temp.head;

    while (p) { //即加上 other 中系数取相反数的多项式

        p->coef *= -1.0;

        p = p->next;

    }

    ans = *this + temp;

    return ans;
}

Polynomial Polynomial::operator*(const Polynomial &other) //多项式相乘
{

    term *p = head, *q, *r;

    Polynomial temp;

    while (p) {

        q = other.head;

        while (q) {

            r = temp.at(p->exp + q->exp); //寻找 temp 中是否已存在该指数项

            if (temp.head && r)

```

```

        r->coef += p->coef * q->coef; //若存在则系数相加

    else

        temp.insert(p->coef * q->coef, p->exp + q->exp); //否则添加

    q = q->next;

}

p = p->next;

}

temp.remove_zero(); //若系数为 0 则需清 0

temp.sort(); //按指数降序排列

return temp;

}

```

五、实验结果

运行程序后，首先打印出菜单：

```

~
~ Welcome to Polynomial v1.0.0 ~
~ Menu: ~
~ 1.+ ~
~ 2.- ~
~ 3.* ~
~ 4.assign ~
~ 5.show the polynomials saved ~
~ 6.judge whether two polynomials are equal ~
~ 7.derivation ~
~ 8.Exit ~
~
~
Please enter what you want to do next:1

```

输入 1（加法）后打印出输入的提示，但输入一个少了指数的数据，会提示输入出问题并返回主菜单：

```

please enter two polynomials:
(If you want to enter  $x^2+2x+1$ , the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
(21.23,)
Your input is in a wrong form. Please check it again.

```

再次输入 1，但在输入多项式时，输入一个不存在的名字时，也会提示用户：

```

Please enter what you want to do next:1
please enter two polynomials:
(If you want to enter  $x^2+2x+1$ , the form of the polynomial must be (1,2)(2,1)(1,0)
or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be characters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
p
There is no such name of polynomial saved here.
Please check it again.

```

输入正确格式数据时，得出正确结果，并输入 1 保存结果，名为 r：

```

Please enter what you want to do next:1
please enter two polynomials:
(If you want to enter  $x^2+2x+1$ , the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
p=(123.456,3.19)(-78.89,2)(-3,0)
the second one is(Or enter 0 to return to the menu):
q=(-3.006,3.19)(0.89,2)(4,0)
the result is:
120.45x^3.19-78x^2+1
Do you want to save this result?
1.Yes          2.No
1
please name the polynomial, and the name must be characters:
r

```

由于其余功能输入的处理一样，在测试其余功能时仅测试逻辑是否正确：

```

Please enter what you want to do next:2
please enter two polynomials:
(If you want to enter  $x^2+2x+1$ , the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
p
the second one is(Or enter 0 to return to the menu):
q
the result is:
126.462x^3.19-79.78x^2-7
Do you want to save this result?
1.Yes          2.No
2

```

```

Please enter what you want to do next:3
please enter two polynomials:
(If you want to enter x^2+2x+1, the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
p
the second one is(Or enter 0 to return to the menu):
q
the result is:
-371.109x^6.38+347.019x^5.19-70.2121x^4+502.842x^3.19-318.23x^2-12
Do you want to save this result?
1.Yes          2.No
1
please name the polynomial, and the name must be characters:
w

```

```

Please enter what you want to do next:4
please enter the polynomial(Or enter 0 to return to the menu):
(If you want to enter x^2+2x+1, the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
p
please enter the value you want to assign:
3
the result is: 3394.03

```

```

Please enter what you want to do next:5
the polynomials you have saved are as follow:
Name      Polynomial
w         -371.109x^6.38+347.019x^5.19-70.2121x^4+502.842x^3.19-318.23x^2-12
r         120.45x^3.19-78x^2+1
q         -3.006x^3.19+0.89x^2+4
p         123.456x^3.19-78.89x^2-3

```

```

Please enter what you want to do next:6
plesse enter two polynomials:
(If you want to enter x^2+2x+1, the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
the first one is(Or enter 0 to return to the menu):
p
the second one is(Or enter 0 to return to the menu):
q
They are not equal.

```

```

Please enter what you want to do next:7
please enter the polynomial(Or enter 0 to return to the menu):
(If you want to enter x^2+2x+1, the form of the polynomial must be (1,
2)(2,1)(1,0) or name=(1,2)(2,1)(1,0) or name, and the name must be cha
racters.)
p
the result is:
393.825x^2.19-157.78x
Do you want to save this result?
1.Yes          2.No
2

```


六、心得体会

在这次大作业中，我运用了现阶段所学的类和面向对象的程序设计，也明白了程序鲁棒性的重要性和实现鲁棒性的难处，因为当输入不符合要求时，要在判断输入时考虑各方面的可能性，并对其进行判断是格式错误还是不存在名字或其他情况和提示用户与其进行交互，所以在实现这个计算器过程中，只要想到用链表存储多项式的每一项后，实现其功能是不难的，主要还是在输入时保证程序的健壮性，避免在进行错误输入时导致程序崩溃和输出时对特殊数据输出的特殊处理。同时，也更加熟悉面向对象的程序设计和对类和运算符从在的使用，更加熟悉对链表的应用，也明白了测试程序时不仅要有正常、普通的数据，更要有特殊的数据和不符合要求的数据。