

# Homework\_2

- 題目

```
class Polynomial{
    //p(x) = a0x(e0) + ... + (an)(x(en)); a set of ordered pairs of <ei,ai>,
    //where ai is a nonzero float coefficient and ei is non-negative integer exponent.
    public:
        Polynomial();
        //Construct the polynomial p(x) = 0.
        Polynomial Add(Polynomial poly);
        //Return the sum of the polynomials *this and poly.
        Polynomial Mult(Polynomial poly);
        //Return the product of the polynomials *this and poly.
        float Eval(float f);
        //Evaluate the polynomial *this at f and return the result.
};
```

Figure 1. Abstract data type of Polynomial class.

```
class Term{
    friend Polynomial;
    private:
        float coef; //coefficient.
        int exp;    //exponent.
};

//The private data members of Polynomial are defined as follows:
private:
    Term *termArray; //array of nonzero terms.
    int capacity;    //size of termArray.
    int terms;       //number of nonzero terms.
```

Figure 2. The private data members of Polynomial class.

## ● 問題

1. Implement the Polynomial class its ADT and private data members are shown in Figure 1 and 2, respectively.
2. Write C++ functions to input and output polynomials represented as Figure 2. Your functions should overload the << and >> operators.

## ● 說明

1. 化簡(Simplify)：合併同指數(exp)的項，並移除係數(coef)為零的項。
  2. 加法(Add)：回傳二多項式相加，並化簡之結果。
  3. 乘法(Mult)：回傳二多項式相乘，並化簡之結果。
  4. 求值(Eval)：輸入未知數，並求多項式之值。
- ✧ 題目要求實現多項式類別 (Polynomial) 及其抽象數據類型 (ADT)，除了實現多項式的輸入與輸出功能，還需使用運算符重載(operator)來操作。
  - ✧ 在建立輸出多載時，為了作業方便，而追加了 GetCoef()和 GetExp()作使用。
  - ✧ 由於 Polynomial 中的 Term \*termArray，是利用位址而非值(value)。因此除了建構子和解構子外，還需要另外建立複製運算子(copy constructor)。
  - ✧ 在製作乘法(Mult)功能時，注意到了多項式有化簡(Simplify)功能的需求。

## ● 效能分析(Analysis)

### 1. 化簡(Simplify)

- Time complexity

- ✧ 排序功能：使用泡沫排序法，時間複雜度為  $O(n^2)$ ， $n$  為項的數量。

- ✧ 合併功能：時間複雜度為  $O(n)$ 。

- Space complexity

- ✧ 僅用額外變數暫存係數(coef)和指數(exp)，空間複雜度為  $O(1)$ 。

### 2. 加法(Add)

- Time complexity

- ✧ 時間複雜度為  $O(n+m)$ ， $n$  和  $m$  是兩個多項式的項數。

- Space complexity

- ✧ 多項式最多包函  $n+m$  項，空間複雜度為  $O(n+m)$ 。

### 3. 乘法(Mult)

- Time complexity

- ✧ 使用兩個迴圈，時間複雜度為  $O(n*m)$ 。

- Space complexity

- ✧ 最多有  $n*m$  的結果，時間複雜度為  $O(n*m)$ 。

### 4. 求值(Eval)

- Time complexity

- ✧ 時間複雜度為  $O(n)$ ， $n$  是多項式的項數(terms)。

- Space complexity

- ✧ 僅用額外變數儲存結果，空間複雜度為  $O(1)$ 。

### 5. AddTerm

- Time complexity

- ✧ 時間複雜度為  $O(n)$ ， $n$  是多項式的項數(terms)。

- Space complexity

- ✧ 空間複雜度為  $O(n)$ ， $n$  是多項式的項數(terms)。

### 6. 整體(total)

- Time complexity

- ✧ 時間複雜度為乘法的  $O(n*m+p)$ ， $p$  為乘法(Mult)結果的項數。

- Space complexity

- ✧ 空間複雜度為  $O(n)$ 。

## ● 執行結果(Testing)

```
C:\Users\ping9\OneDrive\文件\.aino\虎科\2-1_資料結構\Homework_2\src>Hw_p1.exe
Enter the first polynomial:
Enter the number of terms: 2
Enter coefficient and exponent for term: 1: 3 2
Enter coefficient and exponent for term: 2: 5 0
Enter the second polynomial:
Enter the number of terms: 3
Enter coefficient and exponent for term: 1: 1 3
Enter coefficient and exponent for term: 2: 2 2
Enter coefficient and exponent for term: 3: -4 0
Sum: x^3 + 5x^2 + 1
Product: 3x^5 + 6x^4 + 5x^3 - 2x^2 - 20
Enter the value to evaluate the first polynomial: 2
P1(2) = 17

C:\Users\ping9\OneDrive\文件\.aino\虎科\2-1_資料結構\Homework_2\src>Hw_p1.exe
Enter the first polynomial:
Enter the number of terms: 2
Enter coefficient and exponent for term: 1: 1 1
Enter coefficient and exponent for term: 2: 2 1
Enter the second polynomial:
Enter the number of terms: 2
Enter coefficient and exponent for term: 1: 3 1
Enter coefficient and exponent for term: 2: 4 1
Sum: 10x
Product: 21x^2
Enter the value to evaluate the first polynomial: 5
P1(5) = 15

C:\Users\ping9\OneDrive\文件\.aino\虎科\2-1_資料結構\Homework_2\src>
```

## ● 驗證計算(Proving)

$$(3x^2 + 5) + (x^3 + 2x^2 - 4) = x^3 + 5x^2 + 1。$$

$$(3x^2 + 5) * (x^3 + 2x^2 - 4) = (3x^5 + 6x^4 - 12x^2) + (5x^3 + 10x^2 - 20) = 3x^5 + 6x^4 + 5x^3 - 2x^2 - 20。$$

$$x = 2, 3x^2 + 5 = 12 + 5 = 17。$$

$$x + 2x + 3x + 4x = 10x。$$

$$x = 5, x + 2x = 3*5 = 15。$$

- 效能量測(Measuring)

```
Compilation results...
-----
- Errors: 0
- Warnings: 0
- Output Filename: C:\Users\ping9\OneDrive\文件\.aino\虎科\2-1_資料結構\Homework_2\src\Hw_pl.exe
- Output Size: 1.84063625335693 MiB
- Compilation Time: 1.31s
```

- 心得

這次程式我花了將近 5 天的時間去完成，主要原因在太長時間沒有去使用 C++ 的物件導向，一些使用上的細節需要重新複習，像是 **friend**、輸入輸出多載、複製結構子等功能。

程式本身並不算太困難，重點在於資料的調動、讀取和使用，經過這一次的練習後，我又對 C++ 的物件導向更進一步的了解和如何利用於未來的程式中。