

Homework 4

班級	姓名	學號	日期
四機械四乙	吳宇昕	B10831020	10/29/2022

Part 1: 延續HW3，有技巧的產生Struct Vector

[source code](#) and [replit](#)

執行結果如下圖:

```
Student B10831020
Random composite matrix m1
|17   -60   -84   46|    row average = -20.25
|28    -5   -37   54|    row average = 10
|12   28   -78   11|    row average = -6.75
|39   -47   -23  -72|    row average = -25.75
=====
Random composite matrix m2
|-19   87    99   89|    row average = 64
|-20   34    51   31|    row average = 24
|-33  -68    10   90|    row average = -0.25
|34   -13    -5   10|    row average = 6.5
=====
m1 + m2
|-2    27    15   135|    row average = 43.75
|8     29    14   85|    row average = 34
|-21  -40   -68  101|    row average = -7
|73   -60   -28  -62|    row average = -19.25
=====
Nondiagonal element sum of m1 and m2
|--    27    15   135|
|8     --    14   85|
|-21  -40   --  101|
|73   -60   -28  --|
```

Struct的定義如下圖：

```
6  struct HozRow
7  {
8      uint8_t ID;
9      std::vector<int> data;
0      double avg;
1
2      HozRow(){data.reserve(4);} //struct constructor
3  };
4
5  using CompositeArr = std::vector<HozRow>;
```

將HozRow當作struct vector的一列。自定義HozRow的constructor，當vector需要加入新的一列，會呼叫此constructor執行reserve函式，為此列預留記憶體空間。

寫這次的作業發現vector很有趣的一個現象。以下是為陣列賦值的函式，它會加長兩個陣列的行列數，並賦予亂數值。

```
void assignRandomValue(CompositeArr& m1, CompositeArr& m2)
{
    auto randGenerator = std::mt19937(time(0));
    m1.reserve(4);
    m2.reserve(4);
    for(int i = 0; i < 4; i++){
        m1.push_back(HozRow()); //calls HozRow constructor
        m2.push_back(HozRow()); //calls HozRow constructor
        for(int j = 0; j < 4; j++){
            m1[i].data.push_back(randGenerator() % 200 - 100);
            m2[i].data.push_back(randGenerator() % 200 - 100);
        }
    }
    getRowAvg(m1);
    getRowAvg(m2);
}
```

若將

```
m1[i].data.push_back(randGenerator() % 200 -100);
```

改為

```
m1[i].data[j] = randGenerator() % 200 -100;
```

程式依然可以執行，不會發生segmentation fault，且後續用m1[i].data[j]索引第i列j行的元素值可以順利取值。然而，若用m1.size()查詢其內容物數量，會發現是0。

雖然vector經過reserve()已經配置空間可以容納新元素，仍應該用push_back()使其增長，而不是像上述用等號的寫法直接寫入記憶體空間。不然即使順利對vector寫入數值，它不會知道自己真實內容物量為何。如此逾越vector管理自身長度的設計，恐怕是相當糟糕的寫法。過去有一份作業是這樣寫的，很高興這次有發現此缺失。

Part 2: 整合第三方complex API，創建複數struct vector

目前這份code有嚴重的執行期錯誤

[source code](#) and [replit](#)

執行結果如下圖（執行期錯誤）：

```

PS D:\NTUST_Not_Sync\EngineeringProgramming\code\HW4\bin> .\HW4-Task1-2.exe
Student B10831020
=====
NOTICE: Currently there is a bug
The generated random values repeats and their values are not within the user-designated interval. Maybe I can fix it later, maybe not
=====
Please input the boundaries of the real part
0.7 1.2
Please input the boundaries of the imaginary part
-0.8 -0.5
Complex matrix m1
-0.959+0i      -0.959+1.39i    -0.959+1.39i    -0.959+1.39i
-0.781+1.39i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i
-0.781+1.15i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i
-0.781+1.15i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i   -0.781+1.15i
=====
Complex matrix m2
0+3.82e+033i   0+3.82e+033i    -0.824+3.82e+033i    -0.824+-1.74e+033i
-0.824+-1.74e+033i    -0.824+-1.74e+033i    -0.793+-1.74e+033i    -0.793+1.66e+033i
-0.793+1.66e+033i    -0.793+1.66e+033i    -0.793+1.66e+033i    -0.793+-2.01e+032i
-0.793+-2.01e+032i    -0.793+-2.01e+032i    -0.793+-2.01e+032i    -0.793+6.06e+031i
=====
m1 + m2
-0.959+3.82e+033i    -0.959+3.82e+033i    -1.78+3.82e+033i    -1.78+-1.74e+033i
-1.61+-1.74e+033i    -1.61+-1.74e+033i    -1.57+-1.74e+033i    -1.57+1.66e+033i
-1.57+1.66e+033i    -1.57+1.66e+033i    -1.57+1.66e+033i    -1.57+-2.01e+032i
-1.57+-2.01e+032i    -1.57+-2.01e+032i    -1.57+-2.01e+032i    -1.57+6.06e+031i
=====
m1 - m2
-0.959+-3.82e+033i    -0.959+-3.82e+033i    -0.135+-3.82e+033i    -0.135+1.74e+033i
0.0429+1.74e+033i    0.0429+1.74e+033i    0.012+1.74e+033i    0.012+-1.66e+033i
0.012+-1.66e+033i    0.012+-1.66e+033i    0.012+-1.66e+033i    0.012+2.01e+032i
0.012+2.01e+032i    0.012+2.01e+032i    0.012+2.01e+032i    0.012+-6.06e+031i
=====
Non diagonal sum of m1 and m2
-----
-0.959+3.82e+033i    -1.78+3.82e+033i    -1.78+-1.74e+033i
-1.61+-1.74e+033i    -----
-1.57+1.66e+033i    -1.57+1.66e+033i    -----
-1.57+-2.01e+032i    -1.57+-2.01e+032i    -1.57+-2.01e+032i    -----
Press any key to continue . . .

```

程式有明顯的錯誤，但是經過長時間的debug仍然看不出為什麼會這樣。

以圖片輸出為例，使用者以浮點數輸入實數與虛數上下界，但是產生的亂數即使經過處理沒有落在指定範圍內，反而變成很詭異的數值。還有，各個元素實部與虛部皆應是亂數，然而實際輸出看見好幾的元素的值是重複的。兩個問題經過長時間debug仍無法解決。

struct 定義如下圖：

```

9  typedef std::vector<std::complex<float>> ComplexVector;
10 typedef std::complex<float> Complex;
11
12 struct CplxRow
13 {
14     ComplexVector data;
15     Complex avg;
16     CplxRow(){data.reserve(4);}; //struct constructor
17
18     Complex GetAvg()
19     {
20         Complex avg;
21         for(int i=0 ; i<data.size(); i++){
22             avg += data[i];
23         }
24         avg = Complex(avg.real() / data.size(), avg.imag()/ data.size());
25         return avg;
26     }
27 };
28
29 using CompositeMatrixCplx = std::vector<CplxRow>;

```

自定義CplxRow的constructor與計算列平均的函式GetAvg()。計算平均的函式本來想寫成

```

Complex GetAvg()
{
    Complex avg;
    for(int i=0 ; i<data.size(); i++){
        avg += data[i];
    }
    avg /= (int)data.size();
    return avg;
}

```

卻發現/=運算子沒辦法在std::complex<float>與int之間使用。在cppreference.com網站上看到這句話

Because template argument deduction does not consider implicit conversions, these operators cannot be used for mixed integer/complex arithmetic. In all cases, the scalar must have the same type as the underlying type of the complex number.

顯然目前這兩種type之間的變數無法使用這個運算子，那就只好向圖片裡一樣寫得土炮一點。

Part 3: 觀照視頻心得

這部影片主要介紹C++的class如何自訂義operator。其實operator似乎只是變形的函式，以更簡潔的符號形式進行相加、相減、比較等計算。

兩複數相加時，普通的class內函式可能長這樣

```
Complex Complex::add(const Complex& another)
{
    return Complex(this->real() + this->real(), another.imag() + another.imag());
}
```

而呼叫此函示需寫成

```
Complex c1, c2, c3;
c3 = c1.add(c2); // assume = operator is already available
```

但是若在`class Complex`自訂義+運算子，兩個複數相加的程式將會看起來更簡潔

```
Complex Complex::operator + (const Complex anotherCplx) const
{
    return Complex(this->real()+anotherCplx.real(), this->imag()+another.imag())
}
```

使用+運算子複數相加只需要

```
Complex c1, c2, c3;
c3 = c1 + c2; // assume = operator is already available
```

定義+運算子有幾個關鍵字，其實跟定義函式語法很類似：

- `Complex`: 運算子(函式)的return type是Complex instance
- `Complex::operator +`: 修改Complex class的+運算子
- `(const Complex anotherCplx)`: 此函式需要輸入兩個參數，不過第一個參數即呼叫此運算子時在+前的Complex instance，會暗中自動傳入不需要寫在參數列裡。上例中的`c1`即是第一個參數，被暗中傳入，即函式內文的`this`。而第二個參數被pass by const reference，即上例的`c2`，函式內文為`anotherCplx`。
- `const`: 此函式不會修改第一個參數物件`c1`內容

Part 4: 重點回顧下列影片，寫出80字心得

我其實找不到該影片

A. Python OOP

Python讓使用者自由選擇是否使用OOP語法寫程式，不像C#或Java一定要求每個主程式要包覆在namespace、class裡面。

與其像C++在class裡使用`public`、`private`、`protected`等access modifiers，它以變數的名稱前面有幾個底線_ 判別各個attribute的accessibility。

- attribute 名稱前沒有_ : public attribute
- 名稱前帶有_ : private attribute
- 名稱前帶有__ : protected attribute

兩個語言皆提供inheritance，但是python似乎不提供function overload。

Python class內的函式若需修改一個instance，該函式第一個參數必須傳入self。或在寒士名稱上標記@classmethod。若不修改instance而是單純把一個函式寫在class內，則可以標註staticmethod。C++沒有這種機制，所有class內的函式無論是否修改instance都長一樣。

B. C語言陣列，了解heap空間變化

程式可以把變數存在兩種不同記憶體，stack或是heap。

特性	Stack	Heap
自動清除變數	有	無
CPU效率	較高	較低
可用空間	較小	較大

C++與C若宣告變數時沒有特地使用new關鍵字，該變數就會存在stack裡；反之，就會存在heap。除非需要回傳一條在函式裡創建的array，或是程式需要儲存體積龐大的物件，將變數儲存在stack上應該是較好的選擇。

由於heap裡的物件不會在function call結束或scope結束時被清除，很容易產生memory leak霸佔電腦的記憶體空間。同時，stack記憶體裡所有變數儲存位置相鄰，heap可能儲存在任何凌亂的位置，CPU對某個stack位置取值計算更有效率。

即使我們寫的作業幾乎不需要用到new關鍵字，不需要手動操作heap記憶體，其實四次作業都有用到vector就是在讀寫heap記憶體。由於vector長度不固定，其必須被儲存在heap才有這樣的靈活度，因此vector設計上一律儲存在heap。但是為了避免memory leak，它同時也被設計當它go out-of-scope，會自動call destructor，清除相關的heap記憶體內容。