

Homework 3

班級	姓名	學號	日期
四機械四乙	吳宇昕	B10831020	10/13/2022

Part 1 Problem A

Copy a const int pointer to non-const pointer

[test code](#)

欲複製const pointer，必須將其儲存於另一個const pointer。若新的pointer並非const，則會產生compile time error。

```
1  int main()
2  {
3      int number = 10831020;
4      const int* number_ptr = &number;
5      int* another_ptr = number_ptr;
6  }
```

原本預期c++的mutable關鍵字可以暫時避免compiler設下的這道防護機制，強迫其將const int*複製給int*但是發現這樣做沒有用。看來mutable關鍵字是專門用來讓class裡的const函式修改class member用的，無法像我這樣使用。

```
1  int main()
2  {
3      int number = 10831020;
4      const int* number_ptr = &number;
5      mutable int* another_ptr = number_ptr;
6  }
```

Part 1 Problem B

Why should I pass variables as reference

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

變數被pass by value進到函式時，將會在該函式的stack frame裡產生其數值的副本。複製體積大的變數或物件時，將會耗費CPU資源以及記憶體空間。若是pass by reference，函式接收到的是該物件或變數的記憶體位置，只需要到該位置取值運算，不需要複製整個變數值進自己的stack frame。

我用chrono套件量測將一個含有100000個double的vector pass by value與pass by reference進到函式裡，並修改其值需花費的時間。vector宣告如

```
std::vector<double> largeVtr(100000)
```

Pass by reference 與 pass by value 兩測試函數參數如

```
void passedByRef(std::vector<double>& _largeVtr)
void passedByValue(std::vector<double> _largeVtr)
```

實驗使用的 test code 在此。發現在g++ compiler優化前，兩個版本的函式各執行1000次平均時間差0.0113839秒，而開啟g++ compiler優化-O3選項後，差距為0.00413375秒。若是體積更大的object需要被反覆傳入函式，更可以觀察出pass by value與pass by reference的效能差異。

簡單地在函式參數列加入& pass by reference就可以顯著提升程式效能，以後將會善用此語法。

Part 1 Problem C

What are the difference between `int myInt[10]` and `int* myInt[10]`

test code

前者會在stack上配置一段連續的記憶體，長度40bytes，並取得指向此段記憶體起點的pointer，可以在此寫入10個int數值。後者在stack上建立10個連續的int pointer，分別指向零散、非連續的記憶體位置。後者做任何數值運算，需要dereference陣列的每個元素。未經dereference，會出現compile time error

```
4   int arr[10];
5   int* arr_ptr[10];
6
7   arr[0] = 100;
8   arr_ptr[2] = 100;
9   arr_ptr[4] = 100;
10  arr_ptr[6] = 100;
```

然而，原本預期dereference各個元素之後就可以對其賦值，實際操作卻出現runtime error, segmentation fault.

```
4   int arr[10];
5   int* arr_ptr[10];
6
7   arr[0] = 100;
8   *arr_ptr[2] = 100;
```

Exception has occurred. ✕
Segmentation fault

從vscode檢視記憶體位置，可以看見`int* arr_ptr[10]`配置的10個整數pointer指向記憶體各處，各個整數的記憶體位置凌亂。甚至[0]跟[2]指向相同的記憶體位置：

The screenshot shows a debugger's 'LOCALS' pane on the left and a C++ code editor on the right. The 'LOCALS' pane shows a variable `arr_ptr` of type `[100]` with the following values:

- `[0]: 0x61fc14`
- `[1]: 0x769d631c <msvcrt!_get_curre...>`
- `[2]: 0x61fc14`
- `[3]: 0x769e6f95 <unlock+21>`
- `[4]: 0x76a3438c <msvcrt!_aexit_rtn+45...>`

The code editor shows the following C++ code:

```

1  #include <iostream>
2  int main()
3  {
4      int arr[100];
5      int* arr_ptr[100];
6
7      arr[0] = 100;
8      *arr_ptr[0] = 100;
9      system("pause");

```

這10個int pointer需要另外再指定其指向的位置，不然現在的樣子沒辦法使用。

這種語法似乎很容易產生segfault，之後應該會避免配置一個充滿pointer的陣列。同時由於各個pointer指向記憶體四處，int的數值位置凌亂，程式效能可能較記憶體連續的int arr[10]差。

Part 1 Problem D

Workshop

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

宣告變數，得到下圖的輸出

```

int number = 10831020;
int* number_ptr = &number;
int* number_ptr2 = number_ptr;

```

Printing all 3 symbols of number:

<code>&number</code>	<code>*number</code>	<code>number</code>
0xffff000bd4	N/A	10831020

Printing all 3 symbols of number_ptr:

<code>&number_ptr</code>	<code>*number_ptr</code>	<code>number_ptr</code>
0xffff000bd8	10831020	0xffff000bd4

可以發現`&number`與`number_ptr`顯示相同的記憶體位置，而`number`與`*number_ptr`顯示相同值。`number_ptr`本身也有記憶體位置，但是與`number`的記憶體位置無關，為任意數。其指向的記憶體位置必與`&number`相同。由於`*number`沒有意義，圖中`print *number`的欄位以hard code在程式碼裡的N/A代替，才能順利執行。

Part 1 Problem E

Overloading functions

[test code](#)

宣告三個版本的函式，positional arguments採用不同的type產生overload效果。呼叫函式時，compiler會以傳入的變數的type自動決定應該使用哪個版本的函式。

```
int DoSomething(int a, int b);
void DoSomething(int& a, int& b);
void DoSomething(int* a, int* b);
```

三個版本分別傳入引數值、引數的reference，以及引數的記憶體位置(或指向引數記憶體位置的pointer)。以三種call signature分別呼叫

```
int result = DoSomething(a, b); //attempt to call version 1
DoSomething(a, b);              //attempt to call version 2
DoSomething(&a, &b);            //attempt to call version 3
```

原本預期三種call signature都可以順利執行，卻發現compiler無法從有無return type判斷前兩種call signature分別該呼叫哪個版本的函式，因此發生compile time error。

```
17 int main()
18 {
19     int a = 10831020;
20     int b = 2;
21     int result = DoSomething(a, b); //attempt to call version 1
22     DoSomething(a, b);              //attempt to call version 2
23     DoSomething(&a, &b);
24     return 0;
25 }
```

Part 2

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

終端機輸出:

```
Student B10831020
Matrix M1:
|-151  -119  -187  -194|
|-107  -126  -169  -166|
|-122  -142  -101  -140|
|-172  -152  -148  -118|
-----
Matrix M2:
|-112  -110  -123  -127|
|-198  -170  -105  -131|
|-109  -192  -130  -104|
|-164  -105  -138  -192|
-----
M1+M2:
|-263  -229  -310  -321|
|-305  -296  -274  -297|
|-231  -334  -231  -244|
|-336  -257  -286  -310|
-----
M1-M2:
|-39   -9   -64  -67|
|91   44   -64  -35|
|-13   50   29  -36|
|-8   -47  -10   74|
-----
```

二維vector陣列定義

```
6 using rowVtr = std::vector<int>; //vector of ints
7 using matrixVtr = std::vector<rowVtr>; //vector of vectors of ints
```

用cstdlib產生亂數

`srand(time())`將執行當下的時間點作為random seed，讓每次程式執行得到不同亂數值。然而由於`time()`的時間解析度只有1秒，1秒內的random seed相同，這份程式一秒內執行多次將得到一樣的變數值。若要解決此問題，則需使用`chrono`函式庫中的`steady_clock`高解析度時鐘作為random seed。用亂數賦予矩陣元素值程式如下：

```
void AssignRandomValues(matrixVtr& _m1, matrixVtr& _m2, const int n_rows, const
int n_cols)
{
    srand(time(0)); //use a time stanp as random seed
    _m1.reserve(n_rows); //allocate 4 vectors of ints
    _m2.reserve(n_rows); //allocate 4 vectors of ints
    for(int i=0; i<n_rows; i++){
        _m1[i].reserve(n_cols); //allocate 4 ints within each row vector
        _m2[i].reserve(n_cols); //allocate 4 ints within each row vector
        for(int j=0; j<n_cols; j++){
            _m1[i].push_back(rand() % 200 - 100);
            _m2[i].push_back(rand() % 200 - 100);
        }
    }
}
```

`rand() % 200 - 100`確保亂數值皆落於[-100, 100]範圍內。

心得

從這題學會了`using`的用途。原本預期`using`應該只是取type代稱用的，沒想到光是幫type取代稱，就可以做出幾乎是新的type出來。像是這份作業把一維的vector，透過兩個`using`指令巢狀包覆vector，產生行數列數皆可增減的二維矩陣，實在相當方便。

上次老師提到希望我們的`main()`更簡潔，這份作業我盡力精簡`main()`內容，在13行內寫完函式主體。

然而無法同時達成老師希望`print`用在`main()`裡面，而不在local function裡的要求。需要另外寫`PrintMatrix`函式處理終端機輸出陣列，不然把所有`print`寫在`main()`裡會大幅增加其體積。

```
14  int main()
15  {
16      printf("Student B10831020\n");
17      matrixVtr m1; //create a vector of vectors of ints
18      matrixVtr m2; //create a vector of vectors of ints
19      matrixVtr matrixAddtionResult;    //the matrix to store calculation results
20      matrixVtr matrixSubtractionResult; //the matrix to store calculation results
21      AssignRandomValues(m1, m2, 4, 4); //give random values to the two matrices
22      PrintMatrix(m1, "Matrix m1", 4, 4);
23      PrintMatrix(m2, "Matrix m2", 4, 4);
24      MatrixAdd(m1, m2, 4, 4, matrixAddtionResult);
25      PrintMatrix(matrixAddtionResult, "Addition of the two matrices", 4, 4);
26      MatrixSubtract(m1, m2, 4, 4, matrixSubtractionResult);
27      PrintMatrix(matrixSubtractionResult, "Subtracetion of the two matrices", 4, 4);
28      system("pause");
29      return 0;
30  }
```

查過很多資料，但是有點不清楚using跟typedef有甚麼不一樣。可能之後學到template跟generics才會比較清楚。