

EE1003 Introduction to Computer I

Programming Assignment 1 Antibody Calculator

授課教師：陳聿廣教授

學生：王佑恩

學號：108601205

系級：電機三 A

2022.10.19

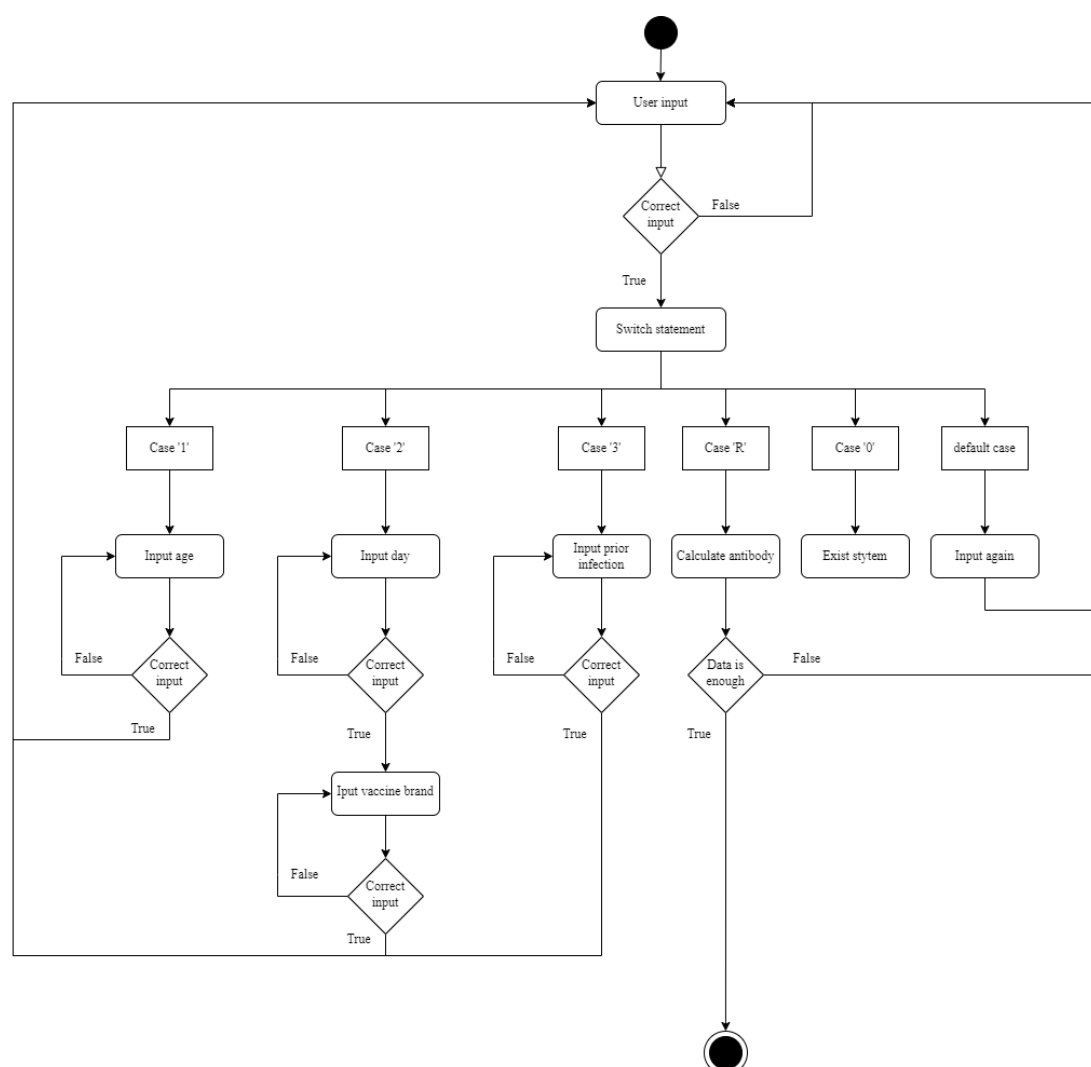
一、 題目簡介

在疫情期間，許多人選擇接種疫苗以保持更高的抗體濃度與足夠的保護力。在注射疫苗過後，體內抗體會隨時間增減，通常，在注射約兩周后，抗體濃度將達到最高點。然而，隨著時間的推移，抗體濃度將開始下降。

根據疫苗類型與個人身體狀況，體內抗體的濃度變化會不同，為了在一定條件下獲得更精確的抗體濃度，在此程式設計作業中，我們將編寫一個基於給定抗體濃度模型的抗體濃度計算程式。

二、 程式敘述

1. 流程圖



2. Pseudocode

Declaration: Age, Vaccine data, Prior infection, Antibody, ...

Prompt the user to enter the selection

While each input data is not enough

Prompt the user to enter the input

If input body data is chosen

take an integer from standard input as the age

If input vaccine data is chosen

ask the user to input two kinds of information:

the duration after last vaccinated and the brand of the vaccine

the brand, input A for AZ, B for BNT, and M for Moderna

If input prior infection is selected

ask the user to provide prior infection information

If calculate antibody is selected

If all other inputs are entered, the antibody is printed and then give a warning based on the antibody concentration value.

Else, print "Data is not enough. ", and need to continue with the input.

If input 0

exist system

If input is other word

remind user to enter the correct input

3. 程式參數簡介

由以下抗體的計算式，我們需要宣告多個參數：

$$Antibody = \begin{cases} baseline * (1 + \alpha_{age}) * \frac{day}{14}, & day \leq 14 \\ baseline * (1 + \alpha_{age}) + slope * (day - 14) * \beta_{infect}, & day > 14 \end{cases}$$

Parameter	Meaning	Range
Age	使用者年齡	1~120
Vaccine	使用者所施打的疫苗種類	A, B, M
day	從施打疫苗到現在的天數	1~2 ³¹ -1

Prior_infection	使用者是否確診過	y, Y, n, N
selection	使用者選擇的輸入	1, 2, 3, R, 0
slope	由年齡決定的抗體濃度變化斜率	-2, -3, -3.5
baseline	因不同疫苗種類而變的參數	300, 800, 900
alpha	一個可以反映年齡的參數	0.05, 0, -0.05
beta	反映使用者是否確診過的參數	1, 0.5
antibody	抗體數	大於或等於 0

變數之間的關係如下：

Factor	Parameter		
	Range	α_{age}	$slope$
Age	1-40	+0.05	-2
	41-80	0	-3
	81-120	-0.05	-3.5
Vaccine data	Brand	$baseline$	
	AZ	300	
	BNT	800	
	Moderna	900	
Prior infection	$\beta_{infect}(\text{Not infected})$		$\beta_{infect}(\text{Infected})$
	1		0.5

4. 實作程式細節

(1) 邏輯介紹

在我所實作的程式中，我先做出 switch statement 的基本架構，設定所有 switch statement 的 case (selection)，以及設計出當使用者輸入的 case 不是正確值時，程式所會做的反應。接著再分別設計各個 case 的運作方式。

當所有 case 之運作方式的程式完成後，設計各種狀況的防呆裝置（含 default case），包含碰到防呆裝置時會跳出的提示句以及程式會接續進行的位置。

(2) 宣告變數

```

1 // PA1: Antibody Calculator
2
3 #include <iostream>
4 #include <iomanip>
5
6 using namespace std;
7
8 int main()
9 {
10     unsigned int Age = 0; // Vaccine brand: A(AZ), B(BNT), M(Moderna)
11     char Vaccine; // The range of days pass by since vaccinated is [1~2^31-1]
12     int day = 0; // prior infection: y, Y, n, N
13     char Prior_infection; // selection: 1, 2, 3, R, 0
14     int selection; // slope is decided based on the age range. option of slope: -2, -3, -3.5
15     float slope; // baseline is an anchor of antibody concentration and varies with different vaccine brands
16     int baseline = 0; // alpha is a parameter that can reflect the influence of age
17     float alpha; // beta is used to reflect the prior infected. option of beta: 1 or 0.5
18     float beta = 0; // The antibody concentration should round off to the 2nd decimal place.
19     double antibody;
20 }

```

Parameter	Data type	Initial value
Age	unsigned int	0
Vaccine	char	
day	int	0
Prior_infection	char	
selection	int	
slope	float	
baseline	int	0
alpha	float	
beta	float	0
antibody	double	

- (a) 設定 Age、day、baseline、beta 的初始值為 0 的原因：需要限制使用者已經所有正確的資料輸入完成，才能使之後順利輸出 antibody 的值。
- (b) 將 antibody 的 data type 設定為 double 的原因：antibody 為一個大於 0 的數值，因沒有限制上限，所以設定其值有較 float 大的範圍。

(3) 提示使用者輸入資訊

```

22
23     cout << "****Antibody Calculator****" << endl;
24     cout << "Enter 1 to input body data" << endl;
25     cout << "Enter 2 to input vaccine data" << endl;
26     cout << "Enter 3 to input prior infection" << endl;
27     cout << "Enter R to calculate antibody" << endl;
28     cout << "Enter 0 to exit system" << endl;
29

```

- (a) 輸入 selection 為 1：跳至輸入個人身體資訊。
- (b) 輸入 selection 為 2：跳至輸入使用者所施打之疫苗的資訊。
- (c) 輸入 selection 為 3：讓使用者輸入是否曾確診過。
- (d) 輸入 selection 為 R：計算出抗體濃度。
- (e) 輸入 selection 為 0：離開此程式。

(4) 局部的 Switch Statement

```

30
31
32 // loop until user types end-of-file key sequence
33 while ( ( selection = cin.get() ) != EOF)
34 {
35     // determine which selection was entered
36     switch (selection)
    ...
    } // end switch
160
161
162 cout << "\n";
163 // cout << selection << endl; // method of debugger
164 cout << "****Antibody Calculator****\n"
165     << "Enter 1 to input body data\n"
166     << "Enter 2 to input vaccine data\n"
167     << "Enter 3 to input prior infection\n"
168     << "Enter R to calculate antibody\n"
169     << "Enter 0 to exit system" << "\n";
170 // cout << selection << endl; // method of debugger
171
172 } // end while
173
174 return 0;
175
176

```

- (a) 第 32 行：設定使用者每次輸入的 selection 會被存為 ASCII code。此外，因 ASCII code 沒有 (-1) 的型態，當使用者想直接離開程式時，可輸入 EOF (Windows: Ctrl + Z)，即會直接跳離 while statement，進入第 174 行的 return 0。
- (b) 第 35 行：設定進入 switch statement 的參數為 selection。
- (c) 第 162 到 169 行：每次程式運作步驟跳離 switch statement 時，會再次提示使用者輸入資訊。

(5) 使用者輸入 selection 為 1

```

36
37
38 case '1':
39 {
40     cout << "Enter your age: ";
41     cin >> Age;
42     while ( !(Age >= 1 && Age <= 120) )
43     {
44         cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
45         cin >> Age;
46     } // end while
47
48     if (Age >= 1 && Age <= 40){
49         alpha = 0.05;
50         slope = -2;
51     }
52     else if (Age >= 41 && Age <= 80){
53         alpha = 0;
54         slope = -3;
55     }
56     else{
57         alpha = -0.05;
58         slope = -3.5;
59     }
60     break; // exit switch
61

```

- (a) 第 39 行：提示使用者輸入年齡。
- (b) 第 40 到 58 行根據使用者輸入的年齡，程式運行如下：

- 第 41 到 45 行：因有限制年齡的輸入為 1~120，所以如果使用者輸入範圍以外的值，會進入防呆設定，直到使用者輸入正確的值，程式才會往下運行。
- 第 47 到 57 行：由年齡與 alpha 和 slope 的關係，將相對關係分為 3 個範圍，分別是 1~40 歲、41~80 歲以及 81~120 歲，程式會依輸入的年齡判斷各年齡範圍的 alpha 和 slope 值。

(6) 使用者輸入 selection 為 2

```

62      case '2':
63      {
64          cout << "Enter how many days pass by since you were vaccinated: ";
65          cin >> day;
66          while (day <= 0)
67          {
68              cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
69              cin >> day;
70          } // end while
71
72          cout << "Enter the brand(A/B/M): ";
73          cin >> Vaccine;
74          while ( !(Vaccine == 'A' || Vaccine == 'B' || Vaccine == 'M') )
75          {
76              cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
77              cin >> Vaccine;
78          } // end while
79
80          if (Vaccine == 'A'){
81              baseline = 300;
82          }
83          else if (Vaccine == 'B'){
84              baseline = 800;
85          }
86          else
87              baseline = 900;
88      }
89      break; // exit switch
90

```

- (a) 第 64 行：提示使用者輸入從施打疫苗到現在的天數。
- (b) 第 66 到 70 行：如果使用者輸入小於或等於 0 的天數，會進入防呆設定，直到使用者輸入大於 0 的天數，程式才會往下運行。
- (c) 第 72 行：在天數正確輸入後，提示使用者輸入其疫苗施打的種類。
- (d) 第 73 到 87 行根據使用者輸入的疫苗種類，程式運行如下：
- 第 74 到 78 行：限制如果使用者輸入的疫苗種類「不是 A 或 B 或 M」，則會進入防呆裝置，直到使用者輸入 A 或 B 或 M，程式才會往下運行。
 - 第 80 到 87 行：由疫苗種類與 baseline 的關係，將其分為 3 個對應關係如下：

疫苗種類	baseline
A for AZ	300

B for BNT	800
M for Moderna	900

(7) 使用者輸入 selection 為 3

```

91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
case '3':
{
    cout << "Did you have a prior infection(y/n): ";
    cin >> Prior_infection;
    while (!(Prior_infection == 'y' || Prior_infection == 'Y' || Prior_infection == 'n' || Prior_infection == 'N'))
    {
        cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
        cin >> Prior_infection;
    } // end while

    if (Prior_infection == 'y' || Prior_infection == 'Y'){
        beta = 0.5;
    }
    else
        beta = 1;

    break;
}

```

(a) 第 93 行：提示使用者輸入是否確診過。

(b) 第 94 到 106 行根據使用者輸入的年齡，程式運行如下：

- 第 95 到 99 行：因有限制的輸入，所以如果使用者輸入以外的值，會進入防呆設定，直到使用者輸入正確的值，程式才會往下運行。
- 第 101 到 105 行：由是否確診過與 beta 的關係，將相對關係分為 2 個部分如下：

是否曾確診過	正確的輸入	beta (β_{infect})
是	y	0.5
	Y	
否	n	1.0
	N	

(8) 使用者輸入 selection 為 R

```

109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
case 'R':
// cout << alpha << " " << day << " " << baseline << " " << beta << " " << slope << endl; // method of debugger
{
    if (Age != 0 && day != 0 && baseline != 0 && beta != 0){
        if (day <= 14){
            antibody = baseline * (1 + alpha) * (day/14.0); // we should present '14' as '14.0', or the data type of (day/14) would be integer
            if (antibody < 0){
                antibody = 0;
            }
            cout << "Your antibody is " << setprecision(2) << fixed << antibody << endl;
            if (antibody >= 50){
                cout << "You are safe!" << endl;
            }
            else
                cout << "Watch out! Antibody is low." << endl;
        }
        else
        {
            antibody = baseline * (1 + alpha) + slope * (day - 14) * beta;
            if (antibody < 0){
                antibody = 0;
            }
            cout << "Your antibody is " << setprecision(2) << fixed << antibody << endl;
            if (antibody >= 50){
                cout << "You are safe!" << endl;
            }
            else
                cout << "Watch out! Antibody is low." << endl;
        }
        // cout << baseline << " " << alpha << " " << day << " " << slope << " " << beta << endl; // method of debugger
    }
    else{
        // cout << baseline << " " << alpha << " " << day << " " << slope << " " << beta << endl; // method of debugger
        cout << "Data is not enough." << endl;
    }
}
break;

```


- (a) 第 112 到 143 行：因為在先前宣告變數時（第 10 到 19 行），有先將 Age、day、baseline、beta 的初始值設為 0，若是使用者輸入的個人資料不齊全，則上述 4 個值會固定為 0。在此段落利用 if...else statement 設計出，若是輸入的個人資料齊全，則會成功輸出 antibody；若輸入的個人資料不齊全，則會提示使用者資料不足，接著程式會跳離 switch statement 並讓使用者將資料輸入齊全（如二、4-(3)-(c)所示）。
- (b) 第 113 到 137 行：由抗體的計算式，根據 day 的值，有不同的算式如下

$$Antibody = \begin{cases} baseline * (1 + \alpha_{age}) * \frac{day}{14}, & day \leq 14 \\ baseline * (1 + \alpha_{age}) + slope * (day - 14) * \beta_{infect}, & day > 14 \end{cases}$$

故將 day 分為小於或等於 14，以及大於 14。

而需要注意的是，須設定抗體濃度最低為 0，因此如第 115 到 117 行與第 128 到 130 行所示，若抗體濃度小於 0 時，將抗體濃度設定為 0，雖然天數小於或等於 14 天時的抗體計算式不會使抗體濃度低於 0，但為了程式的方便觀看性，也將天數小於或等於 14 天處的程式加上同樣的設定。

抗體濃度介於 0 到 49 之間，會同時輸出 "Watch out! Antibody is low." 的資訊；而抗體濃度大於或等於 50 時，會同時輸出 "You are safe!" 的資訊（如第 119 到 124 行與第 132 到 136 行所示）。

- (c) 第 110、138、141 行：實作程式時為了 debug 所額外設計的機制。

- (9) 使用者輸入 selection 為 0

```

146
147
148
149
150
case '0':
    cout << "\nbye~" << endl;
    return 0;

```

輸入 0 後，隔行輸出 "bye~" 後，直接結束程式。

- (10) 若輸入為其他 selection

```

150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
case '\n':
case '\t':
case ' ':
    continue;

default:
    cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
    continue; // 要繼續輸入正確的selection才可繼續操作其他的case
} // end switch

```

- (a) 第 151 到 154 行：在程式接收到 selection 是換行、tab 或是空白鍵時，利用 continue statement 將程式運行跳至輸入 selection。設計此段程式是為了讓 switch statement 結束後，只跳至一次使用者輸入資訊的位置。在後續四、難處發現與解決會對此在做更詳細的敘述。
- (b) 第 156 到 158 行：當使用者輸入的 selection 不符合所設定的 case 時，會進入防呆機制，並利用 continue statement 讓程式再次跳至 switch statement，使使用者可以直接再次輸入 selection。在後續四、難處發現與解決會對此在做更詳細的敘述。

三、 結果呈現

1. 測試資料 1

```
***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
>>>C
Invalid input! Please enter again
>>>2
Enter how many days pass by since you were vaccinated: 0
Invalid input! Please enter again
>>>166
Enter the brand(A/B/M): D
Invalid input! Please enter again
>>>B

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
>>>3
Did you have a prior infection(y/n): e
Invalid input! Please enter again
```

```
>>>y
```

```
***Antibody Calculator***
```

```
Enter 1 to input body data
```

```
Enter 2 to input vaccine data
```

```
Enter 3 to input prior infection
```

```
Enter R to calculate antibody
```

```
Enter 0 to exit system
```

```
>>>1
```

```
Enter your age: -6
```

```
Invalid input! Please enter again
```

```
>>>27
```

```
***Antibody Calculator***
```

```
Enter 1 to input body data
```

```
Enter 2 to input vaccine data
```

```
Enter 3 to input prior infection
```

```
Enter R to calculate antibody
```

```
Enter 0 to exit system
```

```
>>>R
```

```
Your antibody is 688.00
```

```
You are safe!
```

```
***Antibody Calculator***
```

```
Enter 1 to input body data
```

```
Enter 2 to input vaccine data
```

```
Enter 3 to input prior infection
```

```
Enter R to calculate antibody
```

```
Enter 0 to exit system
```

```
>>>0
```

```
bye~
```

```
Process returned 0 (0x0)    execution time : 51.486 s
```

```
Press any key to continue.
```

2. 測試資料 2

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>3

Did you have a prior infection(y/n): n

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>R

Data is not enough.

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>2

Enter how many days pass by since you were vaccinated: 657

Enter the brand(A/B/M): M

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>1

Enter your age: 12

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>R

Your antibody is 0.00

Watch out! Antibody is low.

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>2

Enter how many days pass by since you were vaccinated: 122

Enter the brand(A/B/M): A

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>R

Your antibody is 99.00

You are safe!

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>0

bye~

Process returned 0 (0x0) execution time : 78.577 s

Press any key to continue.

四、難處發現與解決

1. 問題 1：

在輸出 antibody，如果 day 小於 14 天時，輸出的抗體濃度值為 0。如下測試資料所示：

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>1

Enter your age: 16

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>2

Enter how many days pass by since you were vaccinated: 12

Enter the brand(A/B/M): A

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>3

Did you have a prior infection(y/n): y

Antibody Calculator

```
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
```

```
>>>R
```

```
Your antibody is 0.00
```

```
Watch out! Antibody is low.
```

問題解決：

如果沒有根據參數的 data type 對計算式做細節的設定，將計算抗體濃度的計算式中，寫為”(day/14)”而不是”(day/14.0)”，會導致其計算出的值為整數型態（即為 0），而不是小數型態，也會導致輸出抗體濃度值為 0。

2. 問題 2：

在輸入不論錯誤或正確的 selection 後，無法直接再次輸入 selection，反而會直接跳至使用者輸入資訊的步驟，且正確的 selection 會導致產生兩次提示使用者輸入資訊。如以下測試資料所示：

```
***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
R
Data is not enough.

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
```

問題解決：

發生此狀況的原因為（二、4-(9)-(a)）中的第 151 到 154 行沒有用 continue statement 取代 break statement，導致程式讀到了兩次換行的 selection 輸入，共跳出 switch statement 兩次，也因此產生兩次提示使用者輸入資訊，故需以 continue statement 取代 break statement，使程式運行步驟再次跳至 switch statement，而不是跳離 switch statement。

3. 問題 3：

在輸入錯誤的 selection 後，無法直接再次輸入 selection，反而會直接跳至使用者輸入資訊的步驟。如以下測試資料所示：

```
***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
Y
Invalid input! Please enter again

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
```

問題解決：

將（二、4-(9)-(b)）提到的第 156 到 158 行，設置偵測到 default case 跳出 "Invalid input! Please enter again" 提示字後，以 continue statement 取代 break statement，使程式運行步驟再次跳至 switch statement，而不是跳離 switch statement。

五、 Bonus

1. 題目簡介

將 PA1 的程式修改為可以直接將日期作為格式 `yyyymmdd` 的輸入，並可以計算疫苗數據和當前日期之間的間隔時間，其中間隔時間包含施打疫苗的當天，且日期範圍為 20190101~20221231。

2. 程式實作敘述（因過去日期與現在日期程式碼只有變數的差異，為了簡潔呈現，故只說明現在日期的程式碼）

(1) 邏輯介紹

	Description
Step 1	分割使用者輸入的日期為年、月、日。
Step 2	計算日期當中的月與日為當年的第幾天。
Step 3	判斷當年是否為閏年
Step 4	以 2019 年當作基底，計算輸入的日期與 2019 年相差幾年，並將一年的天數加入總天數當中。
Step 5	將現在的日期與過去日期（施打疫苗的日期）所統計的各別總天數做相減，即可獲得間隔的天數。

(2) 宣告變數

```

21 int day_before, day_today;
22 int month_before, month_today;
23 int year_before, year_today;
24 int leap_before, leap_today;
25 int sum_before = 0;
26 int sum_today = 0;
27 int sum;
28 int date_before, date_today;
29

```

Parameter	Meaning	Format	Range
date_before	施打疫苗的日期	yyyymmdd	20190101~20221231
day_before	於幾號施打疫苗	dd	依月份不同而變動
month_before	於幾月施打疫苗	mm	1~12
year_before	於何年施打疫苗	yyyy	2019~2022
leap_before	反映施打疫苗的年份是否為閏年	integer	0, 1
sum_before	施打疫苗的日期與 20190101 相差多少天	integer	$1 \sim 2^{31}-1$
date_today	現在的日期	yyyymmdd	20190101~20221231
day_today	現在是幾號	dd	依月份不同而變動
month_today	現在為幾月	mm	1~12
year_today	現在為何年	yyyy	2019~2022
leap_today	反映現在年份是否為閏年	integer	0, 1
sum_today	現在的日期與 20190101 相差多少天	integer	$1 \sim 2^{31}-1$
sum	現在日期與施打疫苗的日期間隔天數	integer	$1 \sim 2^{31}-1$

(3) 將日期分割為年、月、日

```

173
174
175 cin >> date_today;
176 {
177     year_today = date_today/10000;
178     month_today = (date_today - year_today*10000)/100;
179     day_today = (date_today - year_today*10000 - month_today*100)/1;

```

(a) 第 175 行：日期格式為 yyyymmdd，將日期除以 10000 即可得到年份 yyyy。

(b) 第 176 行：

$$\text{月份} = (\text{yyyymmdd} - \text{yyyy} * 10000) / 100 = \text{mmdd} / 100 = \text{mm}$$

(c) 第 177 行：

$$\text{日} = (\text{yyyymmdd} - \text{yyyy} * 10000 - \text{mmdd} * 100) / 1 = \text{dd}$$

(4) 計算某月以前的天數

```

195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221

```

```

if (month today == 1) // 先計算某月以前月份的總天數
    sum today = 0;
else if (month today == 2)
    sum today = 31;
else if (month today == 3)
    sum today = 59;
else if (month today == 4)
    sum today = 90;
else if (month today == 5)
    sum today = 120;
else if (month today == 6)
    sum today = 151;
else if (month today == 7)
    sum today = 181;
else if (month today == 8)
    sum today = 212;
else if (month today == 9)
    sum today = 243;
else if (month today == 10)
    sum today = 273;
else if (month today == 11)
    sum today = 304;
else
    sum today = 334;
sum today = sum today + day today; // 加上某天的天數

```

(a) 第 196 到 219 行：若輸入月份為 2 月，則須計算 1 月的天數使天數為 31 天，若月份為 3 月，則須計算 1 月與 2 月相加的天數（在此處先將 2 月計算為平年的 28 天），以此類推至 12 月，即可完成某月以前的天數計算。

(b) 第 220 行：將某月以前的天數加上輸入日期當中的日，到此為止便統計完「幾月幾號是一年中的第幾天」。

(5) 計算某年以前的天數與總天數

```

221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233

```

```

if (year today % 400 == 0 || ((year today % 4 == 0) && (year today % 100 != 0))) // 判斷是否為閏年
    leap today = 1;
else
    leap today = 0;

if (leap today == 1 && month today > 2) // 若是閏年且月份大於 2，總天數應該加一天
    sum today++;

sum today = sum today + (year today - 2019) * 365; // 最後加上某年之前的天數
sum = sum today - sum before + 1; // The duration includes the day the user is vaccinated.

```

(a) 第 222 到 225 行：

每四年都會使用一次 366 天的閏年，任何能以 4 整除的年份都是閏年：例如 1988 年、1992 年及 1996 年都是閏年。不過，仍必須將一個小錯誤列入考量。為了修正此誤差，西曆規定能以 100（例如 1900 年）整除的年份，同時也要能以 400 整除，才算是閏年。因此，下列年份不是閏年：1700、1800、1900、2100、2200、2300、2500、2600。原因是這些年份能以 100 整除，但無法以 400 整除。

因此第 222 行中，以 if...else statement 將閏年過濾出來，若是閏年則設 leap 為 1，否則為 0。

- (b) 第 227 到 228 行：若是閏年且月份大於 2，現在的總天數應該加一天。
 - (c) 第 230 行：以 2019 年當作基底，計算輸入的日期與 2019 年相差幾年，並將年的天數加入總天數當中。
 - (d) 第 232 行：將現在計算的總天數與過去（施打疫苗的日期）計算的總天數做相減，再加一天（施打疫苗當天為第一天）即完成間隔天數（sum）的計算。
- (6) 將天數的結果代回原式：

最後將 sum 取代原程式的參數 day，代入抗體濃度 antibody 的計算式中，即可以疫苗數據和當前日期之間的間隔時間，完成新的一款抗體濃度計算程式。

(7) 防呆裝置

```

173 cin >> date today;
174 {
175     year today = date today / 10000;
176     month today = (date today - year today * 10000) / 100;
177     day today = (date today - year today * 10000 - month today * 100) / 1;
178
179     while (year today < 2019 || year today > 2022 || month today < 1 || month today > 12 || day today < 1 || day today > 31)
180     {
181         if (month today == 2 && day today == 30) || (month today == 2 && day today == 31) || (month today == 4 && day today == 31) ||
182         (month today == 6 && day today == 31) || (month today == 9 && day today == 31) || (month today == 11 && day today == 31) ||
183         (year today == 2019 && month today == 2 && day today == 29) || (year today == 2021 && month today == 2 && day today == 29) ||
184         (year today == 2022 && month today == 2 && day today == 29))
185         {
186             cout << "Invalid input! Please enter again" << endl;
187             cin >> date today;
188             year today = date today / 10000;
189             month today = (date today - year today * 10000) / 100;
190             day today = (date today - year today * 10000 - month today * 100) / 1;
191         } // end while
192     }
193 }

```

在實作程式中，以手動輸入的方式過濾出錯誤的日期格式，例如：20190132、20190229、20210229，以及不在題目設定的日期範圍 20190101~20221231 的日期格式，例如：20180101。

以下為防呆裝置的結果呈現：

```

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
2
Enter the date you were vaccinated(yyyymmdd): 20180101
Invalid input! Please enter again
20190132
Invalid input! Please enter again
20190229
Invalid input! Please enter again
20190230
Invalid input! Please enter again
20190231
Invalid input! Please enter again
20210231
Invalid input! Please enter again
20210229
Invalid input! Please enter again
20220229
Invalid input! Please enter again
20200229
2020 2 29
Enter the brand(A/B/M): 

```

3. 結果呈現

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>2

Enter the date you were vaccinated(yyyymmdd): 20190631

Invalid input! Please enter again

>>>20190630

Enter the brand(A/B/M): B

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>R

Data is not enough.

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>1

Enter your age: 22

Antibody Calculator

Enter 1 to input body data

Enter 2 to input vaccine data

Enter 3 to input prior infection

Enter R to calculate antibody

Enter 0 to exit system

>>>3

```
Did you have a prior infection(y/n): y

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
>>>R
Enter the date today(yyyymmdd): 20200229
Your antibody is 609.00
You are safe!

***Antibody Calculator***
Enter 1 to input body data
Enter 2 to input vaccine data
Enter 3 to input prior infection
Enter R to calculate antibody
Enter 0 to exit system
>>>0

bye~

Process returned 0 (0x0)    execution time : 105.889 s
Press any key to continue.
```

六、 回饋

我覺得此次的 PA 不僅可以練習 switch statement 的使用方式，還能練習邏輯思考。在實作的過程中，需要依照要求，使程式運作與輸出在正確的時機以及位置，也因此讓我對 while statement 的語法邏輯更加清晰。

七、 參考資料

1. Microsoft Learn

<https://learn.microsoft.com/zh-tw/office/troubleshoot/excel/determine-a-leap-year>