夏季學院通識計算機程式設計期末考參考解答

8/14/2020

1.

(a) 宣告整數常數 **N = 10**，再宣告一個長度為 **N** 的一維整數陣列 **fib** (3%)

Answer:

```
const int N = 10;
int[] fib = new int[N];
```

(b) 寫一個迴圈，將 **fib** 的每個元素都設為 **0** (3%)

Answer:

```
for(int n = 0; n < N; ++n)
{
  fib[n] = 0;
}
```

(c) 設定 **fib[1]** 為 **1**，再寫一個迴圈，迴圈變數 **n** 從 **2** 開始，在迴圈內設定 **fib[n]** 為其前兩項 **fib[n-1]**、**fib[n-2]** 之和 (3%)

Answer:

```
fib[1] = 1;
for(int n = 2; n < N; ++n)
{
  fib[n] = fib[n-2] + fib[n-1];
}
```

(d) 宣告並設定一個整數變數 **match** 之值為 **21**，利用 C# 提供的函式 **Array.IndexOf** 在陣列 **fib** 中尋找與 **match** 相同之元素的索引。如果沒找到，**Array.IndexOf**會傳回 **-1** (3%)

Answer:

```
int match = 21;
int idx = Array.IndexOf(fib, match);
```

(e) 利用 C# 提供的函式 **Array.Reverse**，將陣列 **fib** 的元素倒過來排列 (3%)

Answer:

```
Array.Reverse(fib);
```

2.

(a) 宣告一個二維陣列 **trans**，同時設定初值，用以表示如 表1 所示： The Peach Blossom Spring Town、Gotham City 兩地區，今年第一季(一到三月)的房地產交易值 (3%)

表1. 今年第一季(一到三月)兩地區的房地產交易值(單位:億元)

	The Peach Blossom Spring Town	Gotham City
January	135	246
February	95	183
March	120	212

Answer:

```
int[,] trans =
{
  {135, 246},
  {95, 183},
  {120, 212}
};
```

(b) 宣告整數變數 **maxi** 和 **maxj** ，並利用 C# 提供的函數 **GetUpperBound** ，分別設定 **maxi** 和 **maxj** 為陣列 **trans** 對應的列索引(row index)和行索引(column index)最大值 (3%)

Answer:

```
int maxi = trans.GetUpperBound(0);
int maxj = trans.GetUpperBound(1);
```

(c) 宣告整數陣列 **rowSum**，以迴圈設定其第 **i** 個元素為第 **i** 個月中，兩個地區的交易量總和 (3%)

Answer:

```
int[] rowSum = new int[maxi+1];
for(int i = 0; i <= maxi; ++i)
{
   rowSum[i] = 0;
   for(int j = 0; j <= maxj; ++j)
   {
     rowSum[i] += trans[i, j];
   }
}
```

(d) 宣告整數陣列 **colSum**，以迴圈設定其第 **j** 個元素為第 **j** 個地區在第一季三個月的交易量總和 (3%)

Answer:

```
int[] colSum = new int[maxj+1];
for(int j = 0; j <= maxj; ++j)
{
  colSum[j] = 0;
  for(int i = 0; i <= maxi; ++i)
  {
    colSum[j] += trans[i, j];
  }
}
```

(e) 宣告整數變數 **total** ，以 **foreach** 迴圈敘述，設定其值為兩個地區第一季的所有房地產交易量總和 (3%)

Answer:

```
int total = 0;
foreach(int tr in trans)
{
   total += tr;
}
```

3.

(a) 宣告一個亂數產生器 **rand**，其種子數 **seed** 為 **777** (3%)

Answer:

```
Random rand = new Random(777);
```

(b) 宣告一個 **static int** 函數 **ThrowOctahedronDice**，以一個亂數產生器 **rand** 為引數，大括弧中的內容空白 (3%)

Answer:

```
static int ThrowOctahedronDice(Random rand)
{
}
```

(c) 完成函式 **ThrowOctahedronDice** 的內容：以引數 **rand** 產生一個隨機正整數，求此正整數除以 **8** 的餘數加 **1**，就可以得到一個介於 **1** 到 **8** 的整數，作為傳回值，代表某次丟擲八面骰子時，向上正面顯現的點數 (3 %)

Answer:

```
int faceValue = rand.Next() % 8 + 1;
return faceValue;
```

(d) 在主程式 **Main** 中，宣告整數常數 **N_VALUES = 8** 代表正面點數的個數。宣告長度為 **N_VALUES** 的整數陣列 **accum**，用來累計各個點數出現的次數。再其次宣告整數常數 **N_TRIALS = 10000** (3%)

Answer:

```
const int N_VALUES = 8;
int[] accum = new int[N_VALUES];
const int N_TRIALS = 10000;
```

(e) 寫一個迴圈，呼叫 **ThrowOctahedronDice** 函式 **N_TRIALS** 次，在陣

列**accum**的對應元素累計各點數出現的次數。完成迴圈後，用 **Console.WriteLine** 印出結果如圖 1 (3%)

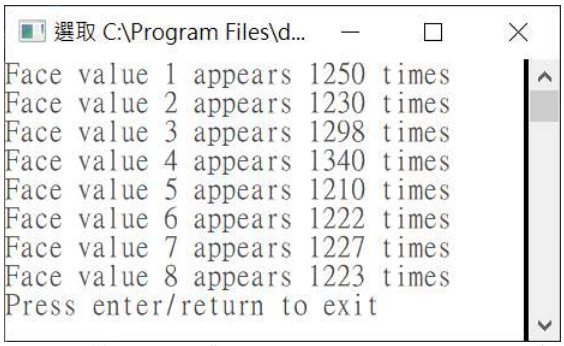


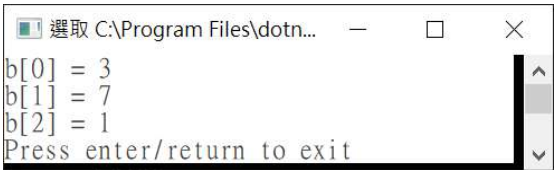
圖1. 丟擲正八面體骰子(octahedron dice) 10,000次後，點數 1 到 8 的出現次數分布

Answer:

```
int faceValue;
for(int trial = 0; trial < N_TRIALS; ++trial)
{
  faceValue = ThrowOctahedronDice(rand);
  accum[faceValue-1]++;
}

for(int v = 0; v < N_VALUES; ++v)
{
   Console.WriteLine("Face value {0} appears {1} times", v+1, accum[v]);
}
```

4.

(a) (3%) (一個語義錯誤) 執行時螢幕應顯示




```
int[] a = {3, 7, 1};

int[] b = new int[3];

b = a;

Array.Reverse(a);

for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)

{

   Console.WriteLine("b[" + idx + "] = " +  b[idx]);

}
```

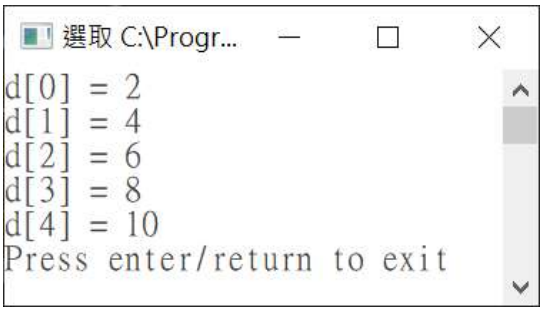
Answer:

由於 **b = a;** 代表直接將陣列 **a** 的參考(reference)設給陣列 **b**, 因此兩者成為佔據相同記憶區域的的陣列。接著當陣列 **a** 被倒排(Reverse)，**a** 的內容成為**{1, 7, 3}**，由於是同一個記憶區域，**b** 的內容也同時成為 **{1, 7, 3}**，與螢幕截圖要求不同。螢幕所顯示的 **b** 內容是 **a** 被倒排前的

結果。所以最簡單的方法是利用 **Array.Copy** 函式，取代 **b = a;** 讓**a** 的內容可以設給 **b**，但是 **Array.Copy** 會通知作業系統，另外開闢一塊記憶區給陣列 **b**。這就不會產生倒排陣列 **a**，卻同時讓陣列 **b** ，也跟著被倒排的副作用(side effect)。更正後的程式如下：

```
int[] a = {3, 7, 1};
int[] b = new int[3];
b = a;  // delete
Array.Copy(a, b, 3);  // insert
Array.Reverse(a);
for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)
{
   Console.WriteLine("b[" + idx + "] = " +  b[idx]);
}
```

(b) (3%) (一個語義錯誤) 執行時螢幕應顯示




```
int[] d = {1, 2, 3, 4, 5};
for(int idx = 0; idx <= d.Length; ++idx)
{
  d[idx] *= 2;
  Console.WriteLine("d[" + idx + "] = " + d[idx]);
}
```

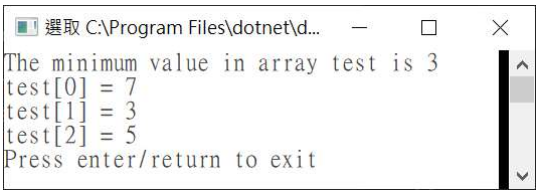
Answer:

陣列 **d** 的有效索引為 **0, 1, …, 4**，而 **d.Length** 代表 陣列 **d** 的長度 5，所以迴圈會多執行一次到 **idx = 5**;，使 **d[idx]** 對應的記憶體位置超過了作業系統分配給陣列 d 的區域，產生例外(exception，也稱為 run-time error)。原程式只要把迴圈變數上限處的 <= 符號，改成 < 即可。更正程式碼如下:

```
int[] d = {1, 2, 3, 4, 5};
for(int idx = 0; idx <= d.Length; ++idx)
```

```
{
  d[idx] *= 2;
  Console.WriteLine("d[" + idx + "] = " + d[idx]);
}
```

(c) (3%) (一個語義錯誤) 執行時螢幕應顯示



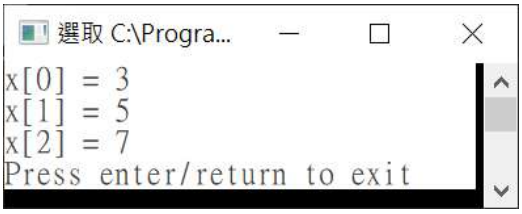

```
static int Minimum(int[] x)
{
   Array.Sort(x);
   return x[0];
}
static void Main(string[] args)
{
   int[] test = {7, 3, 5};
   int min = Minimum(test);
   Console.WriteLine(
     "The minimum value in array test is " + min);
   for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)
   {
     Console.WriteLine("test[" + idx + "] = " + test[idx]);
   }
}
```

Answer:

函式 **Minimum** 中的引數為陣列 **x**，而且為傳值呼叫。傳值呼叫會將真實引數，複製後傳送到被呼叫的函式。現在引數是一個陣列，如果各種情況都要將內容元素逐一複製，非常沒有效率。所以陣列的傳值呼叫，僅是將陣列參考直接複製給被呼叫函式，也因此函式內對陣列的修改，也會影響到原陣列。如果此種副作用必須避免，如本題要求，僅改為傳址呼叫(傳送陣列參考的地址)沒有用，而應將函式輸入陣列引數，在函式中，以**Array.Copy**複製一份，並改在複製的陣列運算，就可以避免以上副作用。更正的程式碼如下:

```
static int Minimum(int[] x)
{
    Array.Sort(x); // delete
    return x[0]; // delete
    int[] y = new int[x.Length];  // insert
    Array.Copy(x, y, x.Length); // insert
    Array.Sort(y);  // insert
    return y[0];    // insert
}
static void Main(string[] args)
{
   int[] test = {7, 3, 5};
   int min = Minimum(test);
   Console.WriteLine(
     "The minimum value in array test is " + min);
   for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)
   {
     Console.WriteLine("test[" + idx + "] = " + test[idx]);
   }
}
```

(d) (3%) (一個語義錯誤) 執行時螢幕應顯示如下:

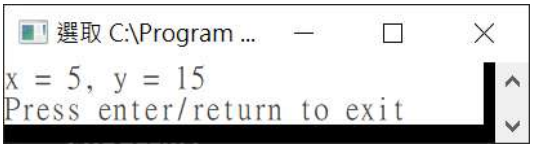



```
static void Increment(int x)
{
   ++x;
}
static void Main(string[] args)
{
   int[] s = {2, 4, 6};
   for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)
   {
      Increment(s[idx]);
      Console.WriteLine("x[" + idx +  "] = " + s[idx]);
   }
}
```

Answer:
函式 **Increment** 是傳值呼叫，因此會將輸入引數 **x** 複製一份，對複製的變數進行運算，不會改變原先的引數 **x** 之值。本題主程式以陣列元素**s[idx]**作為引數呼叫 **Increment**，由於並非傳送整個 **x** 陣列的參考(reference)，所以實際上是將陣列元素**s[idx]**的數值複製一份，來進行 **Increment** 內的計算，無法因此改變陣列元素**s[idx]**的內容。本題情況下，我們需要在函式 **Increment** 中改變輸入引數對應的原變數，所以將函式 **Increment** 改為傳址呼叫，就可以解決這個問題。更正的程式如下:

```
static void Increment(ref int x)
{
  ++x;
}

static void Main(string[] args)
{
   int[] s = {2, 4, 6};
   for(int idx = 0; idx < 3; ++idx)
   {
      Increment(ref s[idx]);
      Console.WriteLine("x[" + idx +  "] = " + s[idx]);
   }
}
```

(e) (3%) (一個語法錯誤) 執行時螢幕應顯示如下:




```
static void TripleX(int x, int y)
{
   y = 3*x;
}

static void Main(string[] args)
{
  int x = 5;
  int y;
  Triple(x, y);
  Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}", x, y);
}
```

Answer:

主程式中，呼叫函式 **Triple** 時，變數 **y** 並沒有給定初值，無法用來呼叫，形成語法錯誤，不能完成建置。解決的方法，可以在宣告時，就設定 **y** 的初值，如 **int y = 0;** 。不過如考慮到 **y** 的數值是由 **Triple** 產生，呼叫 **Triple** 前，設定其數值並不合理。此時可以使用 **out** 關鍵字，表示 **y** 由某函式產生即可。更正的程式如下：

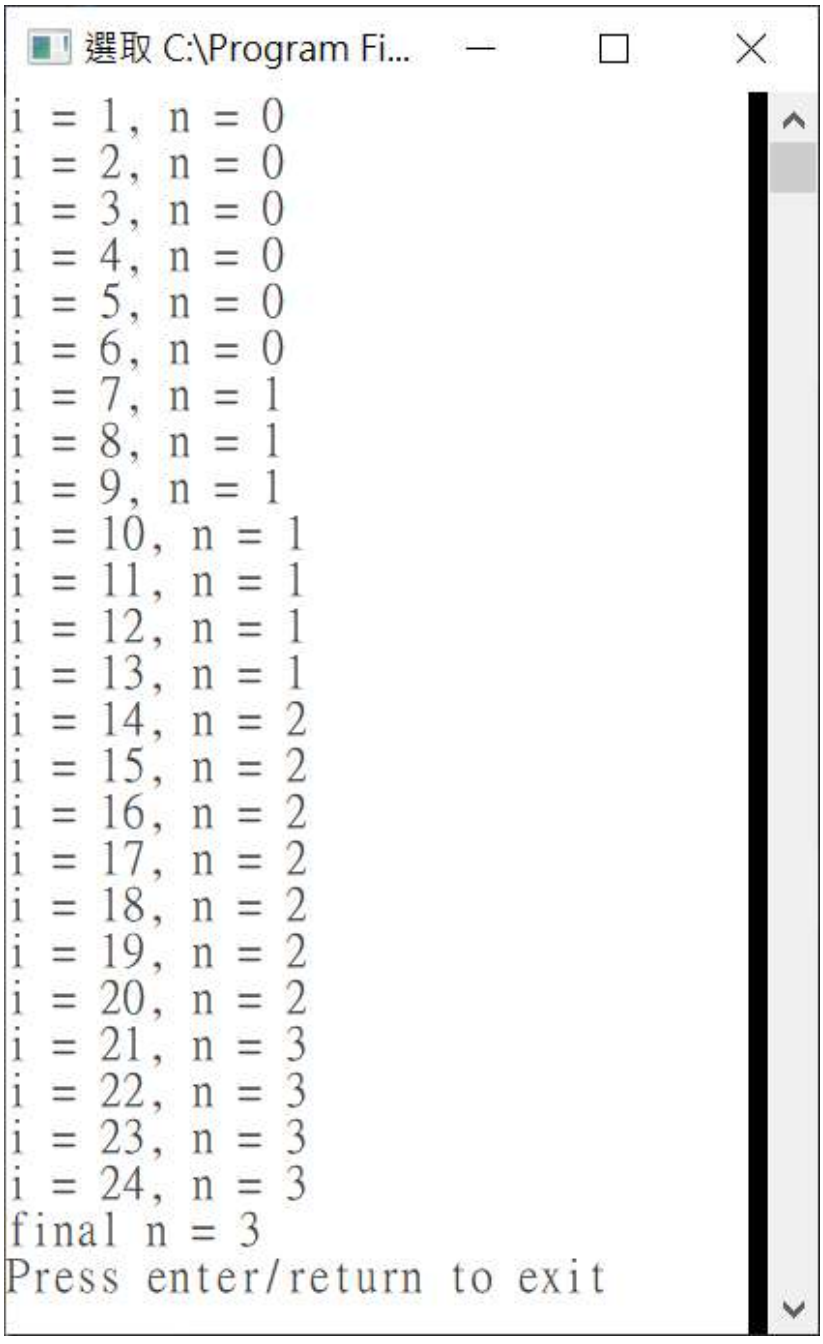
```
static void TripleX(int x, out int y)
{
   y = 3*x;
}

static void Main(string[] args)
{
  int x = 5;
  int y;
  Triple(x, out y);
  Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}", x, y);
}
```

5. 試寫出下列程式的螢幕輸出。 (5 %)

```
using System;
namespace Problem5
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            const int N = 25;
            const int M = 7;
            int n = 0;
            for(int i = 1; i < N; ++i)
            {
                if(i / M * M == i) ++n;
                Console.WriteLine("i = {0}, n = {1}", i, n);
            }
```

```
            Console.WriteLine("final n = " + n);

            Console.WriteLine("Press enter/return to exit");
            Console.ReadLine();
        }
    }
}
```

Answer:



6. 試寫出下列程式的螢幕輸出 (修改自

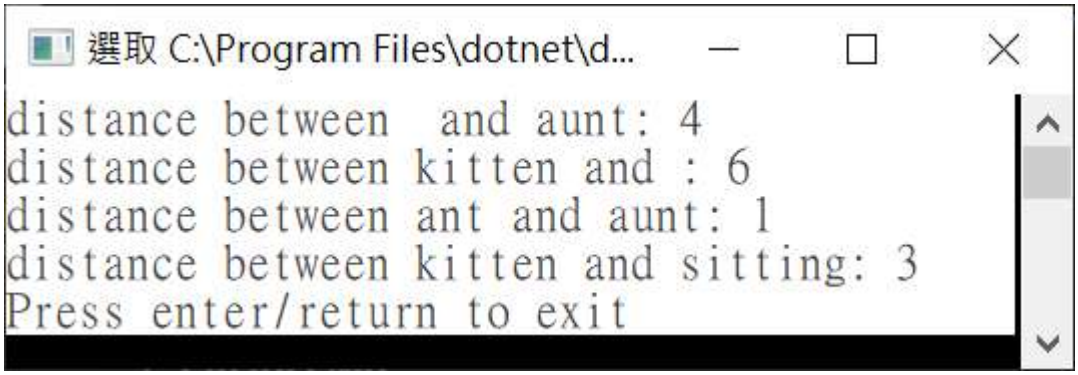
https://www.eximiaco.tech/en/2019/11/17/computing-the-levenshtein-edit-distance-of-two-strings-using-c/) (10 %)

```
using System;

namespace Problem6
{
    class Program
    {


        static int Minimum(int e1, int e2, int e3)
        {
            int r1 = Math.Min(e1, e2);
            int result = Math.Min(r1, e3);
            return result;
        }
        static int ComputeTheDistanceBetween(string s1, string s2)
        {
            char[] first = s1.ToCharArray();
            char[] second = s2.ToCharArray();
            if (first.Length == 0)
            {
                return second.Length;
            }
            if (second.Length == 0)
            {
                return first.Length;
            }
            int[,] d = new int[first.Length + 1, second.Length + 1];
            for (int i = 0; i <= first.Length; i++)
            {
                d[i, 0] = i;
            }
            for (int j = 0; j <= second.Length; j++)
            {
```

```
        d[0, j] = j;
    }
    for (int i = 1; i <= first.Length; i++)
    {
        for (int j = 1; j <= second.Length; j++)
        {
            int cost = (second[j - 1] == first[i - 1]) ? 0 : 1;
            d[i, j] = Minimum(
                d[i - 1, j] + 1,
                d[i, j - 1] + 1,
                d[i - 1, j - 1] + cost
            );
        }
    }
    return d[first.Length, second.Length];
}
static void DisplayResults(string s1, string s2, int d)
{
    Console.WriteLine("distance between {0} and {1}: {2}",
        s1, s2, d);
}
static void Main(string[] args)
{
    int d = 0;
    string s1 = "";
    string s2 = "";

    s1 = "";
    s2 = "aunt";
    d = ComputeTheDistanceBetween(s1, s2);
    DisplayResults(s1, s2, d);

    s1 = "kitten";
    s2 = "";
    d = ComputeTheDistanceBetween(s1, s2);
    DisplayResults(s1, s2, d);

    s1 = "ant";
```

```
            s2 = "aunt";
            d = ComputeTheDistanceBetween(s1, s2);
            DisplayResults(s1, s2, d);

            s1 = "kitten";
            s2 = "sitting";
            d = ComputeTheDistanceBetween(s1, s2);
            DisplayResults(s1, s2, d);
            Console.WriteLine("Press enter/return to exit");
            Console.ReadLine();
        }
    }
}
```

Answer:



7. 時間序列(time series)是一組按照時間發生先後順序進行排列的數據點序列，常用於財務金融、經濟分析、醫學公衛、企業銷售、社會政治、電機資訊的訊號分析等等(所以學經濟的台大管中閔校長，也可能在國際電機電子工程師學會的期刊發表論文)。時間序列隨時間的改變，既有長時間的趨勢，也有短時間或者週期性的變化。尋求長期趨勢的方法之一，稱為移動平均(moving average)。以下用圖 2 所示，美國佛羅里達州新冠肺炎(COVID-19)於 2020 年 3 月到 7 月的每日死亡人數統計，說明移動平均概念(參看 https://statisticsbyjim.com/time-series/moving-averages-smoothing/)。圖 2 的數據顯示死亡率每天都有快速的變動，比較不容易找出長期變化的趨勢。要除去這些短期改變，最直接的想法，便是選擇一個適當的期間(稱為「窗框」(window)，這裡令為 7 天)，計算這一段時間的平均值，把短期變化消除；接著將窗框移動一天，重新計算平均，再移動一天，再算一次平均，以此類推，可得到如圖 2 中的紅色曲線。COVID-19 死亡率先上升、拉平、下降、再爬升的趨勢就很容易觀察到。這種方法，也稱為平滑化(smoothing)方法。

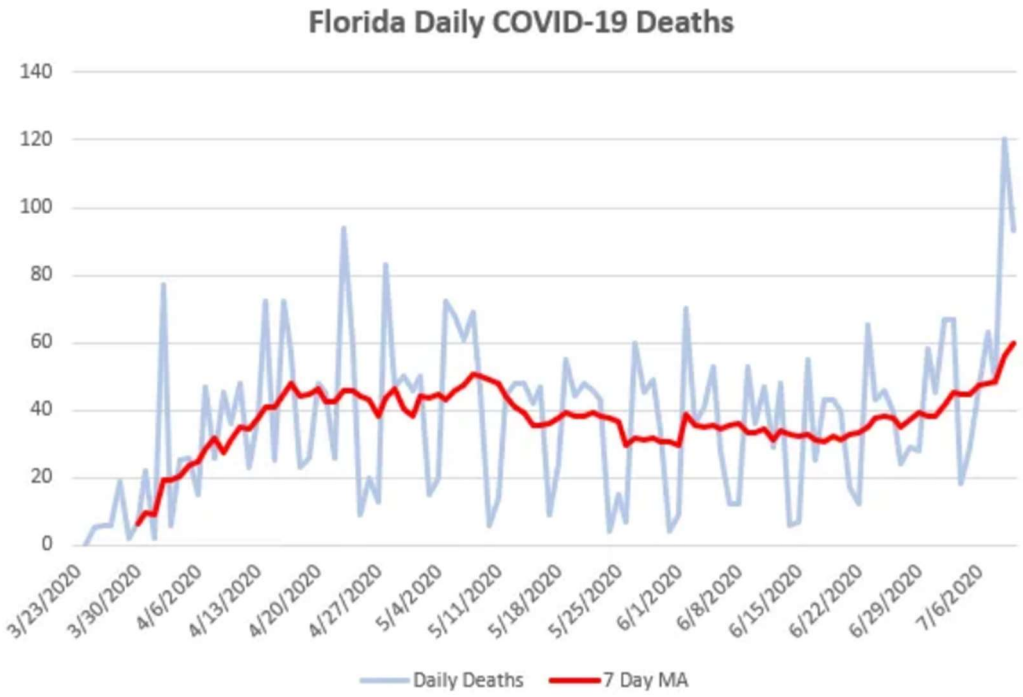


圖2. 美國佛羅里達州新冠肺炎(COVID-19)於2020年3月到7月的每日死亡人數統計
取自 https://statisticsbyjim.com/time-series/moving-averages-smoothing/

基本上，計算移動平均有兩種方法，第一種將窗框平均值，放在窗框最後一點對應的時間點，稱為單邊移動平均(one-sided moving average)，亦即 $MV_t = (X_{t-6} + X_{t-5} + X_{t-4} + X_{t-3} + X_{t-2} + X_{t-1} + X_t)/7$，其中$X_t$代表原先時間序列(圖2中的淺藍色線)，$MV_t$則是在時間$t$算出的單邊移動平均(圖2中的紅色線)。有了移動平均，可以算出短期變動(variation) $V_t = X_t - MV_t$。

第二種方法，則是將窗框平均值放在窗框中心，稱為中心移動平均(centered moving average)。計算方式為 $MV_t = (X_{t-3} + X_{t-2} + X_{t-1} + X_t + X_{t+1} + X_{t+2} + X_{t+3})/7$。對應的短期變動也可由 $V_t = X_t - MV_t$ 算出。

這兩種移動平均的方法，都是數位訊號處理(digital signal processing，簡稱DSP)領域中，Finite Impulse Response (簡稱FIR) 數位濾波器(digital filter)的特例，有相關理論可分析其特性。

本題希望你能夠寫一個程式，計算美國佛羅里達州新冠肺炎(COVID-19)於2020年3月22日到4月27日，共36天，每日死亡人數統計的單邊移動平均及中心移動平均，以及對應的短期變動。令窗框大小均為 7。程式執行的螢幕截圖如圖3。

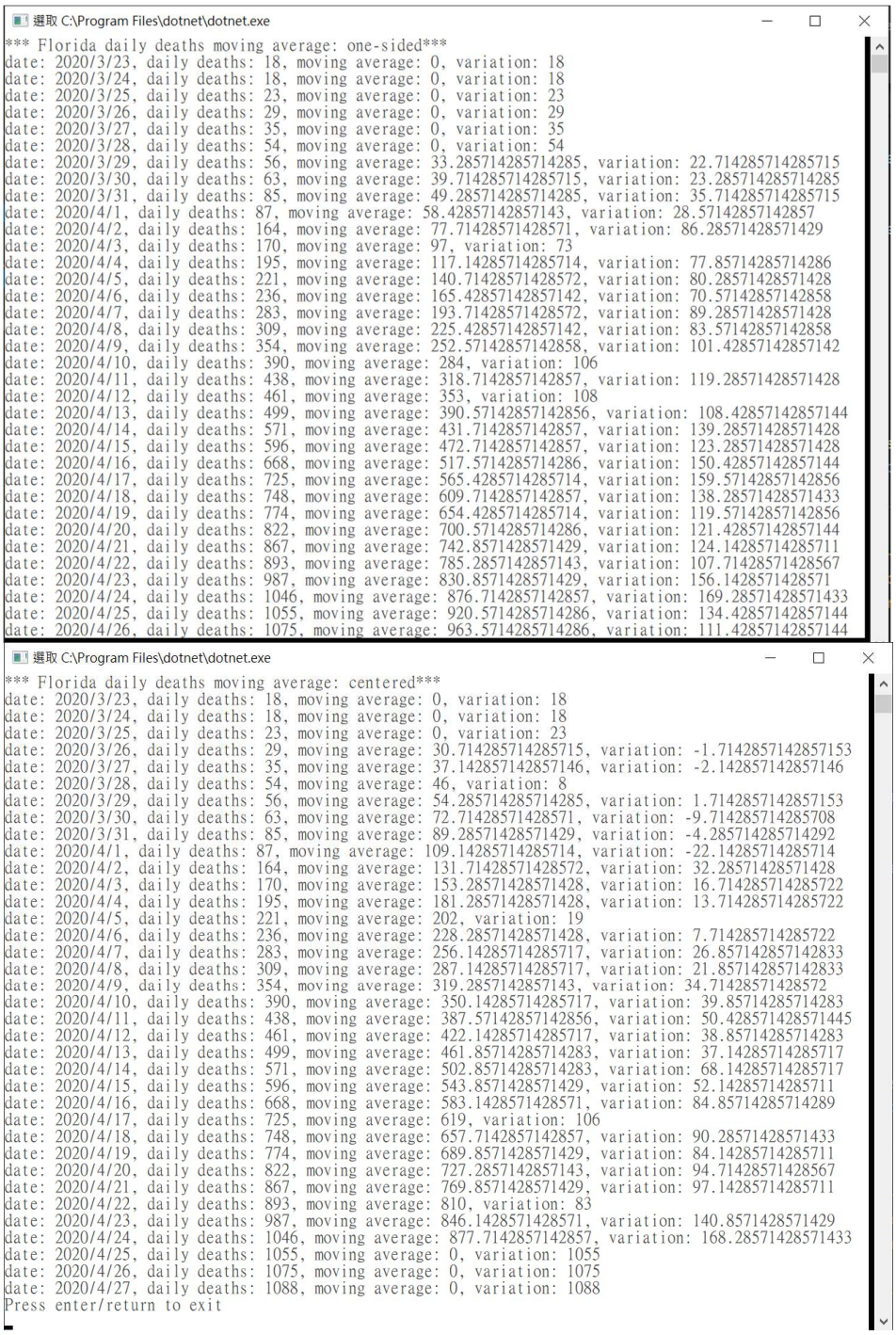


圖3．佛羅里達州 COVID-19 於 3/22/2020 至 4/27/2020 的單邊移動平均及中心移動平均計算結果螢幕截圖。

本題所需的數據資料，假定已寫在主程式中如下，可以直接應用：

```
const int N_DAYS = 36;
string[] date = {
  "2020/3/23", "2020/3/24", "2020/3/25", "2020/3/26",
  "2020/3/27", "2020/3/28", "2020/3/29", "2020/3/30",
  "2020/3/31", "2020/4/1",  "2020/4/2",  "2020/4/3",
  "2020/4/4",  "2020/4/5",  "2020/4/6",  "2020/4/7",
  "2020/4/8",  "2020/4/9",  "2020/4/10", "2020/4/11",
  "2020/4/12", "2020/4/13", "2020/4/14", "2020/4/15",
```

```
  "2020/4/16", "2020/4/17", "2020/4/18", "2020/4/19",
  "2020/4/20", "2020/4/21", "2020/4/22", "2020/4/23",
  "2020/4/24", "2020/4/25", "2020/4/26", "2020/4/27"
};

int[] dailyDeaths = {
  18,         18,         23,         29,
  35,         54,         56,         63,
  85,         87,         164,        170,
  195,        221,        236,        283,
  309,        354,        390,        438,
  461,        499,        571,        596,
  668,        725,        748,        774,
  822,        867,        893,        987,
  1046,       1055,       1075,       1088
};
```

本題滿分 25 分，全部程式集中寫成一個大 Main 函式，不區分函式者，最高得 20 分；善用函式，乃至尚未教到的物件導向程式設計(object-oriented programming)者，最高得 23 分；能利用虛擬碼或流程圖思考，適當劃分函式或類別(class)者，最高得 25 分(使用虛擬碼)或 24 分(使用流程圖)。(25%)

Answer:

```
// One-sided and centered moving average computation
// for Florida daily deaths data
// Reference:
// https://statisticsbyjim.com/time-series/moving-averages-smoothing/

using System;
namespace Problem7
{
    class Program
    {
        static void InitializeMovingAverages(
            double[] movingAverages)
        {
            for(int t = 0; t < movingAverages.Length; ++t)
            {
                movingAverages[t] = 0.0;
            }
        }

        static void InitializeVariations(double[] variations)
        {
            for(int t = 0; t < variations.Length; ++t)
            {
                variations[t] = 0.0;
            }
        }
        static void ComputeOneSidedMovingAverages(
            int windowSize, int[] dailyDeaths, double[] movingAverages)
        {
            int sum;
            for(int t = windowSize-1; t < dailyDeaths.Length; ++t)
            {
                sum = 0;
                for(int tau = 0; tau < windowSize; ++tau)
```

```
        {
            sum += dailyDeaths[t-tau];
        }
        movingAverages[t] = (double) sum / windowSize;
    }
}

static void ComputeCenteredMovingAverages(
    int windowSize, int[] dailyDeaths, double[] movingAverages)
{
    int sum;
    for(int t = windowSize/2;
             t < dailyDeaths.Length-windowSize/2; ++t)
    {
        sum = 0;
        for(int tau = -windowSize/2; tau < windowSize/2; ++tau)
        {
            sum += dailyDeaths[t-tau];
        }
        movingAverages[t] = (double) sum / windowSize;
    }
}

static void ComputeVariations(
    int[] dailyDeaths, double[] movingAverages,
    double[] variations)
{
    for(int t = 0; t < dailyDeaths.Length; ++t)
    {
        variations[t] = dailyDeaths[t] - movingAverages[t];
    }
}

static void DisplayBanner(string title)
{
    Console.WriteLine("*** " + title + "***");
}

static void DisplayResults(
    string[] date, int[] dailyDeaths,
    double[] movingAverages, double[] variations)
{
    for(int t = 0; t < dailyDeaths.Length; ++t)
    {
        Console.WriteLine(
         "date: {0}, daily deaths: {1}, moving average: {2}, " +
            "variation: {3}",
            date[t], dailyDeaths[t],
            movingAverages[t], variations[t]);
    }
}
static void Main(string[] args)
{
    const int N_DAYS = 36;
    string[] date = {
        "2020/3/23", "2020/3/24", "2020/3/25", "2020/3/26",
        "2020/3/27", "2020/3/28", "2020/3/29", "2020/3/30",
        "2020/3/31", "2020/4/1",  "2020/4/2",  "2020/4/3",
        "2020/4/4",  "2020/4/5",  "2020/4/6",  "2020/4/7",
        "2020/4/8",  "2020/4/9",  "2020/4/10", "2020/4/11",
        "2020/4/12", "2020/4/13", "2020/4/14", "2020/4/15",
```

```
            "2020/4/16", "2020/4/17", "2020/4/18", "2020/4/19",
            "2020/4/20", "2020/4/21", "2020/4/22", "2020/4/23",
            "2020/4/24", "2020/4/25", "2020/4/26", "2020/4/27"
        };

        int[] dailyDeaths = {
            18,         18,         23,         29,
            35,         54,         56,         63,
            85,         87,         164,        170,
            195,        221,        236,        283,
            309,        354,        390,        438,
            461,        499,        571,        596,
            668,        725,        748,        774,
            822,        867,        893,        987,
            1046,       1055,       1075,       1088
        };

        double[] movingAverages = new double[N_DAYS];
        double[] variations = new double[N_DAYS];

        const int WINDOW_SIZE = 7;

        // one-sided moving average
        InitializeMovingAverages(movingAverages);
        InitializeVariations(variations);
        ComputeOneSidedMovingAverages(WINDOW_SIZE, dailyDeaths,
            movingAverages);
        ComputeVariations(dailyDeaths, movingAverages, variations);
        DisplayBanner(
            "Florida daily deaths moving average: one-sided");
        DisplayResults(date, dailyDeaths,
             movingAverages, variations);

        // centered moving average
        InitializeMovingAverages(movingAverages);
        InitializeVariations(variations);
        ComputeCenteredMovingAverages(WINDOW_SIZE, dailyDeaths,
             movingAverages);
        ComputeVariations(dailyDeaths, movingAverages, variations);
        DisplayBanner(
             "Florida daily deaths moving average: centered");
        DisplayResults(date, dailyDeaths,
             movingAverages, variations);

        Console.WriteLine("Press enter/return to exit");
        Console.ReadLine();
    }
  }
}
```