

全國高級中等學校 104 學年度工業類科學生技藝競賽電腦軟體設計

壹、試卷說明:

1. 請將寫好之程式原始檔依題號命名資料夾存檔，第一題取姓名_Q1，第二題取姓名_Q2，依序命名存檔，並存於 C 碟之資料夾”姓名_Contest”中。
2. 競賽時間 4 小時。
- 3 將程式及編譯成執行檔儲存在 C 碟之資料夾姓名_Contest。

貳、評分說明:本試卷共六題，每題配分不一。

1. 每題評分只有對與錯兩種，對則給滿分，錯則不給分(即以零分計算)。
2. 每解答完一題上傳(程式及執行檔)，評審人員將針對該題進行測試，若解題正確則回應正確，若解題錯誤則扣該題一分至該題零分為止，答錯之題目可繼續作答。

試題一：數獨 4X4 遊戲程式設計(17 分)

說明：設計出能夠玩數獨 4X4 遊戲的程式。需能填滿 4x4 的方格，而每一直行、每一橫列、以及所分出的 4 個主要 2x2 區塊，必須包含 1 到 4，且所有數字同一行不能有相同的數字，同一列不能有相同的數字及同宮格內(2X2)不能有相同的數字,如圖 1 所示。題目一開始有些方格會先填有數字如圖 2 所示，這些數字為解題的線索。

功能要求(下列四個功能皆完成才可上傳):

1. 表單初始載入 4x4 的方格(label)的初始值如圖 2 所示。
2. 用滑鼠按一下「產生提示」產生候選數數字，如圖 3 所示，例如，第二列已有一個「2」，第一行已有一個「1」，所以在方格位置第二列第一行(2,1)的候選數字是「3」和「4」，第四列已包含一個「4」，第一行已有一個「1」，所以在位置第四列第一行(4,1)的候選數字是「2」和「3」，其餘類推。
3. 對尚未決定的方格，先用滑鼠按一下方格，再到下方 command 1, 2, 3, 4 按鈕中的任一個按一下，如圖 4 所示，先用滑鼠按一下方格位置(2,1)，再到下方 command 3 按鈕任一個按一下，3 顯示在方格位置(2,1)。
4. 當對所有方格皆填滿數字，可用滑鼠按一下「check」，方格內的數字皆合乎數獨要求，則顯示正確，如圖 5 所示。若不合乎數獨要求，則顯示錯誤，如圖 6 所示，驗證方式可對每一直行的 4 個方格、每一橫列的 4 個方格、以及每個 2x2 區塊的 4 個方格分別累加其值是否全部皆為 10，若是則正確；若其中只須一個累加值不為 10 則為錯誤。

2X2 區塊 1		2X2 區塊 2	
1	4	2	3
3	2	4	1
2X2 區塊 3		2X2 區塊 4	
4	1	3	2
2	3	1	4

圖 1



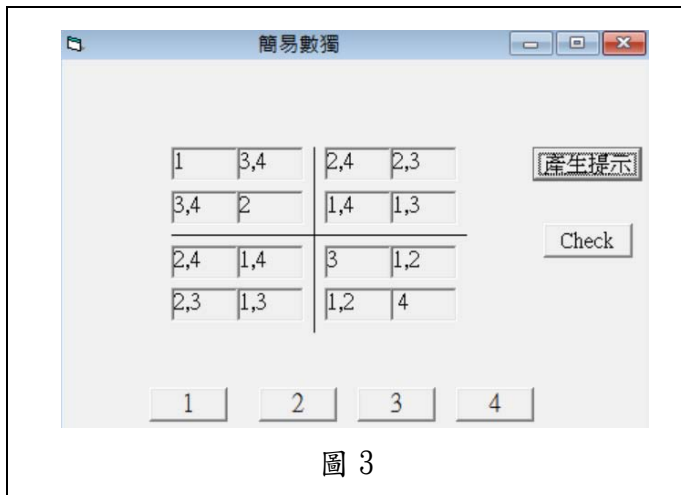


圖 3



圖 4

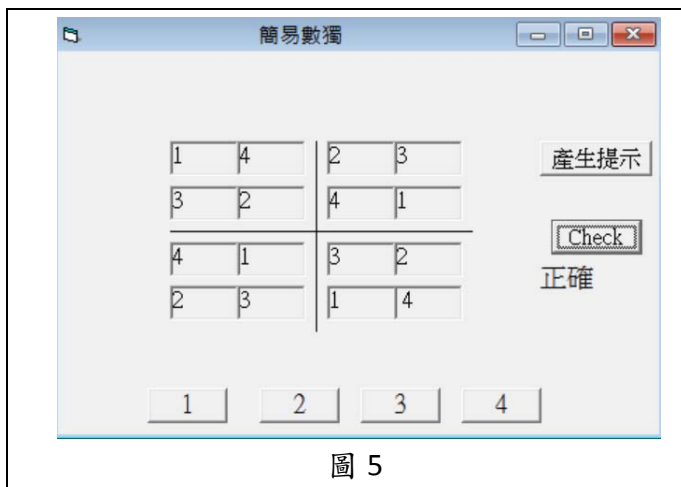


圖 5



圖 6

試題 二：名字編碼(16分)

Soundex 索引系統的開發是為了將發音或拼字相似的名字編碼以方便取用。它被美國戶口普查局所採用，許多州也用它來為駕照編碼。你的任務是讀取左邊 Name 文字框內一連串的名字，一個名字一行，然後輸出 Soundex 碼 (每個名字一行)。

說明：

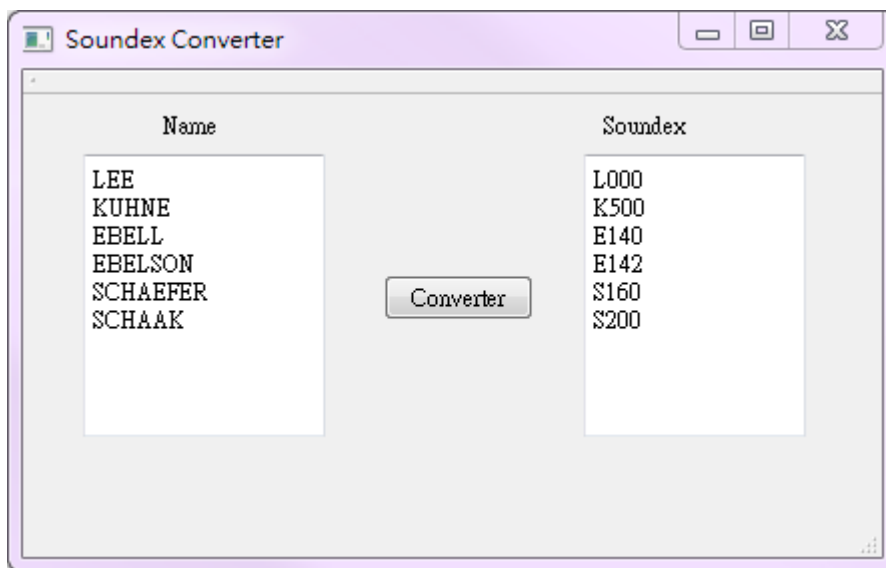
- 1 每個名字的長度從 1 到 20 個大寫字母 (ASCII 碼 65 到 90)，長度不到 20 個字元的名字後面不會補空白。
- 2 名字只會有大寫字母。
- 3 Soundex 碼含有一個字母及其後的三位數字，共 4 個字元。其編碼規則如下：
 - 1.1 名字的第一個字母成為編碼中第一且唯一的字母。
 - 1.2 名字的第二個字母以後，如包含 A, E, I, O, U, Y, W 及 H 等字母，則不列入編碼。
 - 1.3 名字的第二個字母以後，除了 A, E, I, O, U, Y, W 及 H 等字母不編碼，其餘的字母都必須編碼，除非它緊跟在一個編碼相同的字母之後。例如:SC，因為 S 的編碼是 2，C 的編碼也是 2，所以第 2 個 C 不編碼。
 - 1.4 雖然 A, E, I, O, U, Y, W 及 H 等字母不列入編碼，但可以拆散兩個連續相同的編碼。例如 SAK，其中 S 的編碼是 2，A 不編碼，K 的編碼也是 2，因為 A 拆散兩個 2，所以編碼輸出為 22。
 - 1.5 所有名字的編碼都是一位字母加三位數字，不足的位數補 0。

1.6 第三位數字之後的編碼捨去。

1.7 Soundex 編碼表如下：

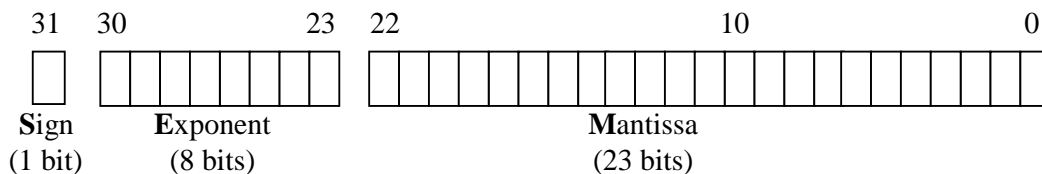
字母	編碼值
B, P, F, V	1
C, S, K, G, J, Q, X, Z	2
D, T	3
L	4
M, N	5
R	6

1.8 範例如下：範例上面僅是參考測資。



試題 三：單精確度浮點二進制值轉換為十進制實數值系統(17分)

說明：一個二進制 32 位元單精確度浮點表示值，電子電機工程協會(IEEE)的標準定義如下：



最左邊的 bit 31 為一個符號位元 **S (Sign)**，**S** 為 0 表示正值，而 **S** 為 1 則為負值；中間 bits 30~23 為八個位元之指數值 **E (Exponent)**，採用超 127 (Excess-127) 格式，即原有指數值再外加 127，可將 2 的指數次方 -127 至 +128 改以 2 的指數次方 0 至 255 來表示；最右邊 bits 22~0 為 23 個位元之定點數值 **M (Mantissa)**，此正規化(Normalization)將第 22 位元左邊隱藏了小數點及小數點左邊一個 1，例如 1.011101...，而 23 個位元只記錄 011101...。

例題：一個二進制 32 位元單精確度浮點表示值如下所示，將它轉換為十進制實數值 **R**。

1 1000110 0100011110000000000000

轉換方法分為四個步驟敘述如下：

Step1：首先得知最左邊 bit 31 之符號位元為 **S = 1**，可判斷此十進制實數值為負值；

Step2：其次得知中間 bits 30~23 之八個位元超 127 指數值為 $E = 10000110_2 = 134_{10}$ ，將此超 127 指數值 E 還原回來的 $E = 134 - 127 = 7$ ，即 2 的指數次方 7，也就是 2^7 ；

Step3：接著得知最右邊 bits 22~0 之 23 個位元定點數值為 $M = 01000011110000000000000_2$ ，將此正規化 M 值做反正規化(還原隱藏的小數點及小數點左邊一個 1)，則還原回來的 $M = 1.0100001111000000000000_2$ ；

Step4：最後還原回來二進制浮點表示為 $-1.0100001111000000000000_2 \times 2^7 = -10100001.1110000000\ 00000_2$ ，再將此值轉換為十進制實數值 $R = -161.875$ 。

請參考以上例題與轉換方法，設計如下圖所示之系統，當滑鼠點一下 **Random** 鍵，該系統在 IEEE Excess-127 右方格子內自動產生對應 bit31、bits 30~23 及 bits 22~0 等二進制 32 位元單精確度浮點表示值，且自動清除 Real number 右方格子內容；另可任意輸入或更改二進制 32 位元單精確度浮點表示值，但仍限制維持在 32 位元。當滑鼠點一下 **Convert** 鍵，則將 IEEE Excess-127 右方二進制 32 位元單精確度浮點表示值轉換為等效的正或負十進制實數值，並顯示在 Real number 的右方格子，小數點值最多取十位。上述可重複操作，直至以滑鼠點一下 Exit 鍵，則離開此系統。

IEEE 超 127 單精確度浮點二進制值轉換為十進制實數值系統

IEEE Excess-127:

Real number:

Random **Convert** **Exit**

範例

輸入格式：當滑鼠點一下 **Random** 鍵或人工輸入，則在 IEEE Excess-127 右方格子內自動或人工產生對應正好 32 位元單精確度浮點二進值，且自動清除 Real number 右方格子內容。

輸出格式：當滑鼠點一下 **Convert** 鍵，則將 IEEE Excess-127 之 32 位元單精確度浮點二進值轉換為等效的正或負十進制實數值，顯示在 Real number 的右方格子內，小數點值最多取十位。

IEEE 超 127 單精確度浮點二進制值轉換為十進制實數值系統

IEEE Excess-127:

Real number:

Random **Convert** **Exit**

試題 四：資料序列之相似度計算程式(17 分)

說明：一、對於處理數字資料串列，可用於時間序列的處理，例如：多日的交易結果的成交值，也可用於聲頻的特徵值的處理，例如：聲頻的共振峰值。對已有的多筆數字的資料串列，我們可將其視為樣本資料，透過某種方法，可將這些樣本資料建立出一個樣本模型。若有一時間序列的資料，或聲頻的共振峰資料，我們即可將此資料與樣本模型進行比對，之後，可得一值，稱之為相似度，代表此資料與樣本模型接近的程度，相似度的值越大，接近的程度越高。

二、今有三個數值串列可用以表示樣本模型，詳見圖 7 下方 3 個數值串列，其中數值串列 2 的相似度為 1 (100%相似)，其曲線如圖 1 中間粗線所示；在圖 7 中，對於數值串列 2，以 $x=7$ 為例，數值為 19 時，則其相似度為 1。為了簡化解法，採用線性遞減的方式，數值 ≥ 22 時，則其相似度才降為 0；數值 ≤ 17 時，則其相似度也降為 0。其相似度三角圖形如圖 7 上方所示，隨著數值的大小，以直線方程式表示相似度的增減，且三角形的兩邊不一定是對稱。同理，在數值串列 2 中，再以 $x=15$ 為例，數值為 13 時，則其相似度為 1，數值 ≥ 16 或 ≤ 10 時，其相似度均降至 0。

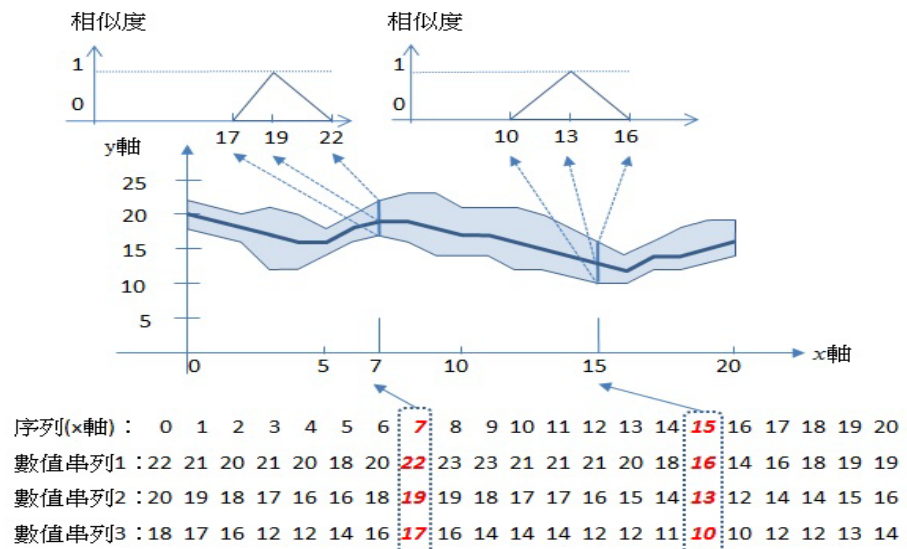


圖 7 樣本模型

三、由圖 7 所示，依三個數值串列，我們得到的相似度模型圖，如圖 7 中間灰階區域所示，中間粗線代表相似度為 1 的連線，上下兩邊的細線代表相似度降為 0 的連線。一旦獲得此相似度模型，我們即可用來計算一個未知的資料串列，以求得其相似度。

四、對於未知的資料串列(見圖 8 下方之未知串列)，在圖 8 中間以粗虛線段表示。其每一個資料都與樣本模型對應的資料比對，如同圖 7 之 $x=7$ 或 $x=15$ 的資料般，求其個別的相似度，最後，再求此 21 個相似度的平均相似度，即代表此未知的資料串列與樣本模型相近的程度。

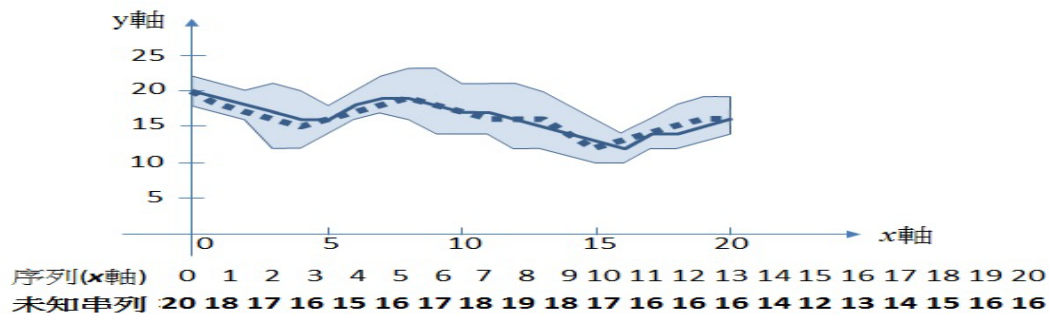


圖 8 未知的資料串列與相似度模型之比對

五、設計步驟：

1. 依據 3 個資料串列建立相似度模型(如圖 7 中間灰階區域)。
2. 輸入未知的資料串列(如圖 8 之粗虛線段者)，進行未知的資料串列與相似度模型之比對。
3. 輸出計算的結果。

輸入及輸出格式：

輸入格式(模型)： 22 21 20 21 20 18 20 22 23 23 21 21 21 20 18 16 14 16 18 19 19
 20 19 18 17 16 16 18 19 19 18 17 17 16 15 14 13 12 14 14 15 16
 18 17 16 12 12 14 16 17 16 14 14 14 12 12 11 10 10 12 12 13 14

輸入格式(資料串列 1)： 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 18 18 18 18 18 18 18 18 18

輸出格式： 0.226984

或

輸入格式(資料串列 2)： 20 18 17 16 15 16 17 18 19 18 17 16 16 16 14 12 13 14 15 16 16

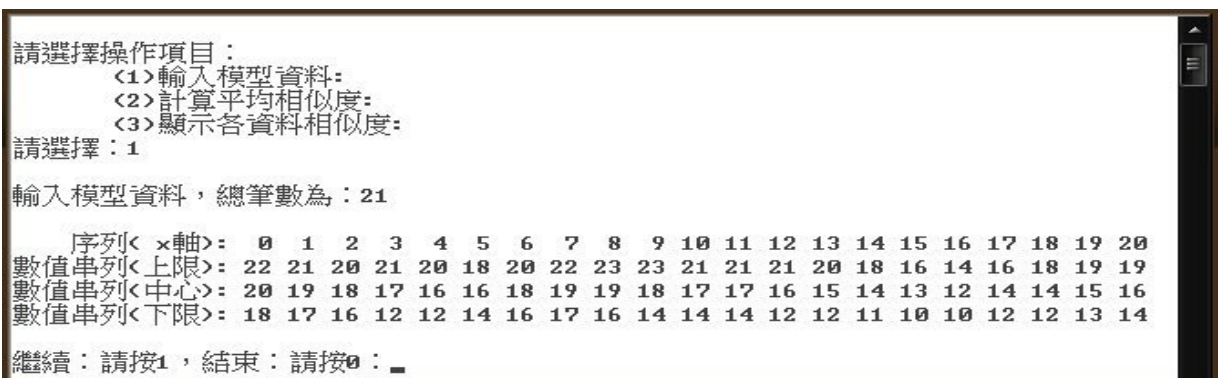
輸出格式： 0.794445

操作畫面：

- a. 主選單



- b. 選項操作：輸入模型資料



- c. 選項操作：計算平均相似度



試題 五：2 維卷積(2D Convolution) (17 分)

說明：在求線性和時間不變系統的輸出 $O[m, n]$ 時，常將輸入的 2 維信號 $I[m, n]$ and 核 $K[m, n]$ 做 2 維卷積，這可以表示如下式子：

$$O[m, n] = I[m, n] \otimes K[m, n] = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \sum_{i=-\infty}^{\infty} I[i, j] \times K[m-i, n-j] \quad (1)$$

核 $K[m, n]$ 的中心是 $K[0, 0]$ ，假如，核的大小是 3，此核的索引是 -1, 0, 1，所以， $K[0, 0]$ 是在核的中間。假設有一核如圖 9 所示，此核大小是 3x3，即 $m=3, n=3$ ，核中之 9 個值為 a, b, c, \dots, i ，核的原點是 (0, 0)，是落在核的中央。假設要計算輸出 $m=1, n=1$ 時，帶入公式(1)，可以用圖 10 來表示，注意，在做 2 維卷積時，核(kernel)需要翻動(flipped)，再跟輸入(input)重疊部分相乘。例如，如圖 10 所示，輸入 $I[0, 0]$ 是和核中的 i 相乘，輸入 $I[2, 2]$ 是和核中的 a 相乘。

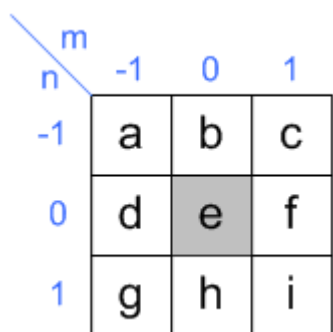


圖 9

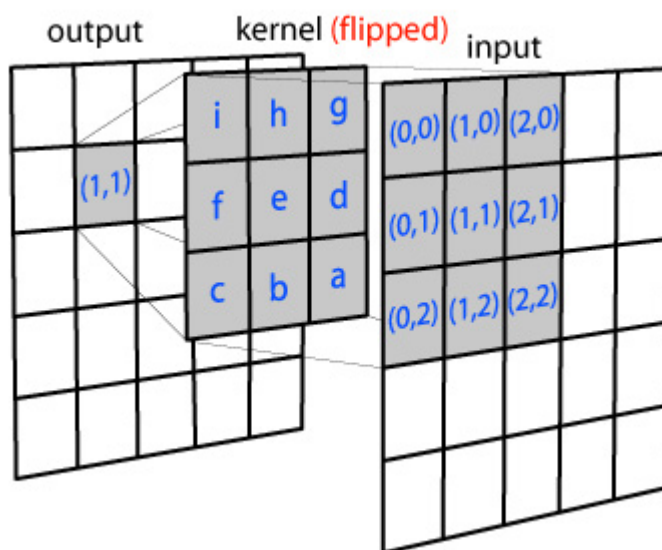


圖 10

另外，為了判斷輸入和輸出的相似度，常用的方法有以下三種方法：

1. 平均平方誤差(Mean Square Error, MSE):

$$MSE = \frac{1}{WH} \sum_{y=1}^H \sum_{x=1}^W [I[x, y] - O[x, y]]^2 \quad (2)$$

2. 平均絕對誤差(Mean Absolute Error, MAE):

$$MAE = \frac{1}{WH} \sum_{y=1}^H \sum_{x=1}^W |I[x, y] - O[x, y]| \quad (3)$$

3. 峰值訊號雜訊比(Peak Signal to Noise Ratio):

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255 * 255}{MSE} \quad (4)$$

上述 W 和 H 分別表示為寬度和高度， $|\cdot|$ 表示絕對值。

程式功能：

請利用上述說明，寫一個程式，能完成以下功能要求：

- (1) 能讓使用者輸入 7x7 資料，這些資料要大於等於 0，小於等於 255。
- (2) 能讓使用者輸入 3x3 核。
- (3) 能讓使用者按<運算>執行，得到輸出 0。
- (4) 將輸出 0 顯示出來。
- (5) 計算輸出 0 和輸入 I 之相似度 (MSE , MAE , $PSNR$)，並顯示出來。

程式執行範例：



上圖從左邊開始，第 1 讓使用者輸入 7x7 輸入 I 資料，第 2 讓使用者設定 3x3 核 K。



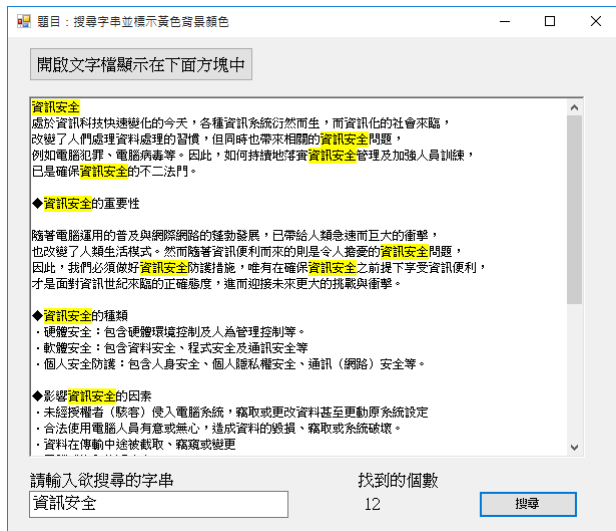
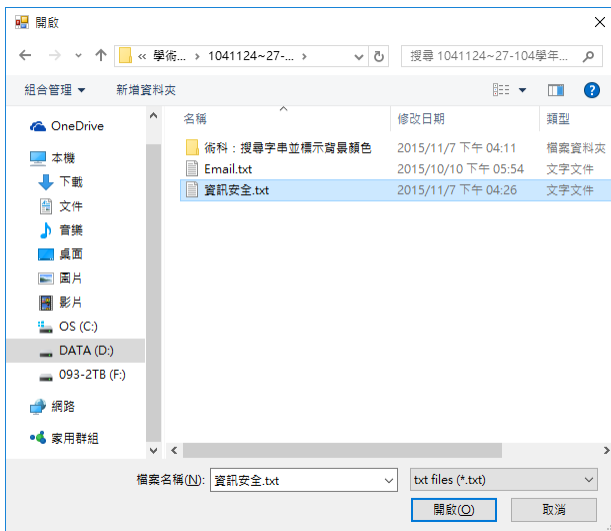
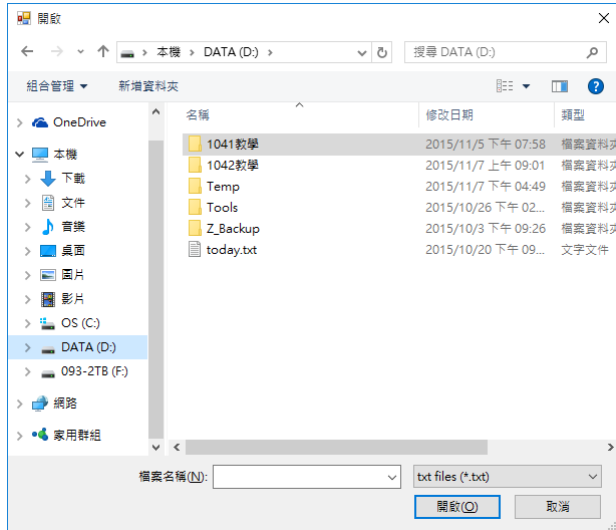
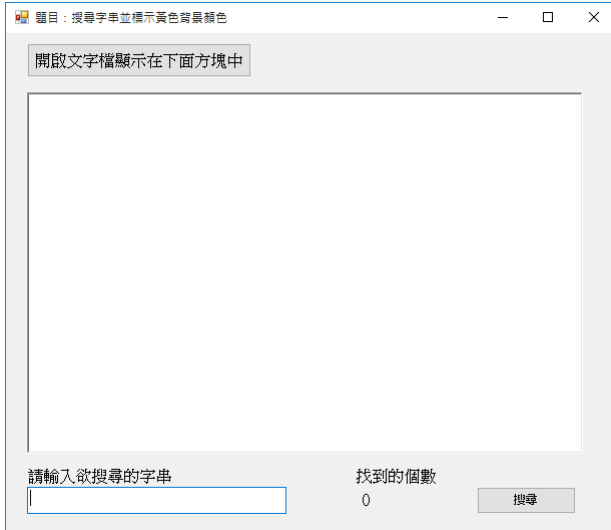
上圖是，第 3 讓使用者按<運算>執行，得到輸出 0。第 4 將輸出 0 顯示出來。同時，顯示 MSE , MAE , $PSNR$ 出來。

若妳(你)的程式都完成上述功能和要求，才可以要求檢查功能。

試題六：搜尋字串並標示黃色背景顏色(16分)

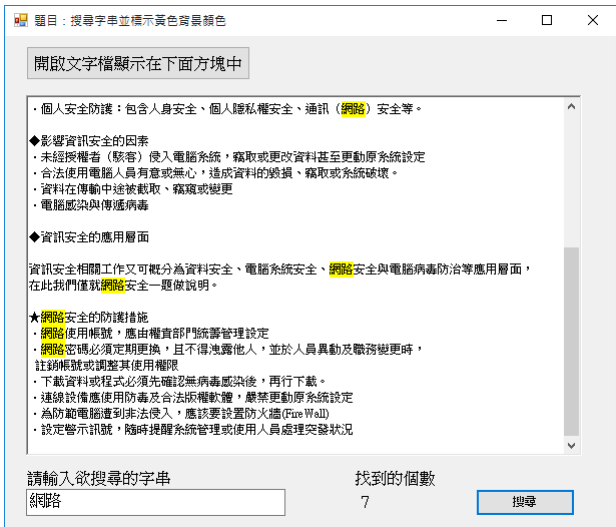
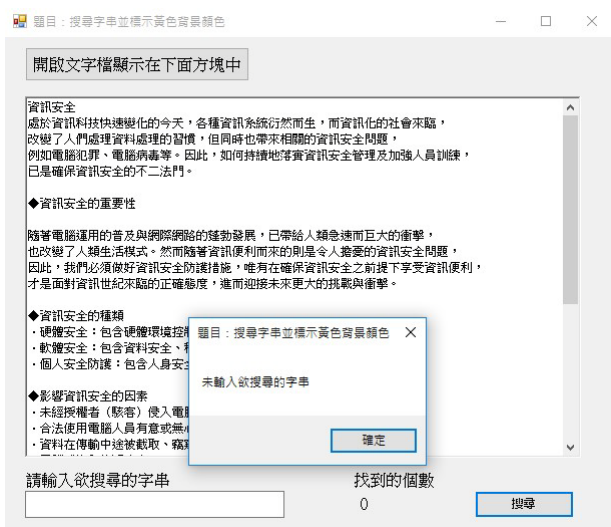
說明：可開啟檔案選擇介面，能顯示所在資料夾內附檔名為 txt 的檔案。

也可瀏覽資料夾或選擇欲開啟的文字檔，將選定的文字檔讀入並顯示在文字方塊中，如下圖所示。



進而輸入欲搜尋的字串，再按“搜尋”按鈕後，所有與輸入字串相同的文字皆會被標示黃色背景顏色，並顯示找到的個數，如右上圖面。

若未輸入欲搜尋的字串，就按“搜尋”按鈕後，會顯示“未輸入欲搜尋的字串”。



程式必需能重新輸入欲搜尋的字串，再度搜尋，如右上圖面。