**Problem 3**：檢查碼問題

子題 **2**： **(**程式執行限制時間**: 2** 秒**) 14** 分

【使用路徑：**c:\Problem3\**子題**2\**】

【程式名稱：**p32**】

漢明碼(Hamming Code)

1. 具有自動偵錯與更正錯誤一個位元的功能，兩個位元有誤只能偵測。

2. m 個位元資料，須 r 個同位元查出錯誤。而 m 和 r 的限制式為 m+r+1≦2^r

3. 同位元(Parity)放置位置為2^(r-1)

m：資料位元長度 r：檢查位元長度 (2^r) n：總傳送位元數 ( n= m+ r )舉例來說，如果需要傳送7 個位元 110 0001 資料，則 m = 7，7+4+1 < =2^4，r 由限制式算出至少為4，因此r= 4，n = 7 + 4，檢查位元需要4 個位元。如果需要傳送16 個位元資料，則檢查位元需要5 個位元。同位元檢查，分為兩種，一種為奇同位檢查另一種為偶同位檢查，以偶同位例子來說，0110110，已經有4 個1，其值為偶數，所以偶同位元就填入0，保持為1 的個數為偶數，資料加偶同位為01101100。接下來的計算都用偶同位。假設，要傳的16 位元資料為0001 0010 0011 0101，則其漢明碼的檢查碼至少需五碼，分別為P1P2P3P4P5，要傳送的位元資料的 1、 2、 4 、8 、16 這幾個位置插入這五位元的漢明碼檢查碼，如下圖：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  | P1 | P2 | 0 | P3 | 0 | 0 | 1 | P4 | 0 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|  | 0 | 0 | 0 | 1 | P5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

目前檢查位元P1 P2 P3 P4P5 是未知，對應的位置分別為1、 2、 4 、8 、16，需要透

過同位元檢查來取得，位置分別以十進制和二進制表示，如下圖：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位置 | 二進位數字 | | | | |
| 1(00001) | 0 | 0 | 0 | 0 | P1 |
| 2(00010) | 0 | 0 | 0 | P2 | 0 |
| 3(00011) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4(00100) | 0 | 0 | P3 | 0 | 0 |
| 5(00101) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6(00110) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7**(00111) | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** |
| 8(01000) | 0 | P4 | 0 | 0 | 0 |
| 9(01001) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10(01010) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **11**(01011) | **0** | **1** | **0** | **1** | **1** |
| 12(01100) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13(01101) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14(01110) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **15(01111)** | **0** | **1** | **1** | **1** | **1** |
| 16(10000) | P5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **17(10001)** | **1** | **0** | **0** | **0** | **1** |
| 18(10010) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **19(10011)** | **1** | **0** | **0** | **1** | **1** |
| 20(10100) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **21(10101)** | **1** | **0** | **1** | **0** | **1** |
| 同位元檢查1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |

要注意的是位置7、11、15、17、19、21 為1，所以在二進位數字那邊分別要填入00111、01011、01111、10001、10011、10101，其他數字因為都為0，所以位置填00000。同位元檢查那邊以 P1 那一欄來說，一共有6 個1，所以P1 需要填入0，P5 那一欄來說，一共有3 個1，所以P5 需要填入1，P2P3P4 以此類推，16 位元資料0001 0010 0011 0101，漢明碼檢查碼P1P2P3P4P5 為00101。十六進制在數學中是一種逢 16 進1 的進位制，一般用數字0 到9 和字母A 到F 表示（其中:A~F 即10~15），由1,2,3,---,9,A,B,C,D,E,F 等十六個基本數字所組成，數量計數從0 到F，滿十六即進位，其中A,B,C,D,E,F 分別代表十進制的10,11,12,13,14,15。例如十進制數78，在二進制寫成01001110，在16 進制寫成4E（4 = 0100, E = 1110）。下表列出0~15 的二進制、十進制與十六進制的對照：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 二進制 | 十進制 | 十六進制 |
| 0000 | 0 | 0 |
| 0001 | 1 | 1 |
| 0010 | 2 | 2 |
| 0011 | 3 | 3 |
| 0100 | 4 | 4 |
| 0101 | 5 | 5 |
| 0110 | 6 | 6 |
| 0111 | 7 | 7 |
| 1000 | 8 | 8 |
| 1001 | 9 | 9 |
| 1010 | 10 | A |
| 1011 | 11 | B |
| 1100 | 12 | C |
| 1101 | 13 | D |
| 1110 | 14 | E |
| 1111 | 15 | F |

假設每筆輸入資料都有16 位元(二進制)資料要傳送，輸入資料以十六進制來表示，以4

位元(二進制)為一字元(十六進制)，則每筆輸入資料四個字元，每個字元為0~9 和A~F。

輸入說明：

第 1 行的數字n 代表有幾筆資料要傳送，n 的值介於1(含)和5(含)之間，每筆輸入資料為四個

字元的十六進制，字元A~F 為大寫。程式不用檢查輸入格式。

輸出說明：

輸出為四個字元資料所對應的漢明碼 P1P2P3P4P5 檢查碼。

輸入範例：【檔名：**in1.txt**】

5

1235

1234

6F00

8000

1000

輸入範例：【檔名：**in2.txt**】

2

C80B

8828

輸出範例：【檔名：**out.txt**】

00101

10000

11100

11000

11100

00111

11101

程式碼：

Imports System.IO

Public Class Form1

Dim fr As New FileInfo("in1.txt")

Dim frr As New FileInfo("in2.txt")

Dim fw As New FileInfo("out.txt")

Dim sw As StreamWriter = fw.CreateText

Dim ia, gg(21, 4), iaa(3), ibb(20), x, n, o1(4) As Byte

Dim ib As String

Private Sub Form1\_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

If fr.Exists = False Or frr.Exists = False Then

End

ElseIf fw.Exists = False Then

fw.Create()

End If

Dim sr As StreamReader = fr.OpenText

Dim srr As StreamReader = frr.OpenText

gg(1, 4) = 1

For i = 1 To 20 '照順序輸入5位元的碼

For j = 0 To 4

If gg(i, j) = 1 Then

For k = 4 To 0 Step -1

If gg(i, k) = 0 And k > j Then

For l = 0 To 4

gg(i + 1, l) = gg(i, l)

Next

For l = k + 1 To 4

gg(i + 1, l) = 0

Next

gg(i + 1, k) = 1 : Exit For

ElseIf gg(i, k) = 0 And k < j Then

gg(i + 1, k) = 1

Exit For

End If

Next

End If

Next

Next

For i = 0 To 1 '2個輸入黨

If i = 0 Then ia = sr.ReadLine

If i = 1 Then ia = srr.ReadLine

For j = 1 To ia '每個輸入黨有多少筆資料

If i = 0 Then ib = Trim(sr.ReadLine)

If i = 1 Then ib = Trim(srr.ReadLine)

ReDim iaa(3)

For k = 0 To 3 '分解每航輸入資料

If Asc(Microsoft.VisualBasic.Mid(ib, k + 1, 1)) > 64 And Asc(Microsoft.VisualBasic.Mid(ib, k + 1, 1)) < 91 Then

iaa(k) = Val(Asc(Microsoft.VisualBasic.Mid(ib, k + 1, 1))) - 55

Else

iaa(k) = Microsoft.VisualBasic.Mid(ib, k + 1, 1)

End If

Next

n = 0 : x = 0 : ReDim o1(4)

For k = 0 To 3 '轉換為2進為

For l = 1 To 4

n += 1

If n <> 2 ^ x Then

ibb(n - 1) = gg(iaa(k), l)

Else

ibb(n - 1) = 0 : x += 1 : l -= 1

End If

If ibb(n - 1) = 1 Then '如果該數為1

For m = 0 To 4

If gg(n, m) = 1 Then o1(m) += 1

Next

End If

Next

Next

For k = 4 To 0 Step -1

If o1(k) Mod 2 = 1 Then : sw.Write(1)

Else : sw.Write(0)

End If

Next

sw.WriteLine()

Next

sw.WriteLine()

Next

sw.Flush() : sw.Close() : End

End Sub

End Class