

## 學習重點.....

在我們的世界裡所使用的是十進位數字系統，那可能是因為人類的左右手共有十根手指頭；想想，如果人類左右手共有十六根手指頭時，那麼今天我們所慣用的數字系統，說不定是十六進位數位系統，而非十進位數字系統了。

而你知道為什麼電腦不是時用十進位數字系統，而是使用二進位數字系統嗎？你知道十進位、二進位、八進位、十六進位數字系統要如何轉換，彼此才能看得懂嗎？這章就要說明電腦的數字系統與資料的表示方法。

**A-1** 資料在電腦中的儲存單位

**A-2** 數字系統

本節要介紹何謂電子資料處理及資料在電腦中的儲存單位有哪些。

## A-1-1 電子資料處理

**電子資料處理**(Electronic Data Processing, EDP)簡單的來說就是利用電腦進行資料處理的工作。舉個例子來說，在早期的資料大多是使用人工慢慢計算，而在計算的過程中，只要有一個地方算錯，整個結果就會相差十萬八千里，就必須從頭再計算一次。

後來因為有了電腦，再搭配上試算表軟體，就可以進行計算的作業，由於是電腦負責運算，所以不易出錯，而且計算速度又快。

### 資料處理

所謂的資料處理，指的是將資料進行處理或分析後所得到的**資訊**(Information)，而這個過程就稱為資料處理，如圖A-1所示。資料簡單的來說就是未經處理過的文字、數字或符號，例如：學生成績、股價、…等。而資訊就是將資料經過有系統的處理，所得到的結果可以做為參考用。例如：考試成績的平均分數、股票的技術分析圖形、…等。



▲圖A-1 資料處理的過程

事實上，資料與資訊對於不同的人就會產生不同的意義。例如：某公司的年度圖書銷售量，對於該公司而言是可以預測下年度的圖書銷售量的資訊，但對於一般人來說只是一個數字而已。

## A-1-2 資料的儲存單位

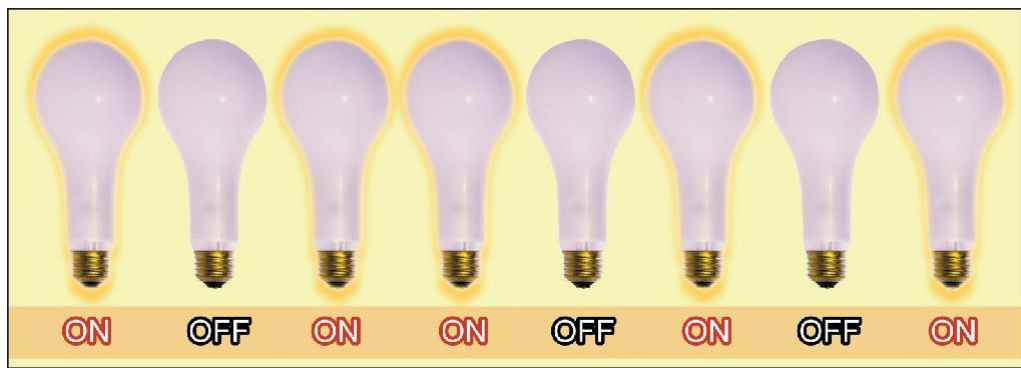
目前我們所使用的電腦是屬於數位(Digital)式電腦，而數位式電腦只認得「0」與「1」兩種訊號，也就是「關」和「開」。因此，當資料輸入至電腦中時，必須將這些資料轉換成數位形式，如此電腦才能辨別和儲存。

### 位元

所謂的「數位」形式，指的是將類比(Analog)訊號，轉換成電腦所認識的二進位格式，也就是「0」與「1」。我們將這個0或1稱為一個位元(Bit)，而位元就是電腦中最小的單位。

### 位元組

但也由於一個位元只能表示1或0，在電腦中根本不夠使用，於是用了8個位元合成一個位元組(Byte)，位元組為個人電腦記憶體資料的基本單位，8個位元等於1個位元組，即 $1\text{Byte} = 8\text{bits}$ ，如圖A-2所示。



▲圖A-2 8個位元等於1個位元組

在電腦中一個位元組可以表示一個英文字母(A、B、C... Z)、符號(#、%、&)、數字，但中文字則需要使用兩個位元組來表示。

## 儲存單位的換算

但是，當電腦儲存的資料量越來越大時，為了計量的方便，我們通常採用千位元組(Kilo Bytes, KB)、百萬位元組(Mega Bytes, MB)、十億位元組(GigaBytes, GB)、兆位元組(TeraBytes, TB)為單位。表A-1，為各儲存單位之間的換算表。

▼表A-1 儲存單位之間的換算表

| 單位   | 中文名稱  | 英文名稱      | 轉換                                  |
|------|-------|-----------|-------------------------------------|
| Bit  | 位元    | Bits      | 最小的單位                               |
| Byte | 位元組   | Bytes     | 1Byte=8Bits                         |
| KB   | 仟位元組  | KiloBytes | 1KB=2 <sup>10</sup> Bytes=1024Bytes |
| MB   | 百萬位元組 | MegaBytes | 1MB=2 <sup>20</sup> Bytes=1024KB    |
| GB   | 十億位元組 | GigaBytes | 1GB=2 <sup>30</sup> Bytes=1024MB    |
| TB   | 兆位元組  | TeraBytes | 1TB=2 <sup>40</sup> Bytes=1024GB    |

**A-1 節練習**

## ►► 選擇題

- ( ) 1. 電腦最小的儲存單位為？(A)字組 (B)位元組 (C)位元 (D)千位元組。
- ( ) 2. 電子資料處理的縮寫為(A)DP (B)EDP (C)CDP (D)PDE。
- ( ) 3. 將資料轉換為資訊的過程稱為？(A)文書處理 (B)影像處理 (C)資料處理 (D)統計。
- ( ) 4. 一個位元組等於幾個位元？(A)6 (B)7 (C)8 (D)9。
- ( ) 5. 1024Bytes=(A)1KB (B)1MB (C)1GB (D)1TB。

在我們的世界裡，所使用的**數字系統**(Number systems)是以**十進位數字系統**(Decimal Number Systems)為主，也就是以**10**為**基數**(Base)，使用「0、1、2、3、4、5、6、7、8、9」等數字。而在數位電腦的世界裡則是使用**二進位數字系統**(Binary Number System)，也就是以**2**為基數，使用「0」與「1」兩個數字。

當然，除了十進位系統和二進位系統外，常見的數字系統還有**八進位數字系統**(Octal Number System)和**十六進位數字系統**(Hexadecimal Number System)。這節就讓我們來認識各數字系統及數字系統間的轉換。

## A-2-1 數字系統簡介

以下分別介紹十進位、二進位、八進位、十六進位等常用的數字系統所使用的基數及表示數值。

### 十進位數字系統

十進位是以**10**為基數，並且逢**10**進位的數字系統。它是用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9等來表示數值，是我們日常生活中所使用的數字系統。它的表示方法為： $(5678)_{10}$ ，而它的基數通常會被省略不寫，直接寫成5678。

### 二進位數字系統

二進位是以**2**為基數，並且逢**2**進位的數字系統。是用0和1來表示數值，也是電腦所使用的數字系統，其表示方法為： $(101)_2$ 。

### 八進位數字系統

八進位是以**8**為基數，並且逢**8**進位的數字系統。是用0、1、2、3、4、5、6、7等來表示數值，其表示方法為： $(567)_8$ 。

▼表A-2 數字系統對照表

| 十進位 | 二進位  | 八進位 | 十六進位 |
|-----|------|-----|------|
| 0   | 0000 | 0   | 0    |
| 1   | 0001 | 1   | 1    |
| 2   | 0010 | 2   | 2    |
| 3   | 0011 | 3   | 3    |
| 4   | 0100 | 4   | 4    |
| 5   | 0101 | 5   | 5    |
| 6   | 0110 | 6   | 6    |
| 7   | 0111 | 7   | 7    |
| 8   | 1000 | 10  | 8    |
| 9   | 1001 | 11  | 9    |
| 10  | 1010 | 12  | A    |
| 11  | 1011 | 13  | B    |
| 12  | 1100 | 14  | C    |
| 13  | 1101 | 15  | D    |
| 14  | 1110 | 16  | E    |
| 15  | 1111 | 17  | F    |

## 十六進位數字系統

十六進位是以**16**為基數，並且逢**16**進位的數字系統。它是用**0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F**。而其中的**A**表示**10**、**B**表示**11**、**C**表示**12**、**D**表示**13**、**E**表示**14**、**F**表示**15**，其表示方法為：**(567A)<sub>16</sub>**。

瞭解了各數字系統後，在表A-2中列出了十進位、二進位、八進位、十六進位的對照關係。

## A-2-2 數字系統間的轉換

每個數字系統表示數值的方式不同，但它們本身所代表的值卻是相同的，例如：**22**這個十進位的數字，在二進位中它是以**(10110)<sub>2</sub>**來表示，在八進位中是以**(26)<sub>8</sub>**來表示，在十六進位中是以**(16)<sub>16</sub>**來表示。不管表示的方法是哪個數字系統，它的值都是**22**。接著我們就來看看各種數字系統間該如何轉換。

## 十進位轉換為二進位、八進位、十六進位

當我們要將十進位轉換為二進位、八進位、十六進位時，你可以依照以下方式進行轉換的動作。

### ►► 整數部份

將數字連續除以要轉換的基數，例如：要轉換為二進位時，則除以**2**。再將一連串的餘數，由下往上次序、由左往右排列。

### 小數部份

將小數連續乘以要轉換的基數，例如：要轉換為二進位時，則乘以2。接著取其整數。再將一連串的整數，由上往下次序由左往右排列。

[illegible]

►►十進位轉換為二進位  $(22.25)_{10} = (10110.01)_2$

## 整數部份

|   |    |               |   |              |
|---|----|---------------|---|--------------|
| 2 | 22 | $22 \div 2$ 餘 | 0 | ↑<br>由下往上取餘數 |
| 2 | 11 | $11 \div 2$ 餘 | 1 |              |
| 2 | 5  | $5 \div 2$ 餘  | 1 |              |
| 2 | 2  | $2 \div 2$ 餘  | 0 |              |
|   | 1  |               | 1 |              |

連續除以2，直到商為0

## 小數部份

|   |                 |      |  |                           |                           |  |  |  |
|---|-----------------|------|--|---------------------------|---------------------------|--|--|--|
|   |                 |      |  | 0.25                      |                           |  |  |  |
|   |                 |      |  | $\times \quad 2$<br><hr/> |                           |  |  |  |
| 0 | $0.25 \times 2$ | 0.50 |  | ↓<br>由上往下取整數              |                           |  |  |  |
|   |                 |      |  |                           | $\times \quad 2$<br><hr/> |  |  |  |
| 1 | $0.5 \times 2$  | 1.0  |  |                           |                           |  |  |  |
|   |                 |      |  |                           |                           |  |  |  |
|   |                 |      |  |                           |                           |  |  |  |

連續乘以2，直到小數為0

►►十進位轉換為八進位  $(22.25)_{10} = (26.2)_8$

| 整數部份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 小數部份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <math display="block">\begin{array}{r} 8 \overline{) 22} \\ \underline{16} \phantom{0} \\ 6 \phantom{0} \end{array}</math> </div> <div> <math>22 \div 8 \text{ 餘 } 6</math><br/> <math>2 \div 8 \text{ 餘 } 2</math> </div> </div> <p style="text-align: center;">由下往上取餘數</p> | <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> <math>0.25</math><br/> <math>\times 8</math><br/> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <math>2.00</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <math>0.25 \times 8</math> </div> <div> <math>2.00</math> </div> </div> <p style="text-align: center;">由上往下取整數</p> |
| 連續除以8，直到商為0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 連續乘以8，直到小數為0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

►►十進位轉換為十六進位 $(22.25)_{10} = (16.4)_{16}$

| 整數部份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 小數部份                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <math>16 \overline{) 22}</math><br/> <math>\underline{16}</math><br/> <math>6</math> </div> <div> <math>22 \div 16</math> 餘 <math>6</math><br/> <math>1 \div 16</math> 餘 <math>1</math> </div> <div style="margin-left: 10px;">             ↑<br/>             由下往上取餘數           </div> </div> <p style="color: red; text-align: center;">連續除以16，直到商為0</p> | <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">0.25</div> <div style="text-align: right;"> <math>\times \quad 16</math><br/> <math>\hline</math> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">             由上往下取整數<br/>             ↓ <math>4</math> </div> <div> <math>0.25 \times 16 = 4.00</math><br/> <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">4.00</span> </div> </div> <p style="color: red; text-align: center;">連續乘以16，直到小數為0</p> |

## 二進位、八進位、十六進位轉換為十進位

當要將二進位、八進位、十六進位轉換為十進位時，將每個數值乘以該基數的次方，整數時要乘以正的次方，小數時則要乘以負的次方。

[illegible]

➤➤二進位轉換為十進位  $(1011.01)_2 = (11.25)_{10}$

# 1011.01

$$= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

$$= 8 + 0 + 2 + 1 + 0 + 0.25$$

$$= 11.25$$

►►八進位轉換為十進位  $(413.6)_8 = (267.75)_{10}$

413.6

$$= 4 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1}$$

$$= 256 + 8 + 3 + 0.75$$

$$= 267.75$$

►►十六進位轉換為十進位  $(2D6.C)_{16} = (726.75)_{10}$

## 2D6.C

$$= 2 \times 16^2 + D \times 16^1 + 6 \times 16^0 + C \times 16^{-1}$$

$$= 512 + 208 + 6 + 0.75$$

$$= 726.75$$

## 二進位與八進位的轉換

要將二進位轉換為八進位時，我們將整數部份「由右至左，每三個看成一組」，小數部份「由左至右，每三個看成一組」，當最後一組不夠三個時，則自行補0，接著再將每一組轉換為八進位的位數即可。

要將八進位轉換為二進位時，我們將八進位的每個位數，轉換為三個二進位數位即可。表A-3是二進位與八進位對應表。

▼表A-3 二進位與八進位對應表

| 八進位 | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 二進位 | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |

[illegible]

►►二進位轉換為八進位 $(10011100100.01101)_2 = (2344.32)_8$

整數部份不足三位，則在左邊補0  
 二進位： 0 1 0   0 1 1   1 0 0   1 0 0 .   0 1 1   0 1 0  
 八進位：   2                3                4                4                .                3                2  
 所以： $(10011100100.01101)_2 = (2344.32)_8$

►►八進位轉換為二進位 $(2564.26)_8 = (010101110100.010110)_2$

八進位： 2 5 6 4 . 2 6  
二進位： 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 0 0 . 0 1 0 1 1 0  
所以：  $(2564.26)_8 = (010101110100.010110)_2$

| 二進位  | 十六進位 |
|------|------|
| 0001 | 1    |
| 0010 | 2    |
| 0011 | 3    |
| 0100 | 4    |
| 0101 | 5    |
| 0110 | 6    |
| 0111 | 7    |
| 1000 | 8    |
| 1001 | 9    |
| 1010 | A    |
| 1011 | B    |
| 1100 | C    |
| 1101 | D    |
| 1110 | E    |
| 1111 | F    |

要將二進位轉換為十六進位時，我們將整數部份「由右至左，每四個看成一組」，小數部份「由左至右，每四個看成一組」，當最後一組不夠四個時，則自行補0，接著再將每一組轉換為十六進位的位數即可。

要將十六進位轉換為二進位時，我們將十六進位的每個位數，轉換為四個二進位數位即可。表A-4是二進位與十六進位對應表。

➤➤二進位轉換為十六進位 $(10011100100.01101)_2 = (4E4.68)_{16}$

►►十六進位轉換為二進位  $(2F8.A7)_{16} = (001011111000.10100111)_2$

十六進位：      **2**                      **F**                      **8**                      **.**                      **A**                      **7**

二進位   ：0 0 1 0    1 1 1 1    1 0 0 0    .    1 0 1 0    0 1 1 1

所以： $(2564.26)_8 = (010101110100.010110)_2$

