

明德資訊及通訊科技

► 資訊處理

第三課 數據表示



應用與職涯



我喜歡的女生是個大叔？

你能夠想像聲音可愛甜美的女孩子，實際上居然是個中年大叔嗎？

變聲器功能已在各大聊天平台廣泛流行。你知道這項技術背後其實運用了數據轉化及數據處理的原理嗎？

3.1 數字系統與表示法

我們通常使用十進制作計算。

相反，數碼設備使用的則是二進制。

A

數據單位

在數碼設備中，數據通常以下列單位量度。

單位	記號	數值
位元	bit, b	數據的基本單位。它可以是 0 或 1。
字節 / 位元組	B	$1\text{ B} = 8\text{ bits}$
千字節	KB	$1\text{ KB} = 2^{10}\text{ B} = 1024\text{ B}$
百萬字節	MB	$1\text{ MB} = 2^{20}\text{ B} = 1024\text{ KB}$
十億字節	GB	$1\text{ GB} = 2^{30}\text{ B} = 1024\text{ MB}$

A

數據單位

在數據傳輸系統中，每單位時間傳輸的數據量稱為位元速率或數據傳輸率：

單位	記號	數值
每秒位元	bps, bit/s, b/s	每秒鐘傳輸 1 位元的數據。
每秒千位元	kbps, kbit/s, kb/s	$1 \text{ kbps} = 10^3 \text{ bps} = 1000 \text{ bps} = 10^3 \text{ bps}$
每秒百萬位元	Mbps, Mbit/s, Mb/s	$1 \text{ Mbps} = 10^3 \text{ kbps} = 1000 \text{ kbps} = 10^6 \text{ bps}$
每秒十億位元	Gbps, Gbit/s, Gb/s	$1 \text{ Gbps} = 10^3 \text{ Mbps} = 1000 \text{ Mbps} = 10^9 \text{ bps}$
每秒萬億位元	Tbps, Tbit/s, Tb/s	$1 \text{ Tbps} = 10^3 \text{ Gbps} = 1000 \text{ Gbps} = 10^{12} \text{ bps}$

B

二進制數

由於每個二進制數字的數位可以表示一位元的數碼數據，電腦會以二進制數字表示數據。

二進制數字的僅由「0」和「1」表示。

十進制數字	0	1	2	3	4	5	6	7
二進制數字	000	001	010	011	100	101	110	111



二進制和十進制之間的轉換

以二進制數字 1101_2 為例，我們可以通過以下步驟將其展開並轉換為十進制數字。

數位	1	0	0	1
數值	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$8 \times 1 = 8$	$4 \times 1 = 4$	$2 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

因此， $1101_2 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$ 。



1. 將 10110101_2 轉換為十進制數字。

數位	1	0	1	1	0	1	0	1
數值	$2^7 = 128$	$2^6 = 64$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值								

因此, $10110101_2 =$



1. 將 10110101_2 轉換為十進制數字。

數位	1	0	1	1	0	1	0	1
數值	$2^7 = 128$	$2^6 = 64$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$128 \times 1 = 128$	$64 \times 0 = 0$	$32 \times 1 = 32$	$16 \times 1 = 16$	$8 \times 0 = 0$	$4 \times 1 = 4$	$2 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

因此, $10110101_2 = 128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 181_{10}$



若要轉換 118_{10} 這個十進制數字為二進制數字，我們可以將其重複除以二，直至其商數小於二，然後將商數及所有餘數從最後一位排列到第一位。

2		118	
2		59	... 0
2		29	... 1
2		14	... 1
2		7	... 0
2		3	... 1
		1	... 1

因此， $118_{10} = 1110110_2$ 。



2. 將 149_{10} 轉換為二進制數字。

因此, $149_{10} =$



2. 將 149_{10} 轉換為二進制數字。

2		149	
2		74	... 1
2		37	... 0
2		18	... 1
2		9	... 0
2		4	... 1
2		2	... 0
		1	... 0

因此, $149_{10} = 10010101_2$



二進制數字的計算

二進制數字與十進制數字的計算沒有太大區別。某些計算機（包括手提電話的內置計算機）可以計算二進制數字。

以下是計算 $101101_2 + 111110_2$ 的例子。

$$\begin{array}{r} \\ \\ + \\ \hline 1 1 1 1 1 \end{array}$$



3. 試計算 $111011_2 + 1100101_2$ 。



3. 試計算 $111011_2 + 1100101_2$ 。

$$\begin{array}{r} \\ \\ + \\ \hline 1 \end{array}$$



以下是計算 $111110_2 - 101101_2$ 的例子。

$$\begin{array}{r} \\ \\ - \\ \hline \end{array}$$



4. 試計算 $1100101_2 - 111011_2$ 。



3.1

4. 試計算 $1100101_2 - 111011_2$ 。

$$\begin{array}{ccccccc}
 & 1 & 1 & 1 & & 1 & & \\
 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 - & & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 \hline
 & & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0
 \end{array}$$

B

二進制數

樣式（組合）的數量決定了可以表示多少數據。

例如，一位的二進制數字可以是「0」或者「1」，意即有兩個獨特的樣式。

第一個樣式	第二個樣式
0	1

三位的二進制數字的數值範圍為 0 至 7，意即有八個獨特的樣式。

第一個樣式	第二個樣式	第三個樣式	第四個樣式	第五個樣式	第六個樣式	第七個樣式	第八個樣式
000	001	010	011	100	101	110	111

C

十六進制數

十六進制數字是以 16 為基數的數字。由於 $2^4 = 16$ ，每個數字可以代表 4 位元的數碼數據。

十六進制分別使用字母 A 到 F 在單一數位中表示 10 到 15。

	數位的數字範圍
二進制數字	0 到 1
十進制數字	0 到 9
十六進制數字	0 到 9, A 到 F



十六進制和十進制之間的轉換

我們可以通過以下步驟將十六進制數字 $B4AF_{16}$ 展開，並轉換為十進制數字。

數位	B (11)	4	A (10)	F (15)
位值	$16^3 = 4096$	$16^2 = 256$	$16^1 = 16$	$16^0 = 1$
數位的值	$4096 \times 11 = 45056$	$256 \times 4 = 1024$	$16 \times 10 = 160$	$1 \times 15 = 15$

因此， $B4AF_{16} = 45056 + 1024 + 160 + 15 = 46255_{10}$ 。



1. 試將 $9C7E_{16}$ 轉換為十進制數字。

數位	9	C (12)	7	E (14)
位值	$16^3 = 4096$	$16^2 = 256$	$16^1 = 16$	$16^0 = 1$
數位的值	$4096 \times 9 = 36864$	$256 \times 12 = 3072$	$16 \times 7 = 112$	$1 \times 14 = 14$

因此, $9C7E_{16} = 36864 + 3072 + 112 + 14 = 40064_{10}$ 。



若要轉換 54625_{10} 這個十進制數字為十六進制數字，我們可以將其重複除以 16 直至其商數小於 16，然後將商數及所有餘數從最後一位排列到第一位。

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 54625} \\ 16 \overline{) 3414} \dots 1 \\ 16 \overline{) 213} \dots 6 \\ 13 (D) \dots 5 \end{array}$$

因此， $54625_{10} = D561_{16}$ 。



2. 試將 34604_{10} 轉換為十六進制數字。

因此, $34604_{10} =$



2. 試將 34604_{10} 轉換為十六進制數字。

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 34604} \\ 16 \overline{) 2162} \dots 12 \text{ (C)} \\ 16 \overline{) 135} \dots 2 \\ \phantom{16 \overline{) }} 8 \dots 7 \end{array}$$

因此, $34604_{10} = 872C_{16}$ 。



十六進制數字的計算

同樣地，部分計算機也可以計算十六進制數字，但手動計算十六進制數字也並不困難。

下面是計算 $B4AF_{16} + 9C7E_{16}$ 的例子。

$$\begin{array}{rcccccc} & & & B & 4 & A & F \\ + & & & 9_1 & C_1 & 7_1 & E \\ \hline & & 1 & 5 & 1 & 2 & D \end{array}$$



3. 試計算 $6D61_{16} + 972C_{16}$ 。



3. 試計算 $6D61_{16} + 972C_{16}$ 。

$$\begin{array}{rcccccc} & & 6 & D & 6 & 1 & \\ & & & & & & \\ + & & 9 & 7 & 2 & C & \\ & & 1 & & & & \\ \hline & 1 & 0 & 4 & 8 & D & \end{array}$$



4. 試計算 $972C_{16} - 6D61_{16}$ 。



4. 試計算 $972C_{16} - 6D61_{16}$ 。

$$\begin{array}{r} 1 1 \\ 9 7 2 C \\ - 6 D 6 1 \\ \hline 2 9 C B \end{array}$$



例題

3.1

1. 這是一個三位數的密碼鎖。每個數位可以是 1 到 9 或 A 到 F。下圖顯示此鎖的密碼組合設為「15A」。



這個鎖的密碼共有多少種不同的組合？

- A. 3374
- B. 3375
- C. 4095
- D. 4096



例題

3.1

分析

由於 0 被排除在外，每個數位均有 15 個可能的符號。組合數 = $15 \times 15 \times 15 = 3375$ 。

答案

正確答案是 B。



例題

3.1

2. 湯先生是一家商店的老闆。他想分發 50,000 個兌換代碼作促銷之用，每個兌換碼分別佔用 8 KB 並儲存在電腦系統中。他應為所有兌換代碼分配多少 MB 的儲存空間？

▸ 分析

湯先生應分配的儲存空間 = $8 \text{ KB} \times 50,000 = 400,000 \text{ KB} = (400,000 \div 1024) \text{ MB} = 390.625 \text{ MB}$

注意，我們應將 1024 KB（而不是 1000 KB）轉換為 1 MB。

▸ 答案

正確答案是 390.625 MB。我們也可將結果四捨五入至最接近的整數。



例題

3.1

3. 學校使用的電腦系統為每個學生編號分配了 8 位元，另外又為學生的性別分配了 1 位元。系統中最多可以有多少個學生帳戶？

- A. 64
- B. 128
- C. 256
- D. 512



例題

3.1

▸ 分析

系統中學生帳戶的最大數量取決於學生編號的最大數量，因為每個學生都應該有獨特的編號。而學生的性別則不重要，因為兩個不同性別的學生不能共享同一個學生編號。由於為學生編號分配了 8 位元，因此學生帳戶的最大數量等於 8 位元可表示的樣式數量，即 $2^8 = 256$ 。

▸ 答案

正確答案是 C。



試完成課本第 67 頁的測試站 3.1。

1. $40 \times 1024 \times 1024 \div 500 \div 60 = 1398.1$ hours. Rounding the result to the nearest hours is acceptable.
2. C
3. B

D

表示無符號整數

數碼設備中的整數可以儲存為無符號整數或有符號整數。

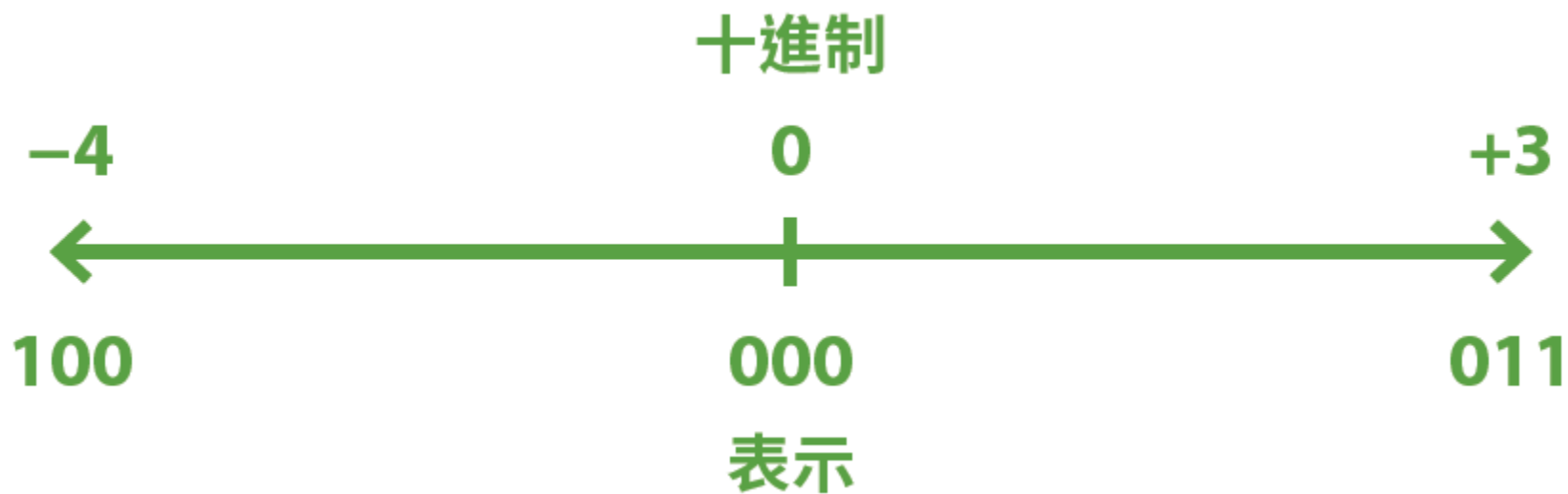
無符號整數是指沒有負號的整數，即正數和零。



E

表示有符號整數

有符號整數可以是帶有負號的整數，即正數、負數和零。有約一半的樣式用於表示負整數。



E

表示有符號整數

二進制補碼（二補碼）數字是一種以位元樣式表示有符號整數的方法。

一個數的二進制補碼（二補碼）則是來自該數的二進制數字取反。亦即是說，整數 $-x$ 可以由 x 的二進制補碼表示。

以下列出了所有 3 位元二進制補碼數字。

十進制數字	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
二進制補碼數字	100	101	110	111	000	001	010	011



將二進制補碼數字轉換至十進制數字

我們可以通過以下步驟將 3 位元二進制補碼數字 101 展開，並轉換為十進制數字。

數位	1	0	1
位值	$-(2^2) = -4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$-4 \times 1 = -4$	$2 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

因此， $101_2 = -4 + 0 + 1 = 3_{10}$ 。



我們可以通過以下步驟將 4 位元二進制補碼數字 0101 展開，並轉換為十進制數字。

數位	0	1	0	1
位值	$-(2^3) = -8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$-8 \times 0 = 0$	$4 \times 1 = 4$	$2 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

因此， $0101 = 4 + 0 + 1 = 5_{10}$ 。



1. 試將 4 位元二進制補碼數字 1010 轉換為十進制數字。

數位	0	1	0	1
位值	$-(2^3) = -8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值				

因此, $1010 =$



1. 試將 4 位元二進制補碼數字 1010 轉換為十進制數字。

數位	0	1	0	1
位值	$-(2^3) = -8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$-8 \times 1 = -8$	$4 \times 0 = 0$	$2 \times 1 = 2$	$1 \times 0 = 0$

因此, $1010 = -8 + 0 + 2 + 0 = -6_{10}$



2. 試將 5 位元二進制補碼數字 10101 轉換為十進制數字。

數位	1	0	1	0	1
位值	$-(2^4) = -16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值					

因此, 10101 =



2. 試將 5 位元二進制補碼數字 10101 轉換為十進制數字。

數位	1	0	1	0	1
位值	$-(2^4) = -16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
數位的值	$-16 \times 1 = -16$	$8 \times 0 = 0$	$4 \times 1 = 4$	$2 \times 0 = 0$	$1 \times 1 = 1$

因此, $10101 = -16 + 0 + 4 + 0 + 1 = -11_{10}$



常見錯誤



3_{10} 的二進制補碼是 011，這也是 3_{10} 的二進制補碼數字。



3_{10} 的二進制補碼是 101，這也是 -3_{10} 的二進制補碼數字。簡而言之，整數 x 的二進制補碼是 $-x$ 的二進制補碼數字。注意「數字」二字。

E

表示有符號整數

十進制數字	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
二進制補碼數字	100	110	110	111	000	001	010	011	超出範圍
二進制補碼	超出範圍	011	010	001	000	111	110	101	100

從上表可見， 1_{10} 的二進制補碼是 111，即 -1_{10} 的二進制補碼數字。有兩種方法可以找到二進制整數的二進制補碼。

E

表示有符號整數

要找到一個整數的 N 位元二進制補碼，我們可以從 2^N 中減去其 N 位元二進制數字。例如，要找到 27_{10} 的 8 位元二進制補碼，我們可以：

1. 將 27_{10} 轉換為二進制數，即 11011。新增前置 0 將其變為 8 位元的二進制數字，即 0001 1011₂。

2. 將它從 2^8 中減去，即 1 0000 0000。

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccccccc}
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{array} \\
 - \qquad \qquad \qquad \begin{array}{ccccccc}
 & & & & 1 & 1 & 0 & 1 & 1
 \end{array} \\
 \hline
 \qquad \qquad \qquad \begin{array}{ccccccc}
 & & & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$

27_{10} 的 8 位元二進制補碼是 1110 0101，它是 -27_{10} 的 8 位元二進制補碼數字。

E

表示有符號整數

二進制數字的二進制反碼亦可以通過在二進制反碼上加 1 來找到。

二進制數字的二進制反碼（一補碼）是通過反轉其所有位元來產生的，即從 0 變為 1，將 1 變為 0。

E

表示有符號整數

例如，要找到 45_{10} 的 8 位元二進制補碼，我們可以：

1. 將 45_{10} 轉換為二進制數字，即 101101。新增前置 0 將其變為 8 位元二進制數字，即 0010 1101。

0	0	1	0	1	1	0	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	1	0	1	0	0	1	0

2. 反轉 8 位元數字的所有數位。

3. 將其加 1，便可得到 1101 0011。

45_{10} 的 8 位元二進制補碼是 1101 0011，它是 -45_{10} 的 8 位元二進制補碼數字。



1. 1000 0000 這一個 8 位元二進制補碼數字的十進制數值是多少？

- A. 0
- B. 128
- C. -127
- D. -128



2. 十進制數值 17 的 7 位元二進制補碼是什麼？

- A. 001 0001
- B. 001 0010
- C. 110 1110
- D. 110 1111



3. 十進制數值 -1 的 8 位元二進制補碼數字是什麼？

- A. 0000 0001
- B. 1000 0001
- C. 1111 1110
- D. 1111 1111



4. 以下哪項可以是十進制數值 -9 的二進制補碼數字？

(1) 1001

(2) 11 0111

(3) 0001 0111

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (3)

D. 只有 (2) 和 (3)



5. 將 0110 和 1011 這兩個二進制補碼數字相加後，會得出以下哪個十進制數值？

- A. -15
- B. -1
- C. 1
- D. 17

F

溢出誤差

當計算結果超出位元數可以表示的範圍時，就會發生溢出誤差。這些情況下，計算結果便會出錯。

F

溢出誤差

以無符號整數來說，溢出誤差會在以下情況中發生：

加法

$$9_{10} + 9_{10} = 1001 + 1001$$

$$\begin{array}{r}
 \\
 \\
 + \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

減法

$$10_{10} - 12_{10} = 10_{10} - 12_{10} = 1010 - 1100$$

$$\begin{array}{r}
 \\
 \\
 - \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

F

溢出誤差

以有符號整數來說，溢出誤差會在以下情況中發生：

加法	減法
$3_{10} + 5_{10} = 0011 + 0101$ $ \begin{array}{r} 0011 \\ + 0101 \\ \hline 1000 \end{array} $	$-4_{10} - 6_{10} = -4_{10} + (-6_{10}) = 1100 + 1010$ $ \begin{array}{r} 1100 \\ + 1010 \\ \hline 10110 \end{array} $



常見錯誤



在計算二進制補碼數字後，如有多出的位元，溢出誤差就會發生。

在計算二進制補碼數字後，即使有多出的位元，也不代表發生了溢出誤差。



只有當計算的是無符號整數，多出的位元才會表示發生溢出誤差。而發生溢出誤差的根本原因是計算結果超出範圍。



例題

3.3

1. 一部電腦使用 4 位元二進制補碼數字來儲存整數。以下哪項計算涉及溢出誤差？

A. $2 - 3 + 4 - 2$

B. $3 + 4 + 2 - 2$

C. $2 + 3 - 4 - 2$

D. $-2 - 3 - 3$



例題

3.3

分析

位元二進制補碼數字表示的範圍涵蓋 -2^{n-1} 至 $2^{n-1}-1$ ，即從 -8 至 7。

就選項 A 而言， $2 - 3 + 4 - 2 = -1 + 4 - 2 = 3 - 2 = 1$ ，沒有結果超出範圍。

就選項 B 而言， $3 + 4 + 2 - 2 = 7 + 2 - 2 = 9 - 2 = 7$ 。雖然最終結果沒有超出範圍，但計算中出現了超出範圍的數字，這代表計算過程中出現了溢出誤差。

就選項 C 而言， $2 + 3 - 4 - 2 = 5 - 4 - 2 = 1 - 2 = -1$ ，沒有結果超出範圍。

就選項 D 而言， $-2 - 3 - 3 = -5 - 3 = -8$ ，沒有結果超出範圍。

只有選項 B 涉及溢出誤差。

答案

正確答案是 B。



例題

3.3

2. 欣欣的電腦使用 8 位元二進制補碼數字來儲存數字。她將數字 x 增加 3, 然後溢出誤差便發生了。數字 x 是多少?

- A. 0111 1110
- B. 1111 1110
- C. 0000 1101
- D. 1000 0000



例題

3.3

分析

3 是一個正數。只有當兩個符號相同的數字相加時，溢出誤差才會發生。如果正數加 3 後得到負數，則表示發生溢出誤差。

選項 B 和 D 均表示負數。因此，選項 B 和 D 都不是答案。

3 的 8 位元二進制補碼數字是 0000 0011。

選項 A 的 0111 1110 表示正數。 $0111\ 1110 + 0000\ 0011 = 1000\ 0001$ ，表示負數。

選項 C 的 0000 1101 表示正數。 $0000\ 1101 + 0000\ 0011 = 0001\ 0000$ ，表示正數。

答案

正確答案是 A。



例題

3.3

3. 一部電腦在計算 $P + Q$ 後，傳回 R 作為答案。假設 P 、 Q 、 R 均為 3 位元無符號整數，在哪種情況下，計算時會出現溢出錯誤？

(1) $P = 7$

(2) $P > R$

(3) $P > 3$ 和 $Q > 4$

A. 只有 (1) 和 (2)

B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)

D. (1)、(2) 和 (3)



例題

3.3

分析

情況 (1), 如果 $Q = 0$, 則 $P + Q = 7$, 不會超出無符號整數的範圍。

情況 (2), 由於 P 、 Q 、 R 均為無符號整數, 它們只能是零或正數。將零或正數加至 P 的話, 應會得出比 P 更大的整數。

情況 (3), 如果 $P > 3$ 和 $Q > 4$, 則 $P + Q > 7$ 。一個 3 位元的無符號整數不可大於 7。

答案

正確答案是 C。



試完成課本第 81 頁的測試站 3.3。

1. A
2. B
3. A
4. C

3.2 字符編碼

除了數字，字符也有其表示方法。

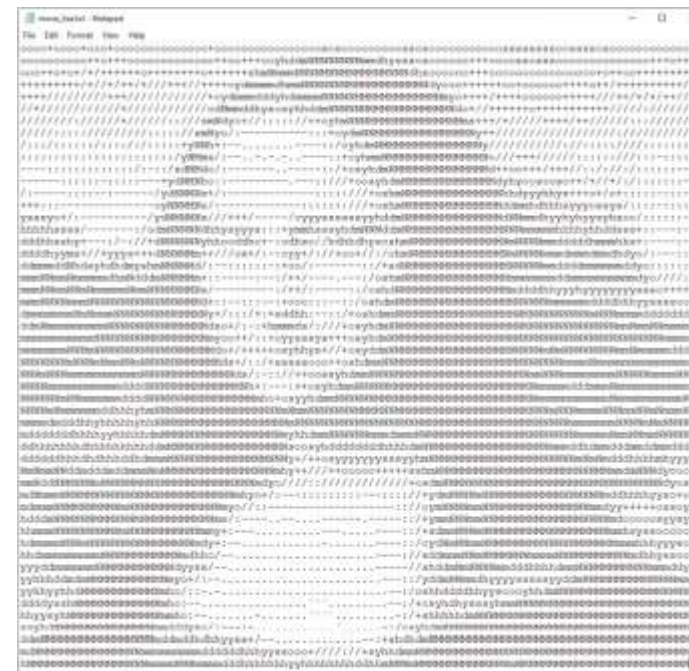
這些表示方法名為**字符編碼系統**。不同語言可能會使用不同的編碼系統。

A 英文

美國信息交換標準碼是英語常用的字符編碼系統之一。

ASCII 通常使用 7 位元來表示一個字符。因此，它可以表示 $2^7 = 128$ 個字符。

試閱讀課本第 83 頁的 ASCII 表格。



B

中文

中文字符分為兩套：

- 繁體中文通常由大五碼作編碼，而
- 簡體中文通常由國標碼作編碼。

B

中文

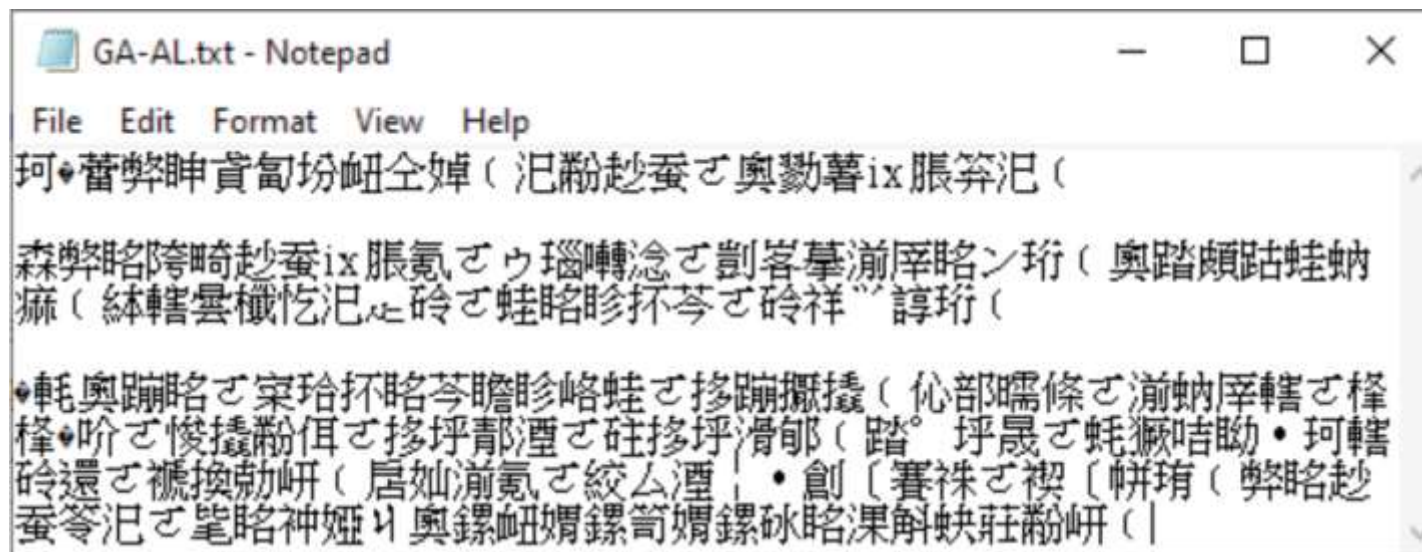
雖然兩種編碼系統都可用來表示中文字，但它們不能互換。

代碼（以十六進制表示）	BD73	BD58	A874	B2CE	B1E0	C2EB	CFB5	CDB3
大五碼	編	碼	系	統	唔	鎢	炆	荒
國標碼	網	綫	ㄟ	参	编	码	系	统

B

中文

如果一個文本檔案或網站由大五碼編碼，卻由國標碼解碼，該文本將顯示為亂碼（garbled text）而不會被翻譯成簡體中文。



C

多種語言

我們便可使用名為統一碼（萬國碼）的字符編碼系統以顯示多種語言。

統一碼為表示現存所有語言而創，如日文、阿拉伯文、泰文、俄文等。

代碼（以十六進制表示）	7DE8	78DC	7CFB	7D71	7F16	7801	7CFB	7EDF
Unicode	編	碼	系	統	编	码	系	统

C

多種語言

由於統一碼字符數量龐大，它最多可以使用 4 個字節來表示一個字符。

然而，它使用的是可變長度編碼（例如 UTF-8 和 UTF-16），即可使用不同長度的代碼來為不同語言的字符編碼。

統一碼字符會視乎語言的需要使用 1 到 4 個字節。

語言	字符編碼系統	每個字符的大小
英文	ASCII	7 bits to 1 byte
繁體中文	Big-5 code	2 bytes
簡體中文	Guobiao (GB) code	
世界上大多數語言	Unicode	1 to 4 bytes



例題

3.4

1. 以下哪項 / 些關於統一碼、ASCII 和大五碼的陳述是正確的？

- (1) 三種字符編碼系統中，ASCII 的字符集最小。
- (2) 大五碼不支援英文字母。
- (3) 統一碼使用 4 個字節來儲存每個字符。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)



例題

3.4

分析

ASCII 不支援英語以外的語言；大五碼支援英文和繁體中文字符；統一碼支援多種語言。因此，(1)是正確的，(2) 是錯誤的。

然而，統一碼使用的是可變長度編碼，即可使用不同長度的代碼來為不同語言的字符編碼，字符大小可從 1 到 4 個字節不等。因此，(3) 是不正確的。

答案

正確答案是 A。



例題

3.4

2. 某設備使用 8 位元儲存一個整數，又用 16 位元儲存一個字符。儲存文本字符串「3D printer」需要多少字節？

- A. 17 字節
- B. 18 字節
- C. 19 字節
- D. 20 字節



例題

3.4

分析

「3D printer」是一組字串，表示它由字符組成。「3D printer」中的「3」是數字字符，不是整數，因此它佔用 16 位元而非 8 位元。「3D」之後的空格也算作一個字符。

因此，該字串中共有 10 個字符，共佔用 $16 \times 10 \text{ bits} = 160 \text{ bits} = 20 \text{ bytes}$ 。

答案

正確答案是 D。



例題

3.4

3. 某設備使用十六進制代碼（範圍從 000 到 FFF）來儲存一個字符。一組六個字符的字串需要用多少字節來表示？

分析

十六進制代碼中的每個數字都需要 4 位元，因為 $2^4 = 16$ 。因此，一個 3 位十六進制代碼需要 $4 \times 3 \text{ bits} = 12 \text{ bits}$ 。6 個字符需要 $12 \times 6 \text{ bits} = 72 \text{ bits} = 72 \div 8 \text{ bytes} = 9 \text{ bytes}$ 。

答案

$$12 \times 6 \div 8 = 9 \text{ bytes}$$



試完成課本第 87 頁的測試站 3.4。

1. (a) 統一碼。數據中包括英文、繁體和簡體中文，而統一碼支援所有三種語言。
(b) 任何合理答案，如日文、阿拉伯文、泰文、俄文。
2. 優點：統一碼支援更多語言，它可以表示繁體和簡體中文字符。
缺點：統一碼需要的儲存空間比大五碼更多。

3.3

條碼編碼

你曾在哪裡看見過以下的圖像？試分別舉出一個例子。



A

條碼

我們的日常生活中經常使用到條碼，例如在超市出售的包裝產品或零售商分發的優惠券都會使用到條碼。



A

條碼

條碼是由不同寬度的條形和空格組成的代碼，用來表示一個字串。該字串通常為一串用以表示產品編號的數字。

與手動輸入數字相比，掃描條碼減少了輸入錯誤和輸入所需時間。

A

條碼

以下是條碼的元素：











A

條碼

條形的高度不重要，但條形和空格的寬度卻很重要。

可被讀取數據的條碼必須：

- 有足夠的靜區空間；
- 保持條形和空格的寬度不變。

可被讀取數據的條碼				
無法被讀取數據的條碼				

B

二維碼

二維碼是一種二維條碼，經常用於各種海報、書籍、網站、應用程式中。

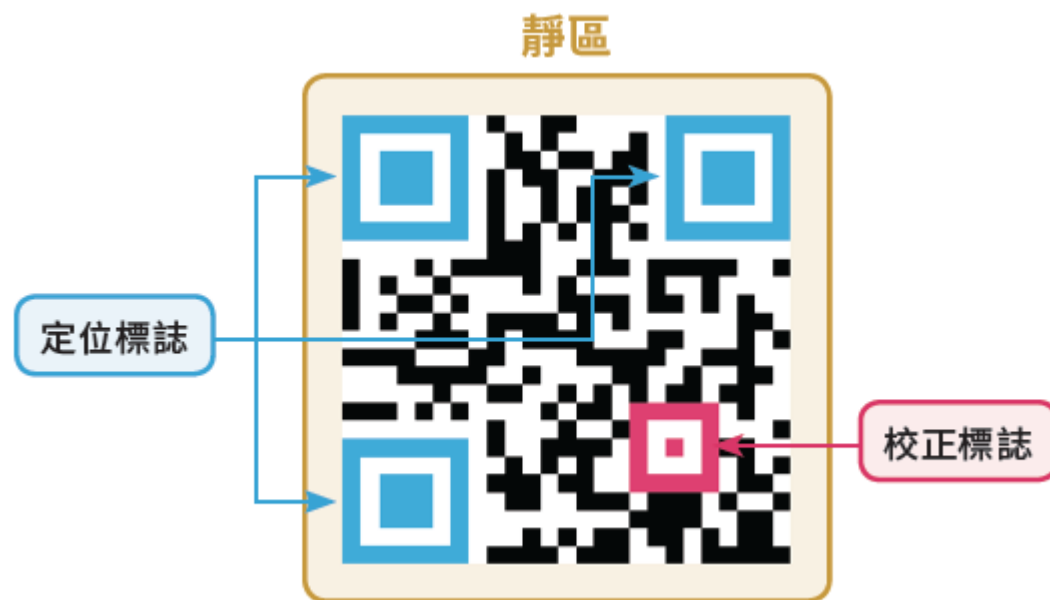


B

二維碼

二維碼由排列在白色方形背景中的無數黑點組成。它表示一組字串，通常是一個劃一資源定位（Uniform Resource Locator，簡稱 URL）、一個電話號碼或一個電子郵件地址。

以下是二維碼的元素：



B

二維碼

以下二維碼均可被讀取數據。

旋轉	扭曲	塗污
		
有色	彩色	被標誌擋住
		

B

二維碼

由於二維碼相對條碼有不少優勢，現時已變得越來越流行。以下是兩種代碼的比較。

屬性	條碼	二維碼
掃描容易度	條碼大多只能從兩個角度進行掃描，即 0° 或 180°。	二維碼是可以從任何方向掃描的。即使掃描器傾側，令掃描出來的圖像扭曲，它仍有機會成功讀取二維碼的數據。
糾正錯誤的能力	如果單個條形或空格的寬度被更改，便無法正確掃描條碼。	二維碼比條碼具有更高的糾正能力。它通常可以恢復高達 30% 的數據。
可代表的數據量	序列的最大長度約為 50 個字符。	二維碼的上限通常不少於 1000 個字符。



例題

3.5

1. 以下哪項 / 些關於這個條碼的陳述是正確的？



- (1) 這種條碼不能代表數字。
- (2) 此類條碼可從任何方向掃描。
- (3) 即使在其中心加上商標，這種條碼也可被解碼。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)



例題

3.5

分析

這種類型的條碼為二維碼，它可以代表任何類型的字符，因此 (1) 是不正確的。

二維碼具有三個定位標誌，可以從任何方向掃描，因此 (2) 是正確的。

一個二維碼最多可以恢復 30% 的數據，因此 (3) 是正確的。

答案

正確答案是 D。



1. 彬仔是一間店舖的店主，他店裏每件產品的包裝紙上都有一個條碼。顧客購買產品時，收銀員會使用掃描器來掃描條碼，以更新庫存產品的數量。

a) 條碼代表什麼數據？

一個數 / 一組數字 / 產品 ID。

b) 指出使用這種方法的兩個好處。

減少輸入錯誤和輸入時間。

3.4 模擬及數碼數據

用以表示數據的方法有很多。

- 以物理方式用連續值表示的數據（如聲波、文字和圖畫）稱為**模擬數據**。
- 以 0 和 1 等離散符號表示的數據（如文字檔案、數碼照片和音頻檔案）則稱為**數碼數據**。

3.4 模擬及數碼數據

模擬數據和數碼數據會被儲存在不同種類的儲存媒體中：

模擬數據儲存媒體	數碼數據儲存媒體
	
	

3.4 模擬及數碼數據

有關模擬數據和數碼數據之間的比較，可參見下表。

屬性	模擬數據	數碼數據
表示方式	以實體表示，數值之間的變化是連續的。	以離散符號表示，數碼設備中的符號通常為 0 和 1。
通過壓縮減少數據大小的可行性	低。	高。 數碼電視訊號佔用較少的無線電頻譜。
數據分析能力	低。 例如當相關數據發生變化時，需要手動更新賬本的計算結果。	高。 例如當相關數據發生變化時，電子試算表可自動更新數據，甚至立即創建圖表。

A

數碼化

數碼化指將模擬數據轉換為數碼數據。

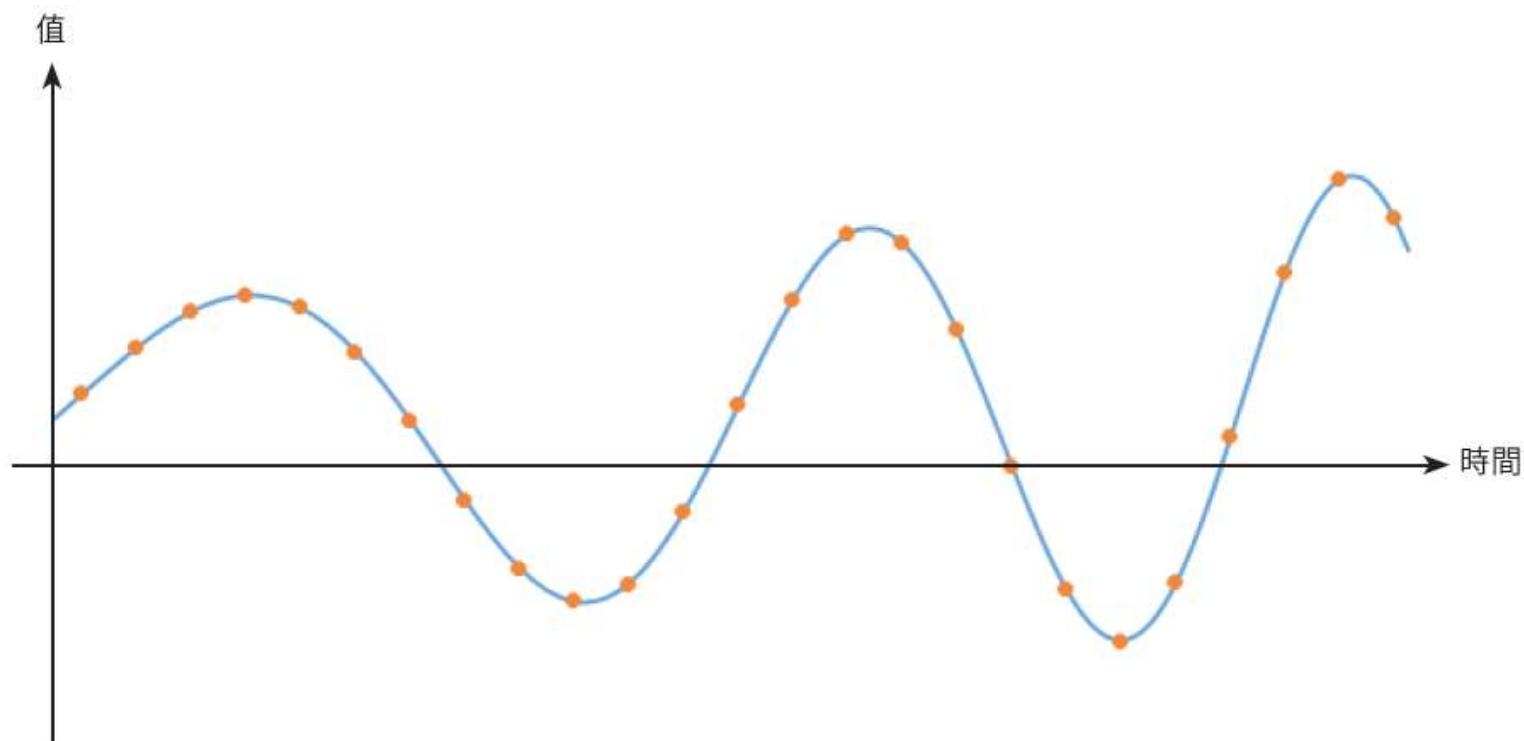
我們可以將數碼化分解為兩個部分：

- 離散化
- 量化

A

數碼化

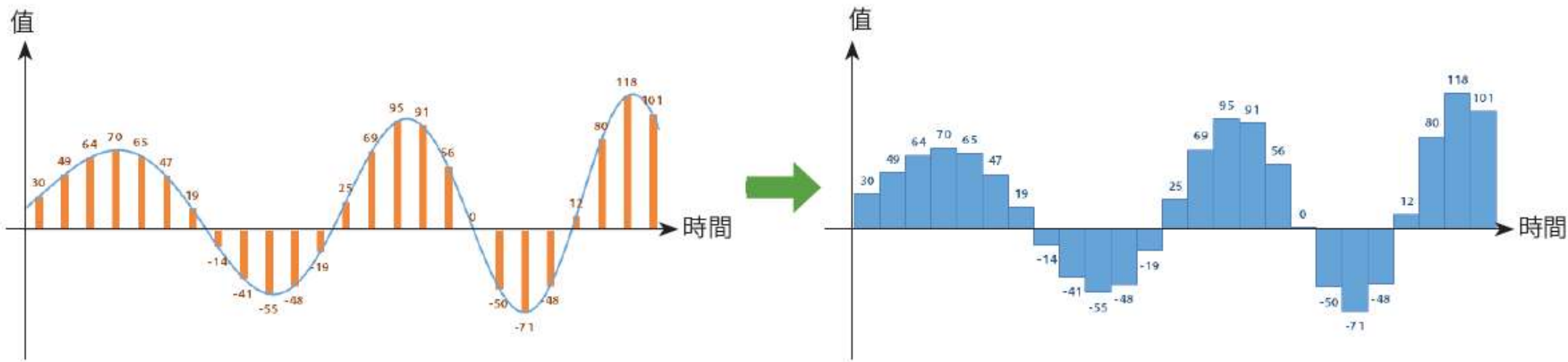
要將模擬訊號轉換為數碼訊號，我們應在固定的時間間隔內對訊號值進行取樣，而這個時間間隔的長度會決定取樣頻率。這個過程稱為「**離散化**」。



A

數碼化

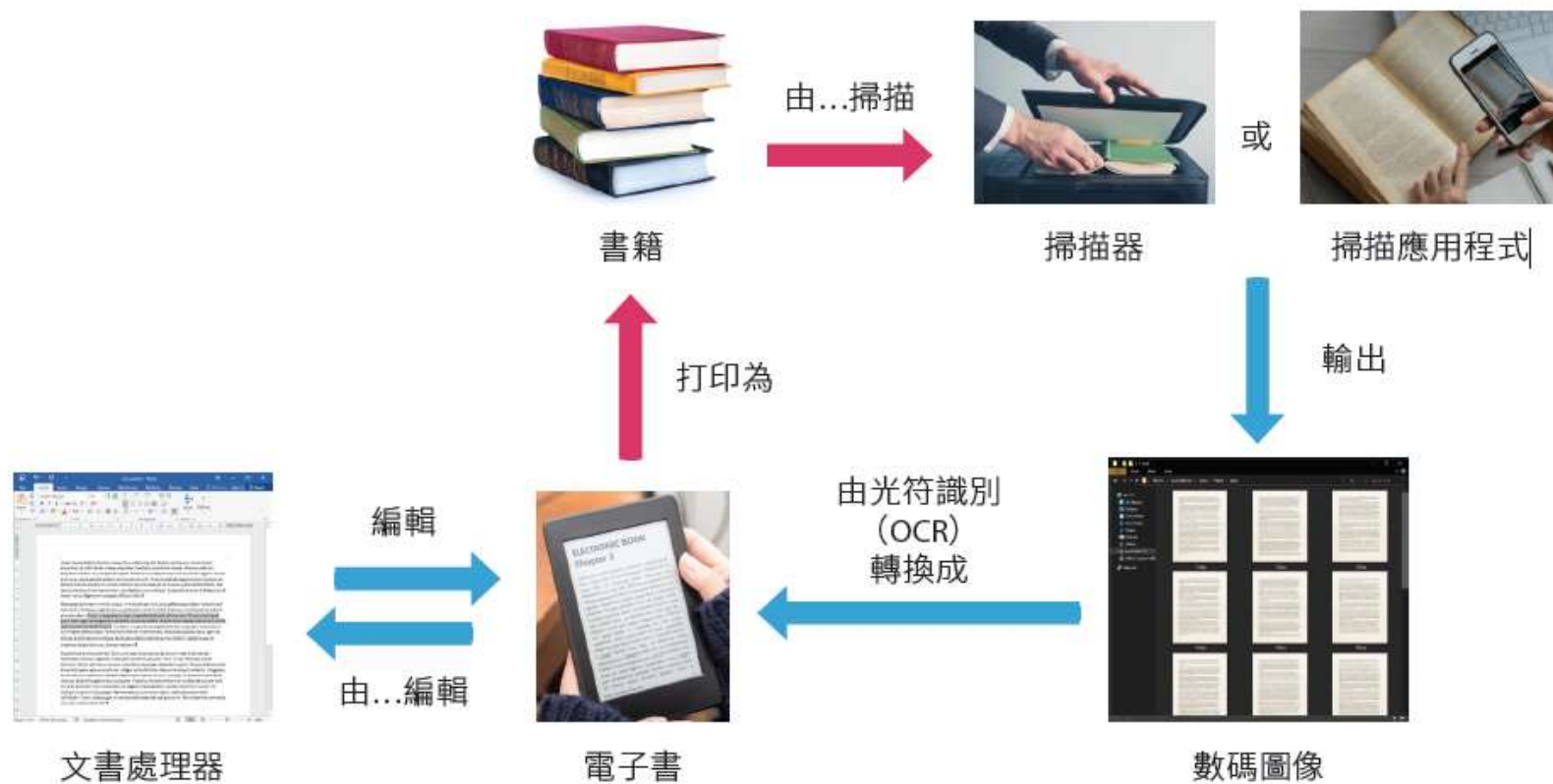
取樣後的值會被儲存為一序列的整數。這個序列便是數碼數據，在數碼儲存媒體中通常用二進制數表示。這個過程稱為「**量化**」。



A

數碼化

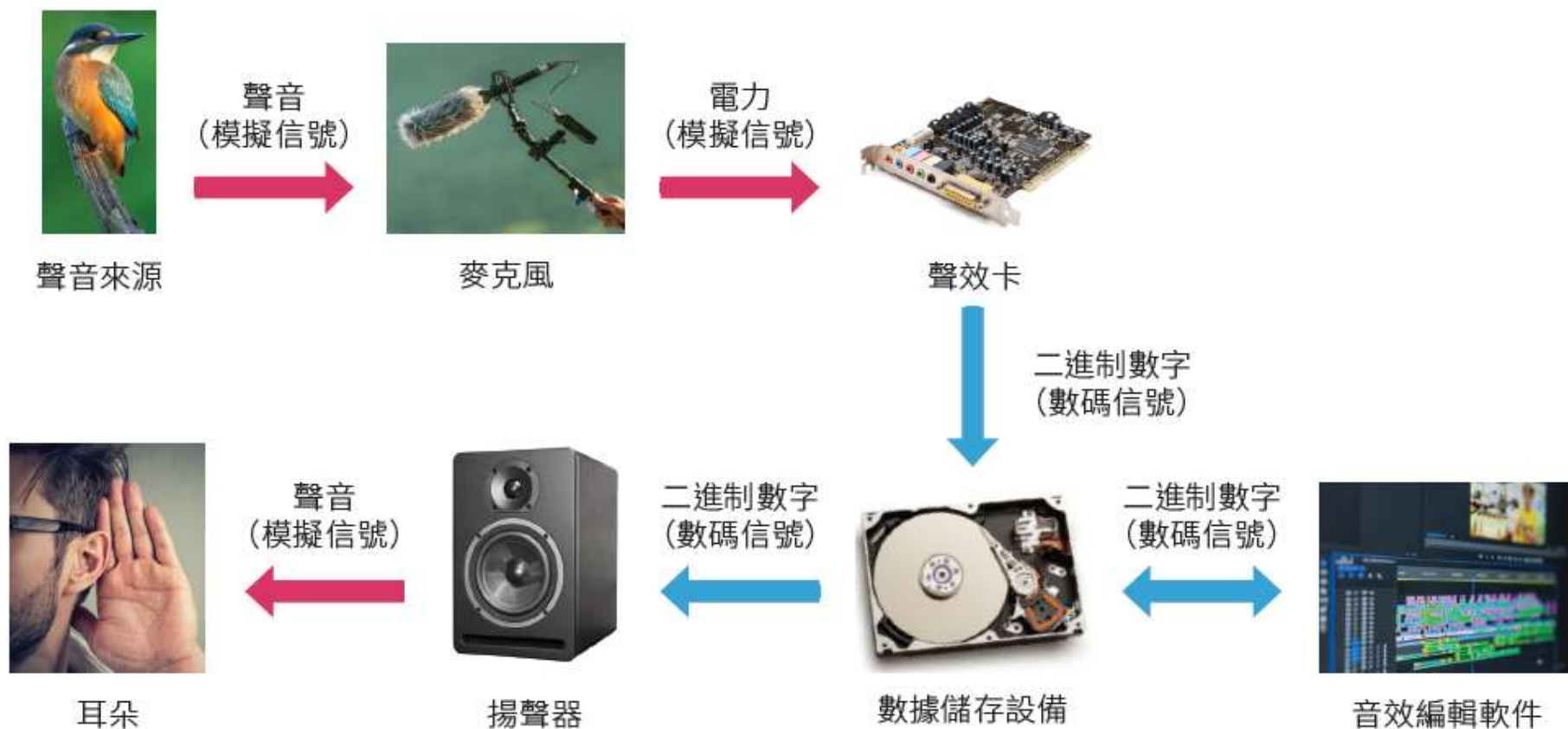
將實體書轉換為電子書通常是一種文本和圖像的數碼化。



A

數碼化

聲波是模擬數據，可以通過以下步驟轉換為數碼數據：





例題

3.6

1. 以下哪些動作涉及模擬數據和數碼數據之間的數據轉換？

- (1) 打印電子文檔
- (2) 將多個圖像檔案合併為一個視像檔案
- (3) 錄製狐狸的聲音

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)



例題

3.6

分析

第 (1) 項中的電子文檔是數碼數據，而打印出來的文件是模擬數據。

第 (2) 項中的圖像檔案和視像檔案都是數碼數據，不涉及模擬數據。因此，(2) 不滿足要求。

第 (3) 項中，狐狸發出的聲波是模擬數據，而錄音是數碼數據。

因此，(1) 和 (3) 都滿足要求。

答案

正確答案是 B。



例題

3.6

2. 小德有一本 19 世紀出版、1200 頁長的書。他使用掃描器將書籍掃描成一組圖像檔案，然後通過光學字符識別（OCR）將圖像檔案轉換為文本檔案。以下哪些是這個做法的主要好處？

- (1) 小德可以通過將圖像檔案上傳到互聯網來輕鬆共享這本書。
- (2) 小德可以輕鬆地在書中搜尋文字。
- (3) 小德可以將書丟棄以節省儲存空間。

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)



例題

3.6

分析

就第 (1) 項而言，在讀者之間轉移實體書需要很多時間，而且在過程中書本有損壞的風險。因此，能夠以數碼形式共享書籍是一個主要好處。

就第 (2) 項而言，在 1200 頁的書中手動搜尋文字非常耗時，但通過電腦則可以在電子文檔中快速準確地完成搜索。因此，方便搜尋文字也是一個主要的好處。

就第 (3) 項而言，有時為了節省儲存空間，實體副本會在數碼化後被丟棄，但這不是必須的。題目所提及的書出版於 19 世紀，是寶貴的資源，因此值得保留。

答案

正確答案是 A。



試完成課本第 100 頁的測試站 3.6。

1. c
2.
 1. 若學生提出覆核前更改了試卷上的答案，圖像檔案能證明他們作弊。
 2. 當學生試圖提出覆核時，小麗可以在家中評改他們的試卷。
 3. 學生可以保留紙本試卷作溫習之用。

3.5 多媒體

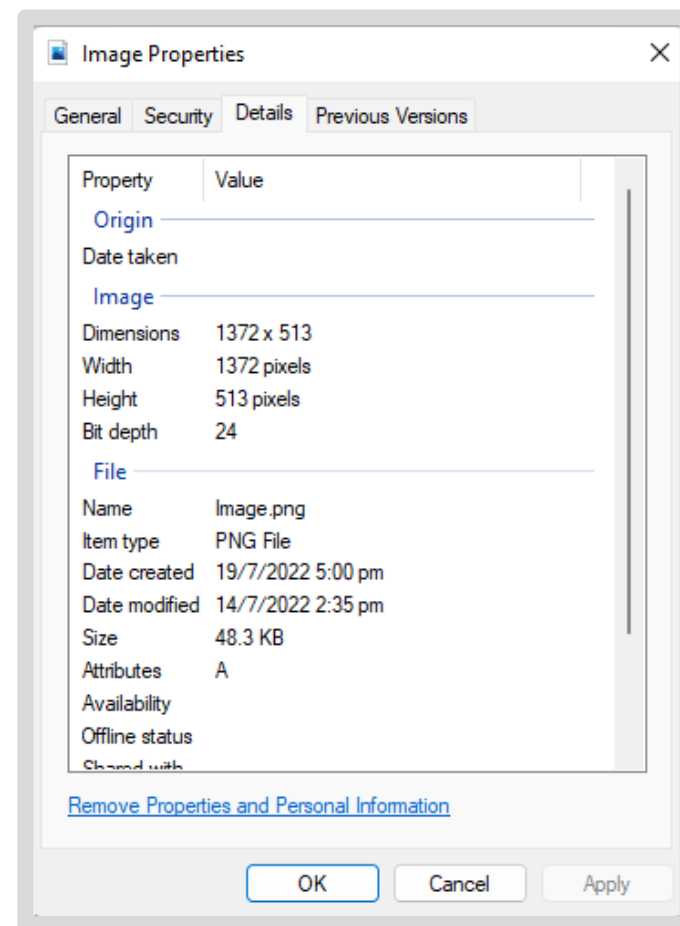
多媒體數據可儲存成各種檔案格式，它們具有不同的屬性。

檔案格式和元數據通常儲存在檔案的標頭檔中。

檔案的格式通常由檔案副檔名表示。

Limerick.txt

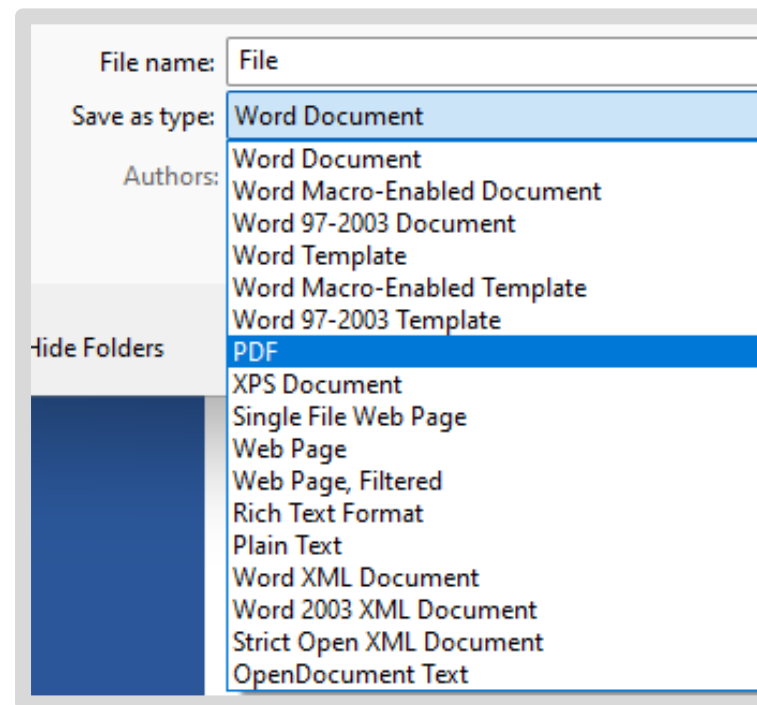
檔案名稱 副檔名



3.5 多媒體

要正確更改檔案格式，我們應：

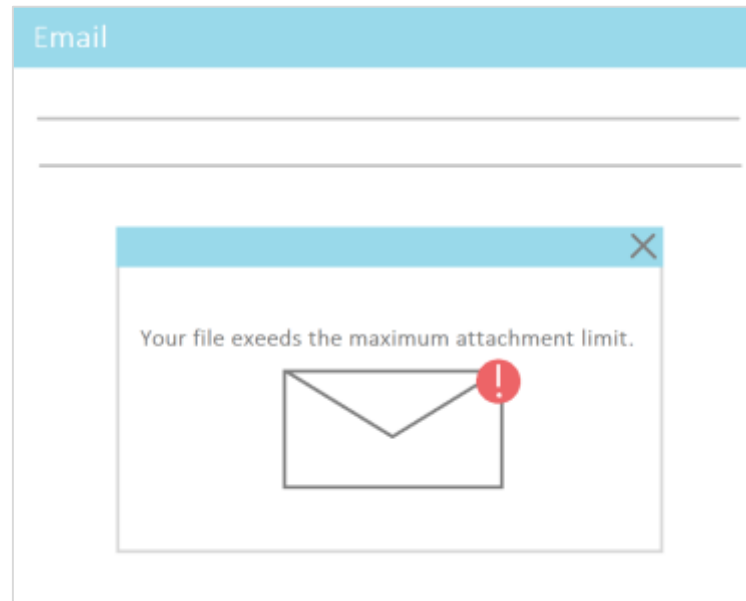
- 使用編輯軟件將檔案匯出為另一種格式
- 使用檔案格式轉換軟件



3.5 壓縮

檔案通常會進行壓縮，以方便檔案傳輸並節省儲存空間。

壓縮方法的重要細節通常儲存在標頭檔中。



3.5 壓縮

壓縮方式主要分成兩種：

無損壓縮	有損壓縮
壓縮後沒有數據遺失	一些數據會於壓縮後遺失
解壓縮後可以完全恢復原始檔案	經解壓縮恢復的檔案會與原檔略有不同
節省較少儲存空間	節省更多儲存空間

3.5 壓縮

壓縮比的計算方式為：

$$\text{壓縮比} = \frac{\text{未壓縮的大小}}{\text{壓縮後的大小}}$$




壓縮比越高，可以節省的儲存空間就更多。



活動

3.1

試完成課本第 103 頁的活動 3.1。

檔案格式	BMP	PNG	JPG
壓縮方式	未經壓縮	無損	有損
圖像			
檔案大小	1376 KB	609 KB	5 KB
壓縮比		$1376 \text{ KB} / 609 \text{ KB} = 2.26$	$1376 \text{ KB} / 5 \text{ KB} = 275$



1. BMP 與 PNG

2. BMP



試比較課本第 104 頁的兩張圖片。



活動

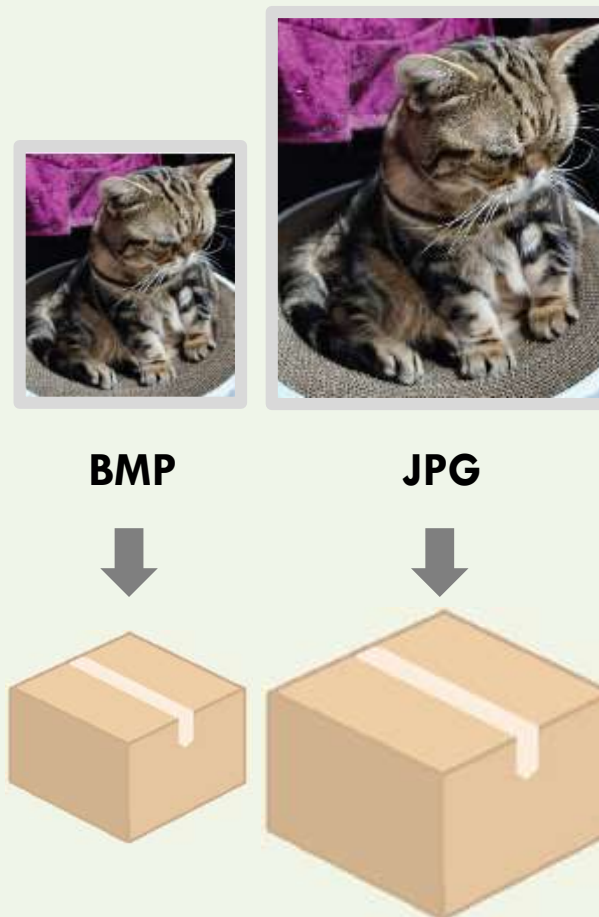
3.2

檔案格式	BMP	JPG
壓縮方式	未經壓縮	有損壓縮
圖像		
檔案大小	1 MB	1 MB
圖像長度	550	1618
圖像高度	635	1871
壓縮成 ZIP 檔 後的檔案大小	853 KB	1017 KB
壓縮成 ZIP 檔 的壓縮比	$1024 \div 853 = 1.20$	$1024 \div 1017 = 1.01$



由於 JPG 使用有損壓縮，它能在同樣的檔案大小下，比 BMP 儲存更長更高的圖像。

由於 JPG 圖像本來已被壓縮過，壓縮 BMP 圖像往往會比壓縮 JPG 圖像節省更多的儲存空間。



A

文本

文本分為兩種：

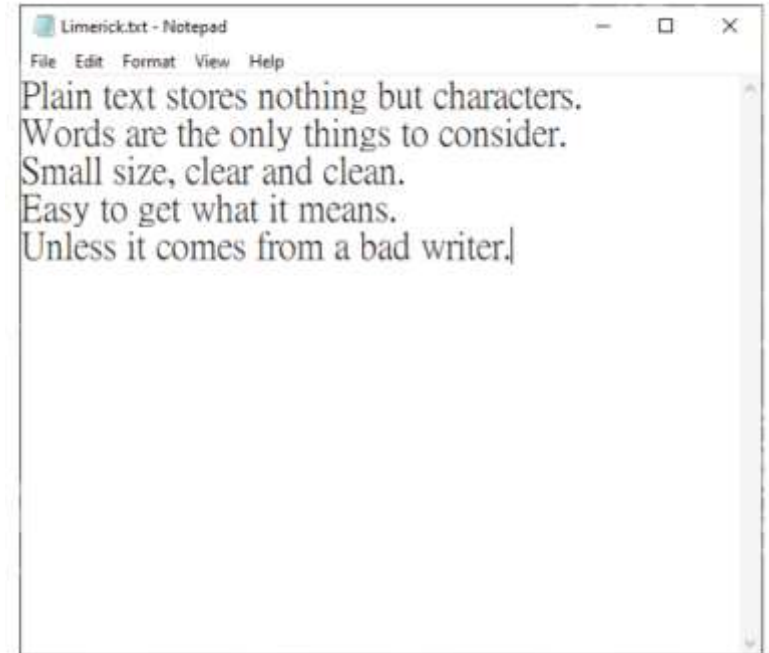
- 純文字
- 格式化文本

A

文本

純文字

- 只能儲存字符
- 檔案大小通常較格式化文本小
- 純文字檔案的大小約為
每個字符的大小 × 字符數

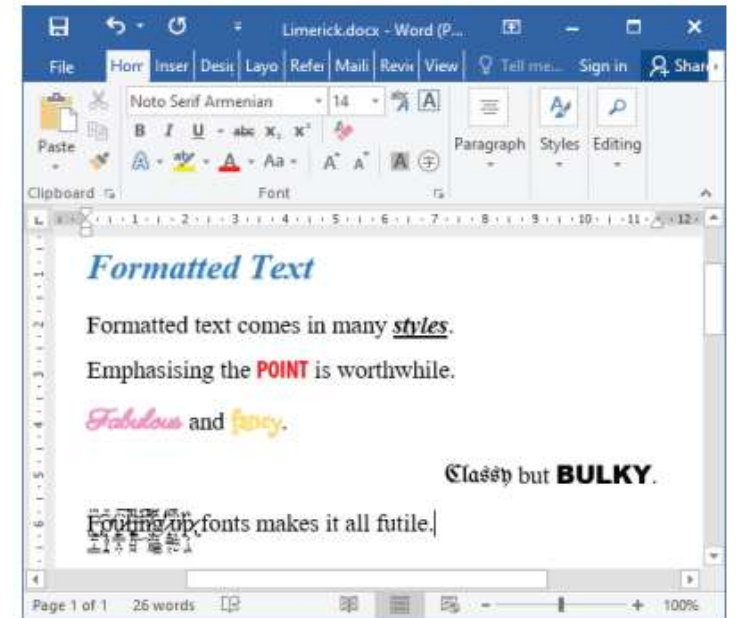


A

文本

格式化文本

- 能儲存字符及其格式資料
(如字型種類、字體大小、字體顏色、行距、水平對齊方式)
- 檔案大小通常較純文字大



A

文本

常見文字檔案格式包括：

檔案格式	類型	備註
TXT	純文字	檔案大小相對較小。 獲不同操作系統支援。
DOC/DOCX	格式化文本	首先在 Microsoft Word 建立。 可以包含多媒體，包括圖像、音頻、視頻和超連結。
PDF	格式化文本	首先在 Adobe Acrobat 建立，但通常從其他檔案格式匯出。 可以包含多媒體，包括圖像、音頻、視頻和超連結。 在不同設備和操作系統皆能保持一致的排版樣式和文字格式，即它是跨平台的格式。



例題

3.7

1. 以下哪個 / 些檔案應該以 PDF 格式而不是 DOCX 格式儲存？

- (1) 學歷證書
- (2) 管理報告的範本
- (3) 包含目錄的使用說明書

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)



例題

3.4

分析

就第 (1) 項而言，PDF 格式提供一致的排版樣式，使學歷證書可在任何設備上保持其真實外觀，並且可以打印出相同的副本。

就第 (2) 項而言，管理報告的範本需要多次複製和編輯。由於範本中未有內容，檔案的排版樣式並未有定案。DOCX 格式便更適合編輯。報告只應在完成後匯出為 PDF 檔案。

就第 (3) 項而言，PDF 格式提供一致的排版樣式，確保了使用說明書中的文本和圖像不會在任何設備上出現錯位的情況。如果其中任何內容放錯位置，便可能會影響頁碼，使目錄變得不準確。

答案

正確答案是 C。



測試站

3.7

試完成課本第 108 頁的測試站 3.7。

1. D

2. D

B 圖像

圖像可分為兩類：

- 點陣圖
- 向量圖

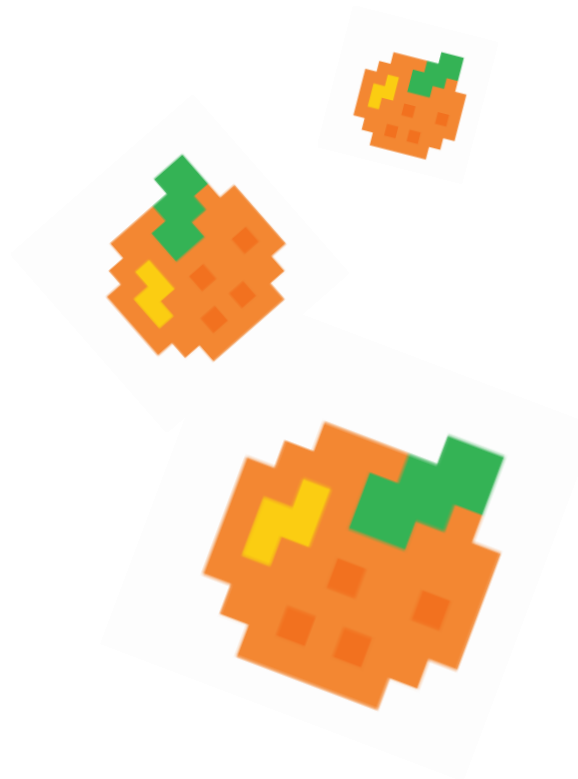


B

圖像

點陣圖

- 儲存為一系列稱為**像素**的小正方形
- 可以用常見的圖像編輯軟件（如 Microsoft 小畫家）編輯。
- 未經壓縮的點陣圖之檔案大小：
色深 × 解像度



B

圖像

向量圖

- 以數學公式的形式儲存
- 檔案大小較小
- 縮放圖像時，它的邊緣不會顯得粗糙或變得模糊。



B

圖像

色深用於表示一個像素中顏色的位元數。

圖像的色深越高，可以包含的顏色就越多。



B

圖像

解像度 / 解析度是圖像中像素的總數。通常表現為「每行像素數 × 每列像素數」，即「寬 × 高」。

解像度較高的圖像看起來會較清晰。



B

圖像

長寬比即寬和高的比例。

更改圖像的長寬比可能會導致圖像出現空白或被裁剪。

原如圖像	有空白處的圖像	經裁剪的圖像
 <p>400 像素</p> <p>300 像素</p>	 <p>1600 像素</p> <p>900 像素</p>	 <p>1600 像素</p> <p>900 像素</p>

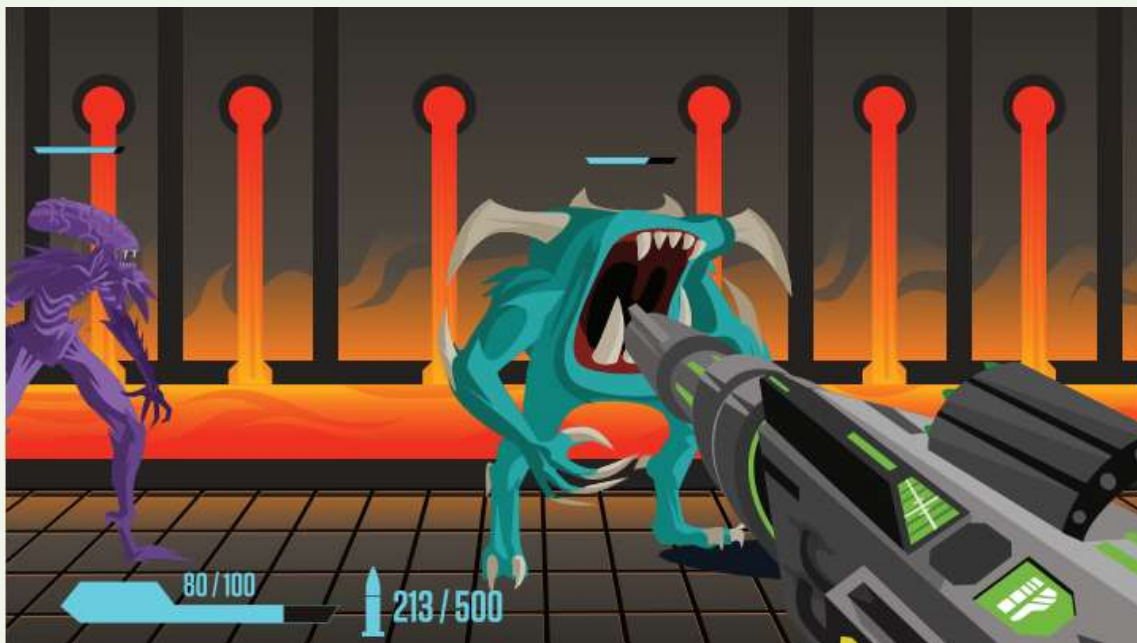


活動

3.3

試比較課本第 112 頁的兩個顯示器所顯示的遊戲畫面。

16:9 顯示器



4:3 顯示器





高長寬比令畫面更闊，這通常對玩遊戲有利。這例子中，16:9 顯示器令玩家更易發現紫色的敵人。

B

圖像

透明指圖像是否可以有透明的部分。

透明



不透明



B

圖像

以下是常見的圖像檔案格式：

檔案格式	類型	支援透明	支援動畫	壓縮
BMP	點陣圖	✓	✗	沒有壓縮
JPEG/ JPG	點陣圖	✗	✗	有損壓縮
GIF	點陣圖	✓	✓	無損壓縮
PNG	點陣圖	✓	✗	無損壓縮
WebP	點陣圖	✓	✓	無損壓縮 或 有損壓縮
TIFF/TIF	點陣圖	✗	✗	無損壓縮
SVG	點陣圖	✓	✓	沒有壓縮



實驗室

3.9

試完成課本第 114 頁的實驗室 3.9。

色深	24 位元
解像度	1024 × 768

檔案大小（以 MB 為單位）＝

$$24 \text{ bits} \times 1,024 \times 768 = 3 \text{ bytes} \times 1,024 \times 768 = 3 \text{ KB} \times 768 \approx 2,304 \text{ KB} = (2,304 \div 1,024) \text{ MB} \approx 2.25 \text{ MB}$$



例題

3.8

閱讀下面的段落，回答問題 1 和 2。

家俊在旅途中拍了一些照片，他想將這些照片上傳到他的社交媒體帳戶。

1. 以下哪種圖片檔案格式適合用以上傳？

- A. TIFF
- B. SVG
- C. GIF
- D. PNG



例題

3.8

分析

網絡瀏覽器並不廣泛支援 TIFF。向量圖是可以用數學公式表示的圖畫，現實生活中的照片不適宜以此格式儲存。

因此，SVG 也不適合。就非動畫圖像而言，PNG 優於 GIF，因為它具有更高的色深和更高的壓縮比。

答案

正確答案是 D。



例題

3.8

2. 家俊決定以 JPG 格式上傳他的照片。以下哪一項 / 些是這樣做的好處？

- (1) JPG 檔案體積相對較小。
- (2) JPG 檔案採用無損壓縮。
- (3) JPG 支援動畫。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)



例題

3.8

分析

JPG 使用有損壓縮，因此其檔案大小相對較小。在所有提到的檔案格式中，只有 GIF 支援動畫。

答案

正確答案是 A。



測試站

3.8

試完成課本第 115 頁的測試站 3.8。

1. B

C 音頻

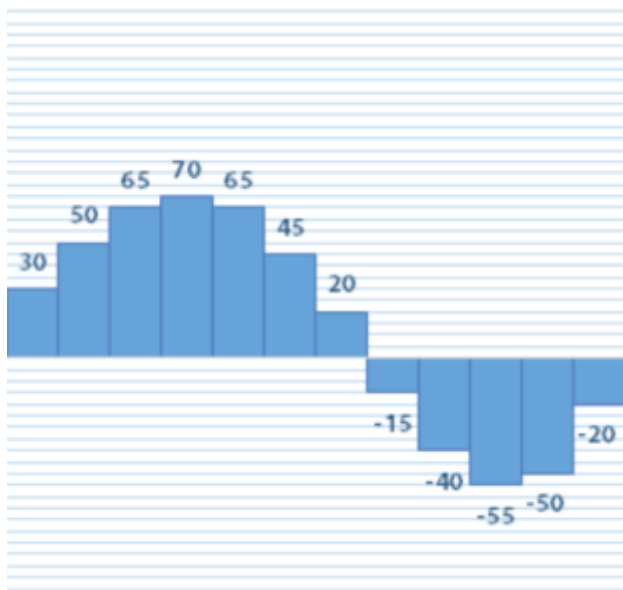
音頻（音效）檔案具有三個重要屬性：

- 位元深度
- 取樣頻率
- 聲道數

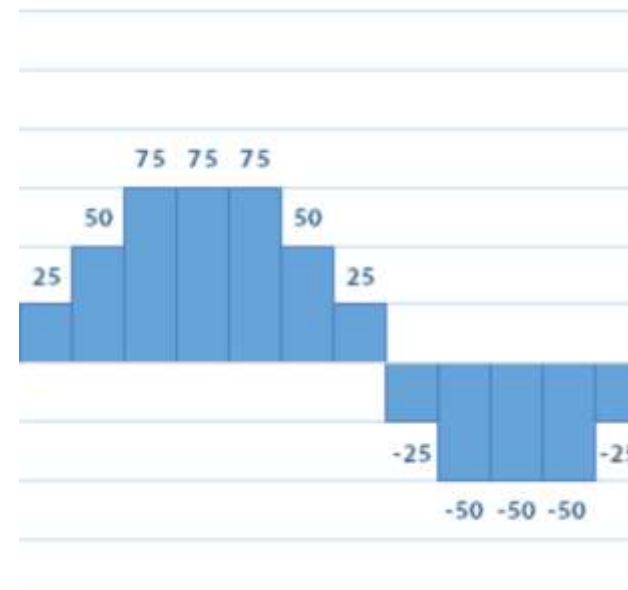
C

音頻

位元深度用於表示音頻樣本的位元數。



高位元深度的數據

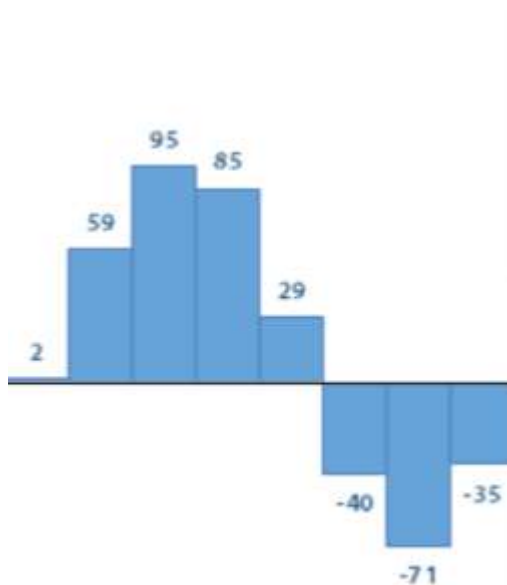


中位元深度的數據

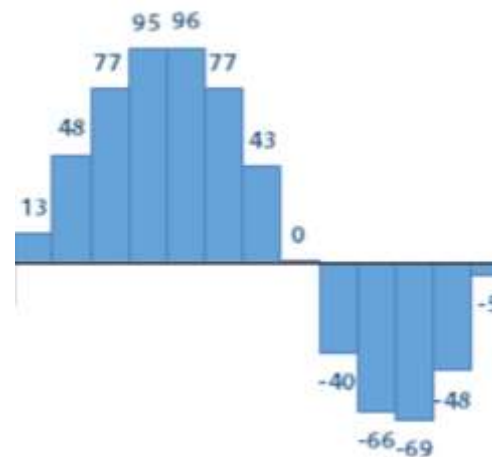
C

音頻

取樣頻率是每秒採集的音頻樣本數目。



使用較高取樣頻率取得的聲波



使用較低取樣頻率取得的聲波

C

音頻

音頻檔案可能有多個聲道。例如：

- 立體聲音頻（兩個聲道）
- 5.1 環繞聲（六個聲道）

未壓縮的音頻檔案大小為：

位元深度 × 聲道數目 × 取樣頻率 × 音頻時長



C

音頻

常見音頻檔案格式包括：

檔案格式	壓織	備註
WAV/WAVE	未經壓縮	高音質。 檔案相對較大。
MP3, AAC, OGG	有損壓縮	檔案相對較小。
FLAC, ALAC	無損壓縮	高音質。 檔案相對較大。



試完成課本第 119 頁的實驗站 3.101。

位元深度	16 位元
聲道數	2
取樣頻率	96,000 Hz
長度	2 分 30 秒

檔案大小（以 MB 為單位）＝

$$16 \text{ bits} \times 2 \times 96,000 \times (60 \times 2 + 30) = 4 \text{ bytes} \times 96,000 \times 150 = (57,600,000 \div 1,024) \text{ KB} = (56,250 \div 1,024) \text{ MB} \approx 54.9 \text{ MB}$$



例題

3.9

1. 明偉想將他的歌曲上傳到他的個人網站，然而他的網站儲存空間有限。他應該選擇哪種音頻格式？
 - A. MP3
 - B. AVI
 - C. WAV
 - D. WMV



例題

3.9

分析

AVI 和 WMV 不是音頻檔案格式。WAV 是一種未壓縮的檔案格式，而 MP3 是一種已壓縮的檔案格式。因此，MP3 檔案的大小相對較小。

答案

正確答案是 A。



試完成課本第 119 頁的測試站 3.9。

1. 優點：WAV 的音頻質量更高。

缺點：WAV 的大小相對較大。

D

視頻

視頻（視像）即在特定時長內顯示的圖像集合，可能還有一個或多個音軌。















視頻檔案有四個重要屬性：

- 色深
- 解像度
- 幀速率
- 長度

D

視頻

幀速率即每秒顯示的幀數，以每秒幀數量度。

幀速率	時間（秒）						
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
高							
低							

D

視頻

幀的解像度和色深與它們在圖像中的含義相同。

未經壓縮的視頻檔案大小為：

$$\text{色深} \times \text{解像度} \times \text{幀速率} \times \text{時長} + \text{音軌大小}$$



D

視頻

常見視頻檔案格式包括：

檔案格式	編碼—譯碼器 (codec)	可支援的 瀏覽器	檔案大小	功能特點及應用方式
MP4	MPEG-4	大多數	相對小，壓縮率高	• 影片串流服務
	H.264 (AVC)	大多數	比 MPEG-4 小	• 串流直播 • 高清和全高清影片串流
	H.265 (HEVC)	很少	比 H.264 小	• 串流直播 • 影像品質較高，提供解像度高於 2K 的影片串流服務
WebM	VP8	最新版本的 瀏覽器	比 H.264 小，壓縮率更高	• 影片串流 • 串流直播



試完成課本第 121 的實驗站 3.11。

色深	16 位元
解像度	640 × 360
幀速率	24 幀/秒
長度	1 小時

檔案大小（以 GB 為單位）＝

$$\begin{aligned} & 16 \text{ bits} \times 640 \times 360 \times 24 \times (60 \times 60) = 2 \text{ bytes} \times 640 \times 360 \times 24 \times 3600 \\ & = (39,813,120,000 \div 1,024^3) \text{ GB} \approx 37.1 \text{ GB} \end{aligned}$$



例題

3.10

1. 芳兒有四個檔案，它們的大小都是 20 MB。她將它們壓縮成 ZIP 檔案。在正常情況下，哪個已壓縮檔案最小？

	<u>原始檔案</u>	<u>已壓縮檔案</u>
A.	A.png	A.zip
B.	B.jpg	B.zip
C.	C.wav	C.zip
D.	D.wmv	D.zip



例題

3.10

分析

再次壓縮已壓縮的檔案比壓縮未壓縮檔案節省的儲存空間更少。在所有檔案中，只有 C.wav 的檔案格式未經壓縮。

答案

正確答案是 C。



試完成課本第 122 頁的測試站 3.10。

1. 優點：MP4 檔案的大小相對較小。

缺點：MP4 檔案不如 AVI 的畫質好。

2. c