

P2009 BITMAP

BMP 為點陣圖 Bitmap 的檔案格式，又稱為 DIB（與裝置無關的點陣圖），是 Windows 系統中廣泛使用的影像檔案格式。它所儲存的圖形資料未經任何轉換，圖素資料取得容易；因此，無論是進行影像處理，或最後硬體呈象，所需要的前置作業最少；完成此練習前，你必須對 BMP 的檔案格式有所認識，以下是 BMP 檔案格式的簡介。



beauty.bmp

BMP 檔案由四部份構成：

區塊名稱	欄位	大小	說明
圖檔頭端		14 bytes	C/C++結構：BITMAPFILEHEADER
	bfType	2 bytes	'BM':辨識碼（辨識是否為點陣圖檔）
	bfSize	4 bytes	檔案大小（以byte為單位）
	bfReserved1	2 bytes	預留欄位（設為0）
	bfReserved2	2 bytes	預留欄位（設為0）
	bfOffBits	4 bytes	圖素資料偏移量（以byte為單位，從檔案開頭起算）
點陣圖資訊頭端		40 bytes	C/C++結構：BITMAPINFOHEADER
	biSize	4 bytes	=sizeof(BITMAPINFOHEADER)=40
	biWidth	4 bytes	圖寬（圖素pixels）
	biHeight	4 bytes	圖高（圖素pixels）
	biPlanes	2 bytes	顏色平面數（均設為1）
	biBitCount	2 bytes	每一圖素所佔位元數 1: 單色圖(兩色)。 NumberColors=2 4: NumberColors=16 8: NumberColors=256 16: NumberColors=65536 (R:5 bits, G: 6bits, B:5bits) 24: NumberColors=16M (全彩RGB各8 bits)
	biCompression	4 bytes	0: 無壓縮（最常用）
	biSizeImage	4 bytes	影像（壓縮）所佔byte數 當biCompression=0時，此處可為0，因大小可算出
	biXPelsPerMeter	4 bytes	水平解析度（pixels/meter）
	biYPelsPerMeter	4 bytes	垂直解析度（pixels/meter）
	biClrUsed	4 bytes	調色盤顏色數（0:全部使用）
	biClrUsed	4 bytes	調色盤重要顏色數（0:全部重要）
調色盤（biBitCount≤8才有此區）		4×NumberColors bytes	C/C++結構：RGBQUAD
	rgbBlue	1 byte	藍原色強度(0~255)
	rgbGreen	1 byte	綠原色強度(0~255)
	rgbRed	1 byte	紅原色強度(0~255)
	rgbReserved	1 byte	無用必須設為0
圖素資料		biSizeImage bytes	

以下為上表呈現的 BMP 圖檔格式所對應的 C/C++ 資料結構：

```

#pragma pack(1)
typedef unsigned char BYTE;
typedef unsigned short WORD;
typedef unsigned DWORD;
typedef int INT;

typedef struct tagBITMAPFILEHEADER {    /* bmfh */
    WORD    bfType;
    DWORD    bfSize;
    WORD    bfReserved1;
    WORD    bfReserved2;
    DWORD    bfOffBits;
} BITMAPFILEHEADER;

typedef struct tagBITMAPINFOHEADER {    /* bmih */
    DWORD    biSize;
    INT      biWidth;
    INT      biHeight;
    WORD     biPlanes;
    WORD     biBitCount;
    DWORD    biCompression;
    DWORD    biSizeImage;
    INT      biXPelsPerMeter;
    INT      biYPelsPerMeter;
    DWORD    biClrUsed;
    DWORD    biClrImportant;
} BITMAPINFOHEADER;

typedef struct tagRGBQUAD {            /* rgbq */
    BYTE     rgbBlue;
    BYTE     rgbGreen;
    BYTE     rgbRed;
    BYTE     rgbReserved;
} RGBQUAD;

```

以上程式碼第一行**#pragma pack(1)**為編譯器選項，要求編譯器不要因為效率關係，在C/C++定義的結構中填補一些無用位元組；如果少了此項宣告，各欄位不見得會緊密的鄰接。本題右上角的附圖"beauty.bmp"的前方若干內

容，在十六進制編譯器（Hex Editor）中，呈現的結果如下：

000000	42 4D FE 03 00 00 00 00 00 00 3E 00 00 00 28 00	BM.....>...(. 000010	00 00 50 00 00 00 50 00 00 00 01 00 01 00 00 00	..P...P..... 000020	00 00 C0 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 000030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF FF FF 00 FF FF 000040	FF FF FF FF FF FF FF FF 00 00 F8 20 03 F0 00 00 000050	00 03 FF FF 00 00 F8 20 07 F0 00 00 00 0F FF FF 000060	00 00 F8 00 0F E0 00 00 00 0F FF FF 00 00 F0 00 000070	1F 80 00 00 00 1F FF FF 00 00 F0 00 3F 00 00 00?... 000080	00 1F FF FF 00 00 F0 00 7E 00 00 00 00 0F FF FE~.....
--------	---	-------------------------	---	------------------------	---	-----------------	---	-----------------	---	-----------------	---	-----------------	---	-----------------	---	---------------------	---	-------------

為方便觀察，圖中將前面敘述的四大區塊資料分別以不同顏色標示，同時各欄位也都標示有下引線，其中黑下引線表示影像中一行的圖素資訊；以下為以上 "beauty.bmp" 的摘要內容：

Bitmap file header of beauty.bmp:

Size of bitmap file: 1022

Bitmap data offset: 62

Bitmap information of beauty.bmp:

Size of BITMAPFILEHEADER: 40

Bitmap width: 80

Bitmap height: 80

#planes: 1

#bits/pixel: 1

compression: 0

Image size: 960

x resolution: 0

y resolution: 0

#colors: 0

#important colors: 0

Color Table of beauty.bmp:

Color 0: 0x00000000

Color 1: 0x00ffffff

以上摘要內容中標示紅色部分，需要稍加說明；該圖每個像素一個位元，寬與高皆 80，故 $80 \times 80 \times 1/8 = 800$ bytes 已足夠，但摘要資訊中呈現的是 960 bytes；BMP 格式中規定，影像中的每行（row）的圖素資料長度必須是 4 的倍數，若原圖中一行圖素所需的 byte 數非 4 的倍數，則必須調整到最接近的 4 的倍數

上；例如，"beauty.bmp"每行只需 10 bytes，但因非 4 的倍數，被調整為 12；因有 80 行，故 $80 \times 12 = 960$ bytes。

本題將給你一 BMP 圖檔，讀入後你必須先判讀此圖檔是否為一有效圖檔，若非為有效圖檔，輸出 "<filename> is not a bitmap file!" 後，終止執行；若有效圖檔，則以前述方式條列圖檔之摘要資訊；若為單色影像 (**biBitCount=1**)，則於顯示 "Image of <filename>" 後，以字元 '.' 模擬顏色 1 (白色)，以字元 '*' 模擬顏色 0 (黑色)『繪製』該圖；請參考範例輸出。

輸入說明

本題之測資為命令列參數，`argv[1]` 為 <filename>，為一檔名。

輸出說明

若 <filename> 非為 bitmap 檔輸出 "<filename> is not a bitmap file!"; 若為 bitmap 檔，輸出 bitmap 檔之摘要資訊；無調色盤影像，不需輸出調色盤資訊；若為單色影像，則於顯示 "Image of <filename>:" 後，以字元 '.' 模擬顏色 1 (白色)，以字元 '*' 模擬顏色 0 (黑色)『繪製』該圖；請參考範例輸出。你可以假設，辨識碼正確且檔案大小無誤，則所給檔案為 bitmap 檔無誤。

範例輸入(I)

fake.bmp

範例輸出(I)

fake.bmp is not a bitmap file!

beauty.bmp

```
Bitmap file header of beauty.bmp:
Size of bitmap file: 1022
Bitmap data offset: 62
```

```

Bitmap information of beauty.bmp:
Size of BITMAPFILEHEADER: 40
Bitmap width: 80
Bitmap height: 80
#planes: 1
#bits/pixel: 1
compression: 0
Image size: 960
x resolution: 0
y resolution: 0
#colors: 0
#important colors: 0

```

```
Color Table of beauty.bmp:
Color 0: 0x00000000
Color 1: 0x00ffffff
```

Image of beauty.bmp:

A large grid of stars forming a complex, symmetrical pattern, resembling a stylized 'X' or a cross with intricate details. The stars are arranged in a way that creates a sense of depth and perspective, with some stars appearing larger and more prominent than others. The overall shape is roughly rectangular, with the stars concentrated in the center and fading out towards the edges.