

# FITS、BMP 和 SCR 图象格式及相互转换

季凯帆 曹文达 宋谦

(中国科学院云南天文台 昆明 650011)

**摘 要** 本文详细介绍图象的 FITS 格式、BMP 格式和 SCR 格式。FITS 格式已经是天文界的通用格式,几乎所有的天文软件包都支持这一格式,而 BMP 格式在 PC 计算机上有广泛的运用,有大量 PC 软件支持 BMP 图象的显示,处理和打印。云南天文台的 SCR 格式是 PC 机采集 CCD 图象所使用的格式。实现这三种格式的相互转换,就可以自由的将 CCD 图象在 PC 机和工作站上进行处理。转换的包括图象头和图象数据的转换,其关键在于交换数据的高低字节。

**主题词:** 图象 格式转换

## 1 引 言

FITS(Flexible Image Transport System)天文学家广泛用于存储和传输天文图象的文件格式。它产生与七十年代后期,并很快为天文界所接受。最初的 FITS 格式是为磁带设计的,但也用于磁盘和 CDROM。它的版权归 IAU 第五委员会 FITS 工作组所有。可以在大型机,工作站和 PC 等平台上使用。目前天文上使用的软件包均支持这一格式。在 SUN 工作站的系统软件中(如 OPENWIN, SUNVIEW 等)也可以直接显示这种格式的图象文件。

随着计算机技术日新月异的发展,PC 机得到了极为广泛的应用。其硬件速度已接近一般工作站的水平。显示分辨率也可达到  $1024 \times 768 \times 256$  色。可以满足一般天文图象的处理和显示要求。而且拥有大量的软件。非常遗憾的是目前还没有 PC 图象处理软件可以支持 FITS 格式。为此有必要将 FITS 格式转换为通用的 PC 图象格式(如 BMP 格式)。

云南天文台自主开发了一套利用 PC 机进行 CCD 控制和采集 Forth 系统,它可以按照 SCR 格式将 CCD 图象按 DOS 可读方式存储于 PC 软盘上。如需要将这些图象转入工作站利用 IRAF 等软件进行处理也必须实现 SCR 格式到 FITS 格式的转换。

其实只要对 FITS、SCR、BMP 格式有比较详细的认识,完成它们相互间的转换就比较容易。

## 2 FITS 格式<sup>[1]</sup>

FITS 文件是记录的一个序列,该序列中每一个记录均为 2880 个字节,因此一个 FITS 文件的大小必然是 2880 的整数倍。文件分为两部分,文件头和数据矩阵。

文件头是用 ASCII 字符串的形式写成的,因此是直接可读的。其长度是不固定的,但它是由 N 个记录来构成,空闲的地方用空格填充。文件头中包含有 FITS 格式的标识符,图象维数大小,比特数以及有关图象的辅助信息和说明。

文件头是由一个个 80 字符的行记录组成的,一个 2880 的记录刚好包含 36 个行记录。每个行记录表示图象的某一信息。它们具有相同的格式。从第一列开始为关键字。关键字由大写字母、数学、下划线和连字符组成,长度不大于 8 个字符。如果行记录给关键字进行了赋值,在第九行一定是“=”。所赋的值可以是数字、字符和逻辑值。数字值为右对齐,最后的字符在 30 列,整数值的符号可选,浮点必须含有小数点,允许使用 D 或 E 表示指数;字符值在一对单引号中,第一个引号在第 11 列,不包括引号字符串必须大于 8 个字符,不足是用空格填充;逻辑值用 T 或 F 来表示真假,位于 30 列,注释可以在数据值后面出现,一般用一个斜线开始,也可以在没有关键字的第十列开始。

每一个文件必须含有 SIMPLE、BITPIX、NAXIS 和 END 关键字,并且必须是这一顺序。在它们之间可以插入其它的行记录。第一个记录的关键字一定是 SIMPLE,最后的行记录是 END。

SIMPLE: 值为 T 表示是一个标准的 FITS 文件,否则为 F。

BITPIX: 值为 8、16、32、-32 或 -64,表示图象数据的格式。若为 8、16、32,则数据为单字节、双字节和 4 字节符号整数,值为 -32 和 -64 代表数据为单精度和双精度浮点数,第一位为符号,接下来 8 位(单精度)或 11 位(双精度)为幂,余下的为小数。但它们的存储格式与 PC 机不同,它采用高字节在前,低字节在后的存储方式。因此将 FITS 格式转换为任何 PC 机或在 PC 机上显示 FITS 图象都要考虑字节交换的问题。

NAXIS: 图象数据矩阵的维数,对于 2 维图象,它至少为 2。NAXIS 为 0 表示没有数据。

NAXIS<sub>i</sub>: 当 NAXIS 大于为 0 时,其后必须按次序跟有 NAXIS1、NAXIS2 等等,表示每维的大小。每个 NAXIS<sub>i</sub> 必须大于 0。

END: 最后一个行记录的关键字必须是 END。其后为空格直到文件头结束。

其他关键字都是可选的,在天文图象中常用的还有 DATE(日期)、UT(时间)、TELESCOPE(望远镜)、OBSERVER(观测者)、OBJECT(目标)、EPOCH(历元)等等。常用的还有 DATAMAX 和 DATAMIN(数据的最大和最小值),BSCALE 和 BZERO(实际值 = BZERO + BSCALE × 图象值),COMMENT(注释)等。

文件头后为顺序存放的图象数据,按行存放(与 FORTRAN 规则相同),不足 2880 倍数时用 0 填充。

事实上将一个图象按 FITS 格式输出是较容易的,因为对于特定的观测仪器它的基本参数是不变的,FITS 格式可以固定。而实现一个通用的 FITS 格式读取软件就要困难一些,必须考虑各种 FITS 头。

### 3 BMP 格式<sup>[2]</sup>

BMP 格式是 Microsoft 公司推出的用于 Windows 软件的图象显示和存储格式,不但在 Windows 环境下得到广泛支持,在 PC 机和工作站上的很多软件也支持这一格式。

BMP 文件可以包含每像素 1 位、4 位、8 位或 24 位的图象。其中 1 位、4 位或 8 位图象有彩色映象,用于显示黑白、16 色和 256 色图象,24 位格式用于显示真彩色图象。对于天文 CCD 图象至少为 8 位灰度图,本文仅介绍 256 色非压缩 BMP 格式。

BMP 格式一般是运用于 Inter 的 86 系列计算机上,因此采用低字节前的存储方式。每一个文件含有一个文件头,一个图头,一个彩色映象和图象数据矩阵。文件头长度为 14 字节,位图头为 40 字节,对于 256 色 BMP 图,颜色表为  $4 \times 256 = 1024$  字节。在 54 字节的头文件中有几项是关键的,其它字节为 0。这几项从文件头的偏移量,长度和意义说明在表 2 中:

彩色映象表用红、绿、蓝分量来表示某一图象数据值的颜色,每一颜色占一字节,顺序为 B、G、R,然后用 0 填充一字节。对于灰度图,RGB 分量的值是相等的,从 0 到 255 组成 256 种灰度等级。

图象数据矩阵按行顺序排列,若图象宽度不为 4 的倍数时,用 0 填充到 4 的倍数。

对于 8 位的 FITS 图象,可以直接转换为 BMP 图象,而 16、32、-32 和 -64 的图象需要进行比较变换。转换成 BMP 格式后,图象处理和显示打印就极为便利,而且也可以方便的转移为 GIF、TIF、PCX 或 JPG 等标准图象格式。

表 1 BMP 文件的图象头

Table. 1 The image head of BMP file

偏移(单位:字节)	长度(单位:字长)	意义
0	2	ASCII 字符串“BM”
2	4	文件长度
10	4	图象数据的起始偏移值
14	4	位图头的长度
18	4	图象宽度
22	4	图象高度
26	2	数值“1”
28	2	每像素的位数,256 色为 8

## 4 SCR 格式

SCR 格式是云南天文台利用 PC 机控制 CCD 采集所特有的格式。一个 SCR 文件可分为图象头、图象数据和图象尾三部分。均为二进制存储,按高字节在前的方式。图象数据为 16 位无符号整数。

图象头为 6K 字节,尾为 4K 字节,其中只有一部分记录了观测信息。

表 2 SCR 文件的图象头

Table. 2 The Image head of SCR file

偏移(单位:字节)	长度(单位:字节)	意义
8	2	图象高度
10	2	图象宽度
12	2	曝光时间
18	2	观测时间(小时)
20	2	观测时间(分钟)
22	2	观测时间(秒)
30	2	观测月份
32	2	观测日期
34	2	观测年份
512	512	注释

对于 512×512 的图象数据完全是按顺序存放的,但对 320×512 的图象则有些不同。事实上用 SCR 格式存储图象时是按 32K 的“块”来存放的,共 16 个。对于 512×512 的图象,每一块刚好存放 32 行数据,而以 320×512 的图象每一块存放 48 行,空闲 2048 字节。第 11 块存放 32 行。12 至 16 块空闲。SCR 文件的大小均为 534528 字节。

5 格式转换

FITS 文件和 BMP 或 SCP 文件的相互转换包括文件头和图象数据的转换两部分。通过前文的介绍,对文件头的转换是比较容易的,它们有固定的格式。基本上通过“填空”的方式就可完成。图象数据转换的关键问题在于字节交换,即将 FITS 格式中低字节在前转换成 PC 机的高字节在前的格式。对于整型数据这种转换是通过“位移运算”来实现的。如二字节的交换可用 C 语言写为:

```
int dat=(getc(fp)>>8) || getc(fp);
```

而对于浮点数仅仅用“移位运算”是不够的,因为它的幂和小数部分不是按字节来划分的。在 C 语言中可以借助定义一个“联合”来完成浮点数的位交换。如 4 字节浮点数的位交换可先定义如下一个“联合”:

```
union Float{
    unsigned char dat1[4];
    float dat2;
}Dat;
```

再将数据按字节以反方向读入 Dat.bat1 数组,

```
for(i=3; i>=0; i-- )Dat.dat1[i]=getc(fp);
```

则交换后的浮点数为:

```
float dat.dat=Dat.dat2;
```

对于 16 位整数和 64 位的双精度浮点的位交换也是采用这种方法。这样我们就可以实现 FITS、BMP 和 SCR 图象格式的相互转换,充分利用 PC 机和工作站的软件,使得图象处理工作更为简单。

### 参 考 文 献

- 1 吴光节. CCD 光谱的 IRAF 和 FITS 格式转换, 云南天文台台刊, 1993, 4: 53—59
- 2 侯阳. 微机图形文件格式集粹, 学苑出版社, 1993, P29—34

## FITS BMP and SCR Image Formats and the Transformations

Ji Kaifan    Cao Wenda    Song Qian

(Yunnan Observatory, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650011)

### Abstract

In this paper, the image formats—FITS, BMP and SCR—are introduced in detail. The FITS format has become a universal format in astronomy and can be supported by almost all the software packages in astronomical uses. Meanwhile the BMP format is widely used on personal computers and is supported by a large amount of PC softwares in displaying, progressing and printing. The SCR format is used in the Yunnan Observatory to implement CCD image collection on PCs. Therefore, it is important to realize the transformation among the three formats so that CCD images can be processed on PCs and work—station freely. The transformation includes images head and image data, and the critical part is to transform the high and low bits of the data.

**Key Word:** Image    Format transformation