

# 遥感图像格式的分析与应用

刘琼梅, 曾敏, 龙巧云

(湖南工业大学 计算机与通信学院, 湖南 株洲 412008)

**摘要:** 分析了遥感数字图像格式, 遥感图像的 TIFF 文件格式。分离出遥感图像 TIFF 文件中的标记 (tag), 对这些标记加以分析, 还原出遥感图像, 从而对该遥感图像进行各种处理, 为后续的遥感图像挖掘准备数据。

**关键词:** 遥感图像; TIFF 格式; 标记

中图分类号: TP301

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)02-0072-05

## Analysis and Application of Remote Sensing Image Formats

Liu Qiongmei, Zeng Min, Long Qiaoyun

(School of Computer & Communication, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

**Abstract:** Studies remote sensing digital image formats and remote image TIFF format. Extracts the remote sensing image TIFF file tags, analyzes the tags and restores the remote sensing images. Processes the images and prepares data for follow-up remote sensing image mining.

**Keywords:** remote sensing images; TIFF format; tag

## 0 引言

遥感已经广泛应用于诸多领域, 对推动社会进步、经济建设、环境的改善和国防建设起到了重大作用。关联规则挖掘 (association rule mining, ARM) 是数据挖掘的一种重要模式。将遥感数据与地面数据融合在一起, 从中提取有用的关联规则, 具有十分重大的实际意义。遥感图像挖掘系统要能自动地从遥感图像数据中提取语义模式, 它不仅仅是数据挖掘技术在遥感图像领域中的运用, 而且是几个学科知识综合运用的产物。标记图像文件格式 (tagged image file format, TIFF) 是计算机图像文件的一种通用格式, 由于结构灵活和包容性大, 已经成为图像文件格式的一种标准。目前许多扫描仪和桌面印刷

系统都支持该格式。TIFF 的结构虽然极其灵活, 但是, 只要分离出 TIFF 文件中的标记 (tag), 并对这些标记加以分析, 就可以很容易地还原出图像。

## 1 遥感数字图像格式

遥感数字图像数据是通过不同的遥感平台、不同的传感器收集而来。遥感图像中像素的数值是由传感器所探测到的地面目标地物的电磁辐射强度决定的。为便于应用, 将电磁辐射强度的绝对值转化成相对值, 使它们都落在 0~255 之间 (用 1 个字节表示)。按照波段数量, 遥感数字图像可以分为二值数字图像、单波段数字图像、彩色数字图像和多波段数字图像。

多波段数字图像是传感器从多个波段获得的遥

收稿日期: 2010-11-20

基金项目: 湖南省教育厅科研基金资助项目 (10C0632)

作者简介: 刘琼梅 (1968-), 女, 湖南邵阳人, 湖南工业大学讲师, 硕士, 主要从事计算机数据挖掘方面的研究,

E-mail: lqmlqm66@163.com

感数字图像。例如: Landsat 卫星提供的遥感数字图像就包含有7个波段(Blue, Green, Red, NIR, MIR, TIR, MIR2)的数据, 全彩色 TIFF 图像包括红、绿、蓝3个波段。多波段数字图像的存贮与分发, 通常采用3种记录格式:

1) BSQ (band sequential) 格式: 是一种按波段顺序依次排列的数据格式, 所有波段采用相同的栅格顺序, 各个波段作为独立的文件进行存储。TH 图像就是采用 BSQ 格式。

2) BIL (band interleaved by line) 格式: 按行进行存储, 先存储所有波段的第一行, 其次是第二行, 以下依次类推。采用该数据格式的有 SPOT。

3) BIP (band interleaved by pixel) 格式: 按像素进行存储, 首先存储的是第一个像素各个波段的数据, 然后是第二个像素, 以下依次类推。TIFF 图像采用的是 BIP 格式<sup>[2]</sup>。

## 2 遥感图像的 TIFF 格式

TIFF 是计算机图像文件的一种通用格式, 由于结构灵活和包容性大, 已经成为图像文件格式的一种标准。TIFF 图像的结构极其灵活易变, 它主要表现在以下几个方面:

1) 在 TIFF 中, 有很多标记项, 这些标记项从不同侧面描述了图像的属性: 如图像的大小、格式等。

2) TIFF 文件可以表示多种形式的图像: 如灰度图像 (grayscale images)、调色板-彩色图像 (palette-color images)、RGB 全彩色图像 (RGB full color images) 等。TIFF 还允许有不同形式的压缩, 它支持 LZIV1, JPEG, PackBits 等多种压缩形式。

3) 除文件头固定占用文件的头 8 个字节外, 其余部分在文件中的相对位置并不固定。一幅图像甚至还分割成多个条纹 (strip), 每个条纹包含图像的若干行: 各个条纹在文件中不是顺序存放的, 它们可以在文件的任意位置 (头 8 个字节除外)。

所以, 编写一个适用所有 TIFF 文件的程序将是非常繁琐的。但一般的 TIFF 中的图像结构都比较简单, 只包含几个基本标记项, 而且, 多数图像也没有压缩, 所以, 只要分离出 TIFF 文件中这些基本的标记项, 并对这些标记项加以分析, 可以较容易地还原出图像, 从而对该图像进行各种处理。

### 2.1 TIFF 文件的表头和目录结构

新版的 V6.0 TIFF 图像文件由文件头、文件目录和图像元素 3 部分组成。

1) 图像文件头 (image file head, IFH)

TIFF 文件是从 0 字节开始的。IFH 在文件的开始位置, 占用 0~7 字节, 共 8 个字节长, 是 TIFF 文件中唯一位置固定的数据结构。前面 2 个字节的内容为字符串 II (4949H) 或 MM (4D4DH), II 代表 Intel 公司, MM 代表 Motorola 公司。II 或 MM 规定了文件中多字节数据的字节顺序。II 标准是低位字节在前, 高位字节在后, 而 MM 标准恰好相反 (见图 1)。以后的 TIFF 文件中的数据必须根据这个标志才能正确读出。接下来的两个字节是 TIFF 文件的版本号, 为固定的十进制数 42 (2AH), 表明是 TIFF 文件。接下来的 4 个字节为一个长整数, 它存放第一个图像文件目录 (image file directory, IFD) 的目录偏移量 (Directory Offset), 即: 相对于文件起始地址 (第 0 字节) 的字节数, 它是第一个 IFD 的开始位置。

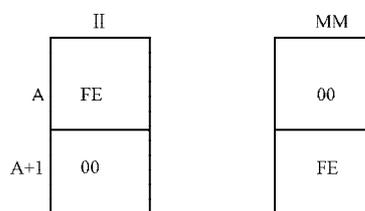


图 1 TIFF 文件的字节顺序

Fig. 1 TIFF file byte order

### 2) 图像文件目录

IFD 用于描述图像的格式, 1 个 TIFF 文件可以有多个 IFD。第一个 IFD 由文件头 IFH 所包含的指针定位。多个 IFD 由链接指针相连, 可以描述多幅图像。IFD 采用非固定格式, 它是一系列标记项的集合。可以形象地称之为 2~N\*12~4 结构。1 个 IFD 的前面 2 个字节是 1 个整数, 指明这个 IFD 中包含多少个标记项, 不同 TIFF 文件的 IFD 中的标记项个数是不相同的。但一般至少应包括图像宽度 (image width)、图像长度 (image length)、条纹偏移量 (strip offset)、亮度解释 (Photometric Interpretation)、像素采样数 (SamplesPerPixel) 及采样位数 (BitsPerSample) 等。

每个标记项为 12 个字节定长, 包含 4 个域: Tag, Type, Count, Value/Offset, 它们合在一起为一个目录实体 (DE, directory entry), 用以描述图像的一个属性。

1) Tag: 用 2 个字节表示, 其值在 254~532 之间, 用户自定义的 Tag 取值在 32 768~65 535 之间。在 IFD 中, Tag 项是按 Tag 值的大小由小到大存放的。

2) Type: 表示最后 4 字节整数的类型, 这些类型包括字节、ASCII 码串、短整数、长整数、分数。

3) Count: 是本标记项 Value/Offset 所指标记项值的个数。

4) Value/Offset: 如果标记项值不超过 4 个字节,

则直接放在 Value/Offset 位置, 否则将标记项值的偏移地址放在此, 如图 2。

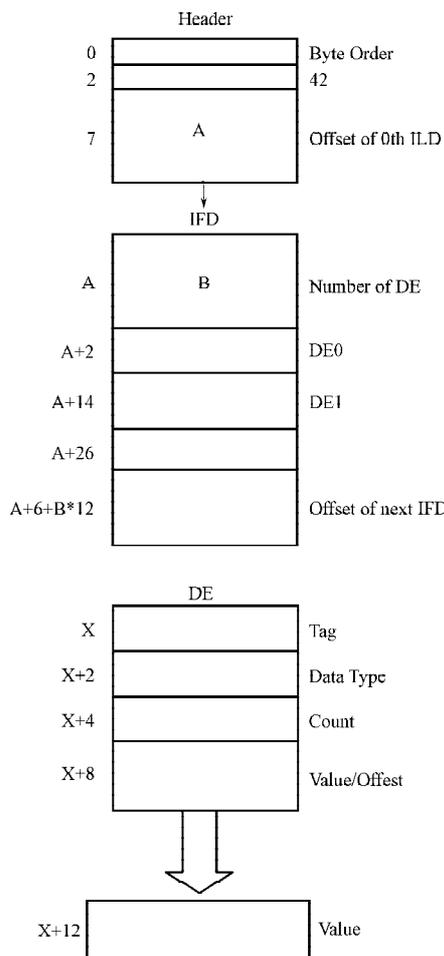


图 2 TIFF 文件的文件头

Fig. 2 File head of TIFF file

下面通过一个具体例子来说明标记项的结构。表 1 列出了 2 个标记项, 分别表示图像的宽度和条纹的偏移量。图像的宽度只要用一个数表示就可以了, 其值就放在 Value/Offset 域; 而条纹偏移有 8 个值 (表明图像有 8 个条纹), 所以, 在它的 Value/Offset 域存放的就是这 8 个条纹偏移量的首址, 在此偏移地址处连续存放 8 个 4 字节偏移量。为正确读出这 8 个条纹, 还需要有另一个标记项“条纹字节数”(StripByteCounts, Tag=117H) 来描述这 8 个条纹的字节数。

表 1 标记项结构

Table 1 Tag item structure

Tag(2 B)	Type(2 B)	Count(4 B)	Value / Offset(4 B)
0100H 图像宽度	0004H 长整型	00000001H 1 个值	00001D60H 图像宽
0111H 条纹偏移	0004H 长整型	00000008H 8 个值	000001A6H 8 个值存放首址

## 2.2 TIFF 文件常见标记的含义

在 TIFF 图像文件的众多标记中, 并非每个标记都必须处理后才能读出图像。只要掌握了几个十分必要的标记, 恢复一幅图像就不是难事。下面分类介绍一幅图像必须用到的一些标记。

1) Tag=0x100: 该标记成员的最末 4 个字节存放图像的宽度 ImageWidth, 即图像的列数。

2) Tag=0x101: 该标记成员的最末 4 个字节存放图像的长度 ImageLength, 即图像的行数

3) Tag=0x111: 一幅 TIFF 图像可以分成很多条纹, 每个条纹上的像素是连续存放的, 但不同条纹不一定连续存放, 从而增加了图像存储的灵活性。对大多数 TIFF 图像, 一幅图像是以一个条纹存放的, 在这种情况下, 该标记成员最后 4 个字节存放的是图像元素的起始地址 StripOffsets。如一幅图像由多个条纹组成, 则各个条纹都有自己的起始地址, 这些起始地址是连续存放的。该标记成员最后 4 个字节存放的是 1 个指针, 它指向第一个条纹的起始地址 StripOffsets。

4) Tag=0x103: 该标记成员的最后 4 个字节存放图像压缩格式 Compression, 有 7 种压缩方式, 它们分别是: 非压缩方式、CCITT 压缩方式、Group3Fax 压缩方式、Group4Fax 压缩方式、LZW 压缩方式、JPEG 压缩方式和 PackBits 压缩方式。

5) Tag=0x106: 该标记成员的最后 4 个字节存放图像类型 PhotometricInterpretation。TIFF 可表达 4 种类型的图像: 二值黑白图像, 灰度图像, 调色板图像和 RGB 全彩色图像。前面 3 种图像都按字节存储, RGB 全彩色图像则用 R, G, B 各 8 位表示一个像素。

## 3 遥感图像的 TIFF 文件分析

虽然 TIFF 结构灵活, 但只要分离出 TIFF 文件中最基本的标记项, 并对这些标记项加以分析, 就容易还原出图像, 从而对该图像进行各种处理。通过分析标记项还原图像的过程称为 TIFF 文件的解读。

通用解读程序大都相当复杂。如果从具体应用的角度去观察 TIFF 文件, 就会发现, 大多数扫描设备产生的 TIFF 文件往往都比较简单。一个 IFD 中虽然可能有许多标记项, 但真正对具体应用有意义的并不多, 一般只需读出 ImageWidth(100H), ImageLength(101H), BitsPerSample(102H), Compression(103H), PhotometricInterpretation(106H), StripOffset(111H), SamplePerPixel(115H), StripByteCounts(117H)这几个标记项即可。

### 3.1 TIFF 文件分析算法

下面给出 TIFF 文件分析算法

```
//Inputfile: TIFF 图像文件
//Outputfile: 还原后的图象数据文件
//CountOfStrips: 条纹个数
//StripOffsets: 各条纹首址
Procedure 图像文件格式转换
Begin
    读文件头, 取得字节顺序 ByteOrder;
    将第一个 IFD 的偏移量赋给 OffsetOfLFD;
    While(OffsetOfIFD!=0) Do
        Begin
            文件指针转到 OffsetOfIFD;
            读取前 IFD 两个字节, 得到标记项的个数并将它赋给 CountOfField;
            for i=1 to CountOfField Do
                Begin
                    读取 Tag;
                    Case Tag
                    0x100: 读取图象宽度 ImageWidth;
                    0x101: 读取图象长度 ImageLength;
                    0x102: 读取各采样点位数 BitsPerSample;
                    0x103: 读取图象压缩信息 Compression;
                    0x106: 读取图象类型 PhotometricInterpretation;
                    0x111: 读取图象条纹数及各条纹的偏移量 StripOffsets[ ];
                    0x115: 读取每个像素多少个采样点 SamplesPerPixel;
                    0x116: 读取每个条纹多少行 RowsPerStrip;
                    0x117: 读取每个条纹字节数 StripByteCounts[ ];
                    default: 其它标记项
                    End Case
                Endfor
            读取下一个 IFD 的偏移量, 并赋给 OffsetOfLFD
        EndWhile
    // 从 TIFF 文件写入数据文件 Outputfile;
    for i=1 to CountOfStrips do
        Begin
            将文件指针转到 StripOffsets[i];
            for j=1 to StripByteCounts[i]do
                Begin
                    从 Inputfile 中读出一个字节, 依次写入 Outputfile;
                Endfor
            Endfor
        End 图像文件格式转换
```

### 3.2 TIFF 文件分析结果

针对 2 幅 TIFF 图像 (如图 3 所示) 进行图像数据挖掘。左边一幅反映的是 1998 年某一地区目标地物电磁波辐射强度, 右边一幅反映的是 1998 年同一地区农作物产量分布。并分别称这 2 幅图为 98RGB 和 98Yield。

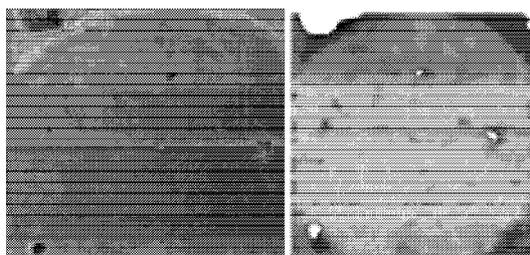


图 3 RGB 图像与产量分布图像

Fig. 3 RGB image and yield distribution image

表 2 是解读程序在 98RGB 上的运行结果。从表中可看出, 98RGB 采用的字节顺序为 0x4949, 即低位字节在前, 高位字节在后。图像包含 18 个标记项, 它的大小为 1 320\*1 320, 且没有压缩。图像为 RGB 类型, 相应地, 每个像素的采样数为 3, 对应红、绿、蓝 3 个波段, 每个波段值用 1 个字节表示。它只有 1 个条纹, 也就是说它的图象数据是按行顺序存放的。此条纹的总字节数 (StripByteCounts) 0x4fc2c0 正好等于 1 320\*1 320\*3。存放图像数据的起始位置为 0x233e。

表 2 98RGB 的解读结果

Table 2 Interpreting result of 98RGB

ByteOrder	0x4949	图象压缩情况	没有压缩
CountOfField	18	CountOfStrips	1
ImageLength	1 320	StripByteCounts	0x4fc2c0
图象类型	RGB	StripOffsets	0x233e
BitsPerSample	8 8 8	SamplesPerPixel	3
ImageWidth	1 320	RowsPerStrip	1 320

## 4 结语

探索性的遥感图像数据分析, 在不同的图像细节层次上进行解读, 可以各种不同的形式呈现遥感图像知识和模式, 为后续的遥感图像挖掘做准备。后续的遥感图像数据挖掘如果使用 p- 树的关联规则, 则可提供在不同遥感图像数据集、不同的图像细节上的挖掘, 可以进行切片、切块、展开、过滤等各种对规则的操作。然后再加上一些可视化的工具, 就能大大的提高遥感图像数据挖掘的灵活性和能力。

## 参考文献:

- [1] 邸凯昌. 空间数据库与知识发现[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2001: 123-133.  
Di Kaichang. Space Database and Knowledge Discovery [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2001: 123-133.
- [2] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究: 基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229-239.  
Liu Jiyuan, Buhe A. Study on Spatio-temporal Feature of Modern Land Use Change in China: Using Remote Sensing Techniques[J]. Quaternary Sciences, 2000, 20(3): 229-239.
- [3] Agrawal R, Imielinski T, Swami A. Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases[C]// Proceedings of the ACM-SIGMOD Conference on Management of Data. Washington D C: [s.n.]. 1993: 89-99.
- [4] 马超飞. 基于关联规则的遥感数据挖掘与应用[D]. 北京: 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2002.  
Mao Chaofei. Association Rules Mining Techniques Used for Remote Sensing Data and Applications[D]. Beijing: Graduate University of Chinese Academy of Sciences (Institute of Remote Sensing Applications), 2002.
- [5] 林杰斌, 刘明德, 陈湘. 数据挖掘与OLAP理论与务实[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 35-45.  
Lin Jiebin, Liu Mingde, Cheng Xiang. Data Mining and OLAP Theory and Practice[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003: 35-45.
- [6] Jiawei H. Towards Online Analytical Mining in Large Databases[J]. ACM Sigmod Record, 1998, 27 (1): 97-107.

(责任编辑: 罗立宇)

## 湖南工业大学与上海彩耀新能源投资发展有限公司 合作成立新能源研发中心

2011年1月10日上午, 湖南工业大学与上海彩耀新能源投资发展有限公司合作成立了新能源研发中心。上海彩耀新能源投资发展有限公司在传热新材料技术上拥有自主知识产权, 一直致力于新能源技术的研发和相关产品的生产。湖南工业大学将充分利用新能源研发中心这个载体, 整合资源, 深化校企双方的交流与合作, 不断创新, 为我国新能源技术的研发做出更大的贡献。据悉, 此次上海彩耀新能源投资发展有限公司与湖南工业大学合作成立新能源研发中心, 主要研发无机传热技术的太阳能热水器技术, 无机传热技术的新风交换机技术以及单颗大功率LED路灯的散热技术。

(吴博)