

李登科

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710015)

提 要

遥感绿度指数图象处理是农作物遥感综合估产的基础,对其软件进行改进是作物产量预报业务技术进步的表现。作者介绍了遥感绿度指数图象处理新版软件 GPS2.0,内容包括系统运行环境、系统结构、数据流程和结构,以及数据格式转换、图象运算、统计、图象打印等项功能。

关键词: 绿度指数 图象处理 系统设计

引 言

NOAA 卫星绿度指数图象处理是气象卫星遥感综合测产和开展作物长势动态监测的基础,信息的提取和资料统计的工作量很大。八十年代末期,中国气象科学研究院和一些省(市)气象局采用 FORTRAN 和 BASIC 语言研制了绿度指数图象处理系统,其主要功能是进行资料统计和数字图象的打印输出^[1]。由于受硬件环境和编程语言的限制,所编制的软件运行速度慢,故障率高,功能单一,输出产品的直观性差,难以适应遥感综合测产业务的需要和发展。随着计算机技术的飞速发展,图形、图象设备的功能越来越强,编程语言也越来越完善,对于改进绿度指数图象处理系统提供了良好的工作环境。近年来,作者着手对旧版遥感绿度指数图象处理系统的改进工作,研制了新版软件,定名为 GPS2.0 (Greenness Image Processing System 的简称)。

1 GPS2.0 运行环境、系统结构和数据流程

GPS2.0 编程语言采用 Turbo C++,适用于配有 VGA 图形显示卡的 IBM PC/AT、

386、486 及其兼容机,彩色图象硬拷贝要在 CR3240 彩色打印机上输出(打印控制命令略加修改可适应于其它针式彩色打印机)。

系统采用树状多级化结构。在主控模块下,有数据格式转换、图象运算、显示图象、统计和打印图象等 5 个子功能模块,它们由若干个独立的功能模块构成(图 1)。

数据流程以 NOAA 气象卫星接收处理系统输出的 701 格式文件(北京卫星气象中心专门用于遥感综合估产业务的绿度指数图象文件)为源,通过格式转换生成比值和归一化绿度指数文件,再结合分层模片进行地物配准、图象叠加、伪彩色增强、非监督分类、统计等项处理,最终形成各类图表产品,具体过程见图 2。

2 数据结构

GPS2.0 所使用和生成的文件具有独特的数据结构。弄清楚数据结构及其内在联系,是熟练操作本系统的必要条件,也是进一步开发本系统的基础。

2.1 701 格式数据文件

用于产量预报的遥感图象文件主要是

701 格式文件,共有 3234 条记录,每条记录 101 个字节。其第 1 条记录为接收时间,依次为年、月、日、时、分,各占 8 个字节;第 2 条记录为经、纬度和分辨率,依次为最小纬度、最大纬度、最小经度和最大经度和分辨率,也是各占 8 个字节。第 1、2 条记录的剩余字节即

41—101 字节为空。从第 3 条记录开始起为绿度指数数据,用 ASCII 字符表示。第 3—103 条记录为比值绿度值 G_1 ,第 104—204 条记录为归一化绿度值 G_3 ,第 205—305 又为 G_1 ,……,即以 101×101 数据块交替存放 G_1 和 G_3 。

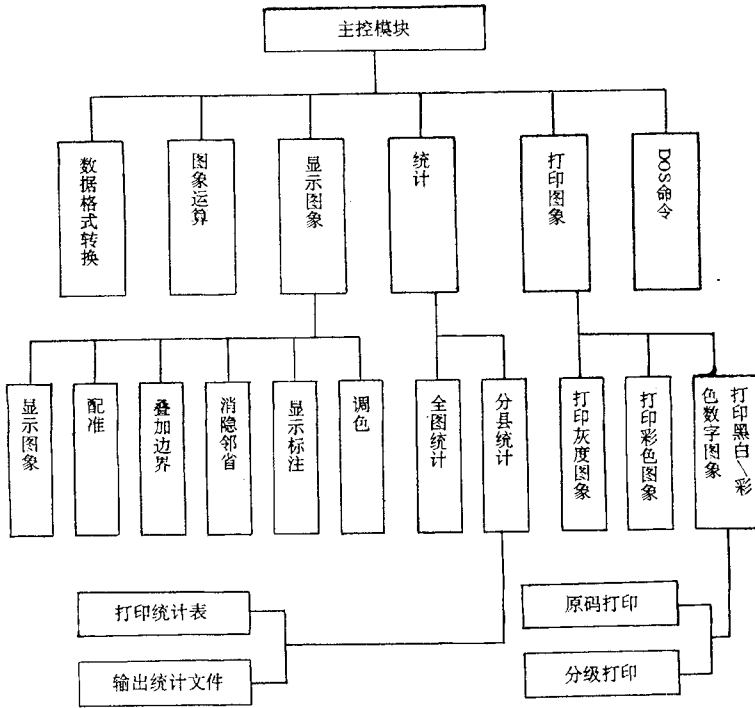


图 1 GPS2.0 系统框图

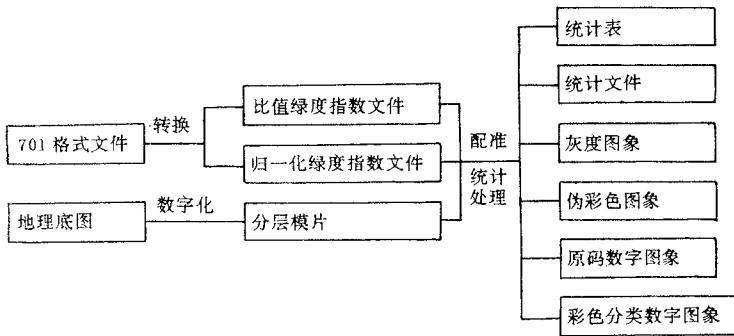


图 2 GPS2.0 数据流程图

G_1 和 G_3 变量是通过以下方法构造的。AVHRR 的第 1 通道 $0.58-0.68\mu\text{m}$ 相当于

红光波段的反照率 CH1 和第 2 通道 $0.725-1.1\mu\text{m}$ 相当于近红外波段的反照率 CH2 的

代数运算组合构成绿度指数,它反映植被类型及其生长状况和生态环境变化等综合特征。常用下面的绿度指数模式:

$$G_1 = f_1 \cdot CH2/CH1 \quad (1)$$

$$G_3 = f_3 \cdot (CH2 - CH1)/(CH2 + CH1) \quad (2)$$

其中 f_1, f_3 为常数。把 G_1 和 G_3 值通过编码用可打印的 ASCII 字符表示,就形成了绿度指数字符图象。701 文件就是一种由北京卫星气象中心规定格式绿度指数图象文件。

2.2 G_1 和 G_3 文件

G_1 和 G_3 文件是由 701 格式文件经过转换而来的文件。共有 403 条记录,每条记录有 403 个字节(绿度值字符占 401 个字节,回车、换行符各占 1 个字节)。第 1、2 条记录前 40 个字节与 701 格式文件的内容一样。第 1 条记录第 199—207 字节存放配准信息,第 199 字节若为“f”表示该文件已配准,紧接着是配准时的横向、纵向偏移量,各占 4 字节。第 3—403 条记录存放绿度指数字符。 G_1 和 G_3 文件名的格式为 G1YYMMDD. DAT 和 G3YYMMDD. DAT,其中 YY、MM、DD 分别代表年、月、日。

2.3 差值图文件

差值图文件是由两个不同时期的 G_1 和 G_3 相减形成的文件。与 G_1 和 G_3 文件总记录数和每条记录的字节数相同。第 1 条记录 1—40 字节为第 1 个时相 G_1 或 G_3 的接收时间,51—90 字节为第 2 个时相 G_1 或 G_3 的接收时间,第 199—215 存放两个时相绿度值文件的配准信息(第 199 字节为配准标识符“f”,接着是两个时相文件的配准值,4 个数据各占 4 个字节);第 2 条记录的 1—40、51—90 字节分别为两个时相 G_1 或 G_3 的经、纬度和分辨率数据。第 3—403 条记录存放两

个时相绿度值差值。

2.4 统计文件

统计文件是统计模块输出的分县统计结果文件。文件名为 G1YYMMDD. STA 或 G3YYMMDD. STA,共 100 条记录,每条记录长度 216 字节。第 1 条记录是标题,内容为“陕西省绿度指数图象非监督分类统计(各级绿度值象元数占总象元数之百分比)”;第 2 条记录为所统计的绿度指数图象文件名,包含路径,如 g20\user\g1930528. dat;第 3 条记录为表头;以后为各县各级绿度值象元数占总象元数之百分比、总象元数和平均绿度值,序号和县名分别占 2 和 7 字节,每级绿度值统计结果各占 5 字节,共 185 字节,总象元数和平均值各占 10 个字节,记录末尾为换行回车符,占 2 字节。本文件包含 37 个绿度值等级的统计情况,超过 37 个等级部分归并到第 37 等级。一般情况下,大于 37 个等级认为是由图象噪声造成的。

2.5 分层模片(边界文件)

分层模片是栅格形式的行政边界文件。在 CAD 软件的支持下,采用图象数字化仪把地理地图输入微机,形成矢量文件。根据绿度值图象的分辨率、经纬度和投影变换把矢量文件转换为和绿度指数图象相匹配、具有相同格式的文件。在此文件中,行政边界用 # 表示,各县(市)的象元分别赋予 ASCII 字符,就形成了以行政区分层的分层模片文件。

分层模片文件名为 SHAAXI2,共有 433 条记录,每条记录长度为 305 个字节。数据块的经纬度范围为 105.50—111.50°E 和 31.50—40.00°N,分辨率为 0.02 度。第 1 条记录为省名和分辨率,第 2 条记录为最小纬度、最大纬度、最小经度和最大经度,各占 8 个字节,第 3—433 条记录为边界数据。注意

每条记录开始 2 个字节无用。

3 系统功能

3.1 数据格式转换

数据格式转换是把 701 数据格式文件转换为两个独立的 G_1 和 G_3 文件。系统首先取出 701 格式文件中的接收时间,生成 G_1 和 G_3 文件名,再读取经、纬度和分辨率数据,生成 G_1 和 G_3 文件的第 1、2 条记录。然后按 101×101 数据块读出两类绿度值字符。第 1, 3, …, 31 数据块为 G_1 , 第 2, 4, …, 32 数据块为 G_3 。各类数据块每相邻 4 块横向拼接,左右相邻两块数据前块最后 1 列和后块第 1 列是重复的,拼接时任取 1 列,这样生成的绿度值文件每条记录为 401 个字符。紧接着的 4 块同类数据与前面 4 块数据纵向拼接,上下相邻的两块数据上块最后 1 行与下块第 1 行是重复的,拼接时任取 1 行。依次类推,就由 16 个 101×101 数据块拼接生成了绿度值字符为 401×401 大小的 G_1 和 G_3 文件。

3.2 图象运算

图象运算是指把多幅图象所对应象元的灰度值进行代数运算的处理过程。本系统只具有对不同相图象数据进行差值运算生成差值文件的功能。对于不同年度的作物同一发育期或同一年度的不同发育阶段,通过时相差值处理之后可增强遥感图象的时间动态信息。其实质是把两个时相的图象数据作为矩阵求差:

$$\Delta G = G(t_2) - G(t_1) \quad (3)$$

式中 $G(t_2)$ 、 $G(t_1)$ 分别为时相 t_2 、 t_1 的绿度值图, ΔG 为差值图。当 ΔG 中的象元值出现负值时,需要进行非负处理,即对差值进行重新编码。

3.3 统计

统计模块分为全图统计和分县统计。

全图统计是统计出整幅图不同等级绿度值象元的数目,用其占总象元数的百分比表示,输出结果是各等级绿度值统计直方图,为图象密度分割和伪彩色增强提供信息。

分县统计是统计各个县(市)不同等级绿度值所出现的频率和平均绿度值。依据配准坐标值实现边界文件和绿度值文件准确叠合。按边界文件中各个县(市)的编码提取绿度值文件相应的象元,统计出各级绿度值的分布特征和各个县(市)的平均绿度值。统计结果以表格形式在打印机上输出,也可形成统计文件 $G1YYMMDD.STA$ 或 $G3YYMMDD.STA$ 。统计文件格式固定,可方便地转换为数据库文件。

3.4 图象显示

图象显示模块由调入图象、显示图象、配准、叠加省界、叠加县界、消隐邻省、显示标注、调色重显和显示行政区图等项功能组成。

3.4.1 图象的调入、显示、标注 调入图象等待输入绿度值文件名,若文件存在则打开该文件,否则提示错误信息。图象显示同时进行伪彩色增强处理,把绿度值划分为 10 个等级,分割点为 2, 4, …, 18, 赋予 10 种颜色,逐行显示出一幅伪彩色增强图象。显示标注是显示调入图象的绿度指数类型、接收时间、经纬度等信息。显示行政区图是显示一幅带有县界和地(市)区域分明的陕西省行政区图。

3.4.2 图象的配准、叠加 绿度值图象文件所标称的经、纬度和地面实际地理位置存在着较大的失配现象,有时东西可差 2—22 个象元,南北可差 2—10 个象元,因此必须进行地理位置校正,即让遥感图象空间与地理校正空间相互配准,且控制误差在 1 个象元以

下。地理位置的校正方法是:选择分布均匀、光谱特征明显且变幅很小的适当地物作为控制点,如宽阔的水面(湖、水库、河流等)及城镇,其绿度值一般为0或很小;建立以地物控制点经纬度的标准坐标 $C(\varphi, \lambda)$ 为校正空间(φ 为纬度, λ 为经度),用人机交互的方式使遥感图象的直角坐标 $G(x, y)$ 与校正空间配准,两者的误差应尽量减少,并确定 $G(x, y)$ 与 $C(\varphi, \lambda)$ 之间的误差 $(\Delta x, \Delta y)$;将 $G(x, y)$ 校正为 $G(x + \Delta x, y + \Delta y)$,其中 $(\Delta x, \Delta y)$ 一般用分布在不同区域的几个地物的平均配准误差求算。

对于陕西而言,配准选用的地物可以是黄河、洛河、渭河、西安市区等。配准时,系统进行异或运算叠加陕西行政边界,观察图象上配准地物与行政边界的匹配情况,通过人机交互的方法输入调整坐标 $(\Delta x, \Delta y)$,直到满意为止。配准完毕,系统将配准坐标 $(\Delta x, \Delta y)$ 自动存入绿度值文件第1条记录的200—207字节处,提供统计、打印等图象处理时使用^[2]。

3.4.3 调色重显 在一般图象显示时,所进行的密度分割是线性的,而且分割点是固定的,往往不能满足实际的需要。根据绿度值的概率分布特点,实际中可结合地物光谱的差异,进行非线性分割,使图象的某些信息突出。调色重显就是基于这一思想而设计的。

进行调色重显时,可按实际的需要决定分几阶,选择各阶颜色,给定分割点的值,系统据此要求对原图象进行密度分割,重新显示出一幅伪彩色增强图象。例如:在冬小麦拔节后的绿度值范围可达10多个等级,不便于分析,为此要进行适当的压缩分割,即选择不同的苗情样区为训练区,以训练区的平均绿度值为分割点,把监测范围内的绿度值分为

3—5个等级,则可使苗情的宏观分类清晰地显示于图象。在冬小麦苗期绿度值较小,可与绿度值同等级进行分割,才能满足苗情分类的需要。

3.5 打印图象

本系统可打印灰度图象、彩色图象、黑白/彩色数字图象。前两种图象打印的菜单与显示图象类似,但所使用的颜色集大不相同。

3.5.1 打印灰度图象 在普通打印机上输出遥感图象,一般采用模式法。模式法是在输出设备上使用一组图象元素来代表源图象的一个象元。图象元素组中打印点所占的比例可表示源图象象元的灰度。图象元素组可用矩阵表示,一个 $n \times n$ 的图象元素组可产生 $2^n + 1$ 种灰度^[3]。

本系统采用 2×2 的图象矩阵来表示源图象上的一个象元,所表示的灰度有5级,绿度值以5为单位等分,分别赋予不同灰度。权衡图象的纵横比,打印机设置为24针图象打印模式,分辨率为120DPI,行距为6/360INCH。虽然该方法使源图象的分辨率降低了许多,输出图象产品也比较粗糙,但对要求分类不多的图象(例如苗情分类),不失为一种非常经济的实用方法。

在打印技术方面,还采用了“所见即所得”技术。进入灰度图象打印模块后,图象模拟打印机的灰度等级显示,调色重显功能的密度分割也只能在打印灰度等级范围内选择,这样得到的图象与所见到的图象非常近似。

3.5.2 打印彩色图象 CR3240只能打印黑、红、蓝、紫、黄、绿、橙等7种颜色。模拟显示时,系统将图象的图象灰度等级按一定变换关系划分成7个不同亮度层次,再赋予7种颜色。利用调色重显功能可重新对灰度进

行密度分割和伪彩色增强。

系统对打印机参数的设置与打印灰度图象一样。用 2×2 矩阵表示源图象上的一个打印点,矩阵4个元素均为打印点。进入打印彩色图象模块后,图象区底色设置为白色,与纸的颜色相同。绿度等级以3为单位等分为7级,对应紫、红、橙、黄、绿、蓝和黑色(调色重显也只能在这7种颜色中选择),与打印机可打印颜色相近,这样得到的打印机彩色硬拷贝与显示图象具有相同的效果。

3.5.3 打印黑白/彩色数字图象 打印数字图象的关键技术是采用合适的字体、调整行间距和字间距,使打印的绿度值图象基本上不变形,与普通地图相似。打印输出同时要加套县界,边界上的绿度值采用反白形式打印,不仅不损失边界上的信息,而且比较醒目。

打印黑白/彩色数字图象可按原码或分级方式打印。按原码方式打印,顾名思义是照原文件中的字符输出,但彩色数字图象的原

码打印可分级赋色,用不同颜色表示不同类别的苗情。分级打印可使苗情分布状况更加清晰。系统采用人机对话方式确定分类数、分割点值和赋予各类的颜色,输出字符种类仅与分类数一样多,无论彩色数字图象还是黑白数字图象都能清楚、直观地表现各个类别。

4 结束语

本项工作遵循边开发边服务的方针,在实际应用中得到不断完善。一年来的业务试验证明,GPS2.0整体设计合理,用户界面友好,可操作性强,系统运行稳定,输出产品具有良好的服务效果,完全克服了旧版软件所存在的问题,适应业务化运行。

参考文献

- 1 全国冬小麦遥感综合测产协作组. 冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产. 北京:气象出版社,1993:184—202.
- 2 李登科. Super VGA 遥感图象显示系统的开发. 陕西气象,1993(6):40—44.

A Processing System for Greenness Image of NOAA/AVHRR

Li Dengke

(Shaanxi Agricultural Remote Sensing Information Center, Xian 710015)

Abstract

Greenness image of NOAA/AVHRR is the base and its processing is the key technology of crop yield estimation with remote sensing. A new edition of Greenness Image Processing System (GPS2.0) is developed to innovate its software. A brief presentation to GPS2.0's overall design, running environment, functions and methods of processing greenness image is also given.

Key Words: greenness index image processing overall design