

遥感图像融合技术及其在更新 GIS 数据库中的应用

王洪华, 郭建星

(信息工程大学 测绘学院, 河南 郑州 450052)

RS Image Merging and Its Use in GIS Database Updating

WANG Hong-hua, GUO Jian-xing

摘要:分析 SPOT 图像和 TM 图像的特点, 提出应用遥感图像融合的方法来综合利用 SPOT 和 TM 的图像信息。将融合结果图像与原始 GIS 矢量数据经过配准后透明叠加进行矢量数据的更新, 从而达到更新 GIS 数据库的目的。

关键词:遥感图像融合; 图像配准; GIS; 矢量数据透明叠加

一、引言

随着社会的发展, 地理信息系统(GIS)在国民经济中所处的地位越来越重要, 而 GIS 的基础是矢量数据, 而且要保证矢量数据的现势性和准确性。一般情况下, GIS 矢量数据是以数字化测量结果或现存地图为基础建立的, 其更新在很大程度上依赖于野外测量和对现势性较好的地图数字化结果。然而, 目前现有地图的更新周期较长, 从而使 GIS 矢量数据的现势性不能很好地满足各种用户的需要, 因此, 我们需要寻求新的 GIS 数据更新途径。在以地图数字化构成数据源基础的前提下, 利用航空航天遥感手段进行辅助能较好地解决 GIS 数据的现势性问题。随着遥感技术的不断成熟和发展, 使利用获取周期短的遥感信息来不断地更新 GIS 的矢量数据库及基础图件成为可能, 将遥感资料作为 GIS 的一个稳定信息源, 从而解决或缓和目前 GIS 常规“静态”数据库问题, 使其保持有效的使用价值并具有动态分析的功能。

目前国内多选用美国陆地卫星 TM 多光谱图像或法国的 SPOT 卫星图像来更新 GIS 数据。SPOT 卫星图像具有较高的空间分辨率, 可以识别一些细节地物, 特别是线性地物, 其产品有全色、多光谱和立体图像 3 种, 全色图像地面分辨率为 10 m。陆地卫星 TM 多光谱图像具有较高的光谱分辨率, 对地物识别能力较强, 但其地面分辨率为 30 m。然而, SPOT 图像和 TM 图像数据都有其固有的特点和特定的应用领域, 有时单独利用某一种图像很难达到理想的效果, 因此如何充分融合这两

种遥感图像信息, 以克服遥感图像更新 GIS 数据库中单一信息源不足问题已经成为一个迫切需要解决的问题, 它直接影响到大量遥感数据的使用效益以及更新的 GIS 数据的正确性。遥感图像融合是一种通过高级图像处理技术来复合多源遥感图像的技术, 它最大限度地利用了多种数据的不同特性, 使图像同时具有较高的光谱和空间分辨率, 提高了图像的视觉效果, 提高了更新的 GIS 数据的正确性。

二、图像融合技术

1. SPOT 和 TM 图像的精确配准

图像配准是图像融合基础, 配准精度高, 才能使待融合图像的像元灰度值高度相关, 融合后图像才有实际的物理意义。图像配准过程一般分为两个基本步骤: 像元空间位置变换和像元重采样。在本文中, 首先将 SPOT 图像进行辐射校正和几何校正, 然后将 TM 图像对 SPOT 进行配准, 即所谓的绝对配准。

(1) SPOT 几何校正

考虑地形起伏的影响, 采用共线方程进行校正

$$\left. \begin{aligned} x &= -f \frac{a_1(X - X_s) + b_1(Y - Y_s) + c_1(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)} \\ y &= -f \frac{a_2(X - X_s) + b_2(Y - Y_s) + c_2(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

通过控制点坐标确定的外方位元素与正射图像上像元的平面坐标和高程一起计算出正射图像像元对应原始图像上的位置。DTM 为生成正射图像提供高程控制数据, 格网间距较小时可提高正射图像精度。DTM 的精度与控制点的精度及分布状况

收稿日期: 2002-04-08

作者简介: 王洪华(1976-), 男, 浙江金华人, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向为摄影测量与遥感。

影响数字微分校正的精度。

(2) 几何配准

几何配准的数学模型很多,本文使用多项式公式。其具体形式如下:

$$\begin{cases} X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + \dots \\ Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + \dots \end{cases} \quad (2)$$

多项式具有灵活、计算量小、答案简单等优点。本文在满足精度要求的前提下选择一次多项式,答案解 (a_0, \dots, a_3) 、 (b_0, \dots, b_3) 8个参数。为了答案解8个定向参数,必须在两幅图像上选取一定数量的同名像点。点位的选择要尽量在图像上均匀分布,且具有明显特征。

(3) 图像重采样

解算出配准参数后,我们需将低分辨率的 TM 图像配准到高分辨率的 SPOT 图像上,使两幅图像大小一样,覆盖区域相同。因此在配准 TM 图像时对 TM 图像进行重采样。在此我们采用反解法,其基本思想就是从配准后的像点 $P(X, Y)$ 出发,反求在原始图像上的像点 P' 的坐标 (x, y) ,然后提取该点的灰度值并将其赋予 P 点。其原理如图 1 所示。

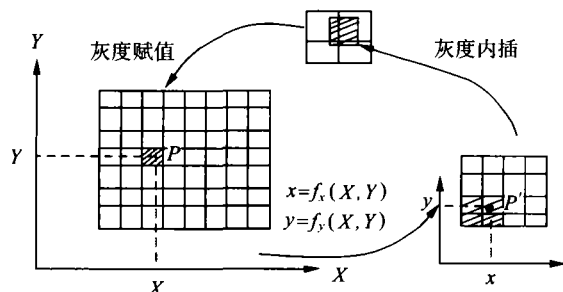


图1 反解法配准

由于所得的像点坐标 $P'(x, y)$ 不一定落在像元中心,为此必须进行灰度内插,求得像点 P' 的灰度值。本文使用双线性内插。

2. 基于三进制小波的 SPOT 和 TM 图像融合

由前言我们了解到 SPOT 和 TM 图像的分辨率之比为 3:1,所以利用二进制小波变换不能得到较好的融合效果。因此本文在充分考虑到 SPOT 和 TM 图像的分辨率之比以及各自的特征信息,提出了基于三进制小波的 SPOT 和 TM 图像融合的融合算法。

1. 将待融合的 SPOT 和 TM 图像精确配准。

2. 将高分辨率的 SPOT 图像进行三进制小波变换,得到由一个低频成分和 8 个高频分量组成的变换图像。

3. 按下列方法进行图像数据融合。设 $R(x,$

$y)$ 为融合后的图像数据, $A(x, y)$ 为高分辨率图像的变换图像的低频成分, $B(x, y)$ 为低分辨率图像数据。设 $D_A(x, y)$ 为高分辨率影像低频成分上 (x, y) 周围的方差, 设 $D_B(x, y)$ 为低分辨率影像上 (x, y) 周围的方差。

由于图像的特征与图像方差有着密切的联系,所以我们根据下式确定融合后的数据:

$$R(x, y) = \begin{cases} B(x, y) & D_A(x, y) < D_B(x, y) \\ A(x, y) & D_A(x, y) > D_B(x, y) \end{cases}$$

4. 将 $R(x, y)$ 和高分辨率图像的变换图像的高频成分经过 W 进制小波逆变换,得到融合后的高分辨率图像。图 2 为原始 SPOT 图像,图 3 为经过配准后的 TM2 图像,图 4 为图 2 和图 3 的融合图像。可见,融合后的图像很好的融合了待融合图像的特性,在分辨率方面比原始图像有了明显的提高。

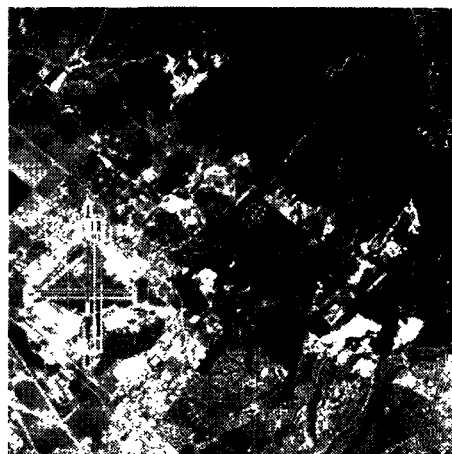


图2 SPOT 图像

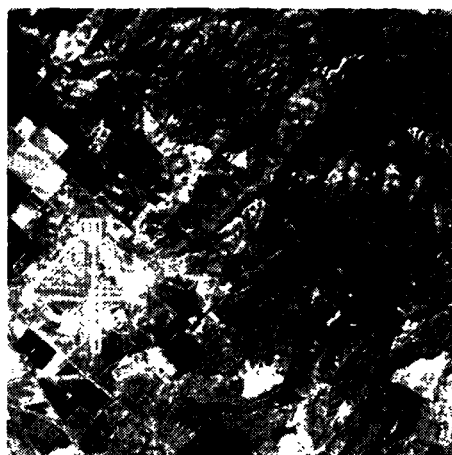


图3 配准后的 TM2 图像



图 4 融合结果图像

三、利用遥感图像更新 GIS 矢量数据

更新 GIS 矢量数据由两种途径。① 对 GIS 矢量数据库直接进行更新,对一种矢量数据的更新需要同时更改与之相联系所有数据及其相关关系。② 处理结果独立存贮。从图像上提取的矢量数据采用和原始数据库中相同的数据结构加以存贮,作为一种新的数据源辅助 GIS 数据库的建立、维护和更新。我们采用的是后者。将原有的 GIS 矢量数据和 SPOT 和 TM 融合后得到的图像在几何位置配准的基础上进行叠加显示,由作业人员目视发现变化,采用手工编辑的方法实施对 GIS 矢量数据的更新。具体流程如图 5 所示。

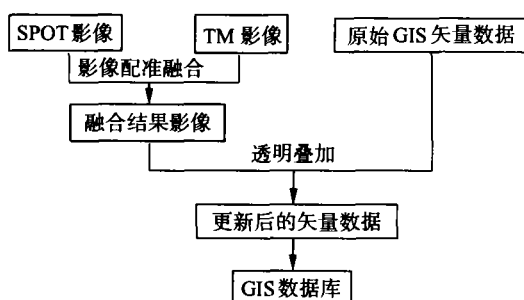


图 5 利用遥感图像更新 GIS 矢量数据流程

四、结束语

利用卫星遥感数据更新 GIS 矢量数据不但现实性好,而且快速、准确、成本较低。这对于补充、更新 GIS 地理数据库有重大的意义。笔者利用某地区 SPOT 和 TM2 的融合图像按照上面的工作程序,实现了该地区高速路、机场、水系等矢量数据的更新。

参考文献:

- [1] CHAVEZ P S Jr, SIDES S C, ANDERSON J A. Comparison of Three Different Methods to Merge Multiresolution and Multispectral Data: TM & SPOT Pan[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1991, 57(3): 295-303.
- [2] SHEFFIGARA V K. A Generalized Component Substitution Technique for Spatial Enhancement of Multispectral Images Using a Higher Resolution Data Set[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1992, 58(5): 561-567.
- [3] YÉSON H, BESNUS Y, POLET J. Extraction of Spectral Information from Landsat TM Data and Merger with SPOT Panchromatic Imagery—a Contribution to the Study of Geological Structures[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 1993, 48(5): 23-36.
- [4] 孙颀或. 多进制小波的构造[R]. 杭州:浙江大学数学所, 1996.
- [5] BROUD G D, JACKY G, JEAN M C, GUY P. The Use of Multi-resolution Analysis and Wavelet Transform for Merging SPOT PanChromatic and Multispectral Image Data[J]. PE & RS, 1996, (9).
- [6] 朱长青, 王 倩, 杨晓梅. 基于多进制小波的 SPOT 全色图像和多光谱遥感图像融合[J]. 测绘学报, 2000, (5).
- [7] 李 军, 林宗坚. 基于特征的遥感图像数据融合方法[J]. 中国图象图形学报, 1997, 2(2): 103-107.
- [8] 赵 琪. 基于多源空间信息的定位模型研究[D]. 郑州:信息工程大学测绘学院, 1999.