

多源卫星生态环境遥感数据的融合方法比较

全 斌¹, 杨肖琪², 郑航霞², 高建阳³

(1. 中国科学院水土保持与生态环境研究中心, 陕西 杨陵 712100;

2 集美大学理学院, 福建 厦门 361021; 3 福建省地质遥感中心, 福建 福州 350011)

摘 要: 运用厦门本岛的 SPOT-5 全色波段数据和 LANDSAT-7 多光谱数据、德化地区的 JERS-1 雷达数据和 LANDSAT-7 多光谱数据, 通过对两组多源遥感数据融合方法—HIS 变换和主成分分析 (PCA) 进行试验和比较分析。试验表明, PCA 变换的结果保留更多 ETM 图像的色彩信息, 但纹理细节被光滑, 图像清晰度低于 HIS 变换的结果。而 HIS 变换则更好地保留 SPOT 图像的纹理信息, 但色彩信息不如 PCA 方法来得丰富。在实际的遥感数据融合中, 应根据不同的目的和需求, 从具体领域出发, 选择合适的融合方法, 才能取得好的效果。

关键词: 多源信息; 遥感; 数据融合

中图分类号: TP79; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)03-0123-03

The Comparison of Methods on Multi-source Satellite Ecology Environment Remotely Sensed Data Fusion

QUAN Bin¹, YANG Xiao-q², ZHENG Hang-xia², GAO Jian-yang³

(1. Research Center of Soil and Water Conservation and Ecological Environment,

Chinese Academy of Sciences and Ministry of Education, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 School of Sciences, Jinxi University, Xiamen 361021, China;

3 Center of Geology Remote Sensing, Fuzhou 350011, China)

Abstract: Data fusion is a currently hot spot in the field of remote sensing application. France SPOT-5 panchromatic image (spatial resolution is 2.5 m) in March 7, 2002, and the U. S. LANDSAT-7 ETM 543 multi-spectrum image (spatial resolution is 30 m) in July 26, 2003 in Xiamen Island and JERS-1 radar data (spatial resolution is 12.5 m) in December 24, 1996 and the U. S. LANDSAT-7 ETM 543 multi-spectrum image in July 26, 2003 in Defa district are used and processed. Two methods on multi-source data fusion of remote sensing are introduced and experimented—HIS (Intensify-Hue-Saturation) and PCA (Principal Component Analysis). By experiments and contrasts, the two methods are analyzed. Results indicate that each method has different characteristics. PCA shift method could remain more color information from ETM image, and grains are smoothed, while HIS shift method could remain more grain information from SPOT image but lose more color information. Considering from different applied areas, the performance evaluation results of fusion images can be acquired differently. So different fusion methods should be adopted according to practical conditions and applied areas and applied aims.

Key words: multi-resources images; remote sensing; data fusion

遥感是以不同空间、时间、波谱、辐射分辨率提供电磁波谱不同谱段的数据^[1]。遥感数据是 GIS (地理信息系统) 的重要数据源。随着遥感技术的迅速发展, 光学、热红外以及微波等各类卫星传感器对地观测的应用, 所获取的同一地区的不同时相、不同波段、不同传感器、不同分辨率和不同平台的遥感数据越来越多, 我们把这些数据称为多源遥感数据^[2,3]。与单一传感器图像数据相比, 多源遥感数据的主要特征是精确性, 在部分传感器发生错误的情况下仍可以保证数据的可靠

性, 以形成对目标的完整一致的信息描述。图像融合是一个对多传感器的图像数据和其他信息的处理过程。它着重于把那些在空间或时间上冗余或互补的多源数据, 按一定的规则 (或算法) 进行运算处理, 获得比任何单一数据更精确、更丰富的信息, 生成一幅具有新的空间、波谱、时间特征的合成图像^[4]。因此, 多源遥感数据融合不仅是一种遥感图像数据处理技术, 而且是一种遥感信息综合处理和分析技术, 它将成为基于遥感的 GIS 数据更新的一种手段, 在生态环境中运

收稿日期: 2004-12-28

基金项目: 福建省自然科学基金 (项目编号: D0210010) 资助

作者简介: 全斌 (1968-), 男, 湖南衡阳人, 博士生, 讲师, 主要从事环境遥感方面的研究工作。

用较广,是目前环境遥感应应用研究的重点之一。

1 多源遥感数据的选择

目前国内多选用美国陆地卫星 TM 多光谱数据或法国的 SPOT 卫星数据来更新 GIS 数据库。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。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,但其空间分辨率不高。这两种数据融合可以克服遥感图像更新 GIS 数据库中单一信息源不足的问题。为此,本次实验选取 2002 年 3 月 7 日厦门本岛地区的法国 SPOT-5 全色波段图像(空间分辨率为 2.5 m)及 2003 年 7 月 26 日同一地区的美国 LANDSAT-7 ETM 543 多光谱图像(空间分辨率为 30 m),和 1996 年 12 月 24 日德化地区的 JERS-1 雷达数据(空间分辨率为 12.5 m)与 2003 年 7 月 26 日同一地区的美国 LANDSAT-7 ETM 543 多光谱图像进行试验。

2 多源遥感数据的预处理

2.1 多源遥感数据预处理的必要性

由于遥感成像过程中各种因素(如卫星速度变化、大气、地物反射与发射电磁波的相互作用、随机噪声等因素)的影响,实际的图像灰度值并不完全是地物辐射电磁波能量大小的反映。通常情况下,不同类型的传感器图像之间进行融合时,由于它们之间成像方式不同,则其系统误差类型也不同,如 SPOT 与 ETM 图像融合时,SPOT 的 HRV 传感器是以 CCD 推扫式成像的,而 ETM 则是通过反射镜转动扫描方式成像的。因而在进行图像处理前,需进行预处理,以消除上述因素的影响,改正其系统误差。

2.2 多源遥感数据的融合预处理

图像的校正包括辐射校正与几何校正(几何粗校正与几何精校正)。辐射校正是对传感器、太阳高度角和地形引起的畸变校正以及大气散射校正。引起遥感图像几何畸变的因素有传感器方面、遥感平台方面及地球本身的原因,对它进行处理的方式有系统校正、利用控制点校正及混合校正。系统校正就是把遥感传感器的校准数据、位置、卫星姿态等测量值带入理论校正公式进行几何畸变校正;控制点校正选取一些变形的图像与标准地图之间的对应点(即控制点数据对),用数学模型来近似描述遥感图像的几何形变过程,通过几何控制点求出几何畸变模型,然后进行校正^[5]。

在本项工作中,对各实验数据分别进行了几何精校正,采用控制点校正方法。对控制点采集的基本要求是:(1)所选控制点图像清晰,在影像图上均能正确识别和定位,一般选取桥梁、十字路口、坝头、河流交汇口、公路和河流交叉点等特征点;(2)控制点整体分布要均匀;(3)每个控制点的误差(RMS)不大于 2 个像元,特殊情况下不大于 3 个像元,整体中误差不大于 1.5 个像元,特殊情况下不大于 2 个像元。

ETM 数据的融合预处理:(1)GCP 点选取。在配准好的时相为 2000 年 4 月 18 日的 ETM 图像选取控制点 GCP,共选取 24 个控制点进行校正。(2)精度检查。在 2000 年 4 月 18

日的 ETM 图像上读取明显地物点坐标,并与影像图上同名点坐标比较,计算中误差。

SPOT 数据的融合预处理:(1)GCP 点选取。在 1:10 000 地形图选取控制点 GCP,共选取 16 个控制点。(2)正射纠正:利用头文件提供的轨道和传感器参数,带有高程的 GCP 控制点 16 个,以及 1:10 000 的 DEM 数据进行正射校正。(3)精度检查:在 1:10 000 地形图上读取明显地物点坐标,并与影像图上同名点坐标比较,计算中误差。

SAR 数据的融合预处理:(1)空间滤波处理。斑点噪声在雷达遥感系统中很普遍,如果在没有消除斑点噪声的情况下进行图像处理和分,就会把噪声带入图像中,从而使图像退化,因此必须在数据使用前消除斑点。为了既能有效地抑制斑点噪声,又能很好地保持影像边缘和纹理细节、结构信息,试验时选择 5×5 的滤波窗口,采用 Enh. Lee 滤波方法进行滤波。(2)GCP 点选取:在 1:50 000 地形图选取控制点 GCP,共选取 26 个控制点。(3)正射纠正:利用头文件提供的轨道和传感器参数,带有高程的 GCP 控制点 26 个,以及 1:50 000 的 DEM 数据进行正射校正。(4)精度检查:在 1:50 000 地形图上读取明显地物点坐标,并与影像图上同名点坐标比较,计算中误差。

本次实验中不同分辨率影像之间的校正配准均选用控制点校正,步骤与前述 ETM 数据的融合方法预处理相似。

3 ETM 图像与 SPOT 图像的融合试验

3.1 融合流程

试验采用 IHS 变换和 PCA 变换两种不同的融合方法。

IHS 变换融合流程:(1)对 TM 543 厦门岛多光谱图像进行 IHS 变换,得到亮度(I)、色调(H)和饱和度(S)图像,记图像亮度分量图像为 I;(2)将 SPOT 图像同上述 I 亮度分量图像进行直方图匹配,得到图像 S,使得 I 与 S 具有相同的均值与方差;(3)使用第 2 步生成的 S 亮度分量图像 I,并同 H、S 分量图像进行 IHS 反变换,得到融合图像。

PCA 变换融合流程:(1)将厦门岛 ETM 543 多光谱图像进行 PCA 变换,获得三个成分分量 M_1 、 M_2 、 M_3 ;(2)以第一成分 M_1 图像为标准,对 SPOT 图像进行直方图匹配,得到图像 S;(3)用 S 代替 M_1 ,作为第一主成分,与其他成分 M_2 、 M_3 ,通过 PCA 反变换生成新的假彩色合成图像。

3.2 PCA 变换和 IHS 变换融合结果的比较

融合后的图像既保留了 ETM 图像的多光谱信息,又保留了 SPOT 图像的高分辨率信息。但不同的融合方法有其自身的特点,PCA 变换的结果(图 1)保留更多 ETM 图像的色彩信息,但纹理细节被光滑,图像清晰度低于 IHS 变换的结果(图 2)。而 IHS 变换则更好地保留 SPOT 图像的纹理信息,但色彩信息不如 PCA 方法来得丰富。由于图像融合的常用范畴中,如:监测城市扩展状况,监测各类新增建设用地情况及土地利用现状变更调查等方面,对光谱信息的损失情况无须考虑过多,而注重图像清晰度。因此,此类图像的融合方法采用 IHS 变换效果较佳。

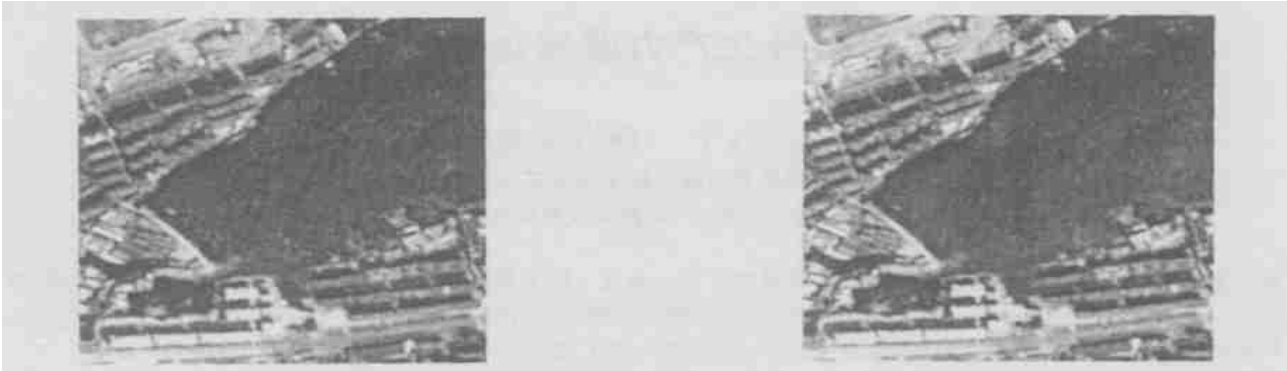


图 1 PCA 变换的融合结果

4 ETM 图像与 SAR 图像的融合试验

4.1 融合流程

试验同样采用 IHS 变换和 PCA 变换两种不同的融合方法。

采用 IHS 变换融合流程: (1) 将德化地区 ETM 543 多光谱图像进行 IHS 变换, 得到亮度(I)、色调(H)和饱和度(S)图像, 记图像亮度分量图像为 I; (2) SAR 图像同上述 I 亮度分量图像进行直方图匹配, 得到图像 S, 使得 I 与 S 具有相同的均值与方差; (3) 使用第 2 步生成的 S 亮度分量图像 I, 并同 H、S 分量图像进行 IHS 反变换, 得到融合图像。

采用 PCA 变换融合流程: (1) 将同一地区的 ETM 543 多光谱图像进行 PCA 变换, 获得三个成分分量 M₅、M₄、M₃; (2) 以第一成分 M₅ 图像为标准, SAR 图像进行直方图匹配,

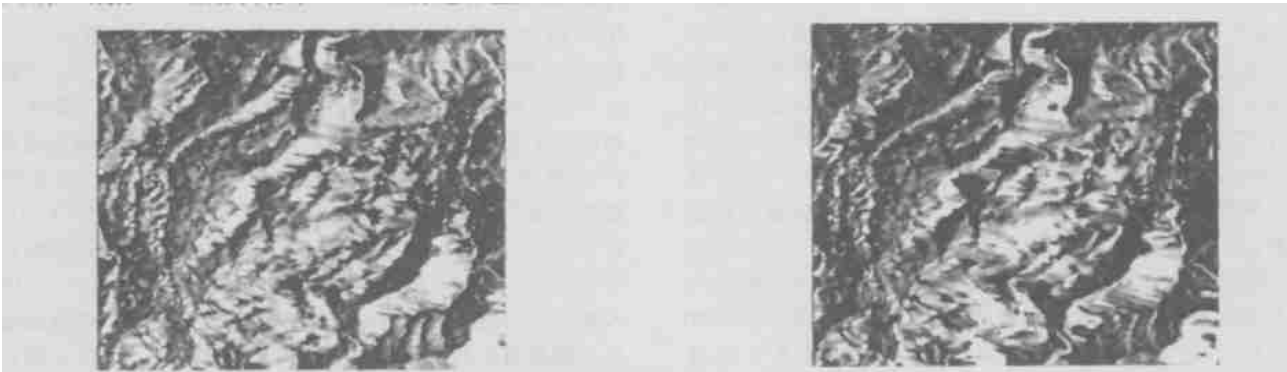


图 3 PCA 变换的融合结果

5 结 论

通过评价分析, IHS 变换和 PCA 变换两种融合方法均具有不同的特点。在实际的遥感数据融合中, 应根据不同的目的和需求, 选择合适的融合方法, 才能取得好的效果。如进行简单的地物分割, 解译分类图像, 区分人工地物, 数字化制

参考文献:

[1] 日本遥感研究会 遥感精解[M] 刘勇卫, 贺雪鸿译 北京: 测绘出版社, 1993
[2] 贾永红, 李德仁, 孙家柄 多源遥感影像数据融合[J] 遥感技术与应用, 2000, 15(1): 41- 44
[3] 齐小玲, 吴健平 多源遥感影像融合及其关键技术探讨[J] 现代测绘, 2003, 26(3): 20- 22
[4] 江东, 王钰, 王建华, 等 多源图像信息融合的理论和技术[J] 甘肃科学学报, 2002, 14(1): 41- 45
[5] 孟鲁闽, 席晶 利用几何校正法进行不同影像间空间配准[J] 测绘通报, 2003, (6): 14- 39

图 2 IHS 变换的融合结果

得到图像 S; (3) 用 S 代替 M₅, 作为第一主成分, 与其他成分 M₄、M₃, 通过 PCA 反变换生成新的假彩色合成图像。

4.2 PCA 变换和 IHS 变换融合结果的比较

经过融合后的图像既具有雷达图像的高空间分辨率特点, 又拥有 ETM 图像高光谱分辨率的优势。从视觉效果看, 融合图像与原图像比较, 融合 SAR 影像的阴影区细节得到了反映, 而 TM 影像上不清楚地物也在融合影像上得以补充, 同时, 融合后的影像具有立体感, 更易于进行目视解译。PCA 变换的结果(图 3)保留更多 ETM 图像的色彩信息, 而 IHS 变换(图 4)则更好地保留 SPOT 图像的纹理信息, 但色彩信息不如 PCA 方法。如果主要目的是用于地层岩性、岩体、断裂构造、火山构造解译和金、多金属成矿预测等研究, 融合是为了增加光谱信息, 则宜于采用 PCA 变换能得到较好的效果。

图 4 IHS 变换的融合结果

图, 可选择融合结果清晰度效果较好的变换, 而无须考虑过多的光谱损失情况。采用 IHS 变换(融合前先拉伸的方式)融合图像可得到较佳的效果; 如需对某种指定波段敏感地物进行特性分析, 探测植物含水量或土壤湿度, 或对某种植被进行识别及长势分析, 则应考虑融合图像中光谱信息的保留情况, 可采用 PCA 变换来融合图像。