

彩色空间变换在 DEM 与遥感影像复合中的应用研究

梁伟^{1,2}, 杨勤科^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 非遥感数据与遥感数据复合是提高遥感影像解译精度的重要方法之一。以延河流域 1997 年 TM 影像和 1:5 万 DEM 为数据基础, 在遥感影像处理软件 ERDAS IMAGINE 8.4 支撑下, 研究了遥感数据与非遥感数据的复合方法。研究表明, 利用彩色空间变换能取得较好的效果。把遥感影像从 RGB 颜色模式通过彩色空间变换变换到 IHS 颜色模式, 利用 DEM 代替 IHS 模式的色度(H)分量并通过逆变换变回到 RGB 模式。变换后各地类间颜色对比度增大, 有利于监督分类中分类模板的建立和提高分类精度。

关键词: 遥感; RGB; IHS; 彩色空间变换

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2006)06-0059-04

中图分类号: P237

Application of the Color Transformation to DEM and Remotely Sensed Data Merging

LIANG Wei^[1,2], YANG Qinke^[1,2]

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-tech University of

Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water

Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Merging remotely sensed data and non-remotely sensed data is one of the important methods of improving the interpretation accuracy. The attributes of the RGB and IHS modes and color transformation theory are discussed. The TM images of the Yanhe basin are taken for instance, and the merging method of remotely sensed data and non-remotely sensed data has been studied with the support of ERDAS IMAGINE. Firstly, the TM image is transformed from the RGB mode to the IHS mode. Secondly, the H component of the IHS mode is replaced with the DEM, and then the components of I and S are stretched. Thirdly, they are transformed to the RGB mode. The experiments indicate that the method replacing the H component of the IHS mode with DEM is better for supervised classification, and the supervised classification accuracy of the merging data is 6% higher than that of the normal merging data.

Keywords: remote sensing; RGB; IHS; color transformation

彩色空间变换利用 IHS(明度、色调和饱和度)色空间的特点, 在信息融合方面取得了较好的效果, 在遥感影像的处理中, 它多用于多源影像的复合, 将不同传感器获得的同一景物的影像或者是同一传感器获得的不同分辨率的影像经过变换处理后, 获得一幅合成影像。一般是将不同分辨率的影像进行融合^[1-4], 得到的合成影像既具有低分辨率影像丰富的光谱特征又具有高分辨率影像的高空间分辨率的特征, 从而克服或弥补了单一传感器图像在光谱、空间分辨率等方面存在的局限性, 为进一步的分析研究提供了更多、更丰富的信息。如: TM 影像与 SPOT

影像的融合, TM 影像与 SAR 的融合, TM 影像与 MSS 影像的融合, TM 影像与 NOAA 影像的融合等。同时, 彩色空间变换也应用到了非遥感信息的复合中, 其主要思路是将非遥感信息进行相应的处理, 转换为影像文件, 分别充当亮度(I), 明度(H)和饱和度(S)分量, 然后提取感兴趣的信息^[5]。但这种方法在遥感信息与非遥感信息复合中的应用却很少见, 遥感信息与非遥感信息复合的传统方法是将非遥感信息作为一个波段直接与遥感影像叠加, 如地学信息与遥感影像的叠加^[6-7], 叠加前后遥感影像的目视信息没有改变。本文对彩色空间变换在遥感信息与非遥

收稿日期: 2006-02-15

修稿日期: 2006-06-13

资助项目: 区域水土流失模型试验研究(黄委会项目第四专题, 2004SZ01-04); 水土流失动态监测与评价关键技术(“十一五”国家科技支撑计划项目, 2006BA09B05); 西北农林科技大学科研专项“黄土高原地形复杂区土地利用信息提取方法研究”

作者简介: 梁伟(1976—), 女(汉族), 山东汶上人, 硕士。主要从事遥感与地理信息系统在水土保持中的应用研究工作。电话(029)87012482, E-mail: liangweiyi@163.com。

感信息复合方面进行了实验研究, 将信息融合技术成功地应用到了区域遥感数据与非遥感数据的复合中。

1 数据源及数据预处理

所用遥感数据为延河流域 1997 年夏季的 TM 影像, 共三景: 127 034, 127 035, 126 035; 非遥感数据有: 1: 5 万的 DEM (32 幅), 2000 年土地利用图, 延河流域边界图。

1.1 TM 影像预处理

在 ERDAS IMAGINE 支撑下, 首先, 对遥感影像进行几何精校正, 纠正后的平均空间误差控制在一个像元内, 即 30 m 以内。其次, 赋予投影坐标系并进行 4, 3, 2 标准假彩色合成。再次, 将遥感影像进行拼接并利用延河流域边界图进行裁剪, 得到完整的延河流域遥感影像图。

1.2 DEM 预处理

在 ARC/INFO 下对 32 幅 DEM 分别进行投影转换, 使其与遥感影像的投影坐标系一致, 然后进行拼接并用延河流域边界图裁剪, 得到完整的延河流域 DEM 图, 最后将 25 m 格网的 DEM 通过重采样转换为 30 m 格网的 DEM。同样对土地利用图进行投影转换。

2 彩色空间变换的原理

2.1 RGB 颜色模式与 IHS 颜色模式

空间颜色模式有多种, 其中以 RGB (红、绿、蓝) 模式应用最普遍, 在影像处理系统中用来显示影像的监视器几乎都用该颜色模式, 其坐标系统如图 1 所示^[8], 它是一个三维坐标系统, 红、绿、蓝分别为 3 个坐标轴, 通过原点的一条对角线为灰度线, 在该系统中计算的任何颜色值都落在该立方体内, 比较简单, 但这种模式中不同的色彩难以用准确的数值来表示, 并进行定量分析; 该模式中, 彩色合成图像通道之间相关性很高, 使合成图像的饱和度偏低, 色调变化不大, 图像视觉效果差; 人眼不能直接感觉红、绿、蓝三色的比例, 而只能通过感知颜色的亮度、色调以及饱和度来区分物体, 而色调和饱和度与红、绿、蓝的关系是非线性的, 因此, 在 RGB 空间中对图像进行增强处理结果难以控制^[8]。

IHS 模式是另一种空间颜色模式, 它是基于视觉原理的一个显色系统, 它用明度(I), 色调(H)和饱和度(S)来为定位参数描述颜色, 能更好地表示出色光本身的物理特性以及与人眼视觉之间的关系, 使图像的颜色与人眼看到的效果更为接近。其中, H 代表像元的颜色, 表示红、黄、绿、蓝、紫 5 种基本颜色的特

性, 取值范围为 0~ 360; I 是表示整个图像的明亮程度, 取值范围是 0~ 1; S 代表色彩的纯度, 是颜色具有“白光”的程度, 取值范围为 0~ 1。在 ERDAS IMAGINE 图像处理系统中该颜色模式的坐标系统如图 2 所示^[9], 环绕垂直轴的圆周代表色调(H), 以红色为 0°, 逆时针旋转, 每隔 60°改变一种颜色并且数值增加 1, 一周 360°刚好 6 种颜色, 顺序为红, 黄, 绿, 青, 蓝, 品红。垂直轴代表明度(I), 取黑色为 0, 白色为 1, 中间为 0.5。从垂直轴向外沿水平面的发散半径代表饱和度(S), 与垂直轴相交处为 0, 最大饱和度为 1^[10]。该模式中 I、H、S 这 3 个分量是相对独立的, 可根据需要分别对其进行调整或用其它遥感或非遥感信息代替其中的一个或多个分量从而提高其分辨率或改善其光谱特性。

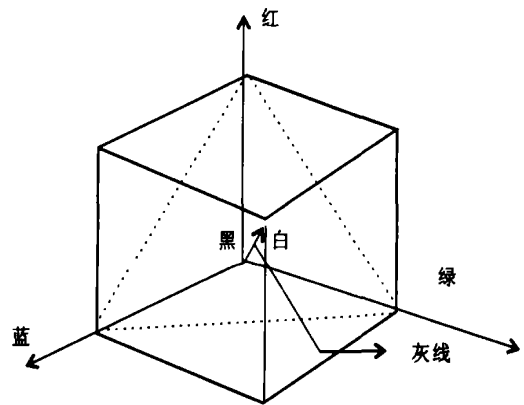


图 1 RGB 颜色模式坐标系统

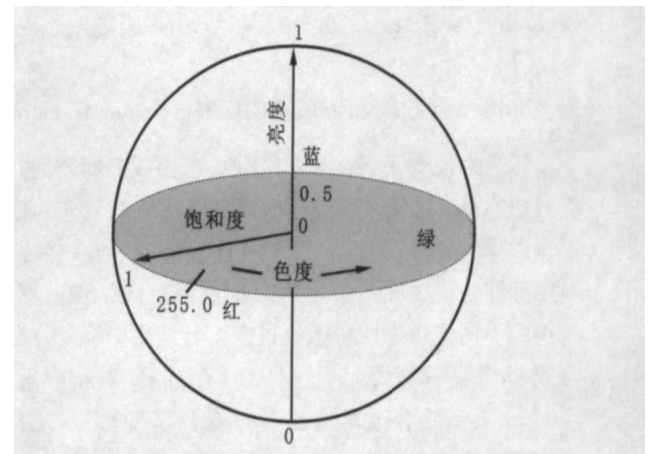


图 2 IHS 颜色模式坐标系统

3.2 彩色空间变换原理

彩色空间变换有正变换和逆变换, 一般把由 RGB 彩色空间到 HIS 彩色空间的变换称为正变换, 反之, 为逆变换。值得注意的是, 在逆变换前要对 I, H, S 三分量作相应的调整变换, 否则, 该变换将无意义。在本研究中正变换的公式如下^[3]:

$$\begin{cases} R = M - r/M - m, (0 < R, r < l) \\ G = M - g/M - m, (0 < G, g < l) \\ B = M - b/M - m, (0 < B, b < l) \end{cases}$$

式中: r, g, b —— 是 RGB 模式下 R, G, B 的值; R, G, B —— 是计算得到的 R, G, B 值; M, m —— 分别是 r, g, b 中的最大值和最小值。

计算明度(I), 饱和度(s), 色调(H) 的公式分别为:

$$I = M + m/2$$

$$S = \begin{cases} 0, (M = m) \\ M - m/M + m, (I \leq 0.5) \\ M - m/2 - M - m, (I > 0.5) \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 0, (M = m) \\ 60(2 + b - g), R = M \\ 60(4 + r - b), G = M \\ 60(6 + g - r), B = M \end{cases}$$

式中: R, G, B, r, g, b 的意义与上式相同; M, m —— 分别为 R, G, B 中的最大值和最小值。

逆变换公式如下^[3]:

$$\begin{cases} M = I(I + S), (I \leq 0.5) \\ M = I + S - I(S), (I > 0.5) \\ m = 2 \times I - M \end{cases}$$

计算 R, G, B 的公式分别为:

$$R = \begin{cases} m + (M - m)(\frac{H}{60}), (H < 60) \\ M, (60 \leq H < 180) \\ m + (M - m)(\frac{240 - H}{60}), (180 \leq H < 240) \\ m, (240 \leq H < 360) \end{cases}$$

$$G = \begin{cases} m, (H < 120) \\ m + (M - m)(\frac{H - 120}{60}), (120 \leq H < 180) \\ M, (180 \leq H < 300) \\ m + (M - m)(\frac{360 - H}{60}), (300 \leq H < 360) \end{cases}$$

$$B = \begin{cases} M, (H < 60) \\ m + (M - m)(\frac{120 - H}{60}), (60 \leq H < 120) \\ m, (120 \leq H < 240) \\ m + (M - m)(\frac{240 - H}{60}), (240 \leq H < 300) \\ M, (300 \leq H < 360) \end{cases}$$

3 彩色空间变换及分析

在 ERDAS IMAGINE 下, 将遥感影像由 RGB 彩色空间变换的到 IHS 彩色空间, 由于明度(I) 分量决定图像的空间分辨率, 经常用在不同传感器影像的复

合中, 在变换中用高分辨率影像代替该分量, 使得到的影像既具有较高的分辨率又具有丰富的光谱信息; S, H 分量包含图像的光谱信息, 本研究用 DEM 代替其色调(H), 此外, 为了使变换后的颜色不至于过分集中, 对比更加鲜明, 变换中分别对 I, S 分量进行拉伸处理, 使其数值充满 0~1 的范围, 最后, 进行逆变换变回到 RGB 彩色空间。变换流程图见图 3。变换前后影像的直方图见图 4(以第四波段为例)。

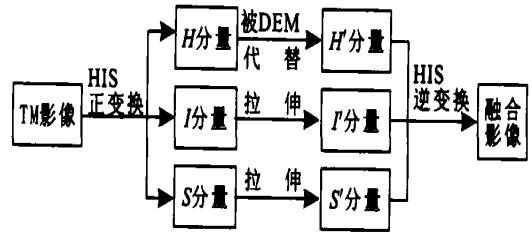


图 3 遥感影像与 DEM 复合流程图

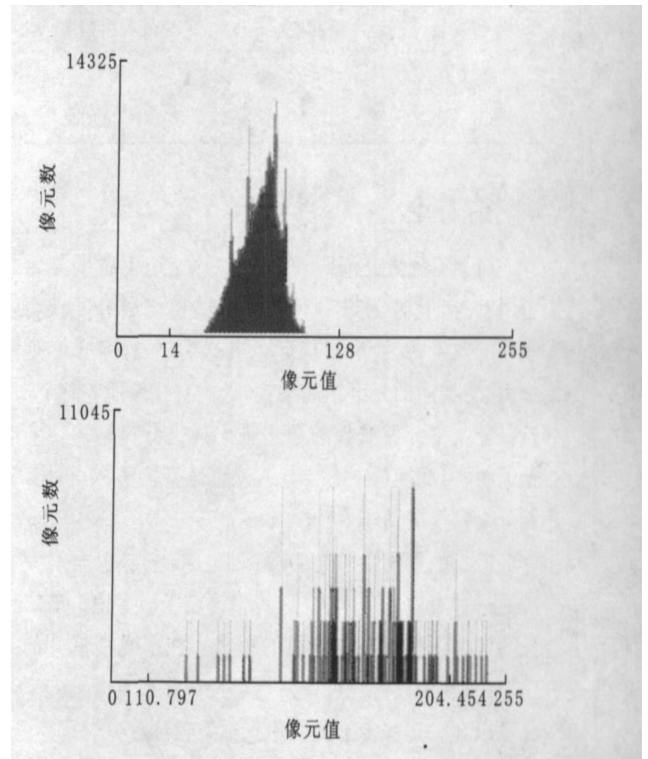


图 4 变换前后直方图

如图 4 所示, 变换后影像的 RMS 明显变大, 变换前像元值比较集中, 而变换后则相对离散, 由于像元值不同表现出的颜色信息不同, 因此变换后各类别间的光谱距离相对增大, 也就是说地类间的对比度增大。由图 4 还可以看出, 变换后像元按高程进行了归类, 表现为直方图在垂直方向上有阶梯状变化。

与附图 1 中的原始影像相比, 不难得出, 变换后的影像颜色有了明显的变化, 对比更加鲜明, 颜色饱和度和增大, 其颜色对比情况如表 1。

与原始影像相比,低覆盖度草地颜色变化最大,变换后颜色为草绿色,在图像上更容易识别,其它地类变化虽不如低覆盖度草地明显,但颜色饱和度增大,地类间的对比度增大,颜色表达更加简单,在一定程度上解决了异物同谱和同物异谱现象,如在原始影像中,水域和低覆盖度草地都呈现为灰绿色,分类中二者很容易混淆,变换后二者颜色对比度增大,很容

易将二者分开。以延河流域遥感影像为例,开一个 512 像元 × 512 像元的窗口,在 ERDAS IMAGINE 8.4 的支撑下,在同样的条件下,对变换前(DEM 与遥感影像直接叠加)的影像和变换后的影像进行监督分类,并参考大比例尺航片进行精度检验,其精度对比情况如表 2 所示,从表中不难看出,变换后分类精度提高了 6%。

表 1 变换前后几种主要地物颜色对比

地物名称	变换前	变换后
坡旱地	白色、浅红色、浅绿色	白色、浅红色、浅绿色
林地和高覆盖度草地	鲜红色、深红色、黑红色、黑色	深红色、黑红色
低覆盖度草地	褐红色、灰绿色、黑色	草绿色
水域	灰绿色、黑色、深蓝色	黑色、黑红色
居民地、工矿用地与交通用地	灰绿色、黑色	黑红色
平旱地	红色、浅红色、浅绿色	红色、浅绿色

表 2 变换前后分类总精度对比

项目	变换前精度	变换后精度
总精度	72%	78%
Kappa 系数	0.648 2	0.722 6

4 结 论

(1) 实验研究证明,在 TM 影像与 DEM 的复合中用 DEM 代替 IHS 颜色模式中的色度成分能获得较好的效果,变换后影像颜色表达简单,颜色饱和度增大,地类间的光谱距离增大,地类对比鲜明,有利于监督分类中分类模板的建立进而提高分类精度。实验证明,与变换前(DEM 与遥感影像直接叠加)相比,其分类精度提高了 6%。

(2) 在 TM 影像与 DEM 的复合中,彩色空间变换是一种有效的变换方法,其关键在于根据用户需求灵活调整正变换与逆变换的算法。在多类别信息的提取中,利用该方法进行遥感信息与非遥感信息的复合可以在一定程度上提高信息提取精度。

(3) 利用彩色空间变换进行图像复合是一种简便易行,灵活有效的方法,但直接将影像简单地由 RGB 模式转换为 IHS 模式,然后再转回 RGB 模式是毫无意义的。在应用过程中应针对不同的目的对 IHS 模式中的各个组成部分作进一步的深入研究,设计有效的算法或优化现有算法,找出 IHS 模式和 RGB 模式的正确转换关系是彩色空间变换的关键,

也是今后研究的重点和方向。另外,该方法如何与其它影像复合方法进行有机结合,扬长避短,进而取得更满意的复合效果也是今后值得探讨的一个问题。

[参 考 文 献]

- [1] 何国金,李克鲁,胡德永.多卫星遥感数据的信息融合:理论、方法与实践[J].中国图像图形学报,1999,4A(9):744—750.
- [2] 孙丹峰.IKONOS 全色与多光谱数据融合方法的比较研究[J].遥感技术与应用,2002,17(1):41—45.
- [3] 贾永红,李德仁,孙家柄,等.4种IHS变换用于SAR与TM影像复合比较[J].遥感学报,1998,2(2):103—106.
- [4] 李新涛,王昱.HIS变换和小波变换相结合的遥感影像融合[J].测绘科学与工程,2005,25(3):9—13.
- [5] 李加洪.遥感图像中变换与逆变换的应用[J].遥感技术与应用,1995,10(2):55—59.
- [6] 刘耀林,刘艳芳.DEM数据辅助遥感信息进行第四纪沉积物自动识别分类[J].地域研究与开发,1994,13(2):20—23.
- [7] 杜明义,武文波,郭达志.多源地学信息在土地荒漠化遥感分类中的应用研究[J].中国图像图形学报,2002,7(A)(7):740—744.
- [8] 金红,刘榴娣.彩色空间变换法在图像融合中的应用[J].光学技术,1997(4):44—48.
- [9] ERDAS Field Guide TM[M]. Fifth Edition. ERDAS[®], Inc. Atlanta, Georgia, 1999.
- [10] 梅安新,等.遥感导论[M].北京:高等教育出版社,2001.