

主成分变换和彩色变换在 TM 图像信息提取中的应用——以苏州市为例*

李旭文

(江苏省环境科学研究所)

1991年10月30日收稿。

摘 要

本文讨论了 IHS 彩色变换和主成分变换在苏州市 TM 多波段图像信息提取研究中的应用效果。研究表明,地物在多波段数据的彩色合成图像上具有较为稳定、特征的色调信息。利用苏州市水体、植被、城镇三大类地物的色调特征对 TM_3 (红)、 TM_4 (绿)、 TM_5 (蓝)彩色合成图像的色调成分H作了伪彩色密度分割,准确地反映了它们的分布状况。在主成分图像的 IHS 反变换彩色合成图像上,主成分的信息内容得到了定量、形象直观的反映,苏州市新旧城区的光谱差异、该市现状以及现代城市规划特点得到了清晰的显现。水稻、菜地、山地之间的光谱差异也得到明显的增强。主成分变换和彩色变换相结合,为多波段数据信息提取提供了一种新的方法。

关键词 主成分变换 彩色变换 TM 图像 信息提取

一、引 言

主成分变换是遥感图像处理中常用的图像增强和信息提取方法。它是建立在统计特征基础上的多维线性变换。主成分变换的算法为:计算多波段图像数据的统计特征参数,得到反映各波段间关系的协方差矩阵,然后求其特征值和特征向量,这些特征值就是各主成分的方差信息,而对应的特征向量即为主成分变换的系数(因子载荷),变换前后方差总和保持不变。与原波段相比变换后主成分的方差相对集中在前几个主成分中。因此主成分变换具有方差信息浓聚、重新分配、数据量压缩的作用,可更准确、特征地揭示多波段数据结构内部的遥感信息。

彩色变换是一种新颖的图像显示和信息提取方法。在色度学中,颜色可用红、绿、蓝三基色色值(R、G、B)来表示,也可用人眼对颜色感知的色度学变量:亮度(I)、色调(H)、饱和度(S)描述。确定(R、G、B)和(I、H、S)两组变量间转换关系的彩色变换数学模型即为 IHS 彩色变换。由于 IHS 彩色变换具有灵活实用的优点,近些年来日益受到国内外研究者的重视。早在1977年,G. L. Raines 就利用 IHS 彩色变换原理增强了 MSS 彩色比值合成图像,从而使热液蚀变和褐铁矿化露头得到了突出,有效地显示了矿产信息^[1]。R. Haydn 等用 IHS 彩色变换处理了埃及东部苏伊士湾的 MSS 多光

* 本文得到季耿善同志的帮助,在此谨表感谢。

谱数据,有效增强了各种岩石之间的微弱光谱差异,较好地反映了地质岩性信息^[2]。A. R. Gillespie 等进一步系统、详尽地对 IHS 彩色变换作了介绍和应用研究^[3,4]。还有其他众多的研究者从不同的应用角度对 IHS 彩色变换作了探索,也都很有成效。

在遥感图像计算机处理中,根据主成分信息综合能力强和 IHS 变换信息显示能力的特点,可以将两者有机地结合、运用,充分发挥两者的优势。本文研究了 IHS 彩色变换和主成分变换相结合用于 TM 多波段图像信息提取的效果。选择了苏州市及其郊区为研究区。TM 图像数据获取的时间为 1986 年 7 月 25 日。另外还搜集了 1:2.5 万苏州市城市地图、1:5 万苏州市地形图、1:2000 和 1:6000 彩色红外航空像片等参考验证资料。

二、苏州市简况

苏州市是一座有近二千五百年历史的文化古城,也是典型的江南水乡城市和著名的风景游览胜地,被国务院列为旅游 and 环境保护重点城市。苏州市东北濒临阳澄湖,东面有

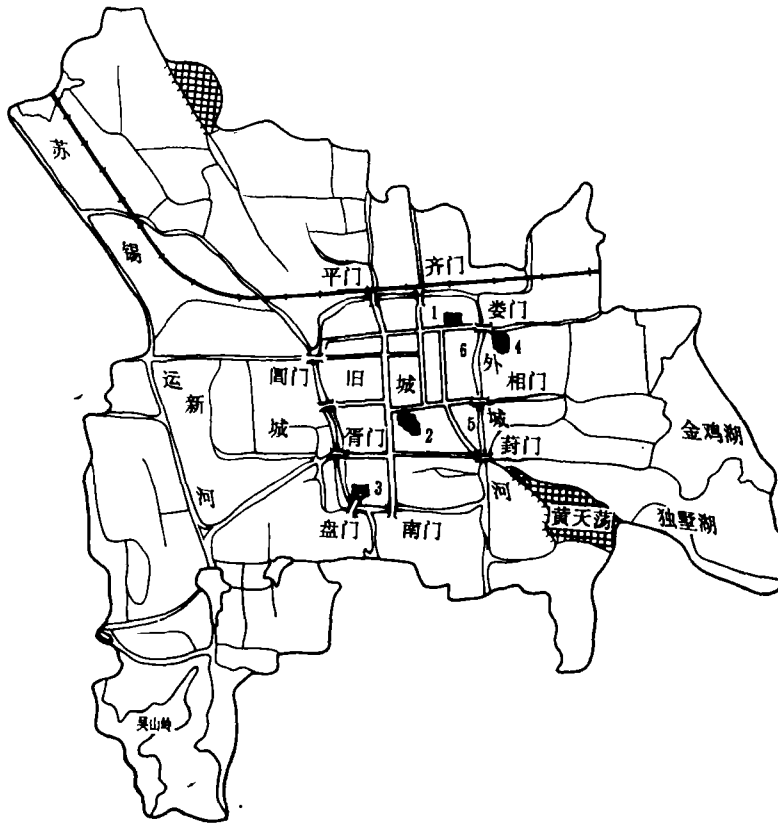


图 1 苏州市略图

Fig. 1 Sketch map of Suzhou

1.拙政园 2.苏州公园 3.瑞光塔 4.气象站 5.苏州大学 6.动物园

金鸡湖、独墅湖,西近太湖。市区地势平坦,周围河泊众多,河道纵横并互相串通,和京杭大运河干流一起构成了苏州水网。图 1 是苏州市略图。苏州市城区分成旧城(古城)和新城两部分,方形护城河以内为旧城,旧城以西为新城。旧城以历史悠久的居民区和古典园林为特色,有拙政园、狮子林、怡园、网师园等园林胜景。市郊为大片的蔬菜地、水稻田和水产养殖场。西南为低缓的丘陵山地。

三、IHS 彩色变换模型

IHS 彩色变换数学模型种类很多,有彩色空间旋转模型、六棱锥模型、色度坐标模型等。从简便灵活、实用的角度出发,本文采用了 R. Haydn 介绍的基于色度坐标的 IHS 变换模型并作了改进。从 R, G, B 色值到 I, H, S 的变换称作 IHS 正变换,而从 I, H, S 到 R, G, B 的变换称作 IHS 反变换。

1. IHS 变换模型

亮度成分 I: $I = 1/3(R + G + B)$

色度 H 和饱和度 S 的定义:

先计算色度坐标 r, g, b

$$r = R / (R + G + B)$$

$$g = G / (R + G + B)$$

$$b = B / (R + G + B)$$

显然 $r + g + b = 1$, 即 r, g, b 中只有两个是独立的。色度坐标在色度坐标三角图上表示为一点 C (图 2)。

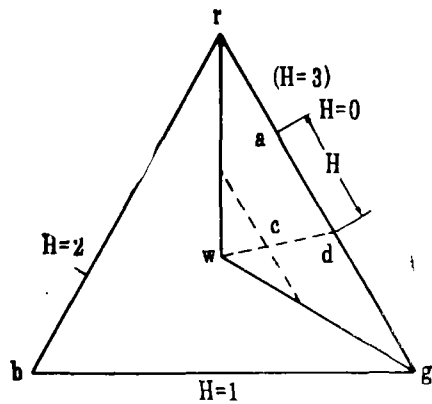


图 2 色度坐标三角图及 H、S 的定义
Fig.2 Colorimetric trigonal diagram showing the definition of H and S

表 1 正变换: 根据 R,G,B 色值大小顺序可得到相应的 I,H,S 计算式

Table 1 Mathematical expression for RGB to IHS color space transform.

条 件	计 算 式		
	I	H	S
$R = G = B$	$I = \frac{R+G+B}{3}$	$H = 0$	$S = 0$
$\text{Min}(R,G,B) = B$		$H = \frac{G - B}{3(I - B)} * 85$	$S = \frac{(1 - B/I)}{255}$
$\text{Min}(R,G,B) = R$		$H = \left[\frac{B - R}{3(I - R)} + 1 \right] * 85$	$S = \frac{(1 - R/I)}{255}$
$\text{Min}(R,G,B) = G$		$H = \left(\frac{R - G}{3(I - G)} + 2 \right) * 85$	$S = \frac{(1 - G/I)}{255}$

饱和色的三个色度坐标中至少有一个为零,故落在图 2 的边上,而白色 W(饱和度为零)的色度坐标 $r = g = b = 1/3$,位于图 2 的中心。

H 的定义: 从红→黄→绿变化的颜色色度坐标是沿 $r \rightarrow g$ 顶点方向变化。类似地,从绿→青→蓝是沿 $g \rightarrow b$ 方向变化;

向变化。在三角图边上选一点 a 作为起始色调, 定义其 H 值为 0 (一般可取 r 顶点作为 $H = 0$ 的起始点)。 wc 延长线交周边于 d , 那么沿三角形周边顺时针方向(也可逆时针)从 d 到 a 的长度就是 C 的 H 值, H 的取值范围为 $[0, 3]$ 。 $H = 0$ 与 $H = 3$ 相重合。

S 的定义: $S = wc/wd, S \in [0, 1]$ 。

在计算机上编写程序实现 IHS 变换时, 要将 H, S 的取值范围调整为 $[0, 255]$ 间的整数数值, 以利于图像的存储和显示。

根据上面的定义, 可推导出 IHS 正、反变换模型, 见表 1 和表 2。

表 2 中的起始色调 H_0 可灵活地用于图像的调色, 有利于选择最佳的颜色呈现效果。常用的起始色调和对应的 H_0 值见表 3。

表 2 IHS 反变换

Table 2 Mathematical expression for IHS to RGB color space transform

条件	$0 \leq H' < 85$	$85 \leq H' < 170$	$170 \leq H' < 255$
计算式	$H'' = H'$ $R = I * (1 + 2S' - 3H''S'/85)$ $G = I * (1 - S' + 3H''S'/85)$ $B = I * (1 - S')$	$H'' = H' - 85$ $R = I * (1 - S')$ $G = I * (1 + 2S' - 3H''S'/85)$ $B = I * (1 - S' + 3H''S'/85)$	$H'' = H' - 170$ $R = I * (1 - S' + 3H''S'/85)$ $G = I * (1 - S')$ $B = I * (1 + 2S' - 3H''S'/85)$

起始色调值 H_0 由用户根据应用需要选取。 $S' = S/255$, $H' = H + H_0$; 若 $H + H_0 > 255$ 则 $H' = H + H_0 - 255$ 。

表 3 常用的起始色调和对应的 H_0 值

Table 3 Beginning hues and corresponding H_0 values

红	黄	绿	青	蓝	紫	红
0	42	85	127	170	208	255
						(与 0 同)

四、图像增强和信息提取试验

1. 苏州市 TM 图像的统计特征和主成分的生成

在进行主成分变换和 IHS 彩色变换处理之前, 先利用 1:2.5 万苏州市城市地图苏州市的行政边界进行了数字化处理。此项工作在 ARIES 系统的 GENTIAN 数字化板上完成。然后形成一个二值文件, 使边界内部的像元取值为 1, 界外无关像元取值为 0。将这个二值文件与 TM_6 个波段 (即 $TM_{1,2,3,4,5,7}$, 热红外波段未用) 数据作逻辑乘运算, 使边界内外的像元得到了分离。界内像元总数为 167125。表 4 列出了 TM 数据的统计特征, 表 5 为协方差矩阵的特征值和特征向量。图版 I 图 3 为苏州市 $TM_3(R)$ 、 $TM_4(G)$ 、 $TM_5(B)$ 假彩色合成图像。

苏州市境内景观内容很丰富, 典型地类有: 旧城(居民)、新城、水稻、蔬菜地、水体、山地。在计算机上圈划训练区计算了这些典型地类的统计参数, 表 6 为它们的均值。

为了显示的方便, 在计算机上生成主成分图像时要对主成分的系数进行调整, 即对主成分的系数同乘一常数, 再把主成分的均值调整到 128, 各系数间的相互比例关系仍不

变。这样便能充分利用计算机的显示范围。不过不同的主成分乘的常数的数值也不同。

表 4 苏州市 TM 图像的统计特征

Table 4 Statistic signature of TM image data, Suzhou study area.

波段	均值	标准差	TM ₁	TM ₂	TM ₃	TM ₄	TM ₅	TM ₇
TM ₁	79.15	9.72	94.572					
TM ₂	33.80	5.96	46.490	35.556				
TM ₃	30.34	9.38	88.374	44.599	87.988			
TM ₄	60.93	23.45	-42.923	-0.988	-35.783	549.920		
TM ₅	52.11	18.58	64.372	48.908	70.510	255.951	345.393	
TM ₇	20.52	9.73	72.883	40.530	74.539	32.658	140.370	94.740

注: 右栏为协方差矩阵。

表 5 协方差矩阵的特征值和特征向量

Table 5 Eigenvalues and eigenvectors calculated from covariance matrix

特征值、特征向量	TM ₁	TM ₂	TM ₃	TM ₄	TM ₅	TM ₇
$\lambda_1 = 744.70398$	0.0372	0.0522	0.0495	0.7846	0.5876	0.1796
$\lambda_2 = 373.92184$	-0.4504	-0.2295	-0.4409	0.4624	-0.4028	-0.4171
$\lambda_3 = 69.47756$	0.4717	0.2448	0.4069	0.4059	-0.6218	-0.0237
$\lambda_4 = 11.19308$	0.0798	-0.8855	0.1989	0.0584	-0.1344	0.3854
$\lambda_5 = 6.44185$	-0.4422	0.3163	-0.1277	0.0484	-0.2925	0.7747
$\lambda_6 = 2.43193$	0.6094	-0.0170	-0.7627	0.0072	-0.0468	0.2109

表 6 几种典型地类的波段均值和第一、二、三主成分值

Table 6 Band means and the first, second, third principal components of some typical landuse types.

地类	TM ₁	TM ₂	TM ₃	TM ₄	TM ₅	TM ₇	PC ₁	PC ₂	PC ₃
旧城	80.1	32.1	31.5	29.4	37.0	21.3	75.36	106.89	112.62
新城	105.63	52.63	53.63	65.38	76.13	41.63	165.77	33.11	193.50
水稻	65.81	24.87	17.88	78.41	49.57	13.16	141.98	184.03	103.52
菜地	76.41	35.63	26.99	106.18	72.97	20.95	201.74	149.96	147.69
水体	85.59	35.40	28.42	12.80	6.64	2.89	22.51	129.67	187.70
山地	68.22	28.79	20.78	89.05	70.89	18.72	176.74	163.70	73.97

表 6 中给出了苏州市典型地物前 3 个主成分值。

在本研究中计算苏州市 TM 图像前 3 个主成分的实际变换式为:

$$PC_1 = 0.057912TM_1 + 0.08604TM_2 + 0.07705TM_3 + 1.22196TM_4 + 0.91506TM_5 + 0.27972TM_7 - 10.206$$

$$PC_2 = -0.989873TM_1 - 0.50447TM_2 - 0.96910TM_3 + 1.01635TM_4 - 0.88534TM_5 - 0.916647TM_7 + 255.31$$

$$PC_3 = 2.40524TM_1 + 1.248059TM_2 + 2.0748TM_3 + 2.06934TM_4 - 3.17066TM_5 - 0.12098TM_7 - 126.4$$

2. 苏州市 TM 彩色合成图像的 IHS 彩色变换信息提取试验

根据第三节介绍的 IHS 彩色变换模型,以 TM_3 、 TM_4 、 TM_5 波段的辐射数值为 R、G、B 输入色值(图版 I 图 3),计算了 I、H、S 成分。然后根据 H 成分直方图上各类典型地物的分布得到了良好的区分。分割时的阈值为 70 和 170。 $H = 0-70$ 为水体; $H = 71-170$ 为植被; $H = 171-255$ 为城镇。图版 I 图 4 为 H 成分伪彩色密度分割的结果图像。

3. 主成分图像的 IHS 反变换彩色合成试验

如何灵活、有效地显示多波段数据变换后的主成分一直是人们研究的问题。现在常用的方法和原始波段假彩色合成一样,选择 3 个主成分作红绿蓝假彩色合成。但是这种方法有明显的不妥之处,因为各主成分之间并不象原始波段之间一样在物理意义和信息意义上等同。第一主成分具有最大的方差信息量,随后的主成分方差信息依次减少而噪声成分逐渐增高。在计算机上生成主成分时为了存贮和显示的方便,要根据各主成分的均值和方差特点把主成分的数值拉伸到 $[0, 255]$ 范围。这样处理的实际结果是把原来方差很小的主成分的方差人为地扩大了,噪声成分也得到了放大。主成分阶次越高,噪声导致的图像斑驳零乱现象越严重。显然,直接合成只能概略地反映各主成分的信息内容。并不是主成分信息显示的最佳方法。

IHS 反变换彩色合成把输入成分分别赋作 I、H、S 成分,反算出 R、G、B 色值再作红绿蓝假彩色合成,其显示方式和解译原则与红绿蓝假彩色合成完全不同。在 IHS 反变换彩色合成图像上,图像的分辨率或者说细节主要由 I 决定。H 决定了图像的色调分布特点,H 值与相应的色调有一一对应的关系,形象直观的色调定量地表现了数值的大小。IHS 反变换彩色合成具有定量、形象直观、信息综合能力强的优点,特别适宜显示主成分或者其他物理意义和信息意义不相同的图像集。

在本文的研究工作中,选取了苏州市 TM 数据前 3 个主成分(记作 PC_1 、 PC_2 、 PC_3)进行了一系列的 IHS 反变换彩色合成研究,主要的变换组合方案有:

1) $I = PC_1, H = PC_2, S = PC_3$, 起始色调 $H_0 = 0$ (图版 I 图 5)。

2) $I = PC_2, H = PC_1, S = 150, H_0 = 0$ (图版 I 图 6)。 饱和度设置为常数可使图

表 7 不同起始色调条件下, H 数字数值和色调的对应关系

Table 7 Hues and their corresponding H digital values for $H_0 = 0$ and $H_0 = 127$

$H_0 \backslash H$	0	42	85	127	170	208	255
0	红	黄	绿	青	蓝	紫	红
127	青	蓝	紫	红	黄	绿	青

像判读人员的注意力集中投放在亮度和色调的分析上,更有利于了解 I 和 H 成分所代表的两种数据间的相互关系。

3) $I = PC_2,$
 $H = PC_1,$

$S = 150, H_0 = 127$ (图版 I 图 7)。

4) $I = PC_1, H = PC_3, S = PC_2, H_0 = 0$ (图版 I 图 8)。

5) $I = PC_1$, $H = PC_2$, $S = 150$, $H_0 = 0$ 。

表 7 给出了 $H_0 = 0$ 和 $H_0 = 127$ 两种条件下, 色调和作为 H 成分的数字数值的对应关系。

五、图像的分析 and 讨论

1、 $TM_{3,4,5}$ 彩色合成图像的彩色分析

在图版 I 图 3 上, 旧城区、新城和郊区的工厂、乡镇居民点呈紫红色调, 但亮度变异很大。旧城中部(北界为阊门—娄门一带, 南界为胥门—葑门一带, 参见图 1) 亮度较低, 但其中也零散间杂有亮度较高的像元。旧城北部和南部沿外护城河一带、新城、郊区的工厂、仓库和铁路货场等处亮度也很高。同为城镇建筑物, 在光谱数值上却有很大的差异, 不是一个紧密的集群。这种光谱不均一性是建筑物类型、屋顶材料、街道及庭院绿化状况、大气污染及其他环境因素综合影响陆地卫星传感器响应的结果, 在图象上监督和非监督分类中常严重影响城镇的分类准确度。但是, 这些不同的建筑群类都有一稳定均一共同特征——色调。在图版 I 图 3 的 H 成分的直方图上(图 9), 这些城镇建筑物的 H 值集中在峰值 225 附近。

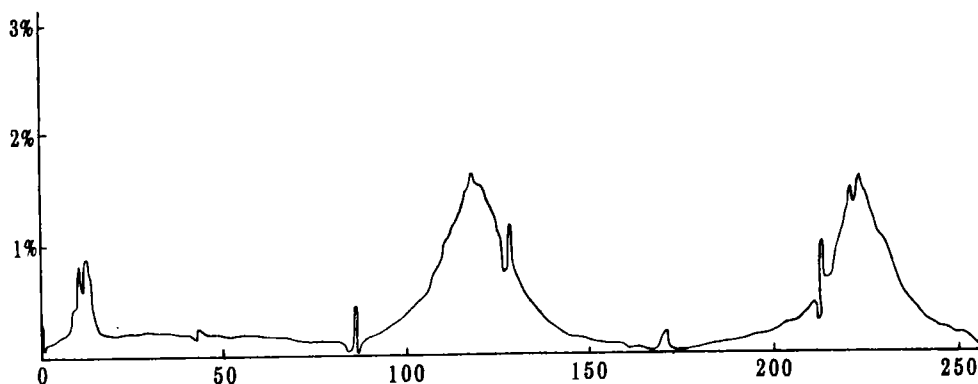


图 9 图版 I 图 3 的 H 成分直方图。水体、植被、城镇 3 大类地物在直方图上呈三峰态分布模式。左峰: 水体; 中峰: 植被; 右峰: 城镇。

Fig. 9 Histogram of H component for figure 3.

苏州市郊的水稻田、蔬菜地、西南吴山岭山地以及城中的拙政园、苏州公园、气象台、动物园、瑞光塔、苏州大学、旧城内东南角的大块绿地等植被覆盖区在图版 I 图 3 上呈青色, H 峰值为 120 (图 9)。金鸡湖、独墅湖、京杭大运河苏州段水网、星罗棋布的小水塘、水产养殖场等与水有关的地类呈红—橙红色调, H 峰值为 13 左右。由于多数小河渠宽度很窄, 在 TM 图像上实际为包括了两岸植被的混合像元。从 H 的直方图上也可见出这一点(图 9), 在水体峰和植被峰之间有不少的过渡值, 它们是混合像元的反映。在确定水体峰和植被峰之间的分界阈值时考虑了这一因素, 最后定为 70。植被峰和城镇峰之间的分界阈值为 170。

H成分经伪彩色密度分割后,准确、客观地表现了三大类地物的地理分布状况。在图版 I 图 4 上,整个苏州城区得到了良好的呈现。城内的面状绿地,如拙政园、苏州公园、旧城东南角的菜地、苏州大学、气象台、动物园、旧城西南角瑞光塔、网师园等都得到了清晰的显示。苏州市境内的水系水网特征十分醒目,城内的小块水面特征也得到一定程度的突出,表现为旧城中的红色零散小点。

利用其他波段的彩色合成图像(如 $TM_{4,3,2}$ 合成图像)作类似的研究进一步表明色调是地物的比较准确可靠、稳定的特征信息。笔者以前的工作也表明了在地形起伏低缓到中等的山区,覆盖植被的阳坡和阴坡虽然在光谱辐射数值上因阳光照射条件不同而有很大的差异,但在色调上却基本一致,能准确地反映植被的分布状况。由此可见,色调是可资利用的重要特征信息,具有很大的潜在应用价值。

2. 主成分的 IHS 反变换彩色合成图像的彩色分析

在主成分的 IHS 反变换彩色合成图像上,各主成分的信息内容得到了生动的呈现。第一主成分由各波段辐射值的加权和,但可见光波段的系数不到 0.1,可忽略不计,所以第一主成分主要反映了近红外—中红外的辐射水平。第二主成分中 TM_4 的系数为正数,而其他波段的系数均为负数,反映了 4 波段和其他波段间的差异。第三主成分与可见光波段和反射红外波段呈正的线性关系,与近红外和中红外波段呈负的线性关系。各类地物前 3 个主成分的数值排列顺序为:

PC_1 : 菜地 > 山地 > 新城 > 水稻 > 旧城 > 水体

PC_2 : 水稻 > 山地 > 菜地 > 水体 > 旧城 > 新城

PC_3 : 新城 > 水体 > 菜地 > 旧城 > 水稻 > 山地

在 $I = PC_1, H = PC_2, S = PC_3, H_0 = 0$ 的彩色合成图像上(图版 I 图 5),水体的 PC_1 很小而 PC_2 中等(表 6),呈极暗的青色。菜地的 PC_1 、 PC_2 和 PC_3 均较大,故呈亮且鲜、纯的蓝青色。水稻的 PC_1 中等强度, PC_2 较高,但 PC_3 较小,呈紫偏蓝的色调。山地的 PC_2 比水稻的 PC_2 略低,和 水稻同呈蓝—紫红色,二者差别不太明显。图版 I 图 6 上最有意义的信息是苏州市新、旧城的颜色对比。旧城的 PC_1 及 PC_3 远小于新城,而 PC_2 则比新城大得多。在图版 I 图 5 上,旧城呈亮度低的绿色色调;新城和郊区的工厂等呈饱和度和亮度均高的橙红—黄色;主成分的信息内容得到了清晰的显现。从光谱辐射数值上分析,旧城主要为密集的老式低层民宅建筑,排列不整齐,屋顶面积小且是“人”字形斜面,屋顶材料为年代较久的青灰色页瓦,居民区间小巷密如蛛网,因此旧城在 TM 各波段上辐射数值较低,新城和旧城北、东、南面的郊区工厂、仓库、生活小区、学校等建筑物规划较整齐,屋顶既宽又平,屋顶材料一般为水泥、新式瓦、玻璃钢棚等,在 TM 红外波段上具有较高的辐射数值。新旧城的辐射数值差别和相应的 PC_1 、 PC_2 、 PC_3 见于表 6,它们之间有显著的差异。此外,在旧城中也散布有许多橙红—黄色调的像元,它们为公共事业机关(体育场馆、医院、学校、商业大楼、车站和行政机关的建筑物,其建筑类型和新城相同)。苏州市城区的色调分布规律真实地反映了苏州市的城市规划特点。苏州是国家指定要重点保护的历史文化名城,也是全国四大重点环境保护城市之一。为了保护古居民区和古园林的特色,旧城中新建筑的发展受到严格的控制,现已将旧城西面辟

为重点发展的新城,近年来兴建了大量的新建筑,利用 IHS 反变换彩色合成方法,蕴藏在 TM 多波段数据内部的城市现状格局信息被清晰、生动地展现,和实际情况十分相符。

在 $I = PC_2$, $H = PC_1$, $S = 150$, $H_0 = 0$ (图版 I 图 6) 和 $H_0 = 127$ (图版 I 图 7) 的图像上,重点反映的信息是水稻和菜地的对比。在图版 I 图 7 上 PC_1 和色调的对应关系见表 7。水体因 PC_1 较低而呈青—蓝色调,苏州旧城次之,呈紫偏蓝的色调,新城呈紫红色调;水稻呈红—橙红色调;菜地的 PC_1 最高,呈黄—黄绿色调。由于红色调和黄—黄绿色调在视觉上有很显著的色差,因此水稻和菜地的对比十分鲜明。

在上面的合成试验中,虽然突出了水体、新城、旧城、水稻和菜地这些地类,但是山地和 水稻、菜地的差异没有得到有效的增强。从表 6 中可以看出:山地的 PC_1 和 PC_2 均介于水稻和菜地之间,而 PC_3 比水稻和菜地小。因此,在图版 I 图 6 和图 7 上山地的色调介于水稻和菜地之间,不易区分。根据这 3 种植被地类的主成分数值特点,选择了 PC_1 为 I 成分, PC_3 为 H 成分, PC_2 为 S 成分, H_0 取 0 进行了 IHS 变换彩色合成。图版 I 图 8 为合成图像,其中山地呈黄到绿色色调,加之其空间纹理特征(山内居民点少,无河道沟渠,植被覆盖较茂密均匀,因而图斑结构较均一、完整),很易与水稻、菜地相辨。

通过上面这些处理,3 种植被地类间的差异得到了有效的突出,各地类信息也一一得到完美的显现。主成分变换和 IHS 变换相结合,既充分利用了主成分变换的信息浓聚能力,又发挥了 IHS 变换的信息表现能力,因此可以收到理想的信息提取效果。

六、结 语

以上的研究表明: IHS 彩色变换和主成分变换技术相结合,具有独特的信息提取效果。IHS 变换从色度学原理出发,充分利用了人眼对颜色有灵敏感知和分辨能力的特点,把特征信息以颜色作为中介传入人脑进行加工、分析、判断,具有极强的信息综合能力和表现能力。另一方面也表明陆地卫星 TM 数据结构内部含有丰富的多光谱信息。虽然它们是微弱甚至是模糊的,但只要选择适宜的信息提取、变换方法,这些微弱信息还是能被显现出来。本文介绍的主成分和 IHS 变换的结合应用的效果无疑对卫星数据的充分利用有重要的意义。

除了主成分图像外,比值图像、图像间算术运算结果(加、减、乘、除的综合)、Kauth-Thomas 变换的亮度、绿度、湿度成分、空域滤波结果等都可用 IHS 反变换法作彩色合成。在多遥感源、多传感器、多分辨率的遥感信息的复合中, IHS 变换也具有很好的应用价值,值得深入探索。

参 考 文 献

- [1] G. L. Raines, Digital color analysis of color-ratio-composite LANDSAT scenes, Proc. 11th international Symposium on remote sensing of environment, p.1463—1472, 1977.
- [2] R. Haydn & M. Youssef, The application of processed LANDSAT imagery in photo-interpretation, Internation Symposium on remote sensing of environment, p. 1463—1472, 1977.
- [3] B. S. Siegal, A. R. Gillespie, Remote sensing in geology, John Wiley & Sons Inc., 1980.
- [4] A. R. Gillespie, A. B. Kahle, and R. E. Walker Color enhancement of highly correlated images, I: Decorrelation and HSI contrast stretches, Remote sensing of environment, Vol. 20, No. 3, p.209—235, 1986.

THE COMBINED USE OF PRINCIPAL COMPONENT TRANSFORM AND IHS COLOR TRANSFORM FOR SPECTRAL SIGNATURE EXTRACTION FROM TM DATA

Li Xuwen

(The Environmental Science Research Institute, Jiangsu Province)

Abstract

This paper shows the application of IHS color transform and principal component transform for information extraction from TM image in Suzhou study area. It is shown that landuse types have characteristic hues on color composites of multispectral data. Based on the hue analysis of water body, vegetation and urban area on $TM_3(R)$, $TM_4(G)$, $TM_5(B)$ color composite, the H component is color-sliced, the spatial distribution of the three major landuse types is distinctly demonstrated. On the inverse IHS color transform composite of principal components (PCs), the information content of PCs is quantitatively and vividly displayed, the spectral difference between the old urban area and the newly developed urban area, the urban status and the feature of contemporary city planning are conspicuously demonstrated. The spectral difference among rice, vegetable and hill forest is also effectively enhanced. The combined use of principal component transform and IHS color transform provides a powerful information extraction tool for multispectral data processing.

Key words Principal Component Transform IHS Color Transform TM Image Information Extraction



图3 苏州市TM₃(红)、TM₄(绿)、TM₅(蓝)彩色合成图像

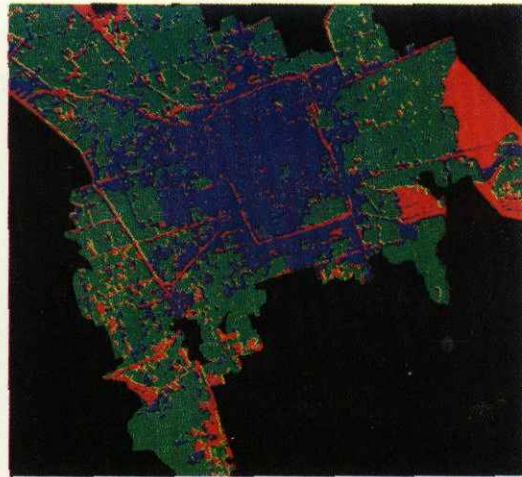


图4 图3色调成分H的伪彩色密度分割图像



图5 $I=PC_1, H=PC_2, S=PC_3, H_0=0$ 的IHS变换彩色合成图像



图6 $I=PC_2, H=PC_1, S=150, H_0=0$ 的IHS变换彩色合成图像



图7 $I=PC_2, H=PC_1, S=150, H_0=127$ 的IHS变换彩色合成图像

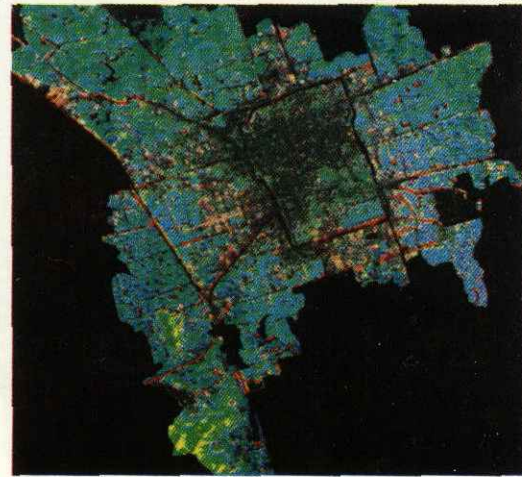


图8 $I=PC_1, H=PC_3, S=PC_2, H_0=0$ 的IHS变换彩色合成图像