

# 从受严重散射影响的红外图象中提取植被信息

刘其真

(复旦大学计算机科学系, 上海 200433)

**摘要** 在分析了各类散射对彩红外图象影响的基础上, 针对植物的光谱反射特性及其在彩红外图象中的色彩特征, 提出了一个从受严重散射影响的彩红外图象中提取植被信息的方法。该方法是将图象的色饱和度调整到一定范围, 并按比例曲线增强近红外波段、衰减其它波段。实验结果表明该方法是有用的。

**关键词** 散射 彩红外图象 植被光谱 红外增强 信息提取

## 1 散射对彩红外图象的影响

在空气污染较严重的城市上空, 常见“黑雾”弥漫, 形成“黑雾”的主要原因是大气中的总悬浮颗粒物密度过高, 这些悬浮颗粒物主要来自燃料废气和地面扬尘, 它们对遥感影像造成了严重的散射影响<sup>[1]</sup>。

设悬浮颗粒物的直径为  $r$ , 则按直径  $r$  与入射光谱波长  $\lambda$  比例的不同, 可形成 3 种不同的散射<sup>[2~4]</sup>。

(1)  $r \ll \lambda$ , 形成瑞利(Rayleigh)散射, 其散射系数为

$$\beta(\theta, \lambda) = \frac{2\pi^2}{N^4} [n(\lambda) - 1]^2 (1 + \cos^2\theta) \quad (1)$$

式中  $\theta$  为入射辐射与散射辐射之间的角度,  $N$  为单位体积大气内的散射粒子数,  $n(\lambda)$  为散射粒子的折射率, 它与波长  $\lambda$  有关。

因瑞利散射系数与波长的 4 次方成反比, 所以那些波长较短的紫、蓝、绿等可见光波段受到的散射影响较大, 而红外波段因其波长较长而受到的影响较小。

(2)  $r \approx \lambda$ , 形成米氏(Mie)散射, 如果粒径从  $a_1$  至  $a_2$  的分布是连续的, 则散射系数  $\sigma_\lambda$  为

$$\sigma_\lambda = 10^5 \pi \int_{a_1}^{a_2} N(r) K(r, n) a^2 da \quad (2)$$

式中  $N(r)$  是在粒径区间  $(a \sim a + da)$  内的粒子数,  $K(r, n)$  是对应有效截面的散射系数,  $a$  为球形粒子的半径,  $n$  为粒子的折射率。

(3)  $r \gg \lambda$ , 形成无选择散射, 即对所有波长一律散射。

米氏散射和无选择散射对可见光波段和红外波段的遥感成象都有较严重的影响, 使图象质量变得低劣, 其影响程度与悬浮粒子的浓度成正比。在空气污染较严重的大城市上空所获得的彩红外遥感影像, 往往是看上去灰蒙蒙的一片, 而且图象的清晰度也很差。

## 2 从受严重散射影响的红外图象中提取植被信息

### 2.1 波段选择

图 1 给出了若干典型自然地物的光谱反射曲线<sup>[5]</sup>。

从图 1 可以看出, 健康植物在  $(0.49\mu\text{m}$  至  $0.57\mu\text{m})$  的绿色波长区间有一个反射峰, 这个反射峰由叶绿素的光谱反射特性所形成。但健康植物在该波长区间的反射强度小于干燥土壤或浑浊水域的反射强度, 而且健康植物在绿色波长区间的反射曲线混杂在其它自然地物的反射曲线之间, 这为从绿

色波长区间提取植被信息带来了困难。

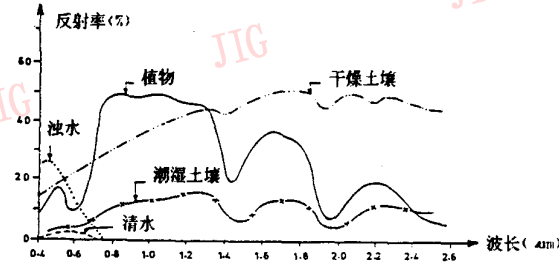


图1 若干典型地物的光谱反射曲线

不过,从图1还可以看出,健康植物在(0.80μm至1.30μm)的近红外波长区间有一个较高的反射平台,其反射率高于其它自然地物,该反射平台主要由健康植物的叶细胞组织和叶脉网状结构的光谱反射特性所形成。健康植物在近红外波段的这一高反射特性是可以用来反映植被信息的。又根据前述散射影响的分析,知近红外波段基本上不受瑞利散射的影响,因此在本项研究中选用近红外波段来提取植被信息。

### 2.2 颜色选择

彩红外图象中红、绿、蓝三要素的构成规律是:

红色:表示近红外反射光谱。

绿色:表示可见光红色反射光谱。

蓝色:表示可见光绿色反射光谱。

表1列出了若干常见地物在彩红外图象中所呈现的颜色<sup>[6]</sup>。

表1 常见地物在彩红外图象上所呈现的颜色

地物	颜色特征
健康植物 { 阔叶类	红—品红
健康植物 { 针叶类	浅红棕—紫红
病态植物 { 隐性期	深红
病态植物 { 显性期	青紫
秋叶	黄—白
清洁水域	深蓝—白
浑浊水域	浅蓝
潮湿土壤	显著暗色调
阴影	带有可视细节的黑色

令我们感兴趣的是植物在彩红外图象中所呈现的红色,如前所述,这是植物的叶细胞组织和叶脉网状结构在近红外波段的光谱反射特性所形成,因此,

要想在彩红外图象中突现植被信息,最有效的方法是增强图象中的红色调。

### 2.3 提取植被信息

由以上叙述可知,选择并增强彩红外图象中的红色信息,就是选择并增强绿色植被在近红外波段的光谱反射信息。在本项研究中,采用图2所示的颜色变换方法使植被信息从原始图象中突现出来。

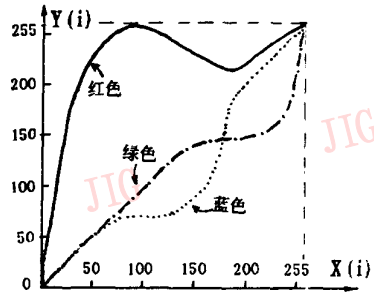


图2 颜色变换曲线

图2中, X(i)表示某种颜色的原始灰度级, Y(i)表示该种颜色经过变换后的灰度等级,设变换系数为 K(i), 则

$$K(i) = Y(i) / X(i) \tag{3}$$

式中 i=0,1,2,...,255, K(i)为一非线性函数,而且对于红色:

$$K(i) \gg 1 \text{ (色阶在 } 0 \sim 180 \text{ 范围内)} \tag{4}$$

$$K(i) \geq 1 \text{ (其它色阶)} \tag{5}$$

对于绿色:

$$K(i) \approx 1 \text{ (色阶在 } 0 \sim 160 \text{ 范围内)} \tag{6}$$

$$K(i) \leq 1 \text{ (其它色阶)} \tag{7}$$

对于蓝色:

$$K(i) \leq 1 \text{ (色阶在 } 80 \sim 180 \text{ 范围内)} \tag{8}$$

$$K(i) \approx 1 \text{ (其它色阶)} \tag{9}$$

在进行色调变换的同时,还应使色饱和度达到60%~90%的限度内,以便将图象上代表绿色植被信息的红颜色从背景中突现出来。

## 3 实验结果

用本文所述的方法进行了提取植被信息的实验。原始图象是从某大城市上空拍摄到的十余张彩红外航片,当时该城市的空气污染情况比较严重,因此所得航片系受严重散射影响的彩红外图象,从中很难找见代表植被信息的红颜色。而按照本文所介

绍的方法处理后的图象中,红色所代表的植被信息被十分清晰地突现出来,公园、绿地、滨江绿化带、马路行道树等一目了然。从处理后的图象中还可以明显地看出,该市江右边的新开发区的绿化情况显然优于江左边的老城区。

实验结果表明,本文所述的从受严重散射影响的彩红外图象中提取植被信息的理论依据是可靠的,方法是得当的。该项研究对于城市绿化、生态环境调查、城市 GIS 等领域的研究和应用具有积极意义。

**致谢** 感谢复旦大学计算机科学系何永保教授、德国基尔大学 Michael Hansen 博士、以及上海测绘院石春花工程师等对本项研究所给予的大力支持与帮助。

sensing. John Wiley and Sons. Inc, 1989, 346~355.

- 2 Swain P H, Davis S M. Remote Sensing — The Quantitative Approach. McGraw Hill International Book Company, 1978.
- 3 Robert A Schwengerdt. Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing. Academic Press, 1983.
- 4 Hord R Micgael. Digital Image Processing of Remotely Sensed Data. Academic Press, 1982.
- 5 Ravi P Gupta. Remote Sensing Geology. Springer Verlag, 1991, 30~34.
- 6 Floyd F Sabins, JR, Remote Sensing Principles and Interpretation. W. H. Freeman Company, 1978, 17~50.



**刘其真** 1970年毕业于复旦大学物理学系,现为复旦大学计算机科学系副教授。曾赴德国基尔大学进修。主要研究方向为图象处理、模式识别、遥感应用、自动控制等。发表论文 30 余篇。

### 参考文献

- 1 Ghassem Asrar. Theory and Applications of Optical Remote

## Extract Vegetational Information from Serious Scattered IR Image

Liu Qizhen

(Computer Science Dept, Fudan University, Shanghai 200433)

**Abstract** In this paper a method of extraction vegetational information from serious scattered IR image is described. The method is based on spectral analysis and color regulation of IR image. The method is enhancing near infrared band and weakening other bands by some rules, and making the color saturation to a suitable range. The experimental results show this method is effective.

**Keywords** Scattering, IR image, Spectral analysis of vegetation, Enhance near infrared band, Extract vegetational information