

遥感图象波段维上的反差增强处理技术的研究

丁树柏 张一民

(石油勘探开发科学研究院遥感地质研究所)

1985年11月12日收到

以往获得标准假彩色图象的处理方法,是采取对7、5、4波段分别进行反差增强,然后再做彩色合成,或者先合成,再做反差增强。这种方法对一些地区、一些季节的图象是可行的,但对另一些地区(如西藏、青海、新疆等),特别是在三个波段间相关性强的条件下,其处理效果是很差的。“二次增强”的处理方法,虽对图象质量有明显改进,但仍然是以单波段的反差增强为主要手段,步骤也较为复杂。本文提出的波段维上的反差增强技术,是通过在图象的特征空间(即波段维)上增强同名点三个波段上的灰度值的差异,来达到彩色增强、改进假彩色图象处理质量的。用新方法处理实际资料的结果表明,彩色图象的处理质量有明显提高,对“覆盖区”突出微弱地质现象有更为明显的效果。

一、波段维上的反差增强技术

波段维上反差增强技术的实质,是扩大同名点象元在要合成的三个波段上的灰度差异,使该同名点合成的色调鲜艳、彩色增强,使图象上不同地物间的微小的色调差异增强成明显的色调差异,从而达到增强图象信息的效果。这是一种用色调,即颜色来突出地质、地理信息的方法。这种方法比单纯用同一种色调的灰度差异突出地质、地理信息更加有效。

实现波段维反差增强技术有两个约束条件;其一,增强后的图象同名点象元的灰度值在三个波段上的灰度值还要保持原来的大小顺序。也就是说原来小的,增强后还是小的,原来大的,增强后还是大的;其二,增强后的图象同名点象元在三个波段上的灰度值之和保持不变,只是同名点象元在三个波段上的灰度值的差异扩大,使彩色合成后的色调鲜艳,信息丰富,并保持原来标准假彩色合成的特点。

1. 图象的描述

一幅遥感图象 $f(X, Y, Z, B)$ 是多维的,不能在同一个坐标系中把它描述清楚。下面用三个坐标系来描述要合成的三个波段图象。

野外地面上有三个点 g_1, g_2, g_3 分别代表不同的地物景观。它们在7、5、4波段上的灰度值分别为

$$g_{1,7} = Z_{1,7}, \quad g_{2,7} = Z_{2,7}, \quad g_{3,7} = Z_{3,7},$$

$$g_{1,5} = Z_{1,5}, \quad g_{2,5} = Z_{2,5}, \quad g_{3,5} = Z_{3,5},$$

$$g_{1,4} = Z_{1,4}, \quad g_{2,4} = Z_{2,4}, \quad g_{3,4} = Z_{3,4}$$

常规反差增强在 7 波段上是扩大 $Z_{1,7}$, $Z_{2,7}$, $Z_{3,7}$ 之间的差异, 在 5 波段上是扩大 $Z_{1,5}$, $Z_{2,5}$, $Z_{3,5}$ 之间的差异, 在 4 波段上是扩大 $Z_{1,4}$, $Z_{2,4}$, $Z_{3,4}$ 之间的差异。

波段维上的反差增强, 对 g_1 点是扩大 $Z_{1,7}$, $Z_{1,5}$, $Z_{1,4}$ 之间的差异; 对 g_2 点是扩大 $Z_{2,7}$, $Z_{2,5}$, $Z_{2,4}$ 之间的差异。对 g_3 点是扩大 $Z_{3,7}$, $Z_{3,5}$, $Z_{3,4}$ 之间的差异。

2. 波段维上反差增强技术的实现

为保持同一象元点在三个波段上灰度值大小的顺序不变, 灰度值之和不变, 并扩大其差异, 可采取如下步骤。

第一步, 计算出每个象元点三个波段的灰度值之和:

$$SUM(x, y) = \sum_{i=1}^3 B_i(x, y) \quad (1)$$

式中: $SUM(x, y)$ 代表一象元点在三个波段上的灰度值之和, x, y 代表每个象元点的采样序号和扫描行号, $i = 1, 2, 3$ 分别代表 7、5、4 波段。

第二步, 用一个灰度值 C 做为控制反差增强的参数值, C 值给定的小, 反差增强就小, C 值给定的大, 反差增强就大, C 值由原图象的色调、信息量的效果来确定。色调十分单调, 信息量不丰富的图象, C 值给大一些, 反之给小一些。 C 值确定以后, 把它和原象元点上三个波段上的灰度值和相加, 乘上一个系数 K , 使其结果仍然等于原来的灰度值之和, 则可求出系数 K :

$$\begin{aligned} K \cdot [SUM(x, y) + C] &= SUM(x, y) \\ K &= \frac{SUM(x, y)}{SUM(x, y) + C} \end{aligned} \quad (2)$$

处理后该象元点上每个波段上的灰度值为 $\hat{B}_i(x, y)$, \hat{C} 为新的控制参数。

$$\left. \begin{aligned} \hat{B}_i(x, y) &= K \cdot B_i(x, y) \\ \hat{C} &= k \cdot C \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

该象元点上新的灰度值 $\hat{B}_i(x, y)$ 之间的比例关系并没有改变, 只是系数 k 统一缩小了。下一步是把 \hat{C} 值用来扩大 $\hat{B}_i(x, y)$ 三个波段上灰度值间的差异。

第三步, 为合理地分配 \hat{C} 值, 先对 $\hat{B}_i(x, y)$ 三个值按其大小排队:

$$\left. \begin{aligned} MAX B(x, y) &= MAX \hat{B}_i(x, y) \\ MID B(x, y) &= MID \hat{B}_i(x, y) \\ MIN B(x, y) &= MIN \hat{B}_i(x, y) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中等号左边的项分别表示该象元点上三个波段中灰度的最大值、中间值和最小值。

第四步, 把 \hat{C} 值按照一定的分配原则分成二份, 以扩大三个灰度值间的差异, 分 \hat{C} 为二份的原则如下。

最大值与中间值扩大的反差量:

$$MAIN = \frac{MAX B(x, y) - MID B(x, y)}{MAX B(x, y) - MIN B(x, y)} \cdot \hat{C} \quad \left. \vphantom{MAIN} \right\} \quad (5)$$

最小值与中间值扩大的反差量:

$$MIIN = \frac{MID B(x, y) - MIN B(x, y)}{MAX B(x, y) - MIN B(x, y)} \cdot \hat{C}$$

第五步,先从扩大反差的目的去实现。最好的办法就是中间值不改变,把最大值加上反差量 MAIN,最小值减去反差量 MIIN;

$$\left. \begin{aligned} \widehat{MAX} B(x,y) &= MAXB(x,y) + MAIN \\ \widehat{MID} B(x,y) &= MIDB(x,y) \\ \widehat{MIN} B(x,y) &= MINB(x,y) - MIIN \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

第六步,再实现该象元点在三个波段上的灰度值之和保持不变。

从第二步可知

$$\hat{C} + \sum_{i=1}^3 \hat{B}_i(x,y) = SUM(x,y)$$

从第四步可知

$$\hat{C} = MAIN + MIIN$$

从第五步可知,在最大值的波段上加上 MAIN,在最小值波段上减去MIIN。从灰度值之和不变的条件衡量,只有再加上二倍的MIIN值,才能满足灰度值之和不变的条件。为了保持在第五步扩大了差异,把 2MIIN 平均分成三等分,分别加到扩大了差异的三个波段中去:

$$\left. \begin{aligned} \widehat{MAX} B(x,y) &= MAXB(x,y) + \frac{2}{3} MIIN \\ \widehat{MID} B(x,y) &= MIDB(x,y) + \frac{2}{3} MIIN \\ \widehat{MIN} B(x,y) &= MINB(x,y) + \frac{2}{3} MIIN \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

最后,用MAXB(x,y), MIDB(x,y), MINB(x,y) 灰度值之和,取代原图象上同一象元点上相对应的三个波段的灰度值。这样,既扩大了同一象元点上三个波段上的灰度值的反差,又保持了它们原来大小的顺序关系及它们灰度值之和不变,同时还达到了使色调鲜艳的目的。

程序上对数据的运算都采用实型运算,最后转换成字节型。图 1 为程序实现框图。

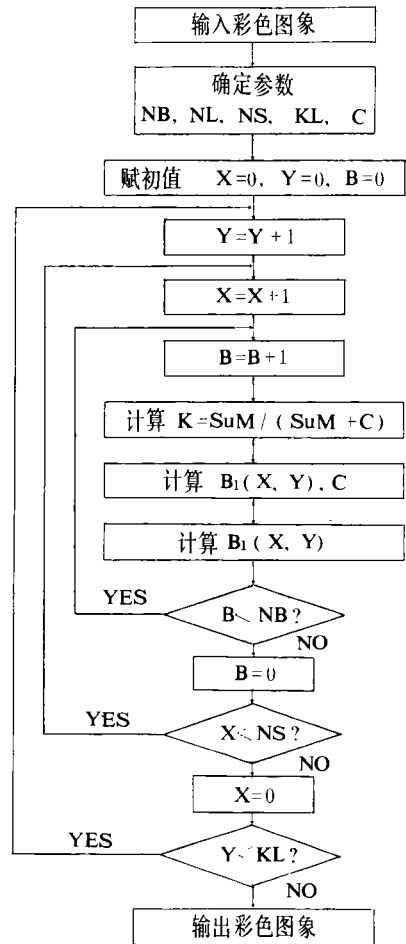


图 1 程序实现框图

Fig. 1 Block Diagram of Program Realization

二、对实际遥感图象处理的效果

用上述方法编制的彩色增强程序,对遥感图象 129—37 幅中的子区高邮湖地区进行了实际处理。高邮湖周围均为平原覆盖区,北部是苏北油田。图版 VI 图 2 是用常规增强处理获得的假彩色图象。从这张图象上看,高邮湖周围的陆地色调很单调,以暗红色为主,看不到什么地质信息。图版 VI 图 3 是用新编的彩色增强程序处理得到的图象。从这

张图上看,色调丰富多了。在陆地部分可以见到很多地质现象,特别是在苏北油田一带,可以见到大大小小形状不同的环形影象。经地质工作者将图版 VI 图 3 与油田绘制的苏北油田构造图(图版 VI 图 4)对照,有的出油的井位,正好在影象上显示的环形影象之中,从而引起了地质工作者的极大兴趣。对于覆盖区这样丰富的地质信息,地质工作者正在进行深入的分析,研究和解译,以找出影象上的地质信息与油气资源的联系。

上述对比表明,波段维反差增强技术具有良好的实用效果,也说明了用彩色差异来突出地质信息间之差异的可行性。

Research on Processing Technique of Accentuation of Spectral-Dimension of Remote Sensing Image

Ding Shubai Zhang Yimin

(Institute of Remote Sensing Geology, Academy of Petroleum Investigation and Development Science)

Abstract

The experience in the past years of image processing shows a few geological information in the plain area. Conventional contrast enhancement gives monotonous hue that would not reflect geological subject properly. Authors suggest performance of enhancement at spectral dimensions. The nature of suggested technique is extension of the differences in the brightness values of named pixel at the three spectral dimensions which are involved in the composition that makes the named pixel more bright-colored, i.e. color-enhanced. Such processing method changes the subtle differences between the brightness of the diverse objects in the image into obvious differences in the colors. The geological information can be enhanced in this way.

Performance of spectral-dimension enhancement requires two terms. The first is that the brightness values of the named pixel must maintain the same relationship, i.e., the bigger value must be remained bigger after enhancement; the second, sum of the brightness values at the three dimensions must be remained the same as before enhancement, so that the only operation in the enhancement is extension of the differences in the brightnesses at three spectral bands. Therefore, the method provides the specifications of a standard false color composite and, simultaneously, a bright-colored, information-enriched image.



图 2、

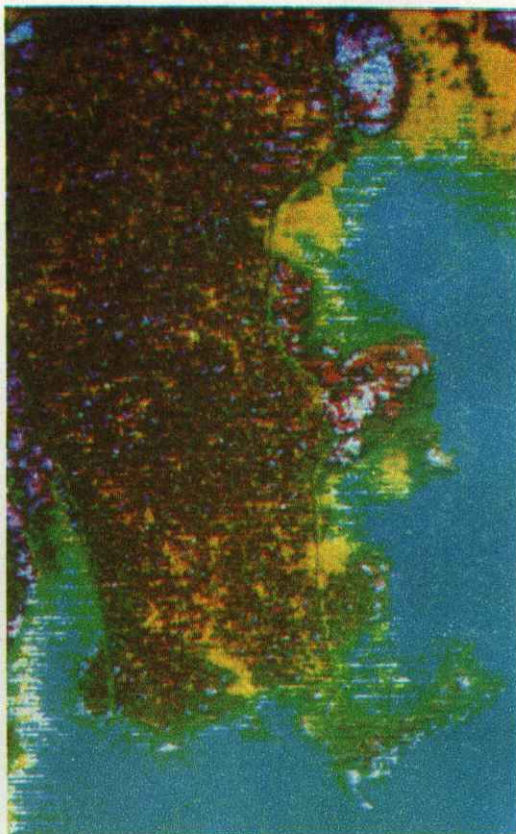


图 3

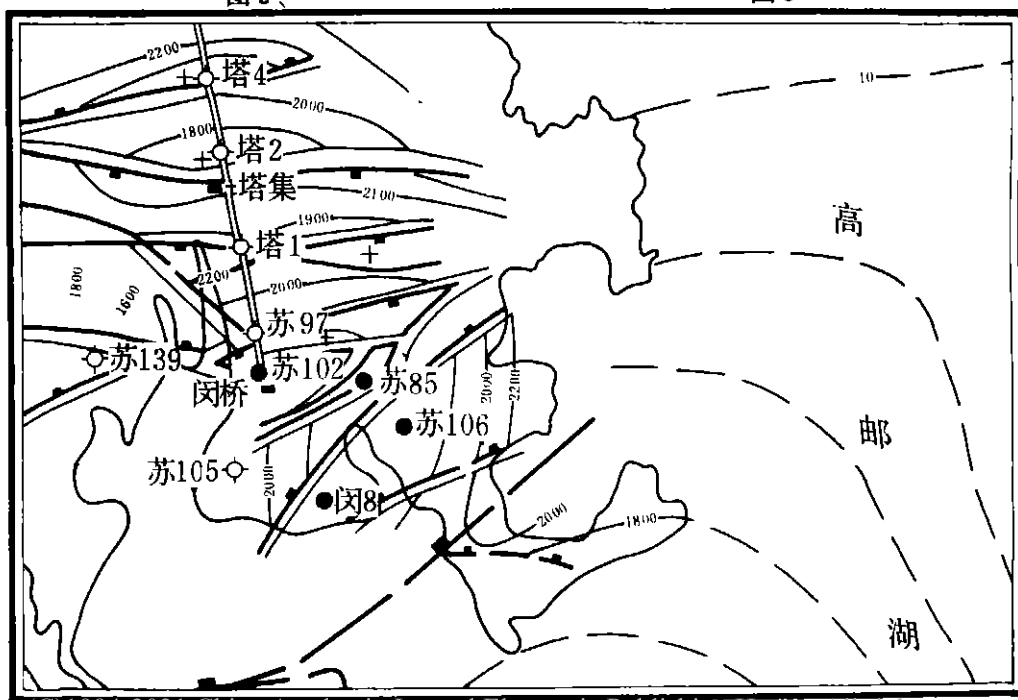


图 4