

遥感模糊图像分割与像元分析

徐青山 赵凤生 魏合理 刘庆红

(中国科学院安徽光学精密机械研究所 合肥 230031)

摘 要

卫星遥感对地观测获取的图像信息其像元的数据往往是多种地表成分的复合,因此地表反射、辐射反映在像元上就带有一定的模糊性。基于模糊数学的理论和方法,同时利用了 TM(1,2,3,4,5,7) 六个波段的数据信息,对一幅图像进行非监督分割,并用模糊算法对单个像元所隶属的各聚类中心的成分进行了数值分析。结果显示尽管分割后一些像元属同一类别,但其复合成分则不尽相同。该方法对于 TM 像元分析精度的可靠性有待地面工作的进一步验证。

关键词 陆地卫星 TM, 模糊分割, 像元分析

遥感图像处理

1 简介

在遥感技术中,图像处理一般有监督分类与非监督分类两大类。监督分类需要已知所属类别的训练样本集。非监督分类不需要样本集的先验知识,只根据给定像元间的相似性进行分类,即在特征空间上把具有类似特征的簇作为一个聚类来加以识别,所以非监督分类(分割)的方法在图像处理上有很多的优点。

在一些遥感图像分析中,像元所对应的地面信息的分类通常给出一个严格的判断面,要么属于此;要么属于彼。而自然界中的地面信息在概念上有时不易给出严格的定义,如:“稀疏的草地”这样一个模糊的概念,按上述判断它只能被简单地划分为“草地”或“土壤”,而不能考虑草地与土壤的复合成分。

模糊理论提供了一个处理这种复合信息的有效手段:Jeansoulin 等人提出了依据多种准则使用模糊算法结合多时相解析图像特征^[1]; Cannon 等人发展了 FCM 聚类算

法用于 TM 图像的非监督分类,在这种算法中,主要是利用一些中间结果^[2]; Zenzo 等人发展了一个模糊相关分类算法^[3]; Wang [J] 在图像分类处理时,采用训练区统计分析方法^[4]。在这篇文章里,我们同时利用 TM 六个波段数据信息对图像进行模糊非监督分割,并给出像元复合成分分析算法。它主要包括以下几个方面:(1) 数字图像的预处理;(2) 根据多波段图像像元间的模糊相似性关系进行分块分割;(3) 各块分割结果由其贴适度进行合并;(4) 由各聚类中心按模糊算法对复合像元进行成分分析。

通常的硬分类是将一个复合像元划归最大成分的一类,其它成分则不予考虑,这就损失了大量的地面信息。而模糊分割可得出样本对某类的从属程度,因此模糊分割能够更真实地表示地面类别并使更多的光谱信息用于后续分析。

2 多光谱模糊分割算法

遥感数字图像是以像元的形式记录的,

所记录的信息是地面物体光谱特征的表现。在一个波段上, 当一个像元只覆盖一种地物时, 图像灰度值反映此地物的光谱特征; 而当一个像元覆盖多种地物时, 则在此波段上像元所记录的是复合光谱特征。在模糊分割中, 光谱空间每一像元 μ_i 可由一组数据 $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}$ 来表征, 则 μ_i 与 μ_j 的相似程度可由下式来规定

$$r = \begin{cases} 1 & (i = j) \\ 1 - c \sum_{k=1}^m |x_{ik} - x_{jk}| & (i \neq j) \end{cases}$$

其模糊相似矩阵为

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ & & \dots & \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

由上述方法建立起来的关系, 一般来说只满足自反性和对称性, 不满足传递性, 尚不是模糊等价关系, 需进行改造, 使其满足

$$R^2 \subseteq R$$

然后求其截矩阵 R_λ , 对于一个给定的 $\lambda (\lambda \in [0, 1])$, 就确定一种分类。从这种动态过程中可以看出谁跟谁更接近, 体现了—个归并的先后次序。

有时为了运算上的快捷方便, 上述过程可以分块进行, 对分割后块间的类别利用其数据间贴近度进行合并

$$d(A, B) \triangleq \left[\sum_{k=1}^m |\mu_A(\mu_k) - \mu_B(\mu_k)|^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

式中 m 是类别的数, 取 $p = 2$ 即为通常的欧氏距离。

我们研究的是一幅某城郊机场的数字图像 (64×64), 同时利用了 TM 的六个波段信息建立 R 矩阵, 对于提取特定的机场与道路信息而给定的截矩阵与贴近度整幅图像分割出六种类别, 如图 1 所示。分割后其聚类中心如表 1 所示。

表 1 分割后各类别的中心

波段	TM(1)	TM(2)	TM(3)	TM(4)	TM(5)	TM(7)
[1]	72.64	30.99	32.97	28.97	40.74	20.79
类 [2]	72.73	30.77	31.10	21.09	17.27	7.64
[3]	72.46	35.99	40.78	35.60	61.81	36.87
[4]	72.93	40.96	47.47	40.52	72.48	47.70
别 [5]	72.73	42.09	49.14	42.27	78.09	53.55
[6]	73.18	34.41	37.92	32.38	44.49	26.08

3 复合像元成分的分析处理

通过上述分割处理给出了由各像元之间的相似程度所决定的归属, 但不能对复合像元的成分进行分析。然而, 它所给出的结果用于 Bezdek 的 FCM 算法时, 可避免在开始运算时人为选择起始聚类中心的盲目性与多次迭代运算。利用这种算法对于已确定的 C

类, 样本集: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 每一个分类结果都对应一个 $c \times n$ 阶矩阵 U , 模糊矩阵 U 应满足下述三个条件

- (1) $\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \quad (\forall k)$
- (2) $\sum_{k=1}^n \mu_{ik} > 0 \quad (\forall i)$
- (3) $\mu_{ik} \in [0, 1] \quad (\forall i, k)$

用 M_{fc} 表示所有矩阵 U 的集合, 即

$$M_{fc} = \left\{ \mu \in V_{c \times n} \mid \mu_{ij} \in [0, 1], \forall ij; \sum_{i=1}^c \mu_{ij} = 1, \forall j; \sum_{j=1}^n \mu_{ij} > 0, \forall i \right\}$$

为了获得一个合理的分类, 我们需按某种分类准则从 M_{fc} 中挑出一个最好的分类, 则聚类准则可表示为

$$J(\mu, \nu) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^m \|x_k - \nu_i\|^2 \quad (1 \leq m < \infty)$$

这里 μ 是样本 X 的模糊 c 分割, $V_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in})$ 是聚类中心向量。聚类准则就

是求 μ, ν 使上式所表示的泛函达到最小。

在

$$\begin{cases} m > 1 \\ x_k \neq V_i \end{cases} \quad (\forall k, i)$$

时, 可以用下式求得最小 J_m

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left[\frac{\|x_k - V_i\|}{\|x_k - V_j\|} \right]^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1} \quad (\forall i, k)$$

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m} \quad (\forall i)$$

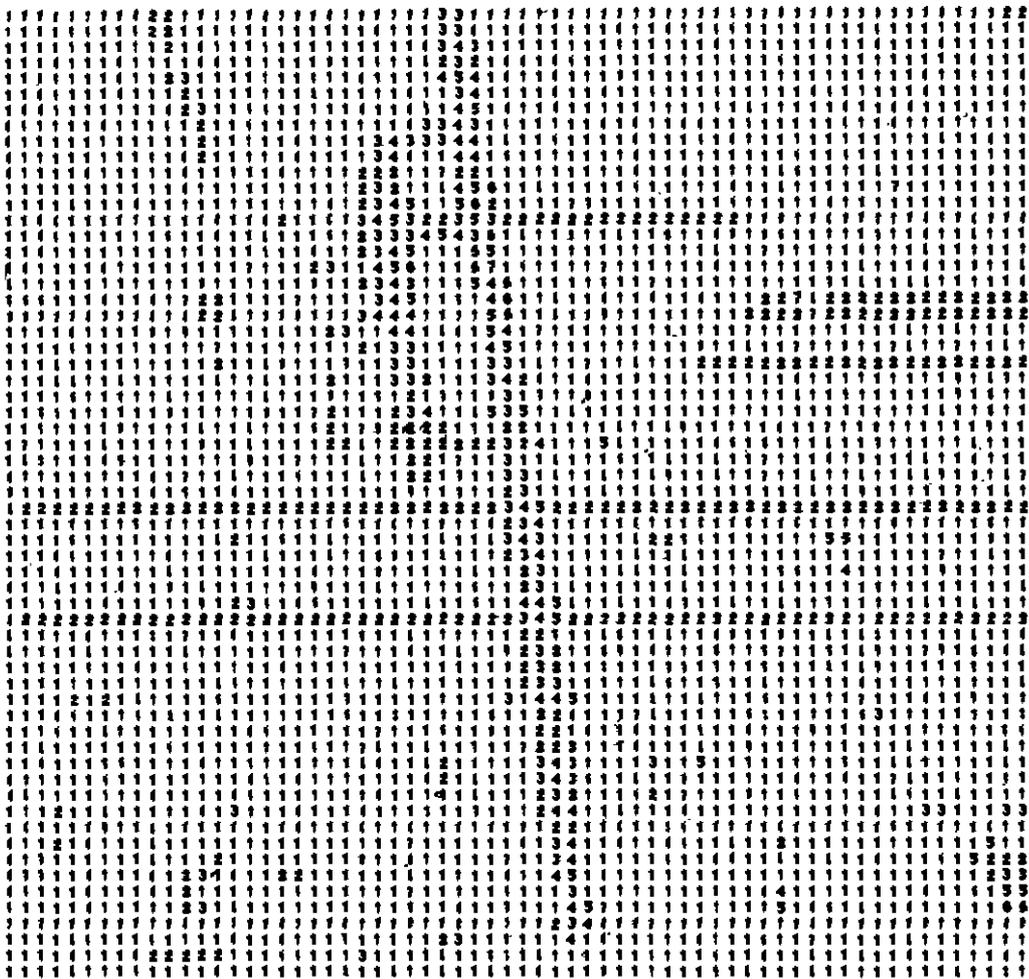


图 1

在这里, V_i 是利用了表 1 里的数据, 因此就避免了上式的迭代运算趋近聚类中心。尽管图 1 中的一些像元是同一标号, 但其复合成

分可能是不同的, 这是由所使用的模糊算法来决定的。表 2 是对图 1 中部分像元的复合成分分析的结果。

表 2 部分像元的复合成分分析

行, 列 (i, j)	标号	类 别					
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
(01,01)	1	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
(10,40)	1	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
(05,60)	1	0.66	0.15	0.00	0.00	0.00	0.13
(02,10)	2	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
(03,63)	2	0.08	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00
(24,64)	2	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00
(02,27)	3	0.12	0.00	0.41	0.08	0.05	0.30
(13,24)	3	0.00	0.00	0.71	0.09	0.00	0.10
(31,32)	4	0.00	0.00	0.00	0.25	0.66	0.00
(01,28)	4	0.00	0.00	0.06	0.40	0.49	0.00
(27,32)	5	0.00	0.00	0.00	0.17	0.82	0.00
(17,30)	5	0.00	0.00	0.00	0.55	0.40	0.00
(59,13)	6	0.13	0.00	0.10	0.00	0.00	0.72
(35,02)	6	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89

参 考 文 献

4 结 语

这种模糊非监督算法首先是根据多波段数据使图像分割, 对一个像元的处理同时考虑了六个波段的信息; 而分割后的 FCM 算法, 对像元的复合成分进行分析。这种算法的另一优点是可以根据实际应用的需要使用由粗到细的动态分割, 对于提取特定的地物信息有重要的意义。

- 1 Jeansonlin R et al. Multitemporal segmentation by means of fuzzy set. *Proc 1981 Machine Process of Remotely Sensed Data Symp.* West Lafayette: 1981,336~339
- 2 Cannon R L et al. Segmentation of a thematic mapper image using the fuzzy c-means clustering algorithm. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1986, GE-24:400~408
- 3 Zenzo S D et al. Gaussian maximum likelihood and contextual classification algorithms for multicrop classification. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1987,GE-25: 805~814
- 4 Wang F J. Fuzzy supervised classification of remote sensing. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1990,GE-28:194~201

(下转第 28 页)

3 吴贻伟. 地物光谱管理及识别系统. 1993

4 [美] 小乔治·S·科克. 地质数据统计分析. 北京: 科学出版社, 1978

Ground Object Spectra DataBase and It's Applications in Remote Sensing

Yi Weining Lu Yihuai Luo Ming

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica Hefei 230031)

Abstract

Establishing a ground object spectra database, managing & analysing varied typical targets' spectra data with advanced computer technique is an effective way to raise the level of processing remote sensing information and to make it effective and reasonable. This thesis discusses the essential process of designing database including spectra database standardization, system structure design and functional composition, intruduces a database system set-up by us as well.

Key words database, ground object spectra, remote sensing

(上接第 24 页)

Fuzzy Unsupervised Segmentation and Pixel Analysis of Remote Sensing Images

Xu Qingshan Zhao Fengsheng Wei Heli Liu Qinghong

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica Hefei 230031)

Abstract

In this paper, a segmentation procedure that utilizes a clustering algorithm based upon fuzzy set-theory is used. The procedure operates in a nonparametric unsupervised mode. The feasibility by classifying a six-band TM digital image with 64 scan lines and 64 pixels per scan line is demonstrated. Results of classifying are presented and pixels' membership is analyzed, however, the reliability for its accuracy remains to be further demonstrated with field's survey.

Key words landsat TM, fuzzy segmentation, pixel analysis