

利用多平台遥感数据复合研究城市 扩展的动态监测

赵元洪 田良虎 何侃

(浙江大学地球科学系)

1991年2月11日收稿

摘 要

本文利用不同时期的多平台遥感数据,研究了城市动态扩展的监测方法。文中采用了分类结果复合方法,在高速发展的岳阳地区的试验中,取得了良好的效果。在遥感图像的城市信息提取方面,设计了多个不同大小的权系数模板,提取相应的频数矢量作为城市的结构信息。利用这种结构信息,对城市图像进行逐步的结构处理,最终精度在91.7%以上。试验表明,本方法不仅对于一个实用的动态监测系统是一种灵活、实用性较强的监测方法,而且是解决充分利用已有遥感信息资源的有效手段。

关键词 动态监测 城市扩展 信息源 结构信息

一、引 言

研究城市的扩展,涉及到不同时期的遥感图像复合,遥感数据的复合必须解决两个问题,一是几何复合,二是信息复合。陈晓翔对两种不同分辨率图像(高和低分辨率图像)进行复合时采用两次匹配方法,使得几何复合精度提高到半个高分辨率图像像元¹⁾。例如:MSS和TM配准,TM分辨率高(30米),则二次配准的精度为15米。在信息复合方面,不外乎两种复合方法,一种是原始数据复合法(包括简单合成、各种变换),另一种是分类结果复合法。原始数据复合法对图像数据的要求比较高,它通常要求两期数据是同平台、同时相、同分辨率的。而一个实用的动态变化监测系统,必须具备多平台、多时相和不同分辨率图像之间能进行动态监测的功能,因而要求我们开发和研究比较灵活的分类结果复合法,从而建立一个较完善的动态监测系统。然而,以往的研究表明,分类结果复合法在精度上不如原始数据复合法;原因在于分类结果图中本身就存在着一定的误分率,那么当两张分类精度不高的图像进行比较时,监测结果的误差将是两幅图像分类误差的叠合,往往使变化监测的精度变得无法容忍。随着空间技术的进一步发展,新一代高分辨率传感器(TM, SPOT)相继问世,这些矛盾变得尤为突出。Karkham(1981)和David(1984)发现在城市信息提取中,自动分类效果有时高分辨率数据不如低分辨率数据。(这是因为高分辨率图像中存在影响分类的线性信息如道路等“干扰”信息之故。)

因而不进行分析方法上的突破将无法适应城市遥感发展的需要。本文采用结构方法

1) 陈晓翔,遥感数据更新方法研究,浙江大学硕士论文,1987年5月。

利用图像(特别是高分辨率图像)本身固有的空间信息对城市边界进行了很好的划分,对这些不同时期的城市信息进行复合,完成了发展非常迅速的岳阳市从 1978 年到 1987 年城市扩展区域的动态监测。

二、结构特征信息的提取

结构信息有时也称为邻近像元信息,是空间信息中的一种,它是指一个像元(或一组像元)与图像中其余任何像元之间的联系。直观地说,结构信息就是某些类别出现的伴随规律。可以想象,城区中心不会长出小麦。结构方法不仅可以用原始的多波段数据进行分类,还可以对已分类数据进行重分类,它的一个显著的特点,是在利用空间信息的同时,利用了多波段信息。

结构信息的特征提取多种多样,不同的研究,提取的结构关系特征也不同。例如,云层和阴影的关系特征是两者之间的距离和方向,水体边界与水体的关系特征是连接等。本次研究利用了局部窗口频数矢量作为结构特征信息(见图 1)。假定图像中包含有 n 个类别,则每个频数矢量 $(P_1 P_2 \cdots P_n)$ 具有 n 个元素,其中第 $k(1 \leq k \leq n)$ 个元素对应第 k 类在一定窗口内出现的频数,这个频数矢量代表了点 (i, j) 在一定窗口内的结构特征。把每一个点的频数矢量看作是一个 n 维向量,则频数矢量的提取结果就形成了一幅类似于 n 个波段的新图像。

1	2	2
2	1	1
1	1	1

图 1 假定有四个光谱类别则对应于此窗口的频数矢量为 $(5, 3, 0, 1)$

Fig. 1 With four possible classes, the frequencies corresponds to the given window is $(5, 3, 0, 1)$

三、城市边界的确定

本次研究收集有 1978 年 MSS 数字图像、1984 年航空像片和 1987 年 TM 数字图像,除了航空像片城市范围直接目视解译得到外, TM 及 MSS 城区范围均用结构重分类方法由计算机自动提取得到。

分析 TM 图像和 MSS 图像各自的光谱特性及研究区域的地物类型,我们选择了 TM1、TM3、TM4、TM5 及 MSS5、MSS6、MSS7,分别对 TM 和 MSS 图像进行动态聚类,动态聚类参见文献[1],得到两幅聚类图像。

1. TM 城市边界的确定

TM 图像动态聚类经必要的分裂和合并后,除城区、非城区和水体三类外,还存在着的一类介于城区与非城区之间的混合类,这一类一部分分布于城区内,一部分分布于非城区,大部分分布于城区与非城区的交界地。经分析,此类主要由三类物质组成:①绿化较好植物较多的城区;②植物量较小(可有少量房子)的非城区;③城区与非城区的过渡带。由于这三类地物具有类似的光谱特性,在动态聚类过程中划分到了同一个类别。考虑上述情况,为了重新划分混合类中的像元,我们利用频数矢量建立了一个判别准则。

设 P_1 和 P_2 分别代表城区和非城区的频数,给定阈值 $|B|$, 则对于混合类的点 X 有判别准则:

$$\begin{aligned}
 P_2 - P_1 > |B| & \quad \text{则 } X \in \text{非城区} \\
 P_2 - P_1 < -|B| & \quad \text{则 } X \in \text{城区} \\
 |P_1 - P_2| \leq |B| & \quad \text{则不判}
 \end{aligned}$$

在这个规则中, 阈值 $|B|$ 根据训练样本的 $P_1 - P_2$ 直方图获得。

结构方法对图像的重分类, 与计算频数矢量的窗口有关, Wharton (1982) 对这一方面作了详细的研究,他选择了两个子图,一个 100×100 像元,一个是 500×500 像元。两个子图都包含有四种混合类别,结果表明,窗口选择的大小,对图像分类的结果有较大的影响,见图 2。当窗口由小变大时,分类精度逐渐提高,并在一定大小的窗口达到最佳分类,当窗口进一步增大时,分类精度反而变小。这是因为,当窗口很大时,窗口中心像元与边缘像元的关系逐渐变小,即引入了无关系或错误关系的像元。

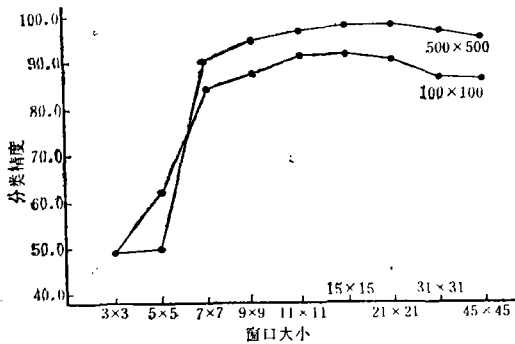


图 2 分类精度随窗口大小变化图(引自 Wharton, 1982)

Fig. 2 Correlation between reclassification accuracy and window size

在实际应用中,要准确确定最佳窗口的大小是相当困难的,甚至是不可能的,因此单用一个窗口的频数矢量很难达到最佳分类效果。为了解决这个问题,本文设计了一个多步频数矢量分类法。

研究中,根据前人成果^[4] 参考图 2

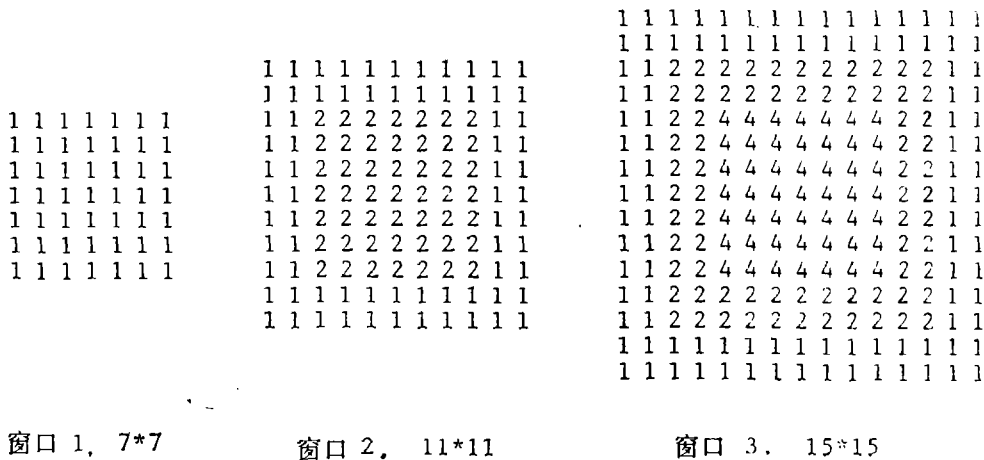


图 3 不同权系数的窗口 Fig. 3 Windows with changed coefficients

在分类精度较高的窗口区选择了三个(7×7 , 11×11 , 15×15)不同大小的窗口,随着窗口的增大,窗口边缘部分像元的权系数减小(见图 3),在整个分类过程中,分类窗口逐步增大,具体流程图,见图 4,直至混合类像元判完为止。加上适当的平滑消除噪声点,从而确定了城区与非城区的边界。

2. MSS 城区边界的确定

因为 MSS 图像光谱分辨率和空间分辨率较低及图像的扫描质量较差。因而异物同谱现象相当严重。经动态聚类及必要的分裂和合并后,得到的图像主要为三类即城区、非城区和水体。城区类别的主要误差来源有三个: ① 沙滩,河滩, ② 水体边界, ③ 具有类似光谱的非城区和一部分噪声。

洞庭湖水位随着季节的变化而变化,八月份是全年高水位期,随着季节的不同,水位以一年为周期呈规律变化, MSS 图像获取时间是 10 月 31 日,水位较低,部分河滩、沙滩出露,由于沙滩光谱特性与城区类似,故在聚类过程中与城区误分成同一类。然而,我们获取的 TM 图像是 1987 年 8 月 25 日,正好是洞庭湖的高水位期。此时,河滩被湖水淹没,用 TM 图像的水体覆盖 MSS 图像即可消除沙滩对城区的影响(即利用多时相信息消除沙滩、河滩)。

针对水体边界,如果采用简单的平滑方法,由于其数量相当的多,势必影响到城区与非城区的边界的划分,然而由于水体边界具有一个显著的特点,即在一定范围内,具有相当数量的水体点,为此,可以设计一个抑制性平滑器,并控制使其只对水体边界进行平滑。

设在一定窗口内的频数矢量为 (P_1, P_2, P_3) , 其中 P_1, P_2, P_3 分别代表水,非城区和城区的频数,则对应于城区点 X , 有判别准则:

$$P_1 \leq B \text{ 则不判}$$

$$P_1 > B \text{ 和 } P_2 > P_3 \text{ 则 } X \in \text{非城区}$$

$$P_1 > B \text{ 和 } P_2 \leq P_3 \text{ 则 } X \in \text{城区}$$

准则中 $P_1 \leq B$ 条件限制了对非水体边界城区点的处理,根据水体边界点的分布取 $B = 20$,用 9×9 和 15×15 两个窗口相继对图像作了平滑处理,消除了水体边界误分点。

在此基础上,我们用逻辑平滑器对图像进行了逻辑平滑,消除了城区与非城区内部的噪声并确定了城区与非城区的边界,效果理想。

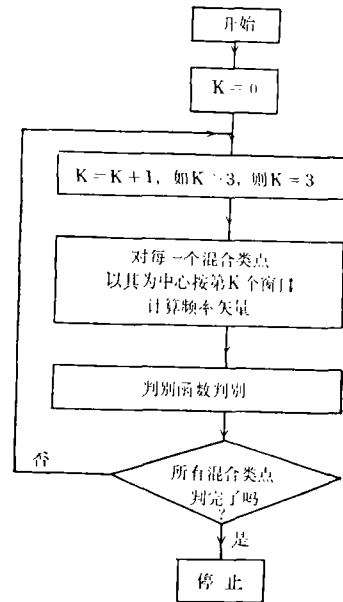


图 4 频数矢量分类流程图

Fig. 4 Flowchart of reclassification using frequency vectors

四、岳阳市区扩展的动态监测

空像片的城区范围图,并配准到同一坐标系。比较这三个时期的城区范围,得到了岳阳市区的动态扩展图。根据这张扩展图,我们得出岳阳市城区在 1978—1984 年六年间扩展了 4.8 平方公里,城市主要由中心向北、东、南扩展。洞庭氮肥厂南面一较大的扩展区为 1983 年新建造的纺织厂,此时已可看到奇家岭已有发展趋势。

城区在 1984—1987 年间扩展了 3.0 平方公里,奇家岭区继续发展,而城市北部和中部都已靠近水边,此时发展中心移至城东的南湖大道附近。

从扩展数字看,1984—1987 年虽只是短短的三年,但其发展速度快得惊人。预期今后的发展速度还要增加,主要发展区为南湖大道附近、奇家岭和城陵矶。

五、精度分析

因缺少必要的土地利用图件,我们只对 TM 图像中取得的城市边界作了定量的精度分析。为了说明问题,我们选择了离 TM 最近的 1984 年航空像片并选择了 1984—1987 年间扩展较小却又在 TM 动态聚类结果图中有较多混合类的两个子区作了分析。根据航空像片反映的 1987 年地面实际情况,统计 A、B 两个区的城区像元数(逐个统计)得到分类精度表(见表 1),总精度达 91.7%,如果考虑在这三年的扩展,那么,总精度还要高。因此城市边界的确定是正确的,所作的城市土地利用图及扩展监测图是可靠的。这些图件可直接应用于城市规划和管理之中。本次研究实现了利用遥感手段进行中小城市扩展的动态监测。

表 1 分类精度表

Table 1 Accuracy of reclassification

区 域	航片城区像元	卫片城区像元	精度(%)
A	714	751	94.9
B	1124	1240	90.0
总	1838	1991	91.7

六、结 语

1. 利用多平台遥感数据复合监测城市的动态扩展是可行的。
2. 分类结果复合方法,对于土地利用变化监测是一种灵活、实用性较强的方法。
3. 这种复合方法,对于解决、充分利用现有的遥感信息资源是一条良好的途径。

参 考 文 献

- [1] 陈 岚,遥感信息非监督分类若干问题研究,地质信息技术,第 1 期,6—14,1986。
- [2] Gupta, D. M. and M. K. Munshi, Urban Change Detection and Land-Use Mapping of Delhi. Int. J. Remote Sensing. Vol. 6, No. 3, pp. 529—594, 1985.
- [3] Philip, J. H. and B. Emil, Landsat Digital Enhancements for Change Detection in Urban Environments. Remote Sens. Environment, Vol. 13, pp. 149—160, 1983.
- [4] Swain, P. H., S. B. Vardeman and J. C. Tilton, Contextual Classification of Multispectral

Image Data. Pattern Recognition, Vol. 13, pp. 429—441, 1981.

- [5] Wharton, S. W., A Context-Based Land-Use Classification Algorithm for High-Resolution Remotely Sensed Data. J. Appl. Photographic Engineering, Vol. 8, pp. 46—50, 1988.

THE STUDY OF THE DYNAMIC MONITORING OF URBAN EXTENSION BY USING THE INTEGRATION OF MULTIP- LATFORM REMOTELY SENSED DATA

Zhao Yuanhong Tian Lianghu He Kan

(Dept. of Earth Sciences, Zhejiang Univ.)

Abstract

The integration method of urban extension monitoring has been developed by using different period and multiplatform remotely sensed data in this paper. The better effect was obtained by using the integration method of classified images in the study of the rapidly developed Yueyang test area. In terms of urban information extraction of remote sensing image, various weight coefficient masks were designed to extract the relevant frequency vector as the urban contextual information. After progressively processing the urban image by using the contextual information, the final accuracy of classification is better than 91.7%. The test shows that the integration method of classified images is not only a flexible and practical method, but also a effective means to fully utilize the information sources of existed remotely sensed data.

Key words Dynamic monitoring Urban extension Information source Contextual information