

津渤地区陆地卫星影象数字处理的 环境背景效果分析

龚 家 龙

(中国科学院遥感应用研究所)

提 要

陆地卫星数字数据经计算机图象增强和分类处理,可获得多种增强影象和土地复盖分类图等。本文探讨了对上述各种计算机彩色图象的分析方法及其在环境背景研究中的作用和效果。

陆地卫星数字图象处理应当根据不同的自然环境特征,采用不同的处理方法才能获得如期的效果,津渤地区计算机图象处理的数据采集设计中,选出的实际处理面积略小于原津渤地区的范围,使实际采样范围具有较多的自然景观,根据多种自然环境特征,本文选用了线性密度增强、均匀密度增强和局部增强等三种影象增强方法,以获得不同的环境信息增强效果的彩色增强影象图。此外,还试验了三种土地复盖的数字分类方法,最后绘出了目视解译介入的津渤地区计算机土地复盖分类解译图。

上述各项数字处理试验是在石油地质规划设计院的101图象处理系统上完成的。计算机实际处理面积是根据原始研究区范围和图象数据采集要求这两个方面确定的。采用101系统上的高斯—克吕格投影,程序利用原始卫星磁带(陆地卫星2号,象幅号21363—01565,摄取时间1978年10月16日)上所附的景象专用注记(SIAT)记录,对扫描摄影姿态进行系统补偿,接着再把该幅卫星图象纠正到高斯—克吕格地图投影上去。然后从上述纠正过的整幅影象中选出略小于津渤地区范围的 1024×1024 象元的计算机处理区,再以 2×2 采样方式,即以四个象元的正方形矩阵作为一个实际象元单元,实现以 512×512 象元的大小进行各种运算处理并最后在彩色终端上显示出来。下面将按增强和分类两个部分分别进行效果分析。

一、影象增强的效果

(一) 线性密度增强

陆地卫星数字磁带上的原始影象数据,由于卫星传感器的响应特性、大气传输和地物波谱特性等因素,各波段影象上的密度动态分布只占256个灰度等级中的一部分(在本例中,第

4 和第 7 波段仅占较小的一部分），所以造成了整个影象的反差低、目视分辨力差，因此采用密度线性扩展技术，以增强影象反差。按照下列公式，可将原始数据的灰度等级扩展到 256 个全等级。

$$X' = \frac{X - X_{\text{最小}}}{X_{\text{最大}} - X_{\text{最小}}} \times 255$$

式中， X 为原始影象密度值， $X_{\text{最小}}$ 和 $X_{\text{最大}}$ 分别表示该波段内的原始密度最小值和最大值， X' 为线性扩展后的影象密度值。这种增强作用的基本原理绘于图 1 中。

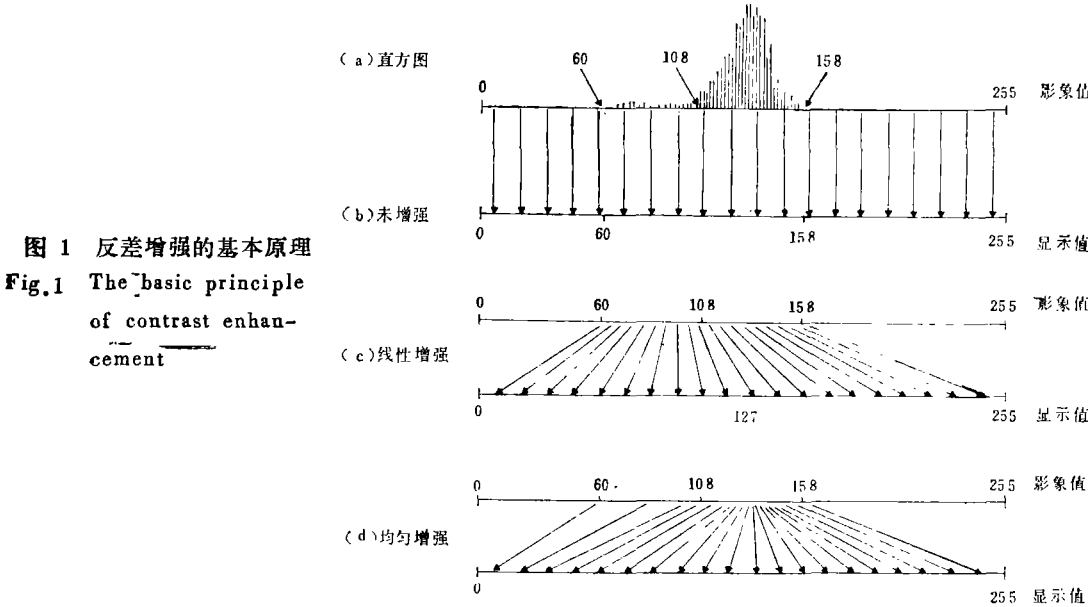
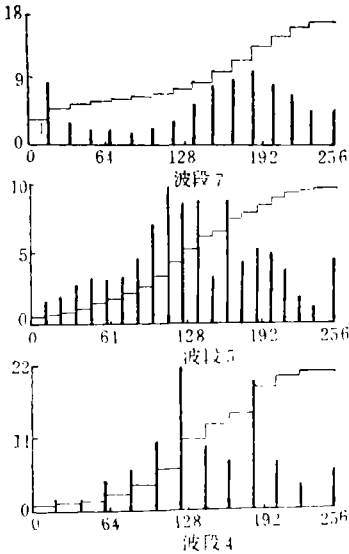


图 2 是津渤地区卫星影象数据经计算机密度线性增强处理后输出的直方图（包括累积直方图）。

图 2 津渤地区线性密度增强的直方图（直线条部分）和累积直方图（连续折线部分）

Fig.2 Histogram (the part of straight line) and accumulative histogram (the part of broken line) of linear density slicing enhancement at JING-BO region



线性密度增强处理能使该影像中的大部分原始密度值得到增强,但在高低两端密度值处的反差受到一定的削弱。彩图 1 (图版 1)就是把经线性密度增强后的第 4、5 和 7 波段,经计算机蓝、绿、红三色彩色合成后所获得的彩色合成影像图。它是使用了 101 系统的“比例扩张”程序,其运算结果显示在彩色图象终端上,然后摄影翻拍而成。

(二) 均匀密度增强

均匀密度增强是通过密度变换使影像的累积直方图呈线性变化,也就是说,使得每个等级都具有大致相同的概率,故也称等概率密度增强。这种增强处理是使那些密集的概率等级之间的反差增大。所以,影像的反差增强效果最为显著。彩图 2 (图版 1)即是把经均匀密度增强处理后的第 4、5 和 7 波段,由计算机加色合成的彩色影像图。它是使用“直方图均衡化”程序而获得的。

(三) 局部增强

局部增强是一种随空间位置不同而改变的对比度拉伸(即扩展),计算公式如下:

$$X' = \frac{S'}{S + \text{MAX}/S'} \cdot (X - M) + A \cdot M' + (1 - A) \cdot M$$

式中, X 是给定点(采样、扫描行)位置的原始象元值, S 是“局部”标准偏差(在 X 点四周的 $N \times N$ 邻区内确定), M 是“局部”平均值(条件同上), M' 是期望的平均值, S' 是期望的标准偏差, MAX 和 A 是两个参数(前者是最大增益,后者是管理滤波器均值移动的参数)。对第 4、5 和 7 波段数据进行局部增强处理和计算机三色配色合成的彩色影像图见彩图 3 (图版 2),图 3 则是局部增强处理后输出的累积直方图。

(四) 三种增强图象的效果对比分析

经过三种不同增强处理后,在计算机彩色显示终端上输出的影像(彩图 1—3)明显地具有不同的判读效果,均匀和局部这两种增强各具特色,且互补长短。在均匀增强的彩色合成影像上,陆地上的各种地物,如水浇地、旱地、城镇居民区、水系(池塘、水库、河流和干渠等),海河河口的沙嘴以及工业烟雾扩散等影像的对比度相对地得到增大,界线分明,

目视判读效果良好。但在海洋、水库等大面积水域区,水体部分的精细结构特征有很大的削弱。而经局部增强彩色合成影像上的水体部分的精细结构却极为显著,如:(1)渤海湾沿海区悬浮物质扩散的细部,非常清楚,悬浮物质的多寡与扩散趋向清晰可见,海河沙嘴区的泥沙趋向海湾的景况形象生动;(2)北大港水库区内的芦苇长势得到了充分反映;(3)

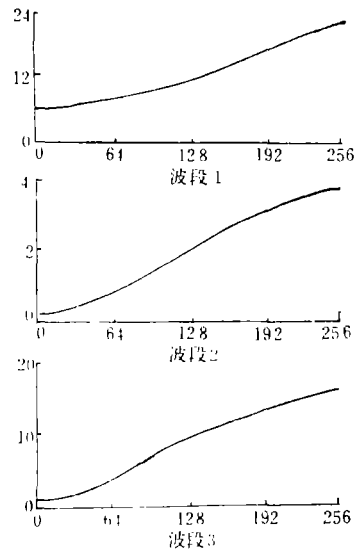


图 3 津渤地区局部增强的累积直方图

Fig.3 Accumulative histogram of local enhancement at JING-BO region

塘沽东海岸盐池的不同生产阶段影象色调反映明显。图中黑色部分是新灌海水的盐池、渗盐的盐池则转为蓝色调、一排排或成小堆的淡蓝色区是盐堆。

二、计算机分类效果分析

计算机分类研究区域的范围与作增强处理的区域完全一样。目前计算机分类技术只能直接用于土地复盖类型的清查。笔者采用了101系统上常用的集群分类、最小距离分类和最大似然率分类。下面将分别阐述分类的结果并对比分析。

(一) 集群分类

集群分类是一种非监督分类方法。它是以同一类型地物具有相似光谱特性的基本假定为依据, 各种地物的概率密度函数在波谱空间中的某一特定区存在有一众数为事实, 按影象数据自身的统计特征参数(均值、协方差、矩阵等), 根据一定的相似性判据, 即要求各类之间的方差大于同类内部的方差, 从而对卫星三个或四个波段的光谱数据进行相似性归聚并作出分类运算。这种分类技术的优点在于, 在分类之前不需要任何地面参考数据。

本项试验的集群分类处理以六类和八类的集群分类效果为佳。在六类分类的原彩色分类图(未印刷)上是以红、黄、绿、蓝、紫和黑色等六种色彩显示类别, 在八类分类的原输出的彩色分类图上是红、黄、深绿、草绿、蓝、紫、褐和黑色等八种色彩显示(参见彩图4, 图版2)。

(二) 最小距离分类

最小距离分类属于监督分类的一种。在已知某些类别的地物在波谱空间中的确定位置参数(均值、标准偏差等)的前提下, 对于待测的未知目标 X , 当它与某个已知类别之间的距离为最小时, 该目标就归属于此类。最小距离分类的欧几米德距离判别方程是:

$$D(X_i, \bar{X}_k) = \left[\frac{\sum_j (X_{ij} - \bar{X}_{kj})^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}}$$

式中, j 是第4、5、6和7波段的序号, n 是波段数, X_{ij} 是待测象元的第 j 波段的密度值, \bar{X}_{kj} 是 k 已知类的第 j 波段的均值, $\sum_j (X_{ij} - \bar{X}_{kj})^2$ 是待测 i 象元的第 j 波段的亮度值与 k 类第 j 波段的均值之间的方差, $D(X_i, \bar{X}_k)$ 是待测象元 j 与已知类 k 之间的距离。

当距离 $D(X_i, \bar{X}_k)$ 的值小于一定的偏差值时, 象元 X_i 就被归属于 k 类。

在本例的实际运算处理过程中, 最小距离分类所需的各类原始位置参数是取自前面已经运算的集群分类所输出的统计文件。

对计算机输出的最小距离彩色分类图作分类效果的对比分析, 结果表明除了在海面和水库的水表面分类上更为细致以外, 陆上地物的分类结果不如集群法的分类精度来得高。

(三) 最大似然率分类

最大似然率分类是一种依据训练区统计数据的监督分类。把预先选择的训练区影象数据

输入计算机，计算出各类训练区的统计参数（均值、标准偏差、协方差矩阵等），然后应用最大对数似然率判据对训练区以外的未知数据进行判别分类。

由于津渤地区范围大、地物类型多而分布分散，因此在选取训练区的实际操作中，想要在512×512象元显示的监视器屏幕上正确地选取各类一定数量的训练区是相当困难的。然而，这种分类结果的精度又完全取决于训练区选取的正确性。运算结果表明，这种分类效果远不如前两种方法。

对比上述三种分类结果，现取其分类效果最好的集群分类（六类和八类）计算机输出彩色分类图作土地复盖解译。

（四）集群分类的土地复盖类型解译

在计算机分类运算中，选择适当的分类数是直接影响分类效果的一个重要因素。试验表明，过少的选取分类数，会使一些主要地物混合在一起，而过多的分类，又会造成把原属一类的地物分成几类、并使分类图象显得支离破散。

表 津渤地区土地复盖解译分类表

Tab.1 Classification of the interpretation of land cover at JING-BO region

I 级	Ⅰ 级	Ⅱ 级	色彩显示*
1. 农业用地	11. 水浇地（包括冬小麦、晚稻 菜田等）		红
	12. 旱田		蓝和草绿
	13. 盐碱地裸地、空地		黄
	14. 洼地		红
2. 水域	21. 池塘和水库		黑和紫
	22. 盐田		
		221. 新灌海水之盐地	黑
		222. 渗盐盐池	紫
		223. 盐堆	黄
	23. 河流和干渠		黑线条
3. 滨海	31. 海滩		
		311. 淤泥质海滩	蓝和深绿
	32. 浅海	312. 粉砂质海滩	黄
		321. 沿海悬浮物质扩散区	褐
		322. 浅海区	紫
		323. 较深海区	黑
4. 人工建筑物			深绿
5. 烟雾			

* 原输出的彩色分类图上所呈现的色彩显示

本文采用了在目视判读介入下的计算机分类解译方法，即在计算机获得的最佳分类图的基础上，辅以地理特征信息的目视解译，可以容易地获得远比计算机分类数（本例为八类）为多的土地复盖类型，而又能较正确地反映出研究区内的多种土地复盖类型的分布状况。采用这种方法对八类集群分类图（彩图 4，图版 2）进行初步解译，得到了三级十六种的分类结果。表 1 列出了解译结果及图中所显示的色彩。

计算机分类图的绘制可采用下述方法进行。首先对全部的分类结果（监视器屏幕上的彩色显示），逐类彩色扫描输出，然后对输出的每一类在参与其他地理参数情况下进行目视识别作出再分类，再综合全部分类结果绘制成一张总的分类解译图。这里限于篇幅，直接从计算机彩色终端的显示屏幕上翻拍，获得总的分类彩色图，接着进行目视再分类，最后绘制出土地复盖分类解译的示意图，作为本分类解译方法的一个说明。图 4 即是对八类集群分类图按上述解译方法绘制出来的。其中只是对天津市西北郊的工业烟雾区参照了六类集群的分类结果加以修正。

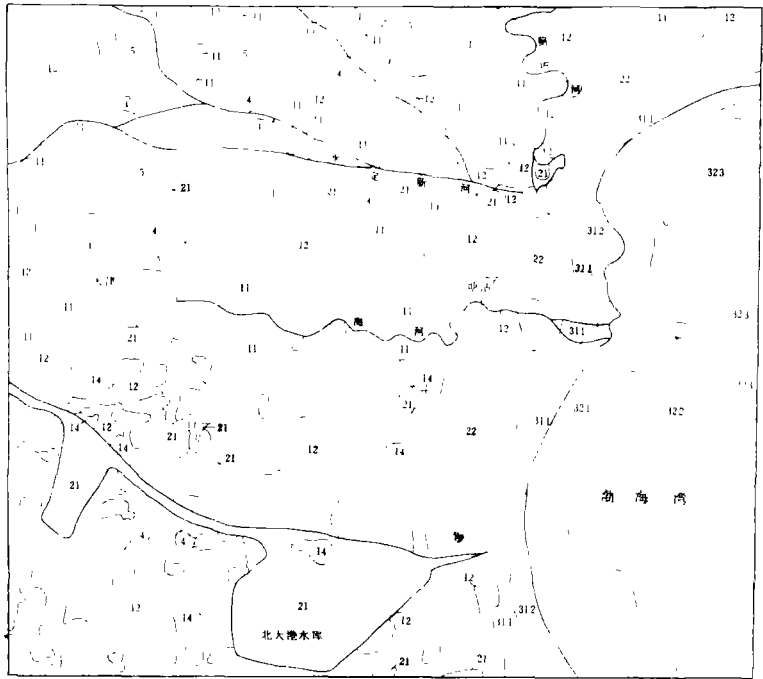


图 4 津渤地区计算机集群分类的土地复盖分类解译示意图
(空白部分代表分类编号为13的地区)

Fig.4 Sketch chart of the interpretation of land cover based on
cluster classification picture by computer at JING-BO region
(The blank parts are the areas classified as number 13)

(五) 不同分类数的集群分类的效果比较

在一般小区域专题分类研究中，经常采用随机抽样的统计检验法来估算分类精度。然而在大区域范围内，每一采样象元组内存在着多种复盖物，在这种地表复盖类型十分复杂的情况下，抽样检验是不现实的。因而本研究只得采用与增强影象图的目视解译下的主要地物逐

一比较分析的方法, 来估计分类精度。

总观八类和六类集群的全部分类结果, 以八类的分类类型数及其精度比较好, 当然对于某些地表复盖特征的分类的正确程度, 这两项的分类质量各有所长, 其主要差异如下:

(1) 在海滩和浅海区的分类效果方面, 八类集群的结果明显地优于六类。从八类图上可以清楚看到, 海河和蓟运河河口沙嘴的泥沙扩散运动的细节以及近海区沿岸悬浮物质扩散状况和浅海区分类等方面。

(2) 天津市西北郊的工业烟雾类的区分, 八类图上未能区别, 但在六类图上, 烟雾扩散区则一目了然。

(3) 八类和六类图上的盐碱地和裸地面积大小是各不相同的, 经与增强图对比, 六类图中该类面积过大, 而八类图上的面积又略偏小。

综上所述, 八类集群分类图更接近于实况, 它对津渤地区的大多数的地表主要复盖类型给出了比较合适的分类结果。

目前, 分类精度最终还不能确定。原因之一是对于大范围、多地物、混杂分布的地区, 难以采用常规的统计数学法去分析精度; 另一原因是, 本试验最后采用的分类图是由集群法运算出来的, 而这种方法的分类结果的精度本身也不能确定。各种地物复盖类型的分类精度是各不相同的, 这取决于各种地物自身的光谱分布和各自在综合背景光谱分布中的离散程度, 根据国外研究的经验, 这种分类精度的最好情况约为70—80%。

三、结 语

1. 经过增强处理后的彩色合成影像图明显地提高了目视判读效果, 所以在区域环境调查中, 国内外许多学者都首先选择合适的增强技术进行数字图象处理, 从而在这些各具特色的彩色增强图象中获取原始影像未能充分反映或完全被掩盖了的有价值的信息。

2. 在卫星遥感技术飞速发展、大量多波段数据获得的情况下, 采用计算机分类技术势在必行。然而, 目前专题应用分类技术在实际应用研究中, 它的分类类型和分类精度都不能令人满意, 本试验采用在最佳计算机彩色分类图上辅以目视解译获得了较多较好的分类效果。并且可在此基础上, 采用人机对话和逐级再分类的技术来完善和发展计算机专题分析应用研究, 提高计算机分类技术的水平。

3. 利用卫星资料进行计算机分类的遥感方法只能用来直接查明土地复盖类型, 这不同于土地利用图所要求的信息。然而作为区域性的自然环境背景的景观特征研究, 土地复盖类型概况是环境质量评价中的重要内容之一, 因此卫星数据的计算机分类技术在环境研究中可以发挥一定的作用。

参 考 文 献

- [1] 图象处理操作系统 (IPOS/101) 用户手册, 四川省地质局遥感站编译 (1981年10月)。
- [2] Digital Processing of LANDSAT Imagery, Judith K. Maizels, Bedford College, London University, 1977.
- [3] Remote Sensing—The Quantitative Approach, Philip H. Swain and Shirley M. Davis, 1978.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL BACKGROUND BASED ON DIGITAL PROCESSING OF LANDSAT IMAGERY AT JING-BO REGION, CHINA

Gong Jialong

(Institute of Remote Sensing Application, Academia Sinica)

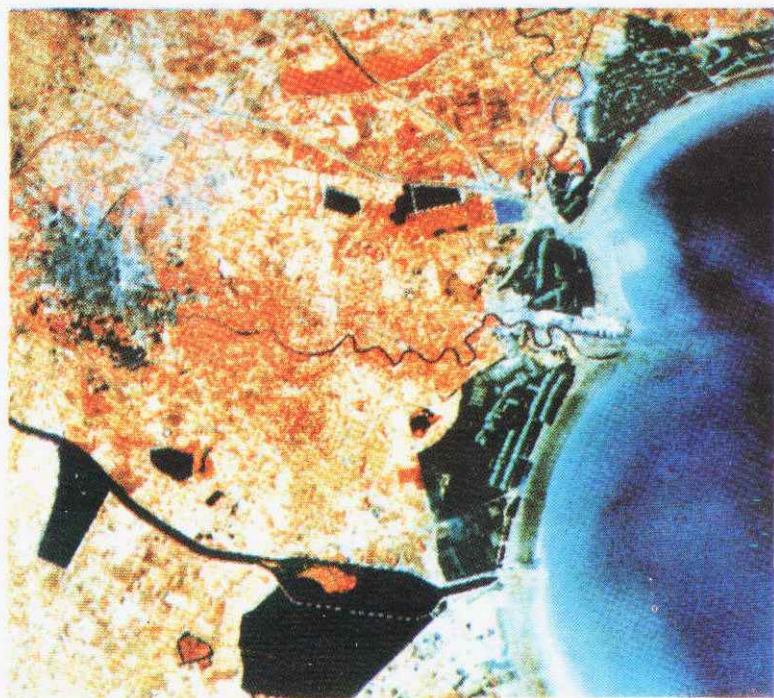
Abstract

The main objective of the investigation is an evaluation of the method and effect of regional environmental synthetic analysis based on LANDSAT CCT data digital processing technique. Some distinct data handling methods for corresponding special natural environmental characteristics were undertaken in order to obtain expectant interpreting effects on environmental background. Here three types of data enhancement techniques, linear density slicing, uniform distribution and local stretch were adopted. Colour composites generated from these enhancement processings provided clearer resolution, better definition of boundaries and more information. Besides, automated classifications using computer imagery processing program from STC/IIS 101 system were tested, and finally computer land cover classifying picture participated with visual interpretation was drawn.

The three types of enhancement colour composites mentioned above, which was output respectively on the colour screen of monitor, displayed different effects on the interpretation. However, colour composites of uniform distribution and local stretch have special value in explaining environmental background. For example, the objectivees on the land surface, such as arid cultivated land, irrigated land, residential area of village or city, drainage system including pond, reservoir and river etc., and the sand spit in the mouth of the HAI RIVER, diffusion of industrial smoke and so on can be clearly recognized on the colour composite imagery of uniform distribution stretch. And the fine structure of the water surface is particularly clear on the colour composite imagery of the local enhancement. More information on the ocean surface along the coast of BO-HAI BAY, water surface of BEI-DA-GANG reservoir and circumstances of salt pool at the eastern coast of TANG-KU city are visible too. Therefore they are useful stretch techniques, which improves the brightness contrast of the original imagery and obtains more valuable information than the original imagery for the interpreter.

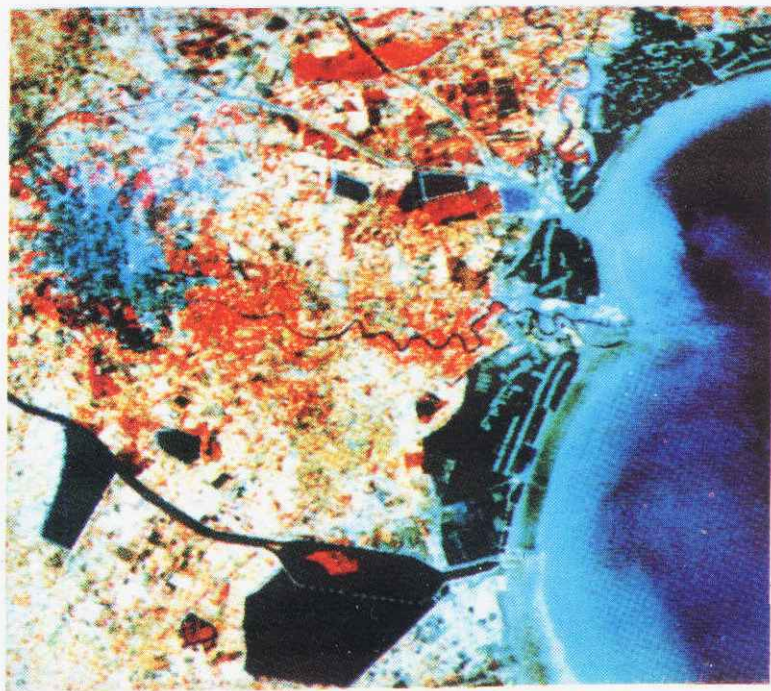
Afterword, three types of cluster, minimum distance and maximum likelihood algorithm classifications were undertaken at this region. The best result that was verified by comparing with visual interpreting of the main types of land cover on stretching imagery belongs to unsupervised cluster classifying technique.

There are only eight classes displayed by different colours on the colour imagery of cluster classification. Finally, the result of land cover interpreting map was produced by combining visual explanation with the computer colour output of cluster classification. Land cover interpreting picture containing about sixteen types of three classes was drawn on colour imagery of computer automatic cluster classification.



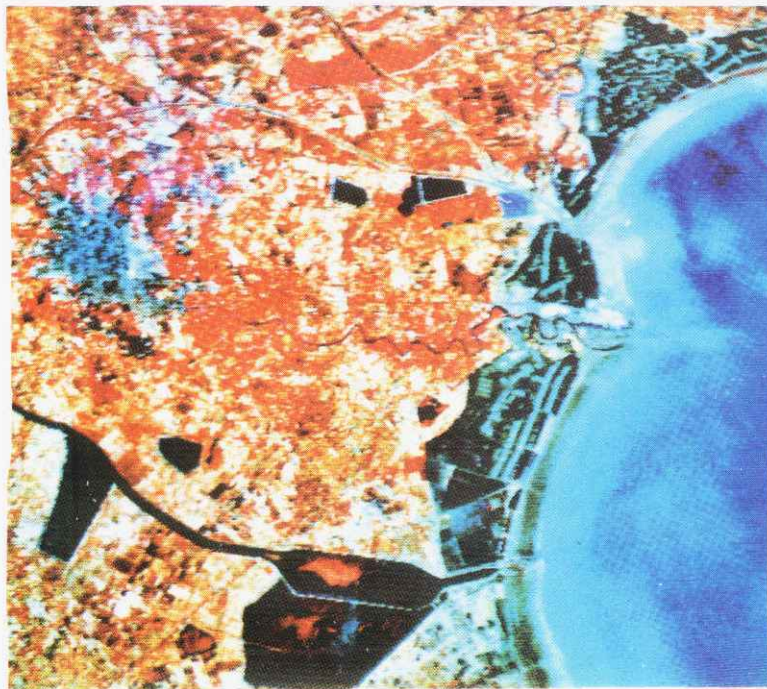
彩 1 线性密度增强彩色合成图象

Colour Fig 1 Colour Composite Image by Linear Density Slicing Enhancement



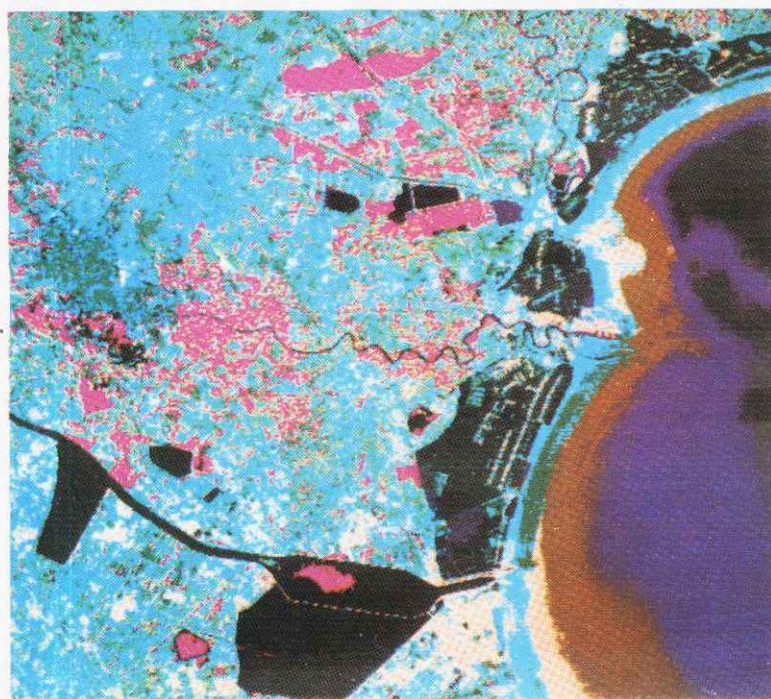
彩 2 均匀密度增强彩色合成图象

Colour Fig 2 Colour Composite Image by Uniform Distribution Stretch



彩 3 局部增强彩色合成图象

Colour Fig 3 Colour Compesite image by Local Enhancement



彩 4 八类集群分类图

Colour Fig 4 8 Classes of Classifying Colour Image by Unsupervised Cluster Classification