

陆地卫星 MSS 图像地表水域信息的 机助识别提取*

刘建国

(中国地质大学遥感研究室)

1987年12月5日收稿

摘 要

本文介绍了一种利用陆地卫星 MSS 图像进行水域信息机助识别提取的快速、经济而有效的方法。该方法以对水与非水信息的光谱特征,比值图像的数据结构特点和大气校正的研究与分析为基础。

研究表明,水与非水的主要差异集中于 MSS 4 与 MSS 7 波段,这两个波段的比值图像可在压抑阴影的同时将两图像的信息集中于一。根据对比值图像数据特点的分析,发现比值图像在作等比例拉伸并取整时所不可避免的信息损失主要集中在低值区,高值区则相对得到扩展增强。由于在 MSS4/MSS 7 图像中,水的信息位于高值区,因此其水域识别能力优于 MSS 7/MSS 4。但是,即使 MSS4/MSS 7 图像也无法完全排除山区深阴影对水域识别的干扰。在进行 MSS4/MSS 7 比值运算之前,首先对 MSS4 图像作粗略的大气校正,则可圆满地解决这一难题。在经大气校正后的 MSS 4/MSS 7 图像上,水体像元的值大于 1,而深阴影及其它所有非水信息像元的值则小于 1,因此,只要以此为门限值将图像二值化,即可获得精度很高的水域识别图像。完全消除阴影和其它因素的干扰。

本方法运算简单,处理速度为最小距离分类的 3 倍以上,且精度比分类方法高。它不仅适用于 MSS 图像,也适用于 TM 图像。采用本方法进行湖北省地表水域机助识别和面积测量的实际应用表明,在各种地貌类型区内本方法均能以较高的精度完成水域识别。

关键词 地表水域 识别提取 MSS 图像

地表水体是重要的自然资源。利用短周期大面积覆盖的陆地卫星图像有可能经济、快速而准确地测量水域面积,从而有效地监测水域的动态变化。

依靠目视判读很容易从 MSS 或 TM 近红外波段的图像上识别水体。但是限于肉眼的分辨力和成图过程中不可避免的误差,水体识别精度和面积测量精度受到很大影响。数字图像计算机自动分类的方法,由于现有分类软件无法有效地排除阴影等因素的干扰,因而山区水体的识别精度很低。并且处理费时,也不经济。

本文提供一种经济有效的专用处理方法。该方法通过适当的大气校正和比值运算,有效地压抑阴影的干扰,然后以合适的门限值将图像二值化,从而提供了准确的地表水域现势图像。该方法是为快速准确地测量湖北省全境地表水域面积而研究的。为使对覆盖全省的大量卫星图像的处理经济可行,在保证水域识别精度的前提下方法设计力求简单,以提高处理速度。

试验采用 1978 年 10 月武汉幅图像(轨道号 E-21363-01592),在 PS 101 图像处理系

* 本研究得到陈华慧教授指导和王润生的热情帮助,特此致谢。

统上进行。

采用这种方法已成功地完成了湖北省地表水域面积的测量,成果已评审验收。

一、水的光谱特征和水域识别波段的选择

一般可以把地物粗略地分成四大类:水、植被、土壤和岩石。水与其它诸地物具有明显的光谱差异,因而显示不同的影像特征^[1]。根据前人研究^[2]和武汉幅图像的采样数据(表1),将水的光谱特征归纳如下:

表 1 主要地物的 MSS 数据

Table 1 MSS data of major ground objects

地物 \ 波段	MSS 7	MSS 6	MSS 5	MSS 4	MSS 5-6	MSS 4-8
清 水	0-4	5-14	10-21	13-26	4-15	5-18
混 水	6-14	19-30	21-35	18-28	15-29	10-20
深限影	0-8	4-12	6-9	8-10	0-3	0-2
浅限影	10-14	13-18	9-14	11-15	3-8	3-7
植 被	36-62	45-62	12-27	12-28	6-21	4-20
土壤及其它	12-40	15-46	8-37	9-26	12-31	1-18

(1) 静止的清彻水体对 MSS 图像而言,其反射率在 MSS 4 波段内最高。因而水体在 MSS 4 图像上的亮度值高于其它波段图像上的亮度值。

(2) 在波长大于 $0.8 \mu\text{m}$ 的近红外波段区间,静止的清彻水体可吸收几乎全部入射光能量,因此水在 MSS 7 图像上呈黑色。

(3) 水在 $0.48 \mu\text{m}$ 波长上具有最大的透射率。多光谱图像各波段对清彻静止水体的透射深度为: MSS 4, 10 m; MSS 5, 3 m; MSS 6, 1 m; MSS 7, $0.1 \text{ m}^{[2]}$ 。因此在 MSS 4 图像上深度小于 10 m 的水体的色调变化受到水底物质色调的影响。

(4) 混浊水体的反射率,随其所含固体悬浮物质的增多而增大,且反射峰向长波方向移动。因此泥沙含量较大的河流(如长江),在 MSS 6 和 MSS 7 图像上比其它水体的色调浅。

显然, MSS 4 和 MSS 7 波段集中包含了水的主要特征(图 1 封二)。特别是 MSS 7 波段,由于水对近红外光的强吸收而成为识别水体的最佳波段。在照度条件一致的平原区,仅用 MSS 7 图像即可准确识别水体^[3],然而在山区,由崎岖地形所产生的阴影大大降低了 MSS 7 图像的水域识别能力。一些由陡峻地形产生的深阴影内无直接入射光,其 MSS 7 亮度值接近或等于零,从而与水在 MSS 7 的亮度值相同(表1),因此计算机无法识别。一般起伏较缓的地形所产生的浅阴影,在 MSS 7 波段的亮度值高于水体,对水体识别不产生很大干扰。

水在 MSS 4 波段具有较高的反射率和透射率,影像亮度值随水的深浅、混浊程度和底质的不同而有较大的变化,且比深阴影的亮度值高。

综上所述,根据光谱特征,水在 MSS 7 波段与深阴影不可分,而与浅阴影及其它地物均可分;水在 MSS 4 波段与深阴影可分而与浅阴影及其它地物不可分。因此利用 MSS 4

和 MSS 7 两个波段的图像有可能准确地识别水体。

二、比值增强及其数据特征分析

比值处理是一种公认的简单而有效的压抑阴影的处理方法^[4]。但是对 MSS 4 与 MSS 7 采用比值运算处理, 能否在压抑阴影的同时使两图像中水与非水差异性信息得到增强呢? 对此下面作一些分析。

地物 A 在 i 和 j 两个波段上的亮度值 (D_{ai} , D_{aj}) 的差与另一地物 B 在这两个波段上的亮度值 (D_{bi} , D_{bj}) 差之差的绝对值为 R :

$$R = |(D_{ai} - D_{aj}) - (D_{bi} - D_{bj})| \quad (1)$$

R 值越大, A, B 两地物在 i, j 两波段比值图像上的差异也越大。以图表示则更直观, 在横轴上规定两波段间距为单位长度, 纵轴为亮度值, 那么不同地物两波段亮度值的连线的斜率的差异越大, 则这两个波段的比值图像区分这些地物的能力越强。如图 2 所示, 水在 MSS 4 和 MSS 7 图像上的亮度值连线的斜率, 与其它地物两波段连线的斜率明显不同。因此 MSS 4 与 MSS 7 两波段的比值图像不仅能压抑阴影, 而且能有效地增强水与非水的差异性信息。

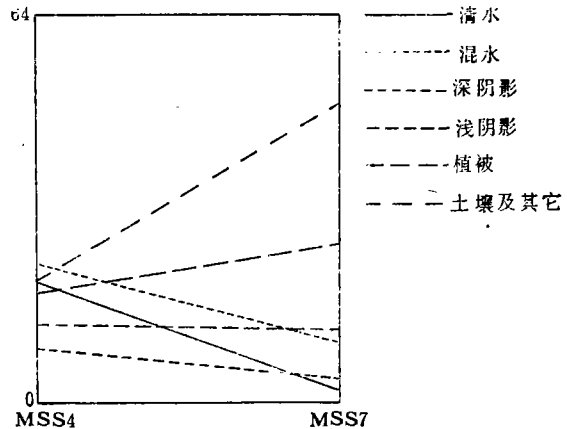


图 2 主要地物在 MSS 4 与 MSS 7 两波段值连线的斜率

Fig. 2 Gradient Between MSS4 & MSS7

但是 MSS4/MSS 7 与 MSS7/MSS 4 两种方式的比值图像是否具有相同的水域识别效果呢? 试验表明 MSS 4/MSS 7 图像识别水域的能力更佳。这主要是由比值图像的数据特点所决定的。

设输入图像 x, y 的最小值和最大值如下:

	min	max
x	x_1	x_2
y	y_1	y_2

那么比值图像 $R = x/y$ 可能的最大数值范围是:

$$[x_1/y_2, x_2/y_2], [x_1/y_1, x_2/y_1]$$

以最简单的情形而论, 若 $x_1 = y_1 = M$, $x_2 = y_2 = N$, 则比值图像 R 在左区间 $[x_1/y_2, x_2/y_2]$ 内为不大于 1 的正实数; 在右区间 $[x_1/y_1, x_2/y_1]$ 内为不小于 1 的实数。由于两个区间内值的变化都是由分子的变化引起的, 并且分子在两区间内的变化范围相同, 因此两个区间内所含数据变化的信息量相等。但是左区间很窄, 而右区间很宽。例如, 若 $M = 1, N = 128$, 则左、右区间分别为 $[\frac{1}{128}, 1], [1, 128]$ 。显然, 左区间内的信息是以真分

数形式相对压缩记录的,而右区间的信息则是以假分数或整数形式相对扩展记录的。为了进行图像显示和像元统计,需要把比值图像的数据由实型转换为字节型,这必然导致左区间内以真分数(小数)形式记录的信息大量丧失。

事实上比值图像值的变化是对数等差的而不是算术等差的。若将上述比值图像取对数,则值域边界值如下:

$$\lg \frac{x_1}{y_2} = \lg \frac{M}{N} = -\lg \frac{N}{M} \quad (2)$$

$$\lg \frac{x_2}{y_1} = \lg \frac{N}{M} \quad (3)$$

$$\lg \frac{x_1}{y_1} = \lg \frac{M}{M} = \lg \frac{N}{N} = \lg \frac{x_2}{y_2} = \lg 1 = 0 \quad (4)$$

因此值域为: $\left[-\lg \frac{N}{M}, \lg \frac{N}{M}\right]$ 或 $\left[-\lg \frac{N}{M}, 0\right]$, $\left[0, \lg \frac{N}{M}\right]$, 那么相应于原来以 1 为界的两个不等宽正数区间 $\left[\frac{M}{N}, \frac{N}{N}\right]$, $\left[\frac{M}{M}, \frac{N}{M}\right]$, 取对数后变成了两个以零为界的等宽的正区间和负区间: $\left[-\lg \frac{N}{M}, 0\right]$, $\left[0, \lg \frac{N}{M}\right]$ 。因此如果对比值图像作对数扩展, 相当于对其信息作等比例拉伸。扩展所造成的信息损失在整个区间是均等的。而对比值图像的等比例拉伸, 则必然使图像低值信息大大损失, 高值信息则被扩展增强。

显然, 在互为倒数关系的两个比值图像上, 其压缩和扩展的信息互易其位。正确地选择比值方式可使欲增强的信息记录在右区间, 使欲压抑的信息记录在左区间, 从而实现信息的选择性: 压缩或扩展。为了提高水域识别精度, 应采用对水信息扩展增强, 对非水信息压缩削弱的方式。

由表 2 第二栏可知, 在 $MSS 4/MSS 7$ 比值图像上水的深阴影的值大于 1, 记录在右区间; 其它地物(土壤、岩石、植被)的值小于 1, 记录在左区间。水及深阴影与其它地物易于区分。水在 $MSS 4/MSS 7$ 图像值域的右端占据较宽的动态范围, 大致为 1.71—23, 并以 2—15 为主。阴影的值变化也较大, 大致为 1.13—9, 并以 1.25—5 为主。虽然水与深阴影有一定的值域重叠, 但落入重叠区内的像元很少。一般来说阴影的值小于水的值, 两者基本可分。经拉伸取整后(表 2 第四栏, 图 3), 水与深阴影的值域进一步拉宽, 使在确定区分两者的门限值时有较大的选择余地, 从而提高水域识别精度。

相反在 $MSS 7/MSS 4$ 比值图像上(表 2 第三栏), 水和深阴影的值小于 1, 记录在左区间; 植被及其它信息的值大于 1, 记录在右区间。经扩展取整后(表 2 第五栏, 图 3), 水与深阴影仅在图像值域左侧占据很窄的范围。这不仅使它们之间的微小差异被压缩而大大损失, 而且使分类结果对分类判别界线的变化过分敏感, 以至于很难确定合适的分类界线。因此采用 $MSS 7/MSS 4$ 图像进行水域识别的精度不高。

此外 PS 101 系统作图像除法时, 遇零作除数则以 1 代之的保护性算法, 也使 $MSS 4/MSS 7$ 图像区分水体和阴影的能力更佳。由于 $MSS 7$ 值为零的水体像元的 $MSS 4$ 值比 $MSS 7$ 值为零的深阴影像元的 $MSS 4$ 值高, 因此在 $MSS 4/MSS 7$ 图像上, 上述水体像元的值大于上述深阴影像元的值, 两者可以区分。而在 $MSS 7/MSS 4$ 图像上, 则由于零除以任

表 2 主要地物的 MSS 4 与 MSS 7 比值数据

Table 2 MSS 4 & MSS 7 ratio data

波段比值 地物	MSS4/MSS 7	MSS7/MSS 4	拉伸至 0—255	
			MSS4/MSS 7	MSS7/MSS 4
清水	3.5—23	0.043—0.29	36—255	3—22
混水	1.71—3.13	0.32—0.58	16—32	25—45
深阴影	1.13—9	0—0.89	9—98	0—69
浅阴影	0.79—1.5	0.67—1.27	5—13	52—98
植被	0.30—0.50	2—3.3	0—2	155—255
土壤及其它	0.41—1.15	0.87—2.44	1—9	67—189

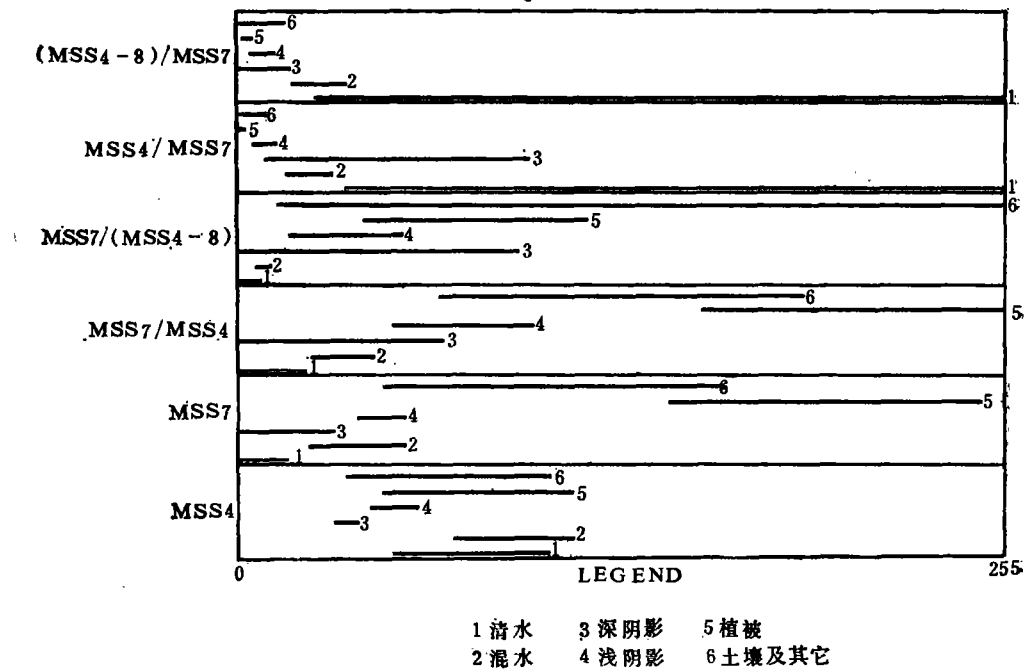


图 3 各主要地物的值域范围(经过等比例拉伸)

Fig.3 Data value ranges of major ground objects

何数都等于零,而使这些 MSS 7 值为零的水体像元和深阴影像元都变为零,无法区分。

三、大气校正对 MSS 4/MSS 7 图像水域识别能力的增强

大气校正可以提高图像的调制度,从而提高图像反差和信噪比^[5]。对于比值图像,大气校正可以明显改善其压抑阴影的效果。根据简化了的模型,*i* 波段传感器对地面某点成像时所记录的总能量由下式表达^[4]:

$$E_i = \alpha_i R + \beta_i \tag{5}$$

这里 α_i 为该点 *i* 波段的反射率, R 为该点处的照度, β_i 为 *i* 波段大气散射所产生的辐射

度。

MSS 7 的大气散射效应很小,可忽略不计,那么 MSS 4/MSS 7 图像上某一像元点的值为:

$$\frac{E_4}{E_7} = \frac{\alpha_4 R + \beta_4}{\alpha_7 R} = \frac{\alpha_4}{\alpha_7} + \frac{\beta_4}{\alpha_7 R} \quad (6)$$

式中 $\frac{\beta_4}{\alpha_7 R}$ 与照度 R 有关,因此阴影效应未被完全消除。采用 Chavez (1975)^[6] 和 Potter (1975)^[7] 的方法进行粗略的大气校正,即从 E_4 中减去 β_4 , 那么经大气校正后的比值图像 (MSS 4- β_4)/MSS 7 中某个像元的值为:

$$\frac{E_4 - \beta_4}{E_7} = \frac{\alpha_4 R + \beta_4 - \beta_4}{\alpha_7 R} = \frac{\alpha_4}{\alpha_7} \quad (7)$$

该式仅与地物波谱特征有关,而与照度无关。于是阴影被进一步压抑,图像的水域识别能力得到改善。从数学运算的角度而言,对比值图像的分子或分母加上或减去一个数,可以调整图像中不同地物的值域,使有些原来重叠的值域不再重叠,同时又使有些原来不重叠的值域发生重叠。图 4 和图 5(封二)是对 MSS 4 作大气校正前后的 MSS 4/MSS 7 图像作水域机助识别的结果。大气校正前的图像(图 4 封二)的右下角山区部分阴影被误分为水体。大气校正后的图像(图 5 封二)几乎无阴影像元被误分,对水体的识别相当完美。图 5(封二)是这样得到的:首先根据 MSS 7 和 MSS 4 图像上深阴影区打印输出的像元亮度值数据确定相对于 MSS 7 值为零的阴影像元的最大 MSS 4 值,此值即为 β_4 。然后采用分段线性变换将 MSS 4 图像的每个像元值都减去 β_4 , 完成粗略的大气校正。由于对 MSS 4 图像的大气校正根据深阴影的光谱特征进行的,因此校正后深阴影在 MSS 4 和 MSS 7 两波段图像上的值大致相等,或 MSS 7 波段值略大于 MSS 4 波段值。同样的道理,由于水体像元的 MSS 4 波段值比与其 MSS 7 波段值相等的阴影像元的 MSS 4 波段值大,经大气校正后水体像元的 MSS 4 波段值仍然比其 MSS 7 波段值大。因此经大气校正后,只有水体像元的 MSS 4 波段值大于 MSS 7 波段值。此外,由于 PS 101 系统遇零作除数时以 1 代之的保护性算法,有下式成立:

$$\frac{0}{0} = \frac{0}{n} = 0 \quad (\text{阴影像元})$$

表 3 主要地物的 MSS4(经大气校正)与 MSS7 比值数据

Table 3 MSS4-8 & MSS7 ratio data

地物 \ 比值	[MSS 4-8]/MSS 7	MSS 7/[MSS 4-8]	拉伸至 0-255	
			[MSS4-8]/MSS 7	MSS7/[MSS 4-8]
清 水	1.5-15	0.067-0.67	26-255	1-8
混 水	1.08-2.13	0.47-0.93	18-36	6-11
深阴影	0-1	0-8	0-17	0-94
浅阴影	0.21-0.7	1.43-4.76	4-12	17-55
植 被	0.1-0.28	3.57-10	2-5	42-117
土壤及其它	0.046-0.9	1.10-21.74	1-15	13-255

$$\frac{n}{0} = \frac{n}{1} = n \text{ (水体像元)}$$

这里 n 为代表任一亮度值的正整数。

于是在经过大气校正后的比值图像 $(MSS 4 - \beta_4)/MSS 7$ 上, 水的信息被扩展记录在大于 1 的区间, 阴影及其它所有非水信息全部被压缩记录在 0—1 区间(表 3 第 2 栏)。经等比例拉伸后水与非水信息的差异进一步加大(表 3 第 4 栏)。图 3 表明在 $(MSS 4 - \beta_4)/MSS 7$ ($\beta_4 = 8$) 图像上, 水与非水信息的值域完全不重叠。以拉伸后相应于拉伸前 1 的值为门限值, 将图像二值化, 即可获得相当准确的水域识别图像(图 5 封二)。

四、水域机助识别提取方法的应用

根据上述方法, 选用 1978 年 10 月成像的武汉幅 MSS 图像 (E-21363-01592) (图 1 封二), 进行水域机助识别试验并获得了圆满成功。

武汉幅内, 湖泊水库众多, 且深浅不一。区内主要河流为长江和汉江, 地表水系发育较密集, 河道、沟渠纵横。该区平原、丘陵、山地各主要地貌类型齐全, 水体在各种地貌类型区域内均有分布, 并且水体的深浅和泥沙含量也差异很大。因此武汉幅是检验方法有效性的理想区域。

地表水域信息季节变化幅度很大。浅盘式湖泊的水域面积, 在丰水期和枯水期相差可高达一倍以上。10 月份正值湖北省区内丰水季节向枯水季节过渡之际, 属平水期^[4]。因此选用 10 月份成像的图像所获数据较具代表性。

整幅图像的全部处理(包括对水体像元的统计)由 PS 101 系统在 5 小时内完成(几何投影校正处理时间不计在内)。为进行对比, 亦试用了其它分类方法, 但效果不佳, 处理速度低。例如以 MSS 4, MSS 5, MSS 4/MSS 7 进行最小距离分类, 仅分水与非水两类所需的时间就为上述水域识别方法的三倍以上, 而且训练区的选择, 对分类结果的影响很大, 不易获得理想稳定的分类结果。

将水域识别图像(图 5 封二)*与原 MSS 4, MSS 7 图像(图 1, 封二)对比可以看出, 在各种地貌区内它都能以较高的精度提取出湖泊、水库和河流、渠道等地表水体的水域信息, 一些很小的, 仅几个像元大小的水体亦无遗漏。

为了评估水域识别的精度, 在彩色合成仪上, 将 MSS 7 波段图像与水域识别图像放大成 1:50 万并配准, 然后在不同地貌区各类肉眼可明显识别的水体中选取 100 条横截水体的剖面, 测量这些剖面在两个图像上的长度, 计算误差。除斧头湖外, 各剖面的长度相对误差一般小于 $\pm 3\%$, 少数小于 $\pm 5\%$, 累积误差 2% 左右。由此可见机助识别精度甚高。但机助识别的水域面积比实际面积有偏小的倾向, 例如斧头湖的识别面积明显小于实际面积。这一方面是由于本方法没有能力识别被植被覆盖的水体, 如藕塘、芦苇荡; 另一方面可能是由于所选取的大气校正值 $\beta_4 = 8$ 偏大, 若令 $\beta_4 = 7$, 精度可望进一步提高。

* 实际处理中, 为提供混浊水体的参考信息, 增加一个门限值, 因此图 5 为一个三值图像, 其中零值为非水体, 非零值为水体。

表 4 水域识别图像像元统计表

Table 4 Pixel Statistics of Water Area Recognition Image

像元值	像元数(个)		百分比(%)		类 别	
0	5186744		93.4		非水	
128	210722		3.8		水	
255	157454		2.8		水	
图像大小	列	2334	行	2380	像元总数	5554920

此外,我们还利用 1:5 万地形图, 1:2 万航空像片配合野外调查对不同宽度的线状水体进行了宽度测量(面状水体随时间变化太大, 不宜用非同时资料进行精度评估)。所得数据表明, 本方法对线状水体的识别精度, 主要取决于图像的分辨率(MSS 图像为 79 m)。绝对误差一般为 0.5—1 个像元, 最大可达 1.5 个像元。相对误差对宽度小于 1.5 个像元的水系可高达 60%, 而对于宽度达几 km 的长江则可低于 5%, 甚至仅为 2—3%。由此可推知, 对面积较大的面状水体的识别精度可不低于 95%。若采用分辨率较高的 TM 图像(30 m), 机助水域识别的精度可望大幅度提高。

在水域识别的基础上, 进行水与非水像元统计(表 4), 求得武汉幅水域面积占全幅面积 6.6%。根据该数据进而量算出武汉幅水域面积为 2139.9457 km² (水域面积量算法另文讨论, 本文不赘述)。

继武汉幅水域识别和面积测量取得经验后, 又用本方法对湖北省 14 幅陆地卫星 MSS 图像进行了水域机助识别处理, 均取得了理想的结果, 并进而完成了全省水域面积测量, 于 1987 年 10 月提交了全省水域面积的精度较高的最新数据。

五、结 论

(1) 在两个互为倒数的比值图像上, 各种信息的记录位置互易其位, 即在一个比值图像上取高值的信息, 必然在相应的倒数比值图像上取低值。在对实型比值图像作等比拉伸和转换成整型图像时(以便于显示和扫描输出), 必然会造成低值信息的大量损失, 高值信息则相对得到了扩展增强。因此, 交换比值图像的分子和分母, 可实现对信息的选择性压抑或增强。

(2) MSS 4 和 MSS 7 波段图像, 包含了水与阴影及其它地物的差异性的主要信息。通过两波段的比值处理, 可在压抑阴影的同时将这些差异性信息集中于一幅图像上。由于在 MSS 4/MSS 7 图像上水取高值, 在 MSS 7/MSS 4 上则相反, 因此 MSS 4/MSS 7 的水域识别能力优于 MSS 7/MSS 4。但两者都没能排除深阴影对水域识别的干扰。

(3) 以 MSS 7 图像上零值阴影像元的相应最大 MSS 4 图像亮度值对 MSS 4 图像作粗略大气校正后再作比值处理所获得的 $(MSS4 - \beta_1) / MSS 7$ 图像相当于以深阴影为基准施行了类似标准化的处理, 加之 PS 101 系统作除法运算时遇零作除数则以 1 代之的保护性算法, 使该图像上阴影及其它非水信息的像元值小于或等于 1, 而水体的像元值则大于 1, 从而完全消除了阴影及其它地物对水域识别的干扰。经比例拉伸后, 只需以相当于拉伸

前 1 的值为门限值将图像二值化,即可准确地识别并提取水域信息。

(4) 继对武汉幅 MSS 图像作水域机助识别提取和水域面积测量取得成功经验后,已采用本方法完成了湖北省水域面积测量,提供了精度较高的全省水域面积数据。实际应用表明,这种方法速度较快,精度较高。

(5) 本方法较简单、经济,可用于进行大区域水域面积快速测量和监测。由于 TM1, TM 4,大致与 MSS4, MSS 7 相对应,因此本方法对 TM 图像也是适用的。在本方法基础上很容易开发水域信息自动提取的专用软件。

参 考 文 献

- [1] Bartolucci, L. A., B. F. Robison, and L. F. Silva: Field Measurements of the Spectral Response of Natural Waters, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. XLIII, no. 5, pp. 595—598, 1977.
- [2] Hoffer, R. M., Chapter 5. Biological and Physical Considerations in Applying Computer Aided Analysis Techniques to Remote Sensor Data, pp. 252—260 in Remote Sensing: The Quantitative Approach Edited by P. H. Swain and S. M. Davis; McGraw-Hill. 1978.
- [3] Work, E. A., and D. S. Gilmer: Utilization of Satellite Data for Inventorying Prairie Ponds and Lakes, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. XLII, no. 5, pp. 685—694, 1976.
- [4] Sabins, F. F., Jr., Remote Sensing-Principles and Interpretation, pp. 258—263, San Francisco, W. H. Freeman and Co., 1978.
- [5] Schowengerdt, R. A., Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing, pp. 149—170, Academic Press Inc., 1983.
- [6] Chavez, P. Jr., "Atmospheric, Solar, and MTF Corrections for ERTS Digital Imagery", Proc. Am. Soc. of Photogrammetry Fall Convention, Oct., 1975.
- [7] Potter, J. E. and M. A. Mendlowitz, "On the Determination of Haze Levels From Landsat Data", Proc. Tenth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Vol. 2, pp. 695—703, Oct., 1975.
- [8] 湖北省计划委员会, 湖北国土资源, 湖北人民出版社 1985 年 3 月。

A TECHNIQUE FOR COMPUTER AIDED RECOGNITION AND EXTRACTION OF SURFACE WATER AREA INFORMATION USING MSS IMAGES

Liu Jianguo

(Remote Sensing Lab. China University of Geosciences)

Abstract

In order to measure the area of surface water bodies in Hubei Province, a highly accurate and efficient technique for computer aided recognition of water information using Landsat MSS images was developed. The technique was designed based on the study of spectral signatures of water and non-water information, the data character of ratio images and the enhancement of atmospheric correction.

According to the study of spectral signatures, the main information which differentiates water bodies from non-water objects concentrates on band MSS4 and band MSS7. The ratio image of two bands can both merge the information contained in each band into one image and suppress shadow which is harmful to water recognition. Analysis of data character of ratio images indicates that the information loss of a ratio image concentrates on the low value section of its value range, when the image is scaled and changed from real type to integer type. Whereas the information in high value section is relatively enhanced by the processing. As the pixels of water bodies possess high values in a MSS4/MSS7 images and low values in MSS7/MSS4 image, the MSS4/MSS7 is superior in water recognition to MSS7/MSS4. But even MSS4/MSS7 images can not completely eliminate dark shadow, the major obstacle to raise the accuracy of water recognition is in mountain areas. This problem is solved by introducing the atmospheric correction to MSS4 before MSS4/MSS7 ratio processing. In a MSS4/MSS7 image with atmospheric correction, the pixel values of water bodies are larger than 1, while the pixel values of dark shadow and other non-water information are less than or equal to 1. Therefore, the water recognition image with high accuracy can be obtained simply by thresholding.

The technique is very simple and more precise than common used classification techniques. Its processing speed is more than three times faster than that of mini-distance classification. Besides, the technique can be used not only to MSS images but also to TM images. The successful water area recognition and measurement of whole Hubei Province has shown that the technique can produce perfect results in various areas of different geomorphic types.

Key words Surface water area Recognition and extraction MSS images

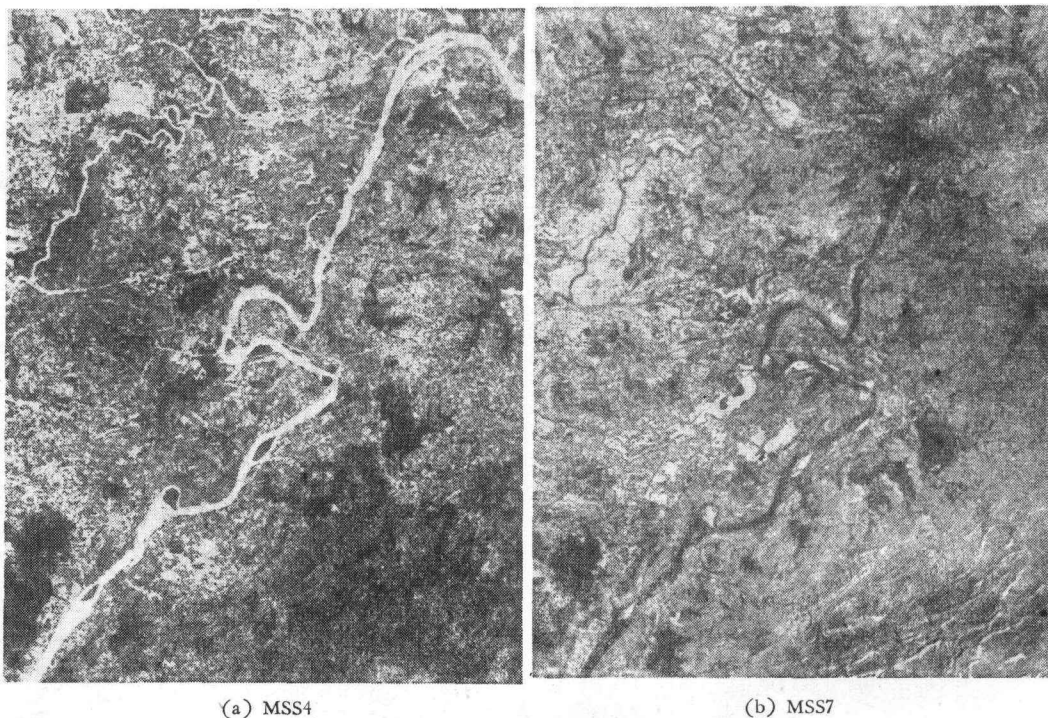


图 1 武汉幅陆地卫星图像

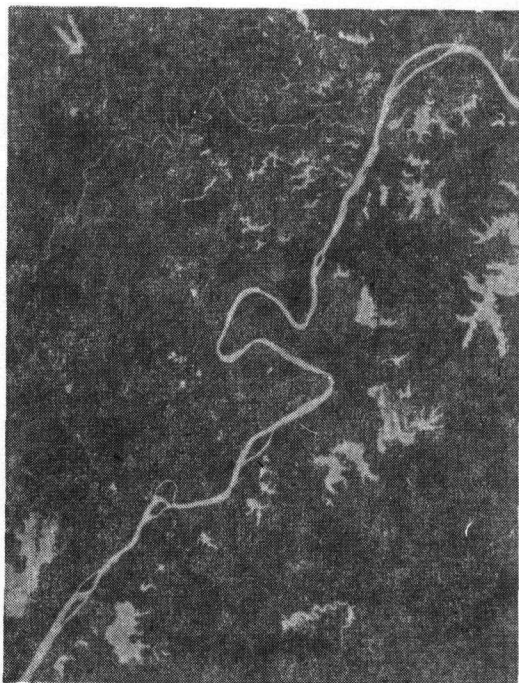


图 4 没对 MSS4 作大气校正的 MSS4/MSS7 图像所获得的水域识别图像

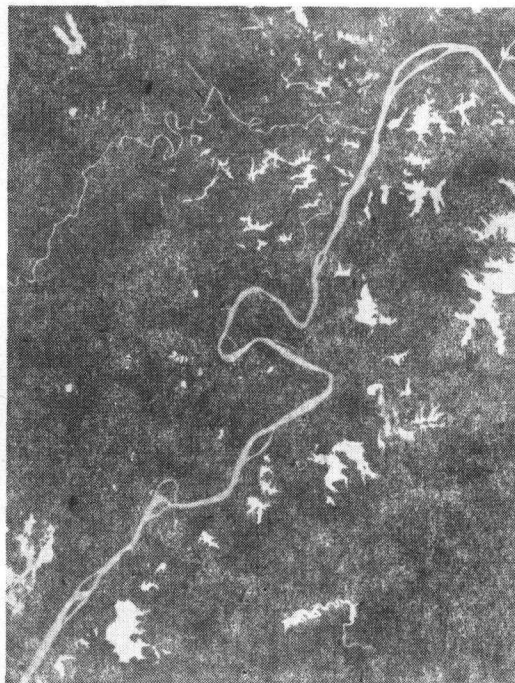


图 5 已对 MSS4 作了大气校正的 MSS4/MSS7 图像所获得的水域识别图像