

# 遥感影像湿地变化信息提取算法研究

张文博<sup>1</sup>, 张源<sup>2</sup>

(1. 长沙环境保护职业技术学院, 湖南长沙 410000;

2. 湖南水利水电职业技术学院, 湖南长沙 410000)

**摘要** 目前, 湿地资源由于受到了来自自然灾害和人类活动的严重破坏, 承受着巨大的压力。为此需要对湿地展开科学的管理和保护, 要达成这一目标, 可以通过高分辨率卫星遥感图像实现。对于遥感图像而言, 采用自动或者半自动方式提取图像特征是十分关键的, 在提取过程中, 需要用到计算机视觉、人工智能、模型识别以及图像处理等多个方面的知识技术。本文使用了两种不同的遥感图像分割技术, 即单通道和多通道, 以此来计算得出变化图斑。在优化算法时, 选择使用 RGB 转 HSV 的色彩空间算法来处理单通道图像分割。针对多通道算法进行分析时, 采用四元数的复数不变性的相关技术加以优化处理。

**关键词** 遥感影像; 湿地; 变化信息; 提取算法

**基金项目**: 2021 年度湖南省教育厅科学研究项目 (21C1586)。

**中图分类号**: TP7

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)02-0004-03

遥感技术是一种现代高新科技, 它能够全面、迅速、多角度、多层次地综合展示地表信息。通过运用遥感图像处理方法, 能够提高目标地物的清晰度。利用遥感技术获取信息具备时间短、数据丰富等优点。然而, 如何在浩如烟海的图像数据中及时、精确地获取所需信息并进行应用, 一直是亟待解决的关键问题。当前, 通过计算机实现遥感图像目标的自动化识别, 已经成为遥感数据处理的重点研究领域。随着高分辨率卫星遥感影响的应用越来越广泛, 为了不断提高其应用效果, 拓展应用范围, 需要在大量遥感影像中采取合适的方法提取其特征。然而, 鉴于遥感影像具有复杂和丰富的特点, 自动化处理手段需要涉及如计算机视觉、人工智能等众多领域的内容。

## 1 遥感影像分割

### 1.1 单通道遥感影像分割方法

1. RGB 至 HSV 色彩空间转换。遥感图像数据具有多通道的独特属性, 且各个通道的数值范围均在 0 到 255 之间变动。因为单通道的数据不能精确地展示地物的边缘特征, 因此需要对假彩色的图像进行色度空间转换, 然后把变换后的图片转成更适应人类视觉感知的灰值图像。

一是 RGB——加色混合色彩模型。基于色三刺激理论, 我们的眼睛里存在三种独特的锥形视觉细胞, 它对于红、绿、蓝三种颜色的感知特别敏锐。只有通过 630nm、530nm 以及 450nm 三种不同波长的光线刺激, 才会感知到光色的存在。以 RGB 色彩模型为基础, 人

类设计出了计算机彩色显示器, 它可以通过将红、绿、蓝三种基础颜色按照特定的比例进行叠加和组合, 从而创造出各式各样的颜色<sup>[1]</sup>。此色彩结构在二维的笛卡尔直角坐标系里以立方体的形式呈现, 因此又被叫做加色模型。

二是 HSV——用户直观的色彩模型。RGB 是指硬件设备使用的模型, 这一模型相对抽象且难以理解。HSV 的色彩模型采取了一种让人容易接受的颜色表达技巧, 利用色相 (H)、饱和度 (S) 以及亮度值 (V), 或者是 H、S 以及明度 (B) 这些基础而直观的要素, 构造出一个和艺术家的色彩运用习性接近的色彩模型。

HSV 在解决数码色彩和传统颜料色彩的沟通问题方面十分有效。

H 参数描绘出光谱颜色的具体位置, 取值介于 0~360 之间。这个参数是通过角度来表示的, 红色、绿色和蓝色各自间隔 120 度。各自的补色角度差均为 180 度。S 代表的是比例, 其取值区间是 0 至 1, 这个数字用来描述被挑选的颜色的纯度占其最高纯度的百分比。S 为 0 的时候, 只剩下灰度。V 代表颜色的明亮程度, 其取值区间为 0 至 255。它与光的强度并无直接关联。

三是改进算法。原有 RGB 转化到 HSV 的算法存在诸多不足, 对此需要加以优化。本文使用了修订版的 RGB 转 HSV 算法来进行色度空间变换, 详细的算法步骤如下:

$$V = \max(R, G, B)$$

$$S = \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)}$$

$$H = \begin{cases} 60 \times \frac{G-B}{S \times V}, & \text{如果 } S \times V \geq 0.01, \text{ 并且 } \max(R, G, B) = R \\ 60 \times \left[ 2 + \frac{B-R}{S \times V} \right], & \text{如果 } S \times V \geq 0.01, \text{ 并且 } \max(R, G, B) = G \\ 60 \times \left[ 4 + \frac{R-G}{S \times V} \right], & \text{如果 } S \times V \geq 0.01, \text{ 并且 } \max(R, G, B) = B \\ H = H - 300 \\ \text{如果 } H < 0, \text{ 则 } H = H + 360 \end{cases}$$

在对 H, S, V 进行了归一化操作之后, 根据以下公式来调节 H 部分的色彩分布。

$$H = H \times 80\% + 10\%$$

$$H = \begin{cases} V \times \frac{10\%}{50\%}, & \text{如果 } S \times V < 0.01, \text{ 并且 } V < 50\% \\ (V - 50\%) \times \frac{10\%}{50\%}, & \text{如果 } S \times V < 0.01, \text{ 并且 } V \geq 50\% \end{cases}$$

在将 RGB 影像转换成 HSV 之后, 能够直接改动 H 部分的数据, 从而获得图像的边缘信息。

优化后算法的关键优势体现在如下几个方面: (1) 在维持原有的彩色空间的基本颜色的同时, H 部分增设了明暗灰度区域<sup>[2]</sup>。因此, 只需要使用 H 分量进行描述便能够表示出色度信息, 同时也能揭示出灰度的信息, 这既满足了影像特性, 也能够简化图片计算处理的繁琐过程。(2) 这个修正结果仍旧把 H 部分的色彩级别划分为 256 级, 图像的色彩和灰度细节较为丰富, 正好满足了人类视觉的感知需求。

2. H 通道遥感图像分割方法。图像分割的目的是把影像细致地分成多个独特的部分, 同时精确地提取我们所关注的目标。依照图像处理技术和周围像素灰度值的差异, 可以将图像分割分为三个主要类别: 阈值化算法、基于区域的分割以及基于边缘的分割。

在执行阈值化算法时, 要设定恰当的阈值。此阈值的确定依赖于统计直方图。一般来说, 会采取如下几种阈值选取策略: 最大熵阈值法、最小误差阈值法等。灰度阈值法被认为是最根本、最关键的图像分割方法之一。通常, 根据图像的一维灰度直方图来确定阈值<sup>[3]</sup>。然而, 若是影像的复杂度增加、信噪比衰减, 或者由于光线干扰, 致使影像的一维灰度直方图缺乏明确的顶点与底点, 仅依赖灰度值分布得到的图像阈值数据往往无法达到预设的分割效果, 甚至有可能出现严重的分割偏差。

近些年, 在学术领域, 二维灰度直方图开始得到推广普及, 其主要联合像素灰度值分布以及邻域的平均灰度值分布进行阈值分割, 此方式显著增强了分割的精度, 并且可以提高抗噪效果。这种技术的发展与完善赋予了图像分割新的生命力, 让它在处理复杂的图像问题上也能轻松应对。

## 1.2 多通道遥感影像分割方法

随着遥感科技的进步, 各种领域都开始广泛使用高分辨率的卫星遥感影像。如何自动或者半自动地提取大量遥感图像的相关特性, 是一个迫切需要解决的关键问题<sup>[4]</sup>。如湖泊、海洋等的面状图斑, 其颜色特性在图像中呈现出相对平衡的状态, 可以采用区域和边缘分割等技术进行处理。传统处理方法易造成信息丢失, 效果不理想。接下来可以以四元复数为基础, 对多光谱遥感图像进行统一处理, 以此来计算出色彩中心值, 并进行分割, 提取边缘和自动提取的面状特征。

1. 四元复数影像分割思想。为了进一步揭开多光谱图像的神秘面纱, 可以将其转换成四元复数。如果两幅图片的四元复数的初阶、二阶及三阶矩完全匹配, 那么可以推断出他们的基本统计信息是一样的。对此, 可以创建一个函数来计算两个色彩中心, 并分别用 Z0 和 Z1 来描述。这个过程不会改变图像的基本信息。

在 RGB 中, 能够利用 Z0 与 Z1 的垂直平分面来分割色彩领域的边界, 也就是说, 当其与 Z0 更靠近时, 可以用 Z0 描述, 而当与 Z1 更靠近时, 可以用 Z1 描。因此, 这个色彩空间只包含 Z0 和 Z1 两种值。处理过的图像仅由两种颜色组成, 因此, 可以轻松地区分出背景和需要提取的图斑信息。通过应用边缘提取算法, 我们能够获得所需的信息。

2. 算法实现。依照相关思想与理论, 创建和实施一种基于复数不变性的算法。

详细流程如下: (1) 通过计算得到图像的一阶矩, 围绕影像进行平移处理, 使颜色中心和原点重合。(2) 对经过平移处理的新影像进行重新计算, 推导出四元复数 Z0 和 Z1。(3) 依照推导出的 Z0 和 Z1 对影像加以分割处理。

## 2 图像边缘检测算法与变化信息获取

### 2.1 图像边缘检测算法

1. 边缘信息提取算法。依照数学形态运算理论加以分析, 能够找到一种用于处理单尺寸图片边缘的算法<sup>[5]</sup>。如果设想 E(x, y) 是图像的边缘函数, f(x, y) 代指接收图像, b(x, y) 代指结构。根据相关运算理论加以分析, 便可得到如下边缘检查算子:

$$E_d(x, y) = f(x, y) \oplus b(x, y) - f(x, y)$$

根据同等原理, 我们能够利用形态学的腐蚀运算方法, 构造出用于图像边缘检测算子:

$$E_e(x, y) = f(x, y) - f(x, y) \ominus b(x, y)$$

膨胀腐蚀型边缘检测算子为:

$$G(x, y) = f(x, y) \oplus b(x, y) - f(x, y) \ominus b(x, y)$$

根据相关分析发现, 以膨胀运算为基础得到的边

边缘检测算子可能会使图像边缘变得模糊,以腐蚀运算为依据得出的结果可能会导致输出图像边缘部分的细节信息丢失。为了得到理想的图像边缘,并尽可能地提高图像边缘的清晰度,我们需要实施一些策略,如我们需对现有的边缘检测算子进行改进。

$$\left\{ \begin{aligned} E_{\min}(x,y) &= \min\{E_d(x,y), E_e(x,y), G(x,y)\} \\ E_{\max}(x,y) &= \max\{E_d(x,y), E_e(x,y), G(x,y)\} \\ E_{dec}(x,y) &= E_{\max}(x,y) - E_{\min}(x,y) \end{aligned} \right.$$

那么,新的边缘检测算子可以被定义为:

$$E(x,y) = E_d(x,y) + 0.5 \times E_{dec}(x,y)$$

对于每个  $b_i(x,y)$  而言,与之相关的边缘算子  $E_i(x,y)$  可以表示如下:

$$E_i = f \oplus b_i + 0.5 \times \{\max\{f \oplus b_i - f, f - f \ominus b_i, f \oplus b_i - f \ominus b_i\} - \min\{f \oplus b_i - f, f - f \ominus b_i, f \oplus b_i - f \ominus b_i\}\}$$

经过优化的边缘检测算子在原始图像中增添了丰富的边缘信息,有效减轻了检测结果的模糊性,使边缘细节更加清晰可见。然而,这种修正也会导致图像中的噪声增多。

2. 改进的边缘检测算子。本研究探讨了如何通过多结构和多尺度元素,增强算法的噪声抵抗能力,以便更准确地识别检测图像的边缘。首先,各种结构元素对各种类型的噪声都可以产生优秀的过滤效果。其次,大尺度的结构元素在抑制噪声方面具有出色的表现,但边缘检测相对粗糙;相反,小尺度的结构元素在抑制噪声方面的性能略有不足,然而其在保持图像边缘细节上的表现更为出色<sup>[6]</sup>。所以,可以综合应用多种结构元素和尺度不同的元素,循序渐进地完成图像边缘检测任务,从而在控制噪声产生的同时,加强边缘信息检测的清晰度。接着,根据特定的权重对检测结果进行累计处理,获取最终的检测结果。在对比与研究后,联合应用多种结构元素加以检测,基于单尺度膨胀获得多尺度元素。通过构造得到如下结果:

$$\left\{ \begin{aligned} E(x,y) &= 0.5 \times E_5(x,y) + 0.5 \times E_3(x,y) \\ E_5(x,y) &= \sum_{i=1}^8 a_i E_i(x,y) \\ E_3(x,y) &= \sum_{i=1}^4 a_i E_i(x,y) \end{aligned} \right.$$

在该公式中,  $a_i$  表示权系数,  $E_5(x,y)$ 、 $E_3(x,y)$  分别代表  $5 \times 5$ 、 $3 \times 3$  的结构元素检测结果。

$$a_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n s(i)}$$

信息熵  $s_i$  定义如下:

$$s_i = \sum_{i=0}^{255} p(i) \log_2 p(i)$$

其中,  $p(i)$  代表图像中灰度值为  $i$  的概率。

3. 遥感影像提取边缘结果分析。在多通道分割中,边缘信息能够清晰地展示出原始图像的特性,但是存在许多细微的差别。虽然应用多结构算子提取边缘可以应对复杂的二值图像,并且能够保持影像的原始性和精确度,但它也有一个明显的问题,即噪声较大。

边缘信息图像能够清晰地展现出分割后的边界,然而,对于原始图像来说,其存在着一定的偏差。在一维和二维的图像分割过程中,多结构算子能够充分展现出分割后的边缘特性,保证了图像的精确度,同时也几乎没有噪声。

### 2.2 遥感影像湿地边缘变化信息自动提取

在这里,主要利用 ETM 卫星与 CBER-02 卫星的遥感影像,来分析并比较各个时间阶段的河流与湖泊。对各个时间段的遥感图像进行预处理,然后分割,并对分割结果进行减法操作。通过应用多结构算子,能够从相减后的图像中提取出边缘,获取到图像的变化信息。

## 3 总结

本文以众多遥感图像边缘信息提取研究成果为基础展开论述,概括了不同时期的遥感图像变化信息提取算法,并且简要设计了一个匹配性软件。利用这些算法,能够有效地获得 ETM 卫星图像以及 CBER-02 卫星图片中的湖泊与河流数据,其表现出色。然而,从遥感影像中提取边缘信息并非易事,仍需对此进行更深层次的探讨与研究。

### 参考文献:

- [1] 朱琳,黄玉玲,杨刚,等.基于 GEE 的杭州湾海岸线遥感提取与时空演变分析[J].自然资源遥感,2023(02):50-60.
- [2] 王儒壮,李小群,刘春霞,等.基于高分遥感影像的海口市违法建筑监测[J].北京测绘,2021(10):1329-1332.
- [3] 张军谋.基于遥感技术的建筑结构系统分析及信息提取[J].粘接,2022(10):170-175.
- [4] 戴远盛,金婧.基于遥感技术的湿地调查研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)教育,2016(02):101.
- [5] 杨冬.基于资源三号遥感影像的湿地信息提取[J].地理空间信息,2022(04):65-68.
- [6] 陈璐,李旺平,李志红,等.基于文献综述方法的卫星遥感湿地信息提取研究进展与展望[J].卫星应用,2022(11):51-57.