

融合光谱和空间信息的黄河主溜特征提取

赵 娜¹, 张艳宁¹, 余红伟¹, 刘学工²

(1 西北工业大学 计算机学院 陕西省语音与图象信息处理重点实验室, 陕西 西安 710072;

2 黄河水利委员会信息中心, 河南 郑州 450003)

摘 要: 本文基于多光谱遥感图像, 提出了一种融合光谱特征和空间信息的主溜特征提取方法. 将遥感影像的两大表现形式——光谱和空间信息结合, 利用像元及其邻域的关系来描述其空间结构, 用方向线来描述黄河主溜, 从而确定其位置和走向. 实验结果表明, 该方法可有效地提取出黄河主溜特征.

关键词: 多光谱; 光谱特征; 空间信息; 黄河主溜; 特征提取

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)01-0169-04

Main-Stream Feature Extraction of the Yellow River Fusing Spectral and Spatial Feature

ZHAO Na¹, ZHANG Yan-ning¹, SHE Hong-wei¹, LIU Xue-gong²

(1 Shaanxi Key Laboratory of Speech & Image Information Processing, School of Computer Science, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072; 2 Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: A new mainstream feature extraction approach is proposed, which efficiently fuses the two main manifestations in remote sensing images: spectral features and spatial information. The approach depicts the spatial structures with the relationships between pixels and their neighborhoods, and describes the main-stream with the direction line. Finally, the position and trend of the main-stream line are achieved. The experiments results show that the presented approach is competent for main-stream feature extraction and the feature could be extracted effectively.

Key words: multispectral; spectral feature; spatial feature; main-stream of Yellow River; feature extraction

1 引言

黄河是世界上最大的一条多泥沙河流, 水患灾害十分严重. 河道主溜, 是河槽各断面水流流速最大处的连线, 是河流中流速最大的一股. 主溜区域的水流流动凶猛, 并常伴有波浪和泥沙, 对坝岸的冲击非常大^[1-2]. 河流主溜位置的确定, 对预测河势变化, 进行河道整治, 制定防洪决策与规划等有重要的指导意义.

目前利用遥感影像进行黄河主溜检测还没有非常成熟的方法, 文献[3]利用统计方法对主溜特征提

取进行了初探, 文献[4]从线性特征检测角度进行了研究. 然而, 由于水流特性十分复杂, 上述方法在黄河主溜特征提取研究中取得的效果并不是很理想.

由于主溜与非主溜区没有明确界线, 且水流边界和河道工程的相互作用以及河流来水来沙对水面光谱均有影响, 导致主溜与非主溜光谱差异非常小, 仅从光谱角度进行主溜特征提取难度较大; 另一方面, 由于河道水流的方向性和流动方向上的连续相似性, 其在空间上也有一定的表现. 因此, 将光谱与空间特征融合, 是主溜特征提取的一个新的方向. 由于多光谱 TM 图像的分辨率为 30 米, 使得黄河主溜

收稿日期: 2008-11-26; 修回日期: 2009-02-01

基金项目: 教育部“优秀人才计划”(NCET-05-0866); 黄河防汛及治黄科技基金(2006I01); 高等学校科技创新工程重大项目(708085)

在图像中很有可能表现为一个像元点,因此可以从像元的角度出发,融合光谱与空间特征,从而确定黄河主溜。

2 融合光谱和空间信息的主溜特征提取

文中将光谱和空间信息融合,提出一种方向线,通过像元及其邻域的光谱相似性描述其上下文的形状分布,根据初始主溜位置,通过方向线的建立,确定出主溜位置和流向,从而提取主溜特征。

2.1 方向线

文中利用像元及其邻域的光谱相似性描述其上下文的形状分布,通过定义方向线,利用相似性阈值计算相似的像元个数和位置,即方向线的长度和位置,从而确定像元的形状特征,进而确定主溜位置。

这里定义方向线为穿过中心像元的一系列线段,它们的长度各不相同,其长度由相邻像元间的光谱相似性测度和阈值来确定^[5]。图1表示中心像元及其邻域像元所构成的方向线,图中相同灰度的像素处在同一方向线上。

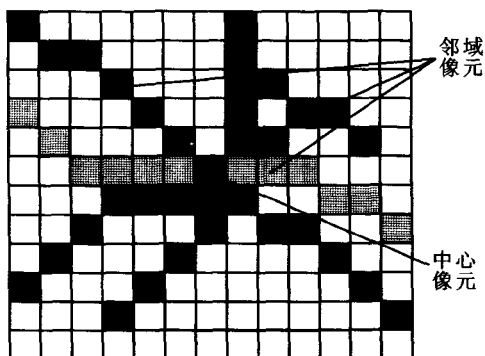


图1 方向线图

方向线的计算步骤如下,计算流程如图2所示。

(1) 相似性测度

$$SA(x, y) = \frac{P_{cen}^{cen} \cdot P_{cur}^{cur}}{|P_{cen}^{cen}| |P_{cur}^{cur}|} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i^{cen} P_i^{cur}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^{cen} P_i^{cen}} \sqrt{\sum_{i=1}^N P_i^{cur} P_i^{cur}}} \quad (1)$$

式中, $SA(x, y)$ 表示当前的邻域像元 (x, y) 本条方向线上的相似性测度值, P_i^{cen} 表示中心像在波段 i 上的光谱值, P_i^{cur} 表示当前邻域像元在波段 i 上的光谱值, n 代表波段数。

(2) 方向线的扩展

方向线按照特定的规则从中心像元出发朝两边扩展,方向线扩展的条件是当前像元的相似性测度

小于阈值 T 。这里, T 为光谱相似性度阈值,它与同一形状区域内像元灰度的变化程度相关。

由于水流流动具有一定的方向性,实际的方向线扩展不可能向着所有方向进行,而是根据河流方向,将与河流方向背离的方向去除,再进行扩展。如河流方向水平向右(如图3(a)所示),则方向线扩展时,中心像元左侧的像元不在考虑之内,其他河流方向也做类似处理。如图3所示,箭头代表河流方向,中心的黑色代表中心像元,白色代表方向线扩展时要去除的像元。由于河流始终是由上游流向下游,对应图像上即由左向右流,故方向线扩展采用图3所示的5个方向。

(3) 遍历整条河流,按照(1)和(2)两步可以跟踪得到初始像元的方向线。

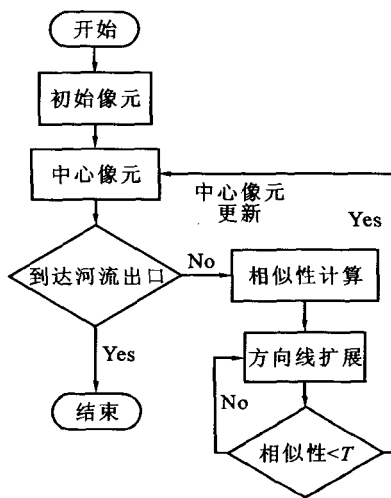


图2 方向线计算流程

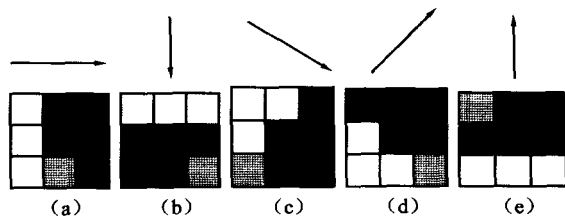


图3 方向线扩展

2.2 初始样本选取

依据方向线计算的思想,主溜样本是一个不断更新变化的过程,并且初始主溜样本参与整个主溜样本的计算过程当中,因此,它的代表性对整个的运行结果十分重要。人工勘测的主溜信息具有一定的指向性,也是我们已知的信息。通过对人工实地勘测到的主溜信息进行大量学习,建立主溜光谱库。同时,对大量图像进行分析可以得到,顺直河段中主溜信息较为明显,因此在图像中顺直河段选取与主溜

光谱库中最相似的点,作为初始样本^[6].

2.3 河流方向计算

河流方向的计算是为了约束方向线的扩展方向,减少搜索次数.首先,从原始图像中将河岸线提取出来.河岸线是描述河流走势变化的重要特征,河岸线形状的变换是河流方向变化的依据.由于滩涂等的存在,河岸南北两侧走势不尽相同,一条河岸线不能完全代表河水流动方向.为了能够尽量反映出整条河流的大致方向,分别在南、北河岸线上采样,拟合出河流大致方向走势.然后,根据拟合的河岸线来判断河流方向,并按照不同方向将河流分段,从而确保同一分段内河流方向一致,以便于方向线扩展方向的确定.

2.4 算法步骤

- 综上所述,主溜特征提取算法求解过程如下:
- (1) 河流提取.根据光谱特征,利用光谱相似性,如式(1)所示,将河流从原始图像中提取出来.
 - (2) 河流方向计算.提取出河流岸边线,再根据拟合出的大致河流走势判断河流方向,从而将方向不一致的河段分开.
 - (3) 选取初始主溜样本.选取河流入口处与主溜光谱库中最相似的点,作为初始主溜样本点.
 - (4) 计算形状特征.由初始主溜样本点开始,按图 2 所示的流程计算其方向线,并得到其长度和位置.
 - (5) 确定主溜位置.将得到的方向线作为主溜,从而确定其位置.

3 实验及结果

为了验证本文方法的有效性,分别对人工仿真数据和真实数据进行实验.两组实验均在 Pentium4 2.66G, 512M RAM 和 IDL6.2 的 PC 环境中运行.人工仿真数据通过对已知数据进行提取来验证本方法的有效性.受各种因素的影响,标准的主溜特征无法获取,真实数据只能通过与人工勘测的主溜位置进行比较来评价,并进一步与文献[3]方法的结果进行定量对比从而说明本文方法的有效性.

3.1 人工仿真数据实验

仿真生成 128×128 的 7 波段数据集,其中,主溜区域分布在一条三像素宽且位置已知的曲线上,其余部分为非主溜区域.图 4(a)中黑色实线所示为主溜区域的光谱,红色点线为非主溜区域的光谱.主溜区域光谱根据某河段人工绘制的主溜所在点的平均光谱确定,非主溜区域光谱为河岸北线向内 3 个

像素所有点的光谱平均值.由于光谱差异很小,目视无法区分主溜与非主溜区域.

图 4(b)所示为采用文中方法提取的结果.将提取的主溜点位置与已知位置信息对比,用其位置准确性来说明结果的有效性.其距离最大值、最小值及正确率如表 1 所示.可以看出,正确率可以达到 96%,说明了文中方法可以有效提取出主溜光谱并确定出其位置所在^[7].

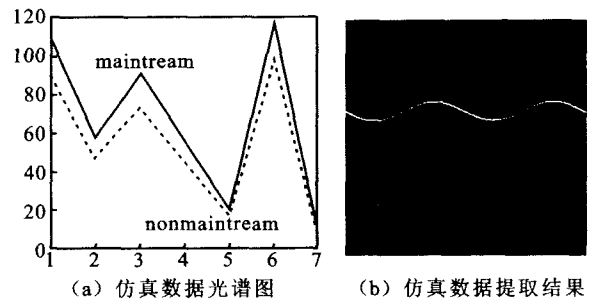


图 4 仿真数据光谱及提取结果图

表 1 提取结果正确率

距离最大值	距离最小值	提取正确率
2	0	96%

3.2 TM 黄河遥感数据实验

选取的实验遥感数据是黄河某段 TM 图像,经处理后将文中方法与文献[3]提取结果进行了比较,如图 5 所示.文献[3]提取结果在相对垂直河段的效果较差,不能很好地找出主溜信息,且产生了一些干扰信息,而文中方法则较好地提取出垂直河段的主溜信息,并且与人工勘测的结果更为接近.

表 2 两种方法的主溜与噪声点比值 R 对比

ϵ (pixel)	文中方法	文献[3]方法
$\epsilon = 1$	0.7066	0.6543
$\epsilon = 2$	1.0277	0.8773

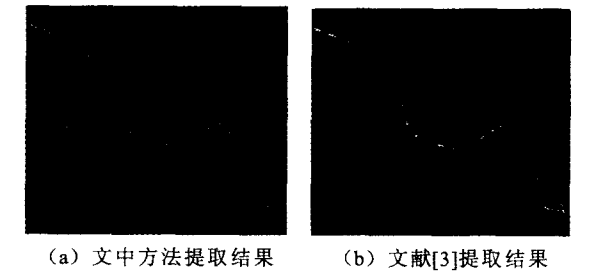


图 5 文中方法与文献[3]提取结果比较

由于标准的主溜信息无法获取,这里以人工勘测的主溜信息为参考,将两种方法分别与其进行比较.首先定义在人工主溜线 F 的 ϵ 邻域之外的特征

提取点为噪声点, ϵ 邻域之内的点为主溜点, 则利用主溜与噪声点个数的比值 R 作为判断标准, 即, 在给定 ϵ 邻域内, 噪声点的个数为 N , 主溜点个数 S , 比值 $R = \frac{S}{N}$. 所得结果 R 越大说明提取出的主溜点中接近人工主溜的点所占比重越多, 虚假的主溜噪声点越少, 提取的结果也就越好. 由表 2 可以看出, 不管邻域如何选取, 文中方法的噪声点比值 R 均大于文献[3]方法, 从而说明了文中方法的有效性.

综上实验表明, 文中方法能够基本有效的地提取出黄河主溜特征, 确定主溜位置.

4 结束语

文中利用遥感多光谱数据, 将光谱与空间信息相结合对黄河主溜提取进行了研究. 根据河道水流方向性和流动方向上的连续相似性, 提出一种方向线来表示黄河主溜, 由初始主溜位置开始, 利用光谱相似性来扩展方向线, 从而确定主溜位置和走向. 通过人工及真实数据实验, 结果表明, 该算法的解译结果与现有其他方法相比, 噪声干扰信息较少, 与人工实地勘察的主溜位置吻合度较高, 能有效的检测出黄河河道主溜位置.

参考文献:

[1] 江恩惠, 曹永涛, 张林忠, 等. 黄河下游游荡性河段河势

演变规律及机理研究[M]. 北京: 黄河水利, 水电出版社, 2006.

- [2] Liu Liangming, Yan Junjie. The application of MODIS data on ice flood monitoring of yellow river[C]// MIPPR 2005: SAR and Multispectral Image Processing, Proc. of SPIE. USA, 2005, 6043: 60432T1-6.
- [3] 张海超, 段锋, 张艳宁, 等. 黄河主流线特征提取研究[C]//第三届黄河国际论坛论文集第四集. 山东, 2007: 77-82.
- [4] 王志印, 张艳宁, 刘学工, 等. 线形特征检测及其在黄河主溜线上的应用[J]. 计算机应用, 2008, 28(3): 669-670.
- [5] 黄昕, 张良培, 李平湘. 融合形状和光谱的高空间分辨率遥感影像分类[J]. 遥感学报, 2007, 11(3): 193-199.
- [6] Du Peijun, Fang Tao, Tang Hong, et al. Spectral features extraction in hyperspectral RS data and its application to information processing[J]. Acta Photonica Sinica, 2005, 34(2): 293-298.
- [7] 邵军勇, 潘泉. 基于光谱复原的高光谱高空间遥感数据融合研究[J]. 微电子学与计算机, 2005, 22(8): 108-109.

作者简介:

赵 娜 女, (1984-), 硕士. 研究方向为图像处理、模式识别.

张艳宁 女, (1967-), 博士, 教授, 博士生导师. 研究方向为智能信号和图象处理、模式识别、数据挖掘等.