

基于地理本体建模的河流阶地识别方法研究——以汉中盆地为例

张朴^{1,2},王锡洁¹ (1. 兰州大学资源环境学院,甘肃兰州 730000;2. 93920 部队,陕西汉中 723000)

摘要 目前尚缺乏自动提取河流阶地的有效方法。提供了一种用于自动识别和提取河流阶地的方法。首先借助 ASTER GDEM 与 Landsat5 TM 数据,以汉中盆地为例,依托地理本体对河流阶地进行建模;然后在此基础上通过基于对象的影像分类技术对其进行提取。在基于对象分类技术中使用地理本体建模方法,能够有效地自动识别和提取河流阶地。
关键词 地理本体;河流阶地;基于对象影像分析;自动识别
中图分类号 S127;TP75 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)10-03080-03

Study on Identification Method for River Terraces Based on Geographic Ontology Modeling—A Case Study of Hanzhong Basin
ZHANG Pu et al (College of Earth and Environment Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)
Abstract A method for automatic identification and extraction of fluvial terraces was provided. Taking Hanzhong Basin as an example, the fluvial terraces based on geographic ontology with the ASTER GDEM and Landsat5 TM data was modeled; then, on the basis of object-oriented image classification techniques, the fluvial terraces were extracted. Using geographic ontology modeling method in the object-oriented classification can effectively and automatically identify and extract fluvial terraces.
Key words Geographic ontology; Fluvial terraces; Object-based image analysis; Automatic identification

河流阶地是气候和构造运动综合作用形成的地质地貌,间接反映了古老冲积平原的痕迹^[1],并与人们的生产生活关系密切,因此,研究和识别河流阶地在科学上和经济上具有重要意义^[1-2]。近年来,随着遥感数据的应用与遥感技术的发展,出现很多对阶地的提取研究,但大多只是根据相邻阶地间高程跳跃变化的特点,用数字高程模型(DEM)的直方图对 DEM 数据进行分级,进而识别和提取河流阶地^[1,3-4]。分布于河道两侧的同级阶地由于受后期地质构造运动的影响,往往具有不同的高度;另外,受地形的影响,同级阶地上下游也具有不同的高度,因此,这一方法在面积较大的研究区内应用时,研究者需要将研究区进行分块处理^[1],从而会导致工作量大,处理数据时间长,制图不方便。针对上述原因,目前迫切需要一种具有通用性且简单易行的识别方法。为此,引入地理本体。地理本体要求地理对象的特征定义具有通用性、可操作性和明确性 3 个特点^[5]。通用性指地理对象的特征能在各个研究区使用,即具有共享性^[6];可操作性指地理对象的特征定义能被机器所识别,从而达到自动提取的目的^[7-8];明确性指地理对象的特征定义被精确描述^[5]。基于上述 3 个特点,在地理研究领域,地理本体被广泛应用到数据挖掘、地貌识别和地理建模中^[5-8]。因此,笔者基于 ASTER GDEM 与 Landsat5 TM 数据,依托地理本体建模方法,构建了河流阶地的地理本体模型,并在基于对象分类软件中对其进行自动识别和提取,这为河流阶地的大范围制图以及基于河流阶地分布的地质构造研究奠定了坚实的理论和试验基础。

1 河流阶地提取原理与方法

1.1 河流阶地的本体建模 地理本体要求研究者对河流阶地的特征定义满足通用性、可操作性和明确性 3 个特点,并且这些特征定义能用来完整地构建地理本体模型。为此,该研究以试验数据为基础,参照杨景春等^[9]对阶地的描述,依

托地理本体知识将河流阶地描述为:首先,阶地面坡度较小;其次,一级阶地为邻近河道或河漫滩的台地;再次,高级阶地邻近低级阶地,并且它们之间会出现曲率>0、起伏较大的阶地前缘,阶地前缘可以将相邻的两个阶地分隔开,方便后期的识别提取;最后,阶地沿河道分布,并且同级阶地与河道的距离大概相等。基于此,该研究遵循自上而下的建模过程(河流阶地位于顶层),并通过阶地与周围地理对象之间的拓扑关系结合阶地前缘的地形特征对河流阶地的地理本体进行构建(图1)。图1中线条上的“包含”、“邻近”、“有”等汉字是描述地理对象之间逻辑属性的公理关系^[10]。由图1可知,河流阶地依托地理本体的模型主要包括 1 级阶地、2 级阶地等,以及河道两岸阶地的分布范围和阶地前缘几个部分。对河流阶地的提取依照模型自下而上、从左至右进行,即首先对河道两岸的阶地范围进行提取,这个借助坡度来完成;其次通过曲率>0,结合特定统计窗口内的起伏度值提取阶地前缘;最后根据与周围地理对象的相邻拓扑关系识别各级阶地。

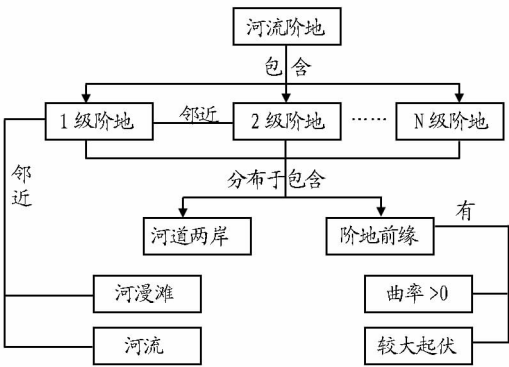


图1 河流阶地地理本体模型

1.2 基于对象分类原理 基于对象影像分类通过对影像数据进行分割,使分割对象内部的同质性最大化,而分割对象之间的异质性最大化^[11]。该研究使用易康软件(eCognition)8.64,它通过分割尺度、形状因子和紧凑度因子 3 个设置参数进行分割控制。分割尺度设置越大,则分割对象个数

作者简介 张朴(1985-),男,陕西汉中,人,硕士研究生,研究方向:地理信息系统、遥感。
收稿日期 2014-02-27

越少,包含像元越多^[12];形状因子越大分割出的对象边界越规则,其与光谱因子的权重之和为1^[12];紧凑度因子是对形状因子的补充^[12]。所用分割参数系通过反复试错法所得。

2 研究区概况与数据处理

2.1 研究区概述 研究区坐标范围 106°35′~107°58′E、32°44′~33°21′N,盆地面积约 5 253 km²,位于陕、甘、川 3 省交界处(图 2),北依秦岭地槽,南靠大巴山台褶带。由于北部的构造运动比南部巴山地区更为强烈,所以汉江两岸的阶地分布明显不对称,北岸相对更为完整,分布有 4 级阶地^[12]。

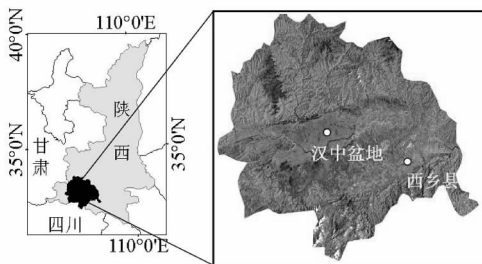


图 2 研究区概况

2.2 数据处理 研究所需数据源自美国宇航局(USGS)提供的下载网站(<http://earthexplorer.usgs.gov/>)。其中 ASTER GDEM 数据平均水平精度 30 m,垂直精度 20 m,空间分辨率 30 m^[13]。该研究选择 UTM 投影,WGS-84 坐标系对 ASTER GDEM 数据进行了重投影和坐标系转换。Landsat5 TM 数据空间分辨率为 30 m,成像时间为 2009 年 5 月 20 日,轨道号为 path128/row037,在 ENVI 4.8 中对其进行大气校正。最后基于遥感图像处理软件,对两个数据进行研究区的裁剪。

使用 DEM 数据,通过 ArcGIS 给出的算法进行汇流累积量、曲率、起伏度和坡度的计算。其中起伏度的计算采用窗口递增法,首先以 3×3 为起始窗口,30×30 为终止窗口,每次递增单位为 2;其次基于统计学,将计算值与对应窗口的大小在 Excel 软件中拟合;最后将拐点位置(5×5)作为最佳统计窗口,它能反映区内真实的起伏度^[14],因此,用其计算研究区内的起伏度。

3 提取步骤

3.1 进行分割 将 ASTER GDEM 数据、Landsat5 TM 影像以及之前计算的曲率、坡度、起伏度和汇流累积量作为输入数据,其中汇流累积量的权重设为 0,其余权重为 1,在易康中进行分割,将分割参数中尺度因子设为 10,形状因子设为 0.1,紧凑度因子设为 0.5。

3.2 提取盆地中的台地 参考影像与实际地形特点,通过反复试错法调整阈值,最终确定坡度 10°时可以较好地提取研究区内的所有台地。

3.3 提取河流与河漫滩 研究区位于汉江河的上游,通过水体在近红外波段的高吸收特性识别水体时,部分河床中大量裸露的石沙会影响河流对近红外波段的吸收。这里借助水体指数(NDWI)结合 DEM 数据生成河网,其中水体指数设为 ≥ -0.12 。DEM 生成的河网用 Strahler 法进行分级。将区内等级数 ≥ 4 的归为常年河。河漫滩以高亮的沙石为主,具有较少的植被。在易康中借助与河道距离关系(Distance to)

以及植被指数(NDVI)进行识别,并取 $NDVI \geq 0.23$, Distance to ≤ 60 像元。

3.4 提取河流 1 级阶地 首先借助起伏度和曲率来识别盆地内的阶地前缘,这能将研究区内的各级阶地分开。其次将邻近河漫滩的阶地前缘归为与其邻近的台地,此时这一台地转而邻近河漫滩;最后根据模型中 1 级阶地与河流或河漫滩的邻近属性,将这一台地归为 1 级阶地。

3.5 提取高级阶地 与提取 1 级阶地类似,以提取 2 级阶地为例,首先将邻近 1 级阶地的阶地前缘归为与其邻近的未分类台地,此时这一台地转而邻近 1 级阶地;其次根据模型中 2 级邻近 1 级阶地的属性将这一台地归为 2 级阶地;最后依次对各级阶地进行识别提取。

3.6 分类后操作 结合遥感影像、原始资料数据以及模型中同一级阶地沿河道平行分布的特点,在易康软件中调整细节上与实际不符的阶地分布,使提取结果能更好地符合实际情况。

4 结果与分析

该研究依托地理本体建模,将阶地地理本体模型与计算机可以识别的特征指标(起伏度、坡度、曲率等)进行联系,进而完成专家知识的量化,在此基础上,采用基于对象分类方法对汉中盆地包括其东南方向的西乡县进行了阶地的自动识别与提取(图 3)。

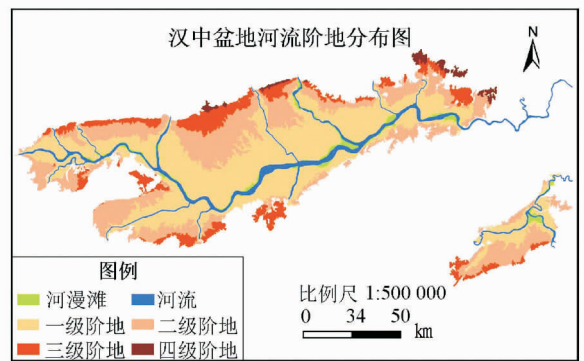


图 3 汉中盆地阶地分布

图 3 显示,汉中盆地一共有 4 级阶地,并且北岸比南岸完整,这是由于在北半球河流向南侵蚀,另外河流以北的秦岭构造抬升运动更为强烈的,这些综合因素致使河流加剧对南岸的侵蚀,从而使南岸阶地保存不完整。图 3 还显示,1 级阶地在支流处横穿 2、3 级阶地。这是因为支流长期对两岸侵蚀,已将 2、3 级阶地变成它自身的 1 级阶地,但这种情况并不影响提取的精度。将提取结果与杨秀芬等^[13]文字描述的关于汉中盆地河流阶地的分布范围进行比对,发现能较好地拟合。为了进一步说明结果的准确性,试验中选取汉中市东部阶地分布较全,有代表性的区域,使用实地采集的 GPS 高程数据制作了剖面图(图 4)。剖面图左边的阶地分布对应主河道(汉江)南岸的阶地分布情况,右边的阶地分布对应主河道北岸的阶地分布情况。从图 4 可以看出,北岸的阶地分布范围较大且较全,南岸分布范围较小且不全,这一结果很好地吻合了之前的提取结果,进一步说明提取结果具有较高的精度。

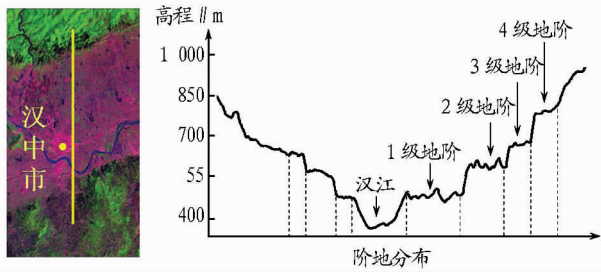


图4 研究区 DEM 剖面图

5 结论

该研究中,依托地理本体对河流阶地进行建模,使阶地的描述定义具有通用性、可操作性以及明确性的特点,从而在基于对象分类过程中能很大程度地减少工作量,缩短工作时间,提高工作效率。这种引入地理本体的方法,丰富了河流阶地的语义,通过对专家知识的量化,可对河流阶地进行自动识别和提取。提取结果分析表明:使用 30 m 分辨率的 DEM 数据和 TM 影像数据能满足研究的需要,并且依托地理本体建模方法提取阶地能达到较好的提取效果,结果具有较高的精度,这为河流阶地在遥感技术应用下的识别研究提供了一种全新而有效的方法。

参考文献

- [1] DEMOULIN A,BOVY B,RIXHON G,et al. An automated method to extract fluvial terraces from digital elevation models;The vesdre valley,a case study in eastern belgium[J]. Geomorphology,2007,91(1/2):51-64.

- [2] 周成虎. 地貌学词典[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [3] 周增坡. 基于多源数据的典型地貌形态特征提取方法研究[D]. 长春:东北师范大学,2009.
- [4] 宫会玲,冉勇康,陈立春. 基于 DEM 的阶地分析方法——以安宁河断裂紫马跨地区为例[J]. 地震地质,2008,30(1):339-348.
- [5] ARVOR D,DURIEUX L,ANDRÉS S,et al. Advances in geographic object-based image analysis with ontologies:A review of main contributions and limitations from a remote sensing perspective[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2013,82:125-137.
- [6] KOHLI D,SLIUZAS R,KERLE N,et al. An ontology of slums for image-based classification[J]. Computers,Environment and Urban Systems,2012,36(2):154-163.
- [7] QUINTERO R,GUZMÁN GIOVANNI,MENCHACA-MENDEZ R,et al. An ontology-driven approach for the extraction and description of geographic objects contained in raster spatial data[J]. Expert Systems with Applications,2012,39(10):9008-9020.
- [8] EISANK C,DRAGUT L,BLASCHKE T. A generic procedure for semantics-oriented landform classification using object-based image analysis[M]//HENGL T,EVANS I S,WILSON J P,et al. Geomorphometry. Redland,CA,USA,2011:125-128.
- [9] 杨景春,李有利. 地貌学原理[M]. 北京:北京大学出版社,1999:47-51.
- [10] TORRES MIGUEL,QUINTERO R,MORENO-IBARRA M,et al. GEONTO-MET:An approach to conceptualizing the geographic domain[J]. International Journal of Geographical Information Science,2011,25(10):1633-1657.
- [11] IMANE SEBARI,HE D C. Automatic fuzzy object-based analysis of VH-SR images for urban objects extraction[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2013,79:171-184.
- [12] BENZ U C,PETER H,GREGOR W,et al. Multi resolution,object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready Information[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing,2004,58:239-258.
- [13] 杨秀芬,马守林. 汉中盆地与新构造运动有关的地貌特征[J]. 西北师师范学院学报:自然科学版,1987(2):45-49.
- [14] 马士彬,安裕伦. 基于 ASTER GDEM 数据喀斯特区域地貌类型划分与分析[J]. 地理科学,2012,32(3):368-373.
- [15] 程维明. 中国 1:100 万地貌-地表覆被-景观生态制图方法研究[D]. 北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2005.

(上接第 3026 页)

势,趋势系数为 0.126 0,1981 年以来冠县站较莘县站降水量观测值偏多;冠县站与莘县站的年平均地面温度差值序列呈上升趋势,趋势系数为 0.703 0,1981 年以来冠县站较莘县站

地面温度观测值偏高;冠县站与莘县站的年日照时数差值序列呈下降趋势,趋势系数为 -0.367 0 h,1981 年以来冠县站较莘县站日照时数观测值偏少。

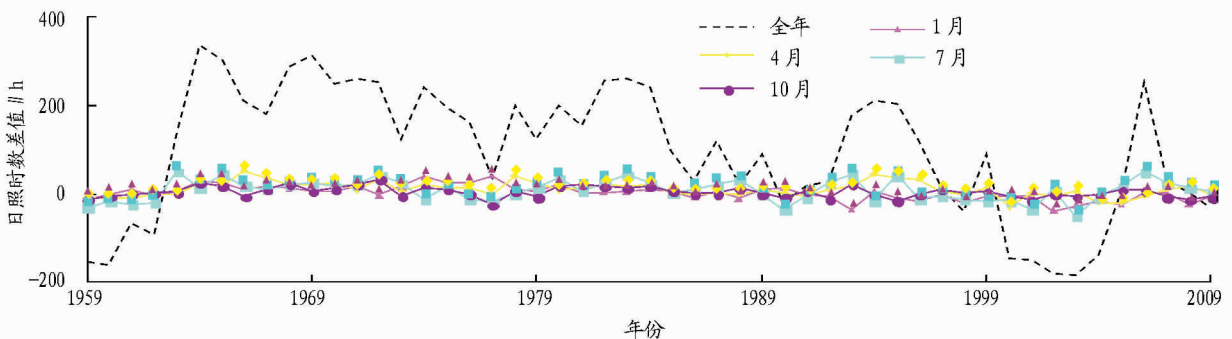


图7 1959~2009年冠县站与莘县站日照时数差值随时间的变化

(2)随着城市化进程加快,冠县站 1981 年以来探测环境受到城市化影响越来越显著,进而影响到气象要素资料的代表性、准确性、比较性、连续性,使得气压偏低、气温偏高、相对湿度偏小、风速偏小、降水量偏多、地面温度偏高、日照时数偏少。

参考文献

- [1] 周淑贞. 上海城市热岛效应[J]. 地理学报,1983,38(4):397-405.
- [2] 吴艳标. 广州城区热岛特征及其对空气污染的影响[J]. 热带气象学报,1986,2(3):212-230.
- [3] 邓蓬堂,束炯,李朝颐. 上海城市热岛的变化特征分析[J]. 热带气象学

- 报,2001,17(3):273-280.
- [4] 程炳岩,朱业玉,王记芳. 郑州市气候环境的观测研究[J]. 气象,2004,30(2):50-54.
- [5] 李义君,梁国坚,杨士恩,等. 气象站迁站前后气温同期观测资料对比[J]. 气象科技,2010,38(5):599-604.
- [6] 张晓平,周春珍,郝传静,等. 平阴国家气象站迁移对比观测资料差异分析[J]. 山东气象,2009,29(9):29-31.
- [7] 李义君,吕博,张荣霞,等. 城市热岛效应和迁址对东阿站气温资料序列的影响[J]. 中国农业气象,2010,31(4):501-506.
- [8] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等. 气象应用概率统计学[M]. 北京:气象出版社,1984:152-164.
- [9] 黄嘉佑. 气候状态变化趋势与突变分析[J]. 气象,1995,21(7):5-9.