

面向对象的玛纳斯河流域 TM 影像分类技术研究

郭鹏¹, 徐丽萍¹, 王玲¹, 刘琳¹, 张正勇¹, 常存²

(1. 石河子大学 理学院, 新疆 石河子 832003; 2. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830043)

摘要:以面向对象的遥感影像分类的理论与方法, 基于 ENVI 5.0、eCognition 8.7 和 ArcGIS 10.0 平台, 从遥感尺度问题和决策树分类技术入手, 对面向对象分类方法的多尺度分割和多特征分类等关键问题进行了探讨, 并应用该方法对玛纳斯河流域的信息进行了提取研究。结果表明, 多尺度分割最佳波段权重为 0, 1, 2, 2, 1, 0, 1, 形状参数和紧致度均为 0.7, 分割尺度为 60, 30 和 10, 地物种类可分为林地、草地、水域、耕地、人工表面、冰雪地、盐碱地、其他八大类。分类结果总精度为 0.92, Kappa 系数为 0.91, 证明面向对象的分类方法可以有效地对干旱区中尺度分辨率影像进行快速高效的地物信息识别及提取。

关键词:面向对象; 玛纳斯河流域; 分类技术

中图分类号: TP751

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)03-0120-05

Research for Object-Oriented TM Image Segmentation and Information Extraction Technology

GUO Peng¹, XU Li-ping¹, WANG Lin¹, LIU Lin¹, ZHANG Zheng-yong¹, CHANG Cun²

(1. College of Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China;

2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Science Urumqi 830043, China)

Abstract: Based on the theory of object-oriented remote sensing classification and ENV15.0 eCognition8.7 and ArcGIS10.0, we discussed key issues on multiscale segmentation and feature extraction, and extracted the feature information of the Manas River Basin. Results show that the best multiscale segmentation band weight were 0, 1, 2, 2, 1, 0, 1, both shape parameter and firmness was 0.7, segmentation scales were 60, 30 and 10. Feature types can be divided into woodland, grassland, water body, farmland, artificial surface, snow-coved land, saline-alkali soil and the other. The total accuracy of the classification results was 0.92 and Kappa was 0.91. It has been shown that the object-oriented classification method can effectively identify and extract the feature information of scale resolution images in the arid region.

Key words: object-orientation; Manas River Basin; classification technique

自遥感技术诞生以来,就被广泛应用于环境、测绘、农林、地学和军事等领域,发挥着越来越重要的作用。在遥感应用的发展历程中,影像分类方法主要有两大类:一种是基于像元(Pixel-Based)的分类方法,一种是基于对象(Object-Oriented)的分类方法。基于像元的分类方法是以像元包含的地物光谱特征来进行分类,易造成空间数据大量冗余、分类精度降低、资源浪费等现象。而面向对象的分类方法在分类过程中,不仅可以利用地物的光谱信息,更多的是利用

其形状、纹理等信息,图像的最小单元是一个对象,可以极大地提高分类精度^[1-2]。对于干旱区而言,地物覆盖种类相对较少,且面积较大,均质性强,这都使得面向对象的分类方法能够更好地发挥其优势。

本文基于面向对象的遥感分类方法,通过构建研究区 TM 影像多尺度分割及分类规则体系,提取研究区的相关地物信息,以期为该区的农业生产、城镇规划、土地利用规划等方面提供理论基础和技术支持。

收稿日期: 2012-10-22

修回日期: 2012-12-17

资助项目: 石河子大学科学技术研究发展计划项目“全球气候变化下玛河流域山区近 30 年冰雪变化对气候响应的机制及应对策略研究”(2011ZRKXTD-0501)

作者简介: 郭鹏(1981—),男,安徽利辛人,硕士,助理研究员,主要从事遥感技术应用研究。E-mail: gp163@163.com

通信作者: 徐丽萍(1978—),女,新疆库尔勒人,博士,副教授,主要从事土地覆被变化与环境响应研究。E-mail: xlp_tea@shzu.edu.cn

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

玛纳斯河流域位于新疆天山北麓、准噶尔盆地南缘,行政区域包括石河子市、沙湾县和玛纳斯县,以及分布在两县境内新疆生产建设兵团农八师和农六师的农牧团场。地理位置为 $43^{\circ}27' - 45^{\circ}21'N, 85^{\circ}01' - 86^{\circ}32'E$,流域总面积约 2.1 万 km^2 ,地势由东南向西北倾斜,海拔最高 5 242 m,最低 256 m,地形由南向北依次分部有山地、山前平原和沙漠三大地貌类型区。流域属内陆干旱区,夏季炎热干燥,冬季寒冷多风,年均气温 $6.8^{\circ}C$,年降水量 110~200 mm。流域内自东向西分别为塔西河、玛纳斯河、宁家河、金沟河与巴音沟河,均发源于天山北麓依连哈比尔尕山脉,由南向北流入准噶尔盆地,其中玛纳斯河全长 324 km,也是准噶尔盆地中水量最大、流程最长的内陆河^[3-4]。

1.2 数据源

本研究以 2010 年 10 月 8 日获取的 TM 影像(包含蓝色波段: $0.45 \sim 0.52 \mu m$ 、绿色波段: $0.52 \sim 0.60 \mu m$ 、红色波段: $0.63 \sim 0.69 \mu m$ 、近红外波段: $0.76 \sim 0.90 \mu m$ 、短波红外波段: $1.55 \sim 1.75 \mu m$ 和中红外波段: $2.08 \sim 2.35 \mu m$)为基础数据,对影像进行坐标转换、几何校正和辐射校正等处理后,影像分辨率为 30 m,大小为 $185 km \times 185 km$ 。研究区影像共由 6 景 TM 影像在 ENVI 5.0 中进行镶嵌后由玛纳斯河流域的边界图进行裁切后得到,经假彩色合成研究区遥感影像(附图 13)。在分类的过程中拟采用玛纳斯流域相应位置的 DEM 数据作为辅助数据,分辨率为 90 m,在使用前重采样为 30 m,该数据在进行多尺度影像分割时作为第 7 波段参与分割过程,并在分类的过程中用以区分草原和高山草甸。

2 研究方法与分析

本研究以面向对象的遥感地物信息提取方法,采用德国遥感分类软件 eCognition 8.7.1,经多尺度分割及地物提取两个步骤对研究区的影像进行信息提取,并用混淆矩阵法进行精度评价。

2.1 多尺度影像分割及分割参数

多尺度分割中采用不同的分割尺度生成不同尺度影像对象层,使得具有固定分辨率的影像数据可以分割为不同尺度的数据结构,从而构成了一个与地表实体相似的层次网络结构。实现了原始像元信息在不同空间尺度间的传递,以适应特定的应用需求,尺度等级关系如图 1 所示。在多尺度分割过程中,参数的选择非常重要,主要的分割参数有:各波段权重、均

质性因子和分割尺度^[5]。

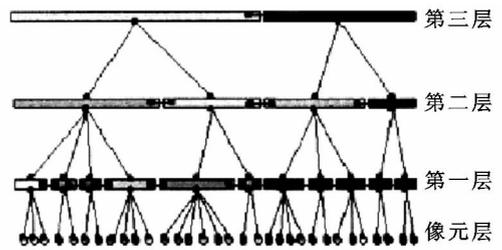


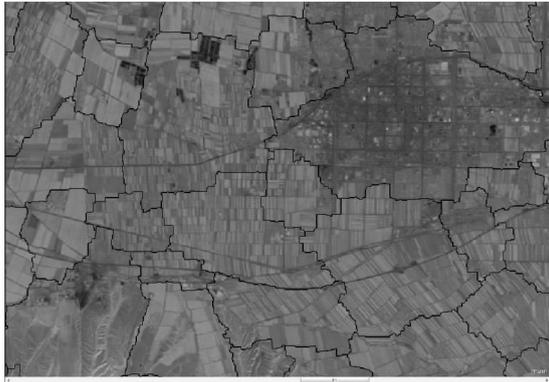
图 1 影像对象网络层次结构

2.1.1 各波段权重 影像各波段权重的设置是影响分割质量的重要因素之一。可以根据各个波段对分割结果的贡献程度赋予不同的权重。某个波段的权重越高,在分割过程中这个层的信息使用的就越多,对分割结果的影响越大。因此,对分割贡献小或无贡献的波段,则赋予较小的权重或设置权重为 0,同时也要考虑波段之间的相关性,以减少信息的冗余度,提高分割的质量和速度^[6]。本研究所区域以自然地物为主,尤其是以植被居多,因此在波段权重的选择上更多的要考虑绿、红以及近红外波段在影像分割中所起的作用。

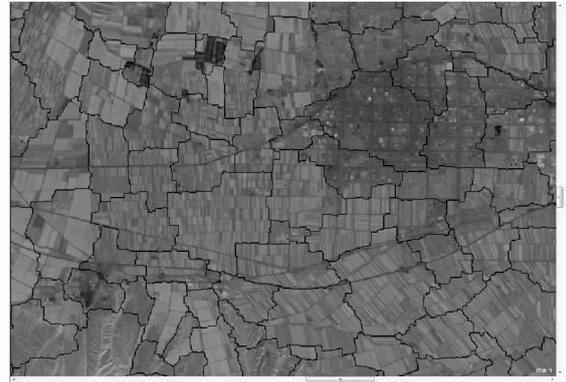
2.1.2 均质性因子 一般来讲,均质性包括光谱和形状两个属性因子,其中形状因子又包括光滑度和紧密度两个因子。光滑度用来完善具有光滑边界的影像对象;紧密度可以根据较小的差别把紧凑的目标和不紧凑的目标区分开,通过聚集度来优化影像对象^[7]。光滑度和紧密度两个形状因子并不是对立的,即通过紧密度优化过的对象也会具有光滑的边界。在进行参数设置时,考虑到研究区地物种类及特征,经过反复实验,发现增加形状和紧致度因子在图像分割时的比重更有利于地物信息的识别。

2.1.3 分割尺度 影像多尺度分割中的尺度是一个关于多边形对象异质性最小的阈值,决定生成最小多边形的级别大小,与空间分辨率是两个不同的概念。多尺度影像分割表示在分割过程中可采用不同的分割尺度值,所生成的对象大小取决于分割前确定的尺度值,分割尺度值越大,所生成的对象层内多边形面积就越大而数目越小,反之亦然。影像分割时尺度的选择很重要,它直接决定影像对象分割的质量以及信息提取的精度(图 2)。

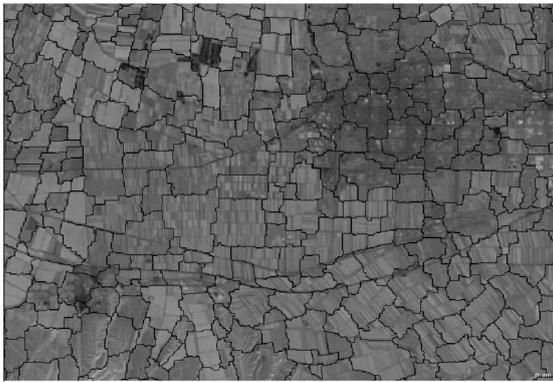
研究区以植被、裸土和居民地为主,因此根据其特点并结合多光谱影像和 DEM 数据,经过多次分割实验,确定其多尺度分割参数(表 1)。确定在 100 的尺度上提取裸土等面积较大地物,在 60 的尺度上提取稀疏植被和盐碱地等^[8],在 30 的尺度上提取林地、草原和草甸等,在 15 的尺度上提取居民地、耕地、河流、工业用地等^[9]。



Scale=100, Shape=0.7, Compactness=0.7



Scale=60, Shape=0.7, Compactness=0.7



Scale=30, Shape=0.7, Compactness=0.7



Scale=00, Shape=0.7, Compactness=0.7

图 2 不同分割尺度和均值因子下的影像对象

表 1 多尺度分割参数

| 分割层 | 分割 尺度 | 颜色参数 | | 形状参数 | | 波段的权重 |
|-----|----------|------|-----|------|-----|---------------|
| | | 色彩 | 形状 | 光滑度 | 紧致度 | |
| 第一层 | 100 | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0,1,2,2,1,0,1 |
| 第二层 | 60 | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0,1,2,2,1,0,1 |
| 第三层 | 30 | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0,1,2,2,1,0,1 |
| 第四层 | 10 | 0.7 | 0.3 | 0.7 | 0.3 | 0,1,2,2,1,0,1 |

2.2 影像信息提取

2.2.1 对象特征描述 在进行模糊决策树分类之前,需要了解研究区主要对象的光谱特征,然后再依据提取特征进行分类信息提取。研究区主要地物光谱特征如表 2 所示^[10-11]。

表 2 研究区主要对象的光谱特征

| 对象类型 | 光谱特征 |
|-------|---|
| 河流、湖泊 | 在蓝、绿波段的反射率一般较低,其中近红外波段几乎全部吸收,为水体明显的区分标志 |
| 冰雪地 | 在可见光部分高反射及在短波红外部分的高吸收的波谱特征,一般用 NDSI 能够较好地进行提取 |
| 林地 | 具有一般绿色植物的光谱特征,并且在 Mean Layer2(绿波段)值较大 |
| 耕地 | 可见光波段内有两个吸收谷,近红外波段出现“反射肩”,NDVI 值较高,且纹理信息单一 |
| 草原 | 同一般绿色植物光谱特征,NDVI 值相对较高 |
| 裸土、裸岩 | 亮度值较大,在可见光波段和近红外的反射情况大越一致,一般 NDVI 值较小 |

依据分类规则树构建分类规则体系,包括冰雪地、裸岩、裸土、林地、耕地、水域(河流、水库)、人工表

2.2.2 地物识别及分类结果 面向对象的分类是一种决策树分类的方法,因此分类知识库的建立在整个影像分类过程中占有重要的作用,它包含分类任务中的所有地物类别,并将这些类别及其模糊规则描述组织在一个等级结构中。分类层次中的每一种地物类型都有各自的类型描述,一个类型描述实际上是由若干个类型特征的模糊函数根据一定的逻辑关系组成^[12]的。本研究根据地物的类型及光谱特征,结合经验知识进行地物信息提取,采用的分类规则树见图 3。

面(工业用地、居民地)、盐碱地、草地(草原、草甸),最终分类结果如附图 14 所示。

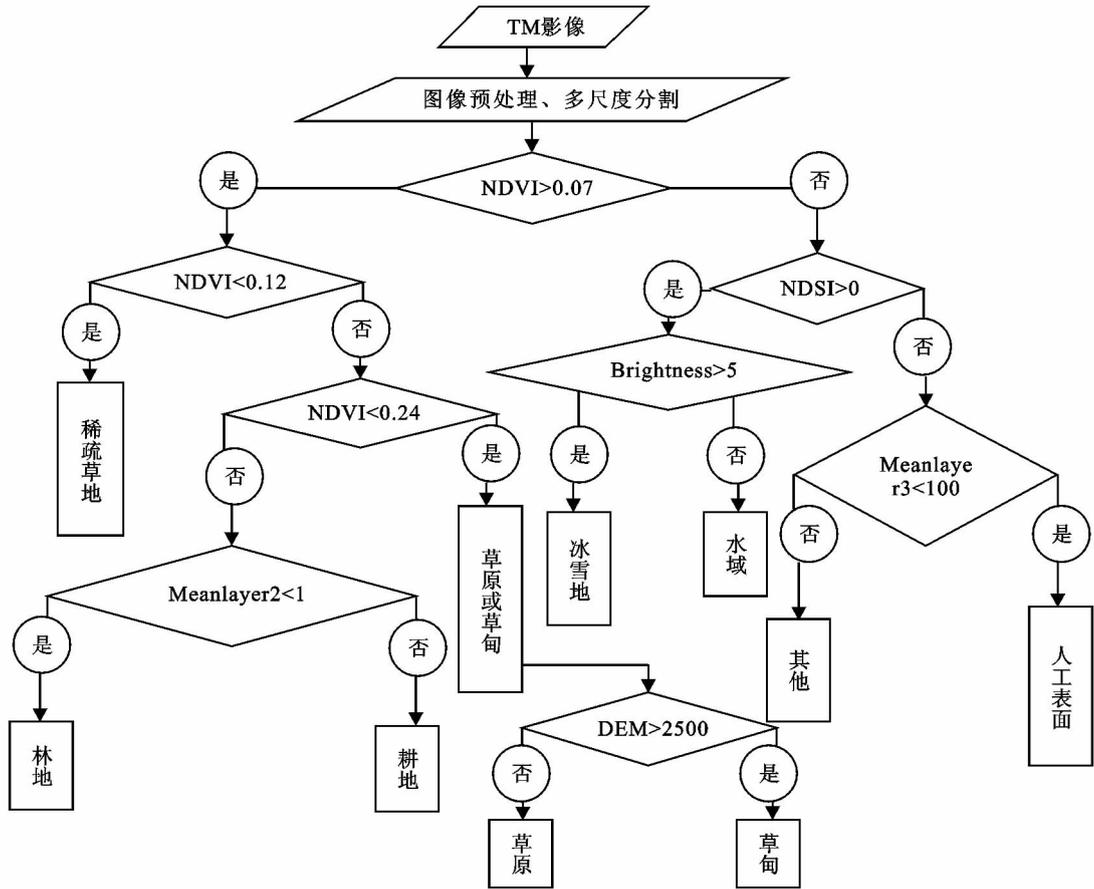


图 3 分类规则树

2.3 精度评价

本研究采用基于矢量样本的误差矩阵方法进行精度评价,通过实地调查采集评价样本,在研究区内抽取 90 个点,根据样本和分类的结果统计出分类结

果中各类的对象数,得到分类结果误差矩阵,计算生产者精度、用户精度、总体精度和 Kappa 系数,具体结果见表 3,总体精度为 92%,Kappa 系数为 0.91。

表 3 面向对象分类信息提取的混淆矩阵

| | 林地 | 草地 | 水域 | 耕地 | 其他 | 稀疏草地 | 人工表面 | 冰雪地 | 盐碱地 | 总样本数 | 用户精度 |
|------|----|----|-----|----|----|------|------|------|-----|------|-------|
| 林地 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 |
| 草地 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0.75 |
| 水域 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 11 | 0.82 |
| 耕地 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.89 |
| 其他 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 |
| 稀疏草地 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 |
| 人工表面 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 8 | 0.875 |
| 冰雪地 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 10 | 1 |
| 盐碱地 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 1 |
| 总样本数 | 10 | 9 | 10 | 8 | 10 | 14 | 7 | 12 | 10 | 90 | — |
| 生产精度 | 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 0.71 | 1 | 0.83 | 1 | — | — |

3 结论与讨论

以“对象”代替“像元”作为影像分析的基本单元,最明显的结果是可以有效地解决“椒盐效应”问题。实验证明并不是特征越多分类结果就越好。特征多时会产生以下几个问题:(1) 分类维数增加时,数据

的计算量增大,时效性降低;(2) 某些地物类别不需要太多的维数就可以完全区分开,太多的特征反而会降低分类精度。分割尺度为 100 时,植被、非植被区域的轮廓基本能区分开,但有的绿地与人工表面存在一定混淆;分割尺度 60 时可以很好地区分水体、植被及人工表面,但是对于地物边界的提取略显欠缺;分

割尺度为30时可以很好地区分植被、非植被、阴影,应用这一尺度进行分割,既可以将各类地物区分开来,又不显得破碎,可以得到很好的效果;分割尺度为10时对于河流、道路等线状地物有很好的分割效果,但生成的多边形面积很小,整体显得过于破碎,无形中增加了运算和工作量,但是分割尺度的降低能够更加有效地提高分类精度,对于过于破碎的问题可以通过后期合并操作来解决。研究区地物种类共分为林地、草地(高山草甸、草原、稀疏草地)、水域(水库、坑塘)、耕地、人工表面(工业用地、居民地)、冰雪地、盐碱地、其他(裸岩、裸土)八大类,分类结果总体精度较高,可以满足遥感资源调查的需要。对于稀疏植被和人工表面边界的信息提取精度有待于进一步提高。精度较低的原因一方面受限于遥感图像的精度,混合像元较多;另一方面由于草地、稀疏草地没有明显的分界,对这部分地物的分类精度较低。

4 展望

基于面向对象的分类方法在本研究中显示出巨大的潜力,本文所涉及的研究内容仅是少部分,还有许多内容值得进一步深入探讨和完善。分类结果的优劣在很大程度上直接取决于分割的效果,但整个分割过程中还存在许多不确定因素。目前国内还没有统一的影像分割精度评价标准,如何根据对象的尺度、特性来评判分割精度,避免过多的主观因素影响,以及对结果的定量评价方法还需要更多的研究。构建特征空间时可加入地物辅助特征,尤其是对感兴趣的地物的类别特征,这样可以有效地减小计算量,并

且可以通过有效的特征参数组合达到更好的分类效果。

参考文献:

- [1] 付卓,胡吉平,谭衢霖,等. 遥感应用分析中影像分割方法[J]. 遥感技术与应用,2006,21(5):456-462.
 - [2] 莫登奎. 中高分辨率遥感影像分割与信息提取研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2006.
 - [3] 李德仁,楚良才,胡孝沁. 1988-1992年中国摄影测量与遥感的进展(国家报告)[J]. 测绘学报,1993,22(1):1-9.
 - [4] 周成虎,骆剑成. 高分辨率卫星遥感影像地学计算[M]. 北京:科学出版社,2009.
 - [5] 孙家柄. 遥感原理与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2009.
 - [6] 曹宝,秦其明,张自力,等. 基于特征增强技术的面向对象分类方法[J]. 水土保持研究,2008,15(1):135-138.
 - [7] 莫登奎,林辉,孙华,等. 基于高分辨率遥感影像的土地覆盖信息提取[J]. 遥感技术与应用,2005,20(4):411-414.
 - [8] 依力亚斯江·努尔麦麦提,丁建丽,塔西甫拉提·特依拜等. 基于支持向量机分类的遥感土壤盐渍化信息监测[J]. 水土保持研究,2007,14(4):209-214.
 - [9] 李新萍,郝多虎,段朋,等. 遥感技术在新疆东部主要含煤区地质解译中的应用[J]. 水土保持研究,2012,19(2):253-256.
 - [10] 胡广书. 数字信号处理—理论、算法与实现[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
 - [11] 张宝林,贾瑞晨,张倩,等. 基于遥感的达尔诺尔湖泊水域面积变化研究[J]. 水土保持研究,2011,18(6):196-199.
 - [12] 胡晓东,骆剑承,沈占峰,等. 高分辨率遥感影像并行分割结果缝合算法[J]. 遥感学报,2010,14(5):917-927.
- (上接第119页)
- [8] Böhner J, McCloy K R, Strobl J. SAGA-Analysis and Modeling Applications [J]. Göttinger Geographische Abhandlungen,2006,115(1):130-135.
 - [9] Meinel G, Neubert M. A Comparison of Segmentation Programs for High Resolution Remote Sensing Data [EB/OL]. (2004-11-23)[2012-10-29]. https://sharepoint.ngdc.wvu.edu/sites/digital_soils/Remote%20Sensing/References/comparison_of_image_segmentation_software.pdf.
 - [10] Trimble. eCognition Developer 8 Reference Book[M]. München: Trimble Germany GmbH, 2011.
 - [11] Trimble. eCognition Developer 8 User Guide [M]. München: Trimble Germany GmbH, 2011.
 - [12] Neubert M, Herold H. Assessment of Remote Sensing Imag Segmentation Quality [EB/OL]. (2012-10-18)[2012-10-29]. http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-C1/Sessions/Session2/6721_Neubert_Proc_pap.pdf.
 - [13] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径[M]. 北京:中国科学技术出版社,1990.
 - [14] Haralick R M, Shapiro L G. Computer and Robot Vision, Vol I[M]. New York: Addison-Wesley Publishing Company,1992.
 - [15] Tarboton D G. A new method for the determination of flow directions and contributing areas in grid digital elevation models[J]. Water Resources Research, 1997,33(2):309-319.