

基于 GF1 卫星影像自动提取丘陵地区居民地

李瑞平¹, 罗志东², 夏照华¹, 冯阳¹, 赵海雷¹, 肖志冰¹

(1. 北京地拓科技发展有限公司, 北京 100084; 2. 水利部 水土保持监测中心, 北京 100053)

摘要: [目的] 城镇及村落等居民地是人类活动的中心区域,也是遥感影像精准解译的热点和难点。为了完整提取丘陵地区居民地,提出一种多光谱和全色数据协同、分特征提取(SF)的方法。[方法] 基于 GF1 影像对陕西省榆林市横山区丘陵地区的居民地进行自动提取,并对提取结果进行综合研究。[结果] SF 相对于常用的基于融合数据提取方法(F)提取正确率提高了 19.56%,错提像素个数减少了 39.34%,漏提像素个数减少了 5.34%。[结论] SF 方法不仅可以有效提高丘陵地区居民地提取正确率,而且因为错提量的大大减少,可大量节约后处理工作量。同时,该方法对其他地类的提取也具有良好的借鉴意义。

关键词: 居民地; 分特征提取; 丘陵地区; 多阈值分割

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2017)06-0124-05

中图分类号: P237

文献参数: 李瑞平, 罗志东, 夏照华, 等. 基于 GF1 卫星影像自动提取丘陵地区居民地[J]. 水土保持通报, 2017,37(6):124-128. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.020; Li Ruiping, Luo Zhidong, Xia Zhaohua, et al. Automatic Settlement Extract in Hilly Area Based on GF1 Satellite Images[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017,37(6):124-128. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.020

Automatic Settlement Extract in Hilly Area Based on GF1 Satellite Images

LI Ruiping¹, LUO Zhidong², XIA Zhaohua¹, FENG Yang¹, ZHAO Hailei¹, XIAO Zhibing¹

(1. Beijing Datum Technology Development CO. LTD., Beijing 100084, China;

2. Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China)

Abstract: [Objective] Settlement places, including the urban and village areas, are the central areas of human activities. And they are also the hot and difficult spots for the precise interpretation of remote sensing. In order to extract settlement place in hilly area completely, this paper proposed a new method(SF) that can extract target information from the cooperation of multispectral image and panchromatic image. [Methods] The results had been analyzed comprehensively using GF1 image to extract settlement place in Henshan District Yuling City, Shaanxi Province automatically. [Results] The result showed that the extraction accuracy of SF was improved by 19.56% in comparison with the normal method that extracts target information from fusion data only(F); the number of incorrect pixels was decreased by 39.34%, and the missed pixel's number was reduced by 5.34%. [Conclusion] It can be seen that, SF method not only can effectively improve the extraction accuracy of settlement in hilly region, but also can save post-processing work for the reason that the wrong extraction has been reduced significantly. At the same time, it is also a good reference for the extraction of other land-use type.

Keywords: settlement place; extraction via different feature; hilly region; multithreshold segmentation

居民地是人类活动的中心区域,也是土地利用的一项重要重要类别。及时准确的获取居民地信息对于土地管理、城市规划及控制城市化进程等方面具有重要战略意义^[1-2]。中等空间分辨率 Landsat TM 影像数据是目前城镇提取的常用数据,受到分辨率限制,一

般可识别面积较大的城镇居民地^[3-5],对零散村落及居民点很难识别和提取。丘陵地区居民地分布相对于平原地区零散,需要采用较高分辨率影像进行识别。目前提取居民地的常用方法为仅基于多光谱、全色融合遥感影像提取,但是当融合影像分辨率较低时

(例如 30 m 分辨率),由于零散居民点面积过小而常常会被“淹没”,无法识别和提取;当融合影像分辨率较高时(例如 2 m 分辨率),由于城镇内部的植被、水体、道路等地物与建筑物的光谱差异较大,因此城镇提取结果中容易存在植被、水体、道路等未被提取形成的“空洞”。同时,由于城镇与零散居民点面积大小及分布形式差异较大,很难在同一尺度下被同时完整提取^[1]。虽然也有研究通过掩膜对城镇进行多步提取^[6],但是仍然没有解决影像分辨率与大面积城镇和小面积居民点无法同时匹配的问题。为解决上述问题,本研究提出多光谱、融合数据协同,分特征提取居民地的方法(SF),即基于较低分辨率的多光谱数据提取大面积城镇,在此基础上基于较高分辨率的融合数据补充提取零散居民点,最终经过形态学优化得到最终居民地提取结果。本研究采用高空间分辨率的GF1影像和基于决策树的面向对象影像分类方法,对陕西省榆林市横山区居民地进行计算机自动提取研究。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于陕西省榆林市横山区。横山区地处陕西省北部,榆林地区中、南部,属鄂尔多斯草原向黄土高坡过渡地带。地势为西南及中部高,东北及南部低;海拔分别在 1 300~1 500 m 和在 900~1 200 m 之间。横山区属温带大陆性季风半干旱草原气候。

1.2 GF1 数据

采用高分一号卫星(GF1)2 m 融合影像和 8 m 多光谱影像作为研究数据,影像成像时间为:2014 年 8 月 25 日,轨道号:7 171。截取横山区城区影像用于方法研究,截取横山区影像(去除云遮挡区域)用于方法的大区域范围适用性验证。

1.3 研究方法

本研究以 eCongition 为软件平台实现。在对高分一号卫星影像上居民地特征进行分析的基础上,确定分割方法及特征算法,应用 SF, F 方法分别进行居民地提取。以人工勾绘方法(M)提取结果作为参考,对小面积影像进行居民地提取试验,验证两种方法的提取精度,并对比分析,并在较大区域范围内验证了方法的适用性。技术路线如图 1 所示。

1.3.1 分割方法选择 多阈值分割是 eCongition 软件提供了一种影像分割方法,具有简便、高效等特点,相对于其他常用影像分割方法(如多尺度分割),在进行大区域范围地物提取或监测时更具优势。因此本研究采用多阈值分割方法提取居民地。

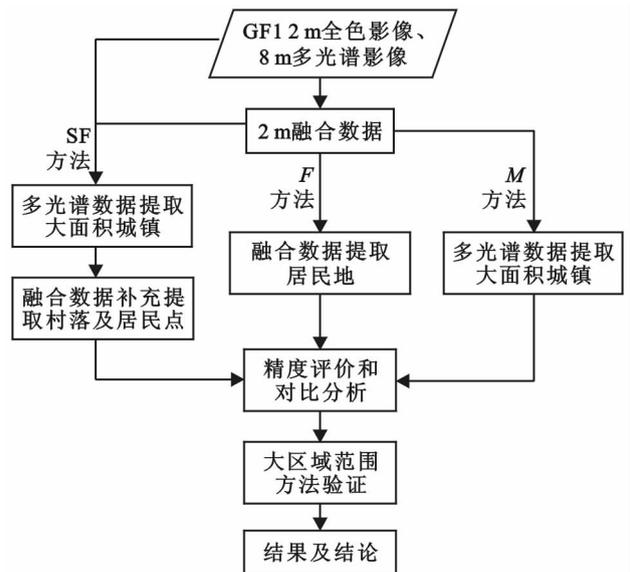


图 1 提取方法技术路线图

1.3.2 特征算法选择 在研究区范围内,选取 70 个居民地样本点,得到各波段样本点均值分布曲线(图 2)。观察发现,对于多光谱影像及融合影像来说,第 1 波段(blue, b_1)与第 4 波段(nir, b_4)对比差异最大,且两种数据波段间变化趋势相同。因此使用这 2 个波段构建比值居民地指数(RRI)和归一化指数(NRRI),进行居民地提取。

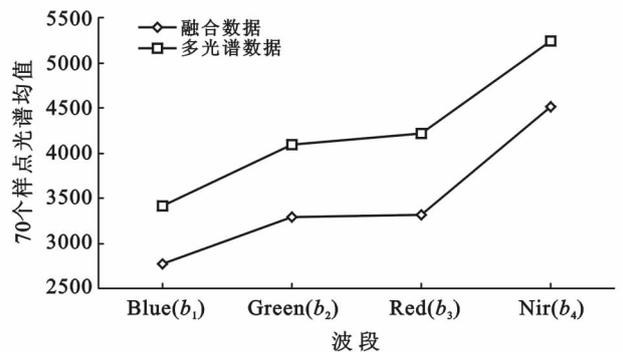


图 2 融合及多光谱数据各波段样点均值

比值居民地指数(RRI)是城镇提取的常用指标^[7-8],其计算公式为(1)~(2):

$$RRI = \text{Blue} / \text{NIR} \quad (1)$$

式中: RRI——多光谱数据比值居民地指数; Blue——多光谱数据蓝波段; NIR——多光谱数据近红外波段。下同。

$$fRRI = b_1 / b_4 \quad (2)$$

式中: fRRI——融合数据比值居民地指数; b_1 ——融合数据第一波段; b_4 ——融合数据第 4 波段。下同。

归一化指数计算公式为(3)~(4):

$$NRRI = (\text{NIR} - \text{Blue}) / (\text{NIR} + \text{Blue}) \quad (3)$$

式中: NRRI——多光谱数据归一化指数。

$$\text{NfRRI} = (b_4 - b_1) / (b_4 + b_1) \quad (4)$$

式中: NfRRI——融合数据归一化指数。

1.3.3 多光谱、融合数据协同,分特征提取方法 大规模的城镇大多以连片的形式出现,城镇内部建筑大多呈有规律密集排状分布,在模拟真彩色影像上,一般呈现蓝、红、灰白色建筑屋顶。村落及居民点相对规模较小,呈离散分布。多光谱影像上,城镇内部结构较模糊,但是轮廓较清晰;小的居民点则易与其他地物融合形成混合像元,不易识别,无法准确提取。融合影像上,城镇内部结构纹理清晰,村落及居民点一般可以被识别和提取。按照特征不同,应用多光谱、融合数据,分特征提取大面积城镇和小面积居民点。其中,城镇用多光谱数据提取,以避免使用高分辨率融合数据提取时内部产生细小“空洞”,提高提取结果整体完整性,同时也可提高对大范围区域提高城镇的提取效率;在多光谱数据提取大面积城镇提取的基础上,应用融合数据进行零散村落及居民点的补充提取,减少多光谱数据中混合像元对小面积居民点提取的影响,提高居民地的提取精度。

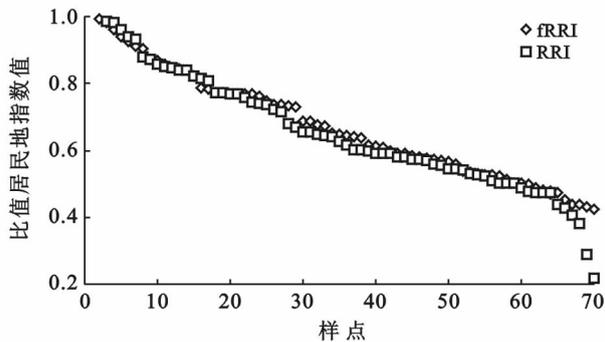
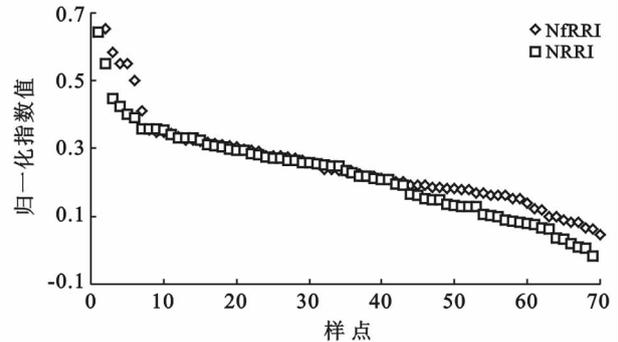


图 3 居民地样点统计(比值居民地指数和归一化指数值)

2 结果与分析

2.1 多光谱、融合数据分特征提取居民地(SF)

2.1.1 多光谱数据城镇提取 通过观察研究区 fRRI 及归一化指数灰度影像,发现居民地 fRRI 值相对其他地物较高,但与水体区分不明显。城镇归一化指数值相对其他地物较低,但是高于耕地和水体,并与部分草地区分不明显。通过对居民地样点进行统计(图 3),发现 fRRI, RRI 阈值范围相近, NfRRI 和 NRRI 阈值范围相近。由于部分其他地类 RRI 或 NRRI 阈值范围与居民地有一定重叠,因此通过试验在图 3 所示基础上适当调整阈值范围。在提取大面积城镇时,在较完整提取城镇且少有其他地类混入的前提下,确定 RRI 阈值范围为 $0.5 \leq RRI \leq 1.1$ 和 $NRRI \leq 0.3$ 。通过试验,确定提取城镇最适最小图斑大小为 50 pix 左右。由于在提取结果中混入了少量水体、阴影等地类,需要借助其他指标对错提地类进行剔除。通过试验,设置 $NIR \geq 3300$ 剔除错提的水体及阴影。



2.1.2 融合数据居民点补充提取 在多光谱数据提取大面积城镇的基础上,应用融合数据再对漏提的居民点进行补充提取。算法阈值与基于多光谱数据进行城镇提取时相同,即 $0.5 \leq fRRI \leq 1.1$ 和 $NfRRI \leq 0.3$ 。同时,通过试验确定最小图斑大小为 25 pix 左右。在提取完成后合并 2 次提取的居民地结果,并进行形态学优化,结果详见图 4。

2.2 融合数据提取居民地(F)

在应用高分辨率影像提取居民地时,一般会采用多光谱、全色融合数据作为研究数据直接提取^[9]。基于融合数据提取居民地时,同样使用 $0.4 \leq fRRI \leq 1.1$ 及 $NfRRI \leq 0.3$ 进行提取,最小图斑大小为 200 pix 左右。通过试验确定 b_4 阈值 3 800,用以去除部分错提的水体和山体阴影。形态学优化后,最终提取结果详见图 4。

2.3 结果分析

2.3.1 结果定性分析 用 SF 法及 F 法提取居民地最终成果如表 2 所示。整体提取结果对比,发现两种方法都可以提取出大面积城镇主体部分,但是 SF 结果中错提的零散图斑明显少于 F 的提取结果;从局部提取效果可以看到, SF 结果中提取的村落及居民点更完整,减少了居民地漏提现象。从定性角度评价, SF 提取居民地结果优于 F 提取结果。

2.3.2 全要素定量评价 通过人工勾绘的方式获得城镇参考真值(表 2)。

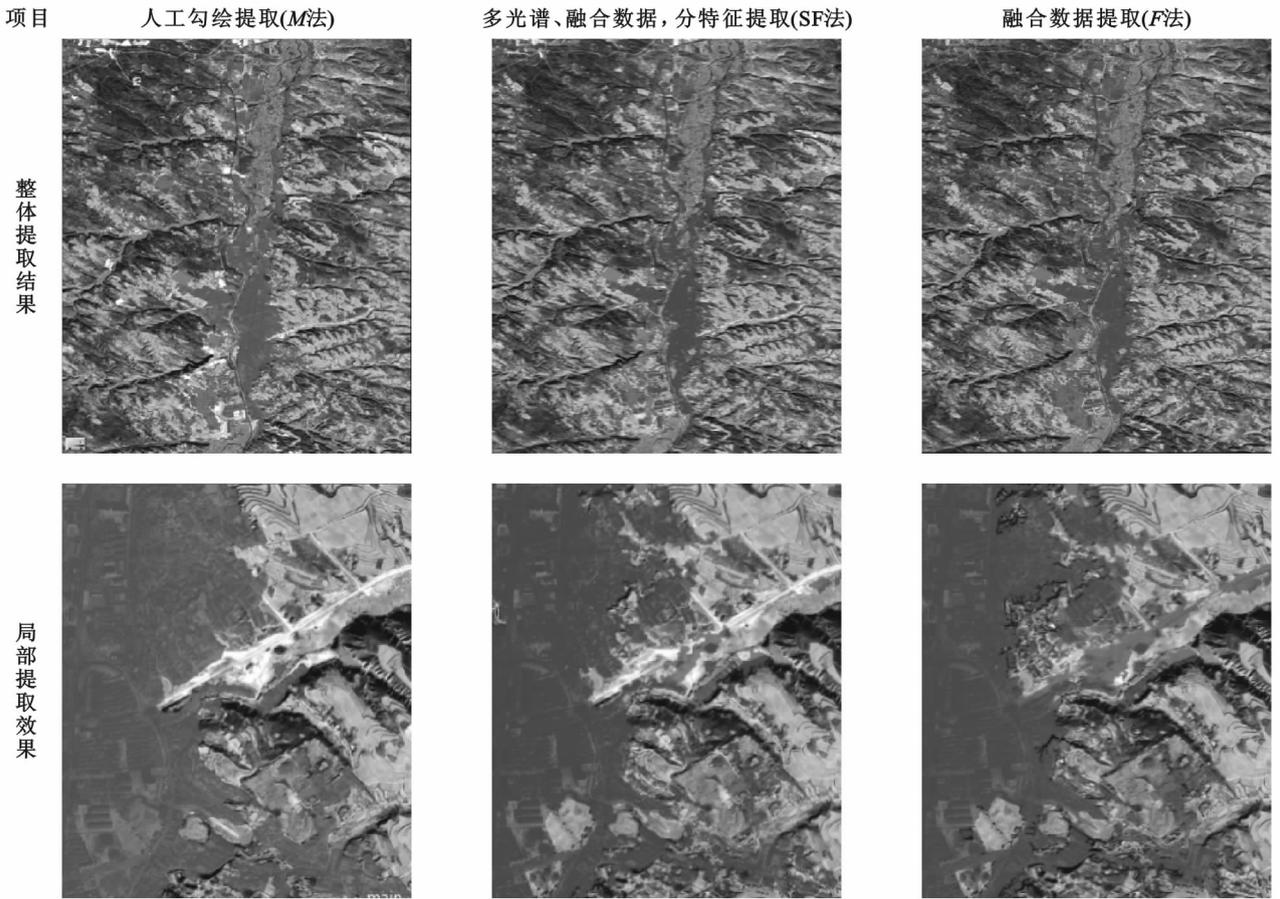
分别对 2 种方法提取结果进行全要素定量精度评价。表 3 中变化率(R)和提取正确率(P)计算公式分别见公式(5)~(6):

$$R = (SF - F) / F \quad (5)$$

$$P = Y / A \quad (6)$$

式中: R ——变化率; P ——提取正确率; SF ——多光谱、融合数据协同,分特征提取法提取像素个数;

F ——融合数据提取法提取像素个数; Y ——提取正确像素个数; A ——提取总像素个数。



注:覆盖部分为提取城镇结果。下同。

图 4 居民地提取成果

如表 2 所示,虽然 SF 提取结果中提取正确的像素个数相较于 F 提取结果提高幅度较小,但是错提、漏提像素个数均显著减少,尤其能较大程度上减少错提量。在实际生产过程中,这将大大减少后处理工作量,提高生产效率。同时,SF 提取结果的正确率相对于 F 也有了显著提高,这表明 SF 有更强的排除其他地物干扰的能力,提取结果更准确。因此,从定量精

度评价角度来看,多光谱、融合数据协同,分特征提取结果优于单独基于融合数据提取结果。综上所述,无论从定性还是定量角度来看,SF 提取居民地结果均优于 F 提取结果。由于基于两种方法提取过程中使用的算法及其阈值基本一致,因此可以判断在横山区丘陵地区居民地提取时,SF 可有效提高提取正确率,减少漏提和错提现象。

表 2 城镇提取全要素定量精度评价

项目	人工勾绘 M	多光谱、融合数据协同,分特征提取 SF	融合数据提取 F	变化率 $R/\%$
总像素个数 A	2 645 812	2 982 117	3 514 953	—
提取正确像素个数 Y	—	2 116 133	2 086 231	+1.43
错提像素个数 N	—	865 984	1 428 722	-39.34
漏提像素个数 C	—	529 679	559 581	-5.34
正确率 $P/\%$	—	70.96	59.35	+19.56

2.3.3 大区域范围适用性验证 为了验证该方法在大面积区域范围内的适用情况,基于横山境内去除云

遮挡区域的影像,采用 SF 方法进行大区域范围居民地提取,提取结果图及细节图如图 5 所示。从图 5 不

难看出,在较大区域范围内使用该方法时,大面积城镇和零散居民点都可以被较完整的被提取。利用随机抽样方式选点 100 个,经过人工判读,69 个样点属性正确,提取结果正确率 69%,同应用横山区城区影像

像进行方法研究时的提取精度(70.96%)基本一致。提取结果中混入较多地类为裸地、稀疏草地和交通运输用地,漏提居民点一般为屋顶呈高亮反射的零散居民点。

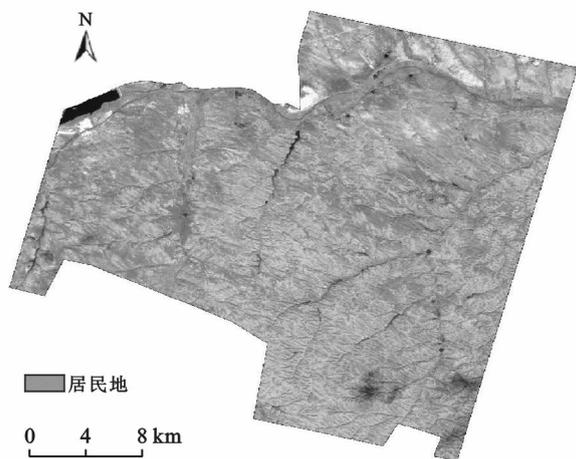


图 5 大区域范围居民地提取结果及细节

3 结论

GF1 影像上,城镇和村落及居民点特征差异较大,按照特征不同,有针对性的对其分层提取可以充分利用数据资源,提高提取精度。通过对小范围样本数据进行研究试验,发现在居民地提取应用中,多光谱、融合数据协同,分特征提取方法(SF)相对于基于融合数据提取法(F)更有优势,提取结果更完整、更准确,错提和漏提现象均较少。将该方法推广至较大区域环境下应用时,仍然可以较完整提取居民地,提取结果正确率保持在 70%左右,提取精度较高,可大大减少人工后处理工作量。

将该算法推广至其他区域或其他复杂地貌环境下时,算法种类及其阈值范围可能需要调整,有待进一步研究。同时,在对其他地类进行提取时,也可尝试根据其内部特征差异,选择多光谱、全色或融合数据协同,分特征提取方法,以求充分利用数据资源,达到最优提取效果。

[参 考 文 献]

- [1] 陈洪. 高分辨率遥感影像居民地提取方法研究[D]. 湖南长沙:中南大学,2013.
- [2] 王光彦,刘培. 基于遥感图像的城镇用地信息提取方法研究[J]. 水土保持通报,2007,27(3):121-123.
- [3] 查勇,倪绍祥,杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. 遥感学报,2003,7(1):37-41.
- [4] 彭光雄,徐兵,沈蔚,等. TM 图像的城镇用地信息提取方法研究[J]. 遥感技术与应用,2006,21(1):31-36.
- [5] 杨云源,史正涛,徐成东,等. 基于 Landsat TM 的城镇信息自动提取研究[J]. 遥感技术与应用,2009,24(5):654-660.
- [6] 孟飞,刘敏,张心怡. ETM 影像中城镇覆盖与背景信息的提取[J]. 华东师范大学学报:自然科学版,2005(4):59-65.
- [7] 吴宏安,蒋建军,张海龙,等. 比值居民地指数在城镇信息提取中的应用[J]. 南京师大学报:自然科学版,2006,29(3):118-121.
- [8] 车风,林辉. 城市建设用地遥感信息提取方法研究[J]. 测绘科学,2010,35(4):97-99.
- [9] 熊华伟,俞春生,李小玉,等. 基于高分辨率遥感影像的不透水面信息快速提取[J]. 国土与自然资源研究,2015(1):52-54.