

邱琳, 卢必慧, 孙玲, 等. GF-1 卫星影像的空间分辨率对水稻识别精度的影响[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(1): 70-75.
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2019.01.010

GF-1 卫星影像的空间分辨率对水稻识别精度的影响

邱琳, 卢必慧, 孙玲, 单捷, 毛良君

(江苏省农业科学院农业信息研究所, 江苏 南京 210014)

摘要: 基于 GF-1 卫星影像数据, 选择建湖县 3 块 5 km×5 km 水稻种植区为试验区, 分析了水稻识别精度与 GF-1 卫星 3 种分辨率之间的关系。结果表明, 随着空间分辨率由 2.0 m 变化到 16.0 m, 混合像元内水稻所占比例从 0.92 下降到 0.73, 水稻图斑平均面积从 1.66 hm² 上升到 13.28 hm², 水稻识别的总体精度由 92.41% 降低到 89.20%; 水稻识别精度与高、中、低 3 个农田景观破碎度密切相关, 破碎度增加导致水稻识别精度下降; 同等分辨率下, 破碎度越高水稻识别精度越低。

关键词: 水稻; GF-1 卫星; 空间分辨率; 破碎度; 面积监测

中图分类号: S127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2019)01-0070-06

Effect on rice identification accuracy based on different spatial resolution images of GF-1

QIU Lin, LU Bi-hui, SUN Ling, SHAN Jie, MAO Liang-jun

(Institute of Agricultural Information, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: In this study, three test areas of 5 km×5 km were chosen in rice planting area of Jianhu county for studying the relationship between accuracy of rice identification and GF-1 images with different spatial resolutions. The results showed that: with the decreasing of spatial resolution of GF-1 images from 2.0 m to 16.0 m, rice component proportion of mixed pixel fell off from 0.92 to 0.73, the average area of all rice polygons derived from GF-1 images increased from 1.66 hm² to 13.28 hm², and the accuracy of rice identification decreased from 92.41% to 89.20%. The accuracy of rice identification with GF-1 images is closely related to the landscape fragmentation of farmland, and the same trends occur at all levels of spatial resolution images, that the increasing fragmentation leads to the decreasing accuracy of rice identification.

Key words: rice; GF-1 images; spatial resolution; fragmentation; area monitoring

高分一号卫星(GF-1)的设计目标是为国土、农业、环保等部门提供高精度、大范围的的对地观测服务, 卫星搭载了 1 台 2.0 m 分辨率的全色相机, 1 台 8.0 m 分辨率和 4 台 16.0 m 分辨率的多光谱相机, 获取

的影像覆盖面积大, 空间分辨率高^[1-3]。GF-1 卫星于 2013 年发射, 在农情监测方面应用广泛。王利民等^[4]利用多时相 GF-1 影像对冬小麦进行早期识别, 以多尺度分割后的对象为基本分类单元, 采用分层决策树分类的方法对冬小麦面积进行提取, 并利用地面样方数据对分类结果进行了精度验证。单捷等^[5]利用多时相 GF-1 影像提取水稻种植面积, 证实 GF-1 影像可用于水稻种植面积监测且精度较高, 在农作物种植面积监测中具有广阔的应用前景。李章成等^[6]利用多时相 GF-1 遥感影像及 DEM 衍生数据, 采用决策树分类方法, 在地块比较破碎的德阳地区进行了水稻

收稿日期: 2018-04-17

基金项目: 国家科技重大专项课题(09-Y30B03-9001-13/15-006); 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(17)3020]; 江苏省农业科学院基金项目(6111651、6111650)

作者简介: 邱琳(1981-), 男, 内蒙古赤峰人, 博士, 副研究员, 主要从事农业遥感监测工作。(E-mail) qiulin_81@163.com

通讯作者: 孙玲, (E-mail) lingsun@jaas.ac.cn

种植面积提取。通过查阅相关文献^[7-15]发现,GF-1 的 16 m 分辨率影像在农业领域应用非常广泛,但 2.0 m 和 8.0 m 分辨率影像的应用报道不多,不同空间分辨率 GF-1 数据的监测尺度效应比较尚未见报道。在农作物遥感监测过程中,卫星影像空间分辨率是影响农作物种植面积监测精度的重要因素之一,不同空间分辨率影像对作物面积提取精度的影响是客观存在且较为显著的^[16]。由于作物从播种(移栽)到收获期间时间跨度相对较短,一般需要获取不同空间分辨率的遥感影像才能满足区域范围全覆盖的需要。为了准确获取农作物种植面积,不同空间分辨率遥感影像监测尺度效应之间的相互转换尤为重要。因此,GF-1 不同空间分辨率影像监测尺度效应的研究对于农作物遥感监测中野外采样系统设计及科学地进行统计具有重要作用。

本研究利用 GF-1 卫星 2 m、8 m 和 16 m 3 种不同分辨率的遥感影像,分别提取研究区水稻空间分布及面积,定量研究空间分辨率与面积提取精度、图斑破碎度等之间的相互关系,为不同分辨率 GF-1 影像的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区选择

研究区选择在建湖县。建湖县位于江苏省东北部、盐城市中西部(图 1),地理范围为北纬 33°16′~33°41′,东经 119°33′~120°05′,东临射阳县,南与盐都区相邻,西与宝应、淮安、阜宁三市县毗连,北与阜宁县接壤。建湖县是国家商品粮基地县,常年水稻面积占耕地面积 85% 左右,水稻种植聚集程度较高,水稻品种以淮稻 5 号为主,生长期一般从 5 月下旬到 10 月下旬,同季其他作物有少量大豆、玉米、薯类和棉花。3 块 5 km×5 km 的研究区设立在建湖县不同水稻种植区内,位于图 1 QuickBird 影像(0.5 m 分辨率)范围内。

1.2 数据获取及处理

GF-1 影像获取自中国资源卫星中心推送至农业部遥感应用中心的存档数据。通过查询 2014 年 6 月至 11 月建湖县域的影像数据,可知 10 月 3 日 GF-1 卫星同时接收到完全覆盖建湖县的 16 m、8 m 和 2 m 分辨率影像,影像有少量分布不均的云层覆盖,位于建湖县东部地区,3 块研究区不受云层遮挡,满足研究需要。

首先分别对不同分辨率的 GF-1 影像进行大气校正和正射校正,并以 QuickBird 影像为基准进行几何精校正。将 8.0 m 多光谱影像与 2.0 m 全色影像融合后生成 2.0 m 分辨率多光谱影像,并与 8.0 m 和 16.0 m 的多光谱影像形成影像序列,用于后续研究。在 10 月 3 日多光谱影像上,研究区内的水稻分布呈现出比较一致的色调,且与其他地物有明显反差,增加了不同地物光谱的类间可分性。图 2 是 1 号样方 39 号框 4 种分辨率影像局部对比图。

实地调查研究区内水稻的分布情况,建立水稻样方,为水稻分布解译提供实测数据参考。作物种植面积监测精度除了受到影像空间分辨率的影响之外,也与分类器类型密切相关^[17]。为了消除不同分类器对精度的影响,本研究根据实地调查数据,用目视解译方法分别对 QuickBird 影像和不同分辨率 GF-1 影像进行解译,提取各分辨率影像水稻分布信息,将影像划分为水稻和其他 2 类,生成分类结果矢量图,并统计其面积。

1.3 精度验证

混淆矩阵方法是目前普遍采用的遥感影像分类精度定量评价方法。该方法通过计算各种统计量并进行统计检验,最终给出总体和基于各种地物类型的分类精度。本研究借鉴混淆矩阵方法,建立针对单一农作物的面积提取精度评价指标,从而得到各分辨率水稻面积提取的总体分类精度^[5]。

将研究区 QuickBird 影像的目视解译结果作为准确分类结果,以此为真值,采用混淆矩阵方法对 2.0 m、8.0 m 和 16.0 m 分辨率的 GF-1 影像分类结果进行描述比较与评价,分别计算总体分类精度和 Kappa 系数。评价在不同空间分辨率尺度下,由混合像元引起的水稻识别误差对面积提取精度的影响趋势。

1.4 景观破碎度分析

以格网为单元比较不同等级农田景观破碎度对水稻面积提取精度的影响。利用 ARCGIS 将研究区划分为 75 个相同大小的格网,依次编号为 1~75。将水稻图斑平均面积作为各格网内农田景观的破碎度,并根据破碎度大小将研究区划分为高破碎度、中破碎度和低破碎度 3 个等级,统计并分析不同等级破碎度下水稻识别精度与不同空间分辨率之间的关系。

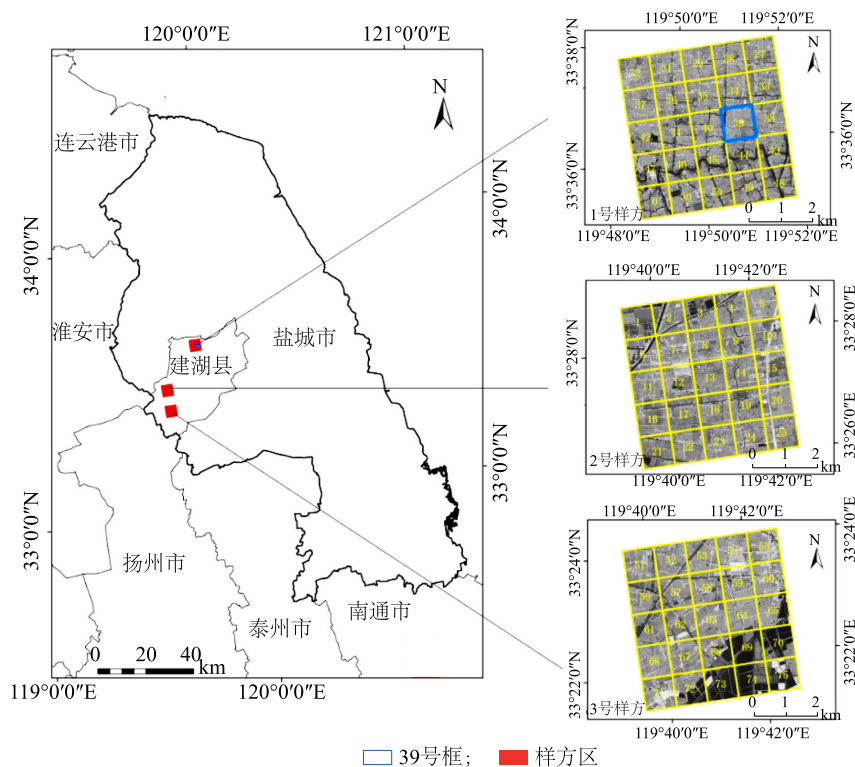


图1 建湖县研究区位置

Fig.1 Location of study area in Jianhu county

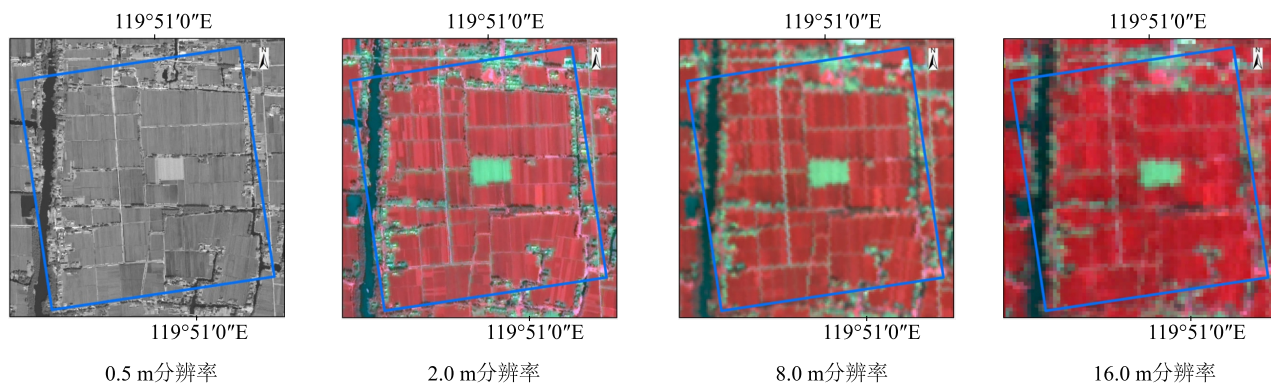


图2 4种分辨率影像对比图

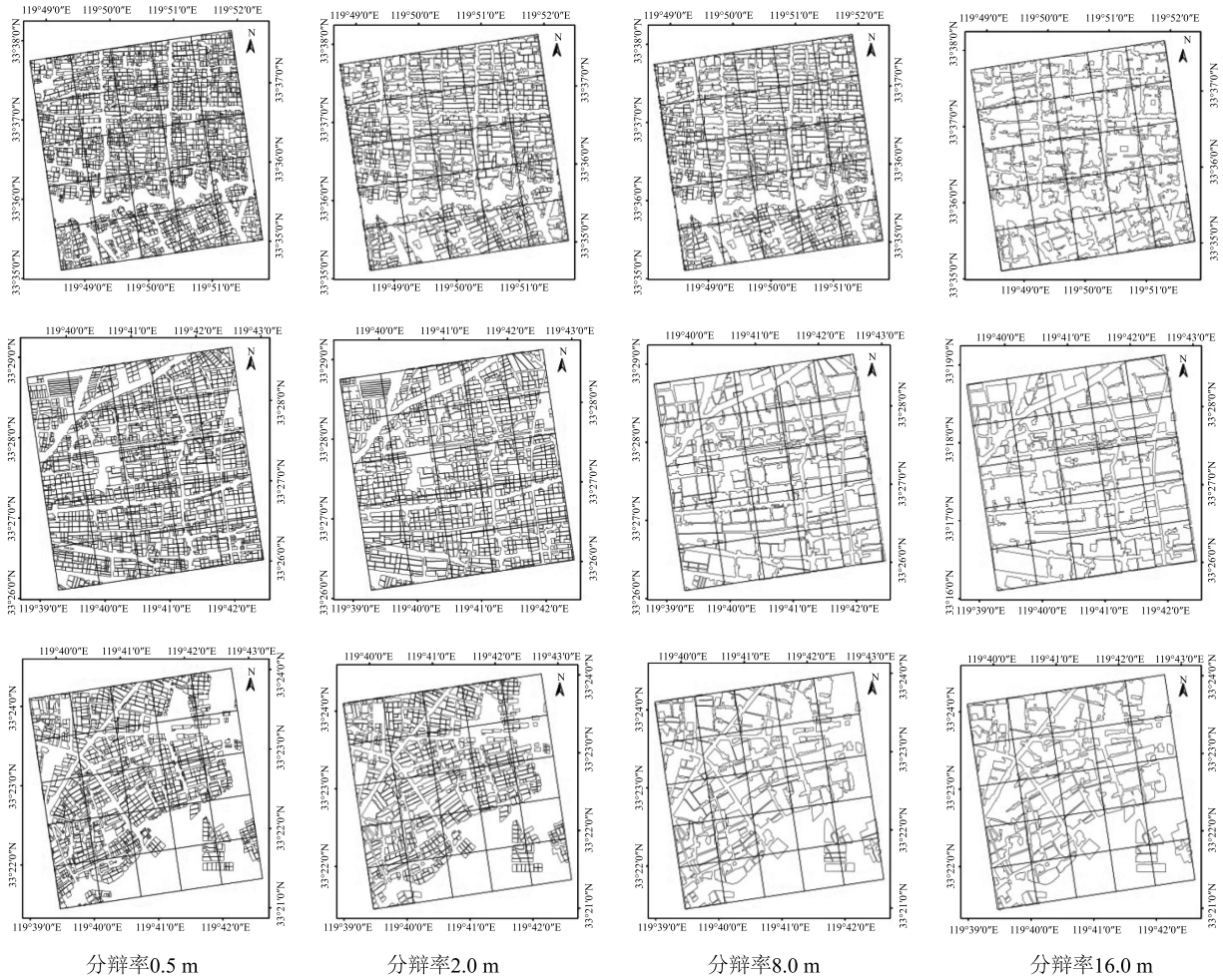
Fig.2 Comparison of four spatial resolution images

破碎度代表区域内水稻种植的破碎程度,反映了农田景观空间结构的复杂性。农田景观破碎度 $C_i = A_i / N_i$, 式中 C_i 表示第 i 个格网的农田景观破碎度, A_i 为第 i 个格网的水稻图斑总面积, N_i 为第 i 个格网的水稻图斑数量。通过不同农田景观破碎度场景下水稻分类结果准确程度的比较,定量分析农田景观破碎度对水稻识别精度的影响。

2 结果与分析

2.1 不同分辨率影像的水稻面积识别

图3为研究区内0.5 m、2.0 m、8.0 m和16.0 m 4种分辨率尺度的水稻分类结果,从上到下依次为1~3号样方,可以看出不同分辨率影像的水稻识别结果差异明显。



从上到下依次为 1 号样方、2 号样方、3 号样方。

图 3 不同空间分辨率影像水稻识别结果

Fig.3 Results of rice identify based on different spatial resolution images

2.2 GF-1 影像像元可识别程度的尺度效应

以 QuickBird 影像水稻分类结果作为基准,并认为该分辨率下遥感影像中的水稻像元都是纯净像元,即纯净水稻像元中水稻占比为百分之百。当影像分辨率不断降低时,纯净水稻像元将与邻近的水稻像元或非水稻像元组合成新的混合水稻像元,混合水稻像元中水稻的面积占比将随之不断变化。GF-1 影像不同分辨率尺度下混合水稻像元中水稻面积占比的统计结果(表 1)表明,当影像分辨率从 2.0 m 降到 16.0 m 时,混合水稻像元中水稻面积占比从 0.92 降低到了 0.73,面积占比的变异系数从 0.21 上升到 0.35。当混合像元的水稻面积占比达到一定比例时,该像元才能被识别为水稻,反之当混合像元中水稻面积占比不达标时,该混合像元中的水稻面积将被丢失,且影像分辨率越低,丢失的水稻面积越大。

表 1 不同空间分辨率影像水稻像元面积占比

Table 1 Proportion of rice pixels area of different spatial resolution images

分辨率 (m)	面积占比			变异系数
	平均值	最大值	最小值	
2.00	0.92	1.00	0	0.21
8.00	0.85	1.00	0	0.30
16.00	0.73	0.94	0	0.35

2.3 水稻图斑大小的尺度效应

随着影像分辨率的降低,水稻混合像元逐步代替纯净像元,水稻纯净像元也不断丢失或归并。以 QuickBird 影像水稻分类结果为基准,针对不同分辨率尺度下 GF-1 影像水稻分类结果,统计被丢失的水稻图斑。结果(表 2)显示,随着影像分辨率的降低,

分类结果中丢失的水稻图斑数量明显增加,水稻图斑的平均面积也明显增加。因此,影像分辨率的降低将引起小图斑产生“融合”效应,致使分类结果中细小图斑丢失,最终导致“融合”后混合像元中非水稻归并为水稻的像元面积增加。图 4 为 0.5 m 影像被 16 m 影像水稻图斑“融合”的非水稻图斑或细小水稻图斑。由图 4 可见,0.5 m 影像中的一些狭长沟渠和道路均被“融合”为水稻,这些狭长图斑在 16 m 影像中被丢失。

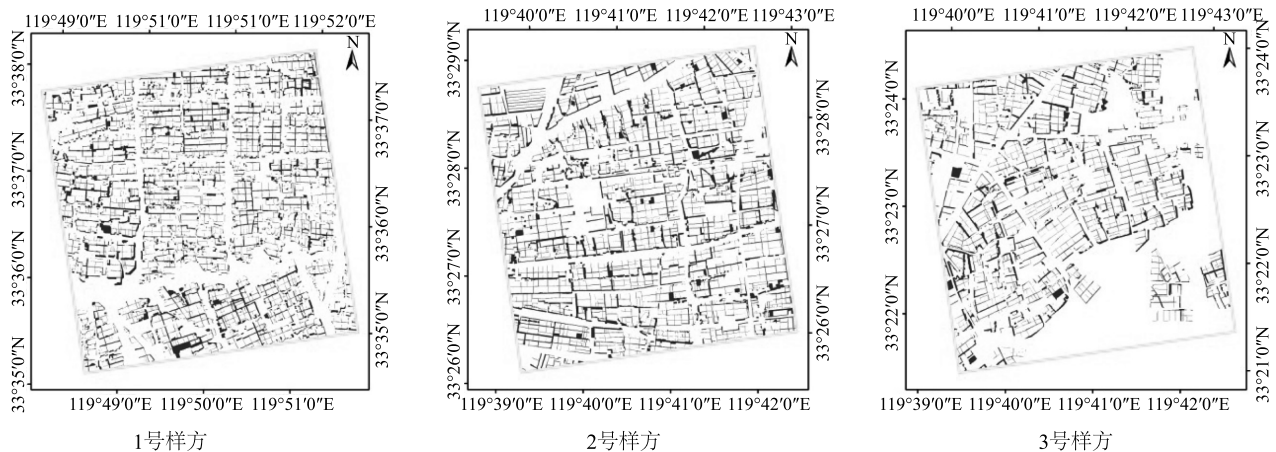


图 4 16 m 分辨率影像水稻斑块丢失结果

Fig.4 Results of missing rice polygons based on 16 m resolution image

2.4 不同分辨率影像水稻面积识别精度分析

以 QuickBird 影像目视解译水稻面积为标准,利用混淆矩阵方法对不同分辨率 GF-1 影像的水稻识别精度进行评价(表 3)。其中,面积比例是指不同分辨率影像水稻提取面积与标准值之间的差异,水稻识别精度是指水稻面积总体识别精度。由表 3 可知,随着影像分辨率从 2.0 m 降低到 16.0 m,单个像元不断增大,混合像元不断出现和增多,导致水稻分类漏分和错分的可能性不断增大,水稻面积提取精度逐步降低。

随着 GF-1 影像分辨率由 2.0 m 逐渐降低到 16.0 m,混合像元逐渐增多,水稻图斑面积越来越大,试验区混合水稻像元的水稻面积占比逐渐下降,水稻图斑平均面积从 1.66 hm^2 增加到 13.28 hm^2 ,水稻识别总体精度也由 92.41% 降低到 89.20%, Kappa 系数从 0.85 降低到 0.78,呈现识别精度不断降低,误差明显增加的趋势。

2.5 水稻识别精度与景观破碎度的关系

根据景观破碎度的定义,水稻图斑平均面积越

表 2 不同空间分辨率影像丢失的水稻图斑差异

Table 2 Difference of missing rice polygons based on different spatial resolution images

分辨率	图斑数	水稻图斑平均面积(hm^2)	丢失图斑数	平均错分面积(hm^2)
0.5	5 663	0.70		
2.0	2 469	1.66	3 202	0.04
8.0	731	6.07	4 932	0.10
16.0	343	13.28	5 320	0.11

大,景观破碎度越小。将研究区 75 个格网的景观破碎度由低到高进行排序,每 25 个格网为一类,将所有格网分为低破碎度、中破碎度和高破碎度 3 个等级。分别计算不同分辨率影像 75 个格网对应的景观破碎度并分级,统计不同影像分辨率尺度下低、中、高 3 个破碎度等级的水稻识别误差,结果见表 4。由表 4 可知,水稻识别精度与水稻地块破碎度之间存在显著的相关性,破碎度越高,水稻识别精度越低,这主要是由于相同尺度下,破碎度越高,混合像元的比例越大,从而导致水稻识别误差越高。

表 3 不同空间分辨率影像水稻识别精度

Table 3 Rice identification accuracy based on different spatial resolution images

分辨率(m)	面积比例(%)	水稻识别精度(%)	Kappa 系数
0.5	0	100.00	1.00
2.0	3.43	92.41	0.85
8.0	12.06	90.26	0.80
16.0	15.02	89.20	0.78

面积比例:不同分辨率影像水稻提取面积与标准值之间的差异。

水稻识别精度与地块景观破碎度密切相关。在同等影像分辨率下,破碎度越高水稻识别误差越高。2 m 分辨率影像高、中、低破碎度下水稻识别误差分别为 4.42、2.49 和 1.78,8.0 m 分辨率影像高、中、低破碎度下水稻识别误差分别为 13.87、10.97 和 9.23,16.0 m 分辨率影像高、中、低破碎度下水稻识别误差分别为 17.29、15.94 和 13.30。这主要因为高破碎度下混合像元数量比低破碎度更多,因此作物识别能力也就更差。

表 4 不同景观破碎度下水稻识别误差

Table 4 Rice identification errors under different landscape fragmentation

分辨率 (m)	水稻识别误差		
	低破碎度	中破碎度	高破碎度
2.0	1.78	2.49	4.42
8.0	9.23	10.97	13.87
16.0	13.30	15.94	17.29

3 结论

本研究以不同空间分辨率 GF-1 影像为数据源,分析了不同空间分辨率影像下水稻面积的识别能力。研究表明,水稻识别精度与遥感影像分辨率存在密切关联,同时耕地景观破碎度也是影响水稻识别精度的重要因素,且其影响程度与空间分辨率密切相关。高空间分辨率遥感影像能够适用于各种破碎度下的水稻识别,而中、低空间分辨率遥感影像在低破碎度条件下较为适用。

参考文献:

- [1] 崔佳洁,李世明. 高分一号卫星影像的融合方法比较研究[J]. 黑龙江工程学院学报, 2015, 29(3): 12-15.
- [2] 董倩,岳彩荣. 高分一号卫星影像融合方法及质量评价[J].

林业调查规划, 2016, 41(5): 1-5.

- [3] 王晓棉,姜芸. 高分一号遥感卫星影像融合及质量评价方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(8): 178-182.
- [4] 王利民,刘佳,杨福刚,等. 基于 gf1 卫星遥感的冬小麦面积早期识别[J]. 农业工程学报, 2015, 31(11): 194-201.
- [5] 单捷,孙玲,于堃,等. 基于不同时相高分一号卫星影像的水稻种植面积监测研究[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(22): 229-232.
- [6] 李章成,王昕,李宗南,等. 基于多时相高分一号影像水稻监测精度评价与修正[J]. 西南农业学报, 2016, 29(10): 2432-2435.
- [7] 黄振国,杨君. 高分一号卫星影像监测水稻种植面积研究综述[J]. 湖南农业科学, 2014(7): 76-78.
- [8] 查海涅,汪建飞,陈世勇,等. 基于 GF-1 影像的水稻拔节期地上部生物量估算[J]. 安徽科技学院学报, 2015, 29(6): 11-17.
- [9] 郭燕,武喜红,程永政,等. 用高分一号数据提取玉米面积及精度分析[J]. 遥感信息, 2015, 30(6): 31-36.
- [10] 查海涅,汪建飞,陈世勇,等. 基于 GF-1 影像的水稻拔节期地上部生物量估算[J]. 安徽科技学院学报, 2015, 29(6): 11-17.
- [11] YANG Y J, HUANG Y, TIAN Q J, et al. The extraction model of paddy rice information based on GF-1 satellite WFV images [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2015, 35(11): 3256-3261.
- [12] 杨长坤,王崇倡,张鼎凯,等. 基于 SVM 的高分一号卫星影像分类[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(9): 142-146.
- [13] 孙小飞,刘智,范敏,等. 青藏高原深切割区 GF-1 土地利用分类精度研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 15(10): 13-15.
- [14] 李巍,丁晨旸,李萍. 基于高分一号遥感影像的绿地信息提取[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(14): 208-210.
- [15] 李峰,谢磊,王昊,等. 基于 GF-1 影像的冬小麦面积提取及年际变化动态监测[J]. 山东农业科学, 2017, 49(8): 139-144.
- [16] 王利民,刘佳,高建孟,等. 冬小麦面积遥感识别精度与空间分辨率的关系[J]. 农业工程学报, 2016, 32(23): 152-160.
- [17] 张焕雪,李强子,文宁,等. 农作物种植面积遥感估算的影响因素研究[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(4): 54-61.

(责任编辑:张震林)