

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2020. 02. 28

引用格式: 王碧晴,韩文泉,许驰. 基于图像分割和 NDVI 时间序列曲线分类模型的冬小麦种植区域识别与提取[J]. 国土资源遥感,2020,32(2):219-225. (Wang B Q,Han W Q,Xu C. Winter wheat planting area identification and extraction based on image segmentation and NDVI time series curve classification model [J]. Remote Sensing for Land and Resources ,2020,32(2):219-225.)

基于图像分割和 NDVI 时间序列曲线分类模型的冬小麦种植区域识别与提取

王碧晴¹, 韩文泉^{1,2}, 许 驰^{1,3}

(1. 南京市测绘勘察研究院股份有限公司,南京 210019; 2. 东南大学交通学院,南京 210096;
3. 河海大学地球科学与工程学院,南京 211100)

摘要: 为自动获取大面积冬小麦种植区域,通常利用中等空间分辨率遥感影像中的物候信息,基于时间序列曲线进行识别与提取。但在实际工程项目中,只使用物候信息提取精度偏低。因此提出了一种基于时间序列曲线数据分类模型与图像分割相结合的冬小麦识别方法。首先,构建多源数据的归一化植被指数(normalized difference vegetation index,NDVI)时间序列曲线,采用时间序列谐波分析方法(harmonic analysis of time series,HANTS)对 NDVI 时间序列数据进行平滑和去噪;然后,对 NDVI 时间序列进行坐标转换,获取波段均值、标准差和均方根 3 个参数,构建新的分类模型,提升冬小麦与其他作物的差异值;最后,通过与高空间分辨率数据的分割结果相结合,利用图像的空间结构信息,提高地物边界的准确性。以南京市江宁区为例,利用 2017 年 12 月—2018 年 6 月间高分一号、Land-sat8 和 Sentinel-2A 3 种类型的共 21 景多源数据进行实验,最终提取精度达到 98.74%,比其他方法有所提高,为农业管理部门提供了准确的冬小麦种植区域和分布的地理信息数据。

关键词: NDVI 时间序列曲线; 图像分割; 遥感分类模型; 冬小麦提取

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2020)02-0219-07

0 引言

冬小麦是我国的主要粮食作物之一,及时、准确地获取冬小麦作物种植信息是国家制定粮食政策和经济发展计划的重要依据。遥感是一种对地观测综合性技术,具有宏观性、经济性和强时效性等优点,其迅猛快速的发展为冬小麦种植区的快速准确获取提供了有效手段^[1],特别是在农业遥感领域,对当前精细农业发展、农业估产与监测等应用有着重要的意义。国内外众多学者对冬小麦的遥感监测方法开展了广泛研究,主要方法包括:①基于高空间分辨率遥感数据的面向对象方法,结合光谱、纹理等特征实现对象级作物信息提取。李卫国等^[2]采用面向对象分类方法,结合地物空间、纹理信息进行冬小麦面积提取,分类精度达到了 94.16%; Jiao 等^[3]利用 RADARSAT-2 数据,采用面向对象的分类方法

对加拿大多伦多省东南部冬小麦等作物进行了分类,单景的分类精确率达到了 95%; 范磊等^[4]利用面向对象的方法对遥感图像进行多尺度分割,结合归一化植被指数(normalized difference vegetation index,NDVI)特征提取冬小麦面积及空间分布。面向对象的思想很好地避免了一般像素级分类中的“椒盐”现象,但影像分割尺度的选择对地物提取精度的高低起着决定性作用,且分割过程中会造成部分光谱信息的损失,模糊不同地物的光谱差异,影响识别精度。②利用农作物物候信息获取 NDVI 时间序列,基于物候特征对冬小麦进行提取。张晶等^[5]以 NDVI 时间序列为依据,提出了空间向量法、曲线积分法和坐标转换法 3 种冬小麦识别模型,结果显示,这 3 种方法操作简单,精度优良,具有较好的实用意义; 侯光雷等^[6]以 SPOT 数据构建的 NDVI 时间序列数据为基础,获取研究区地物信息在时间维度上的振幅、相位以及年均 NDVI 值影像图,合成后应用

收稿日期: 2019-04-19; 修订日期: 2019-06-11
基金项目: 南京市测绘勘察研究院股份有限公司科研项目“遥感影像在农作物与生态环境监测及变化检测中应用研究”(编号: 2018RD04)资助。
第一作者: 王碧晴(1994-),女,硕士,主要从事中高分辨率遥感图像分割与分类方面的研究。Email: 1240883211@qq.com。
通信作者: 韩文泉(1974-),男,博士,研究员级高工,主要从事 3S 集成方面的研究。Email: lidar_hwq@163.com。

神经网络分类方法获取东北地区耕地资源的空间分布,提取精度达到了 83.26%。研究表明,该方法可以满足提取耕地资源信息的精度要求,但往往忽略了地物的空间结构信息,在地块碎小、种植结构复杂的冬小麦种植区域的应用中难以取得理想的识别结果。③面向对象方法和面向像素方法相结合提取冬小麦。邓刘洋等^[7]将通过构建决策树模型获得的冬小麦初步提取结果与多尺度分割产生的地块信息进行叠加,最终生成基于地块单元的冬小麦播种面积分布情况,识别精度达 95.9%;朱长明等^[8]将统一尺度分割结果与通过光谱特征规则集构建的冬小麦提取模型相结合,通过交叉验证最终确定冬小麦的种植面积。但这些方法都没有考虑到冬小麦的物候特征,在冬小麦的识别过程中有一定的局限性。

本文以南京市江宁区为研究区,结合物候特征,提出基于图像分割和 NDVI 时间序列曲线分类模型的冬小麦种植区域识别方法。首先,构建冬小麦物候期内的 NDVI 时间序列曲线,基于 NDVI 时序曲线建立模型识别提取冬小麦;同时,对研究区内的高分遥感图像进行分割,然后,基于优势原则将识别结果与图像分割结果融合,充分利用冬小麦的物候信息和遥感图像的空间结构信息、光谱信息;最终,实现中等空间分辨率遥感图像下冬小麦的精确识别。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

江宁区位于南京市的中南部,中心经纬度分别为 E31.95°,N118.85°,总面积约为 1 561 km²,其中农业用地占 1 103 km²,是华东地区较大的农副产品中心。江宁区属北亚热带季风气候区,四季分明,气候温和,雨水充沛,雨热同季。该区主要经济农作物为小麦和油菜,一年两熟轮作,冬小麦在每年 9—10 月左右播种,次年 5 月底收获。江宁区是南京市小麦的主要产区之一,因此选择该地区作为冬小麦提取的研究区具有一定的代表性。

1.2 数据源

鉴于冬小麦在不同的生长阶段具有不同的物候特征,本文选用 2017 年 12 月—2018 年 6 月间覆盖冬小麦生长周期的高分一号(GF-1)、Landsat8 和 Sentinel-2A 共 3 种数据,分别来自中国资源卫星应用中心、美国地质调查局(United States Geological Survey,USGS)和欧洲航天局。选取原则是首先选用 16 m 空间分辨率的 GF-1 WFV 数据,若数据质量差,则用该月经多光谱和全色数据融合后空间分辨率为 15 m 的 Landsat8 数据或空间分辨率为 10 m

的 Sentinel-2A 数据予以补充。研究共选用了 21 期图像,平均每月 3 期,各数据的获取时间如表 1 所示。用于图像分割来提高地物边界准确性的数据为北京二号卫星图像,获取时间为 2018 年 4 月 17 日,空间分辨率为 1 m,如图 1 所示。

表 1 实验数据
Tab.1 Data in experiment

图像采集时间	GF-1	Landsat8	Sentinel-2A
2017-12	2017-12-03		
	2017-12-19	—	—
	2017-12-22		
2018-01	2018-01-12	2018-01-29	2018-01-22
2018-02	2018-02-06		
	2018-02-11	—	—
	2018-02-13		
	2018-02-26		
2018-03	2018-03-11	—	2018-03-23
	2018-03-27		
2018-04	2018-04-25	2018-04-03	—
		2018-04-19	
2018-05	2018-05-15	—	—
	2018-05-23		
2018-06	2018-06-12	2018-06-06	—
	2018-06-25		

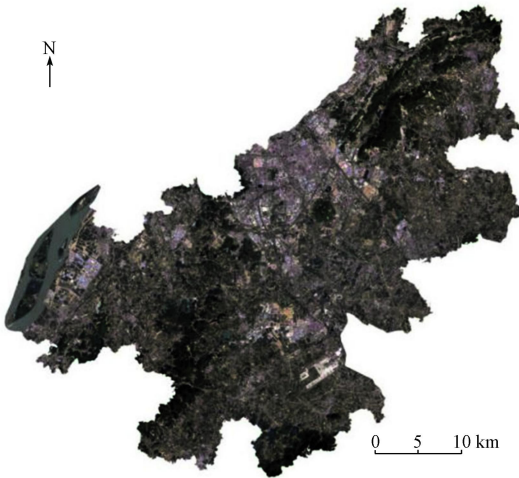


图 1 研究区北京二号卫星 B3(R),B2(G),B1(B)合成影像
Fig.1 BJ-2 satellite image of study area

2 研究方法

本文首先对覆盖研究区的图像进行预处理,包括辐射定标、大气校正和几何纠正,然后对预处理好的图像进行 NDVI 时间序列曲线的构建,通过时间序列谐波分析法(harmonic analysis of time series,HANTS)对曲线平滑滤噪,基于滤波后的 NDVI 时间序列曲线进行坐标转换处理,获取波段均值、标准差、均方根 3 个参数进行阈值限定,构建决策树模型进行冬小麦识别。同时对北京二号卫星图像进行图

像分割,最后将分割结果与决策树模型识别结果进行融合,得出研究区冬小麦的分布情况,技术路线如图2。

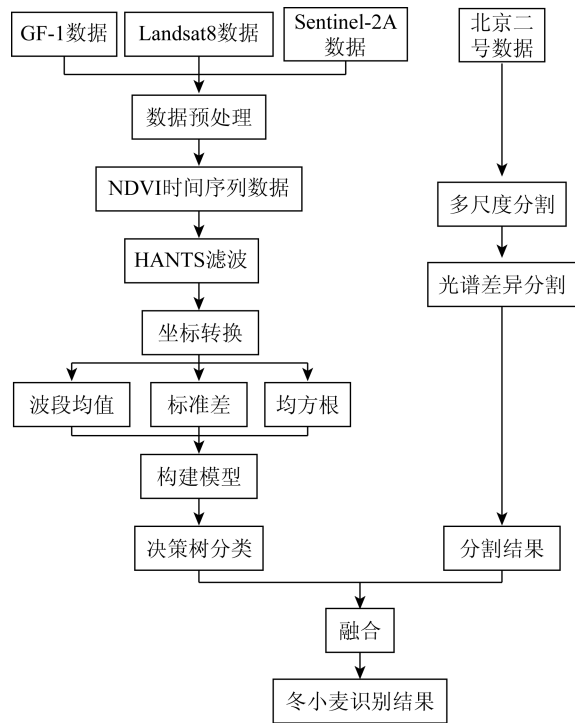


图2 技术路线
Fig. 2 Technical route

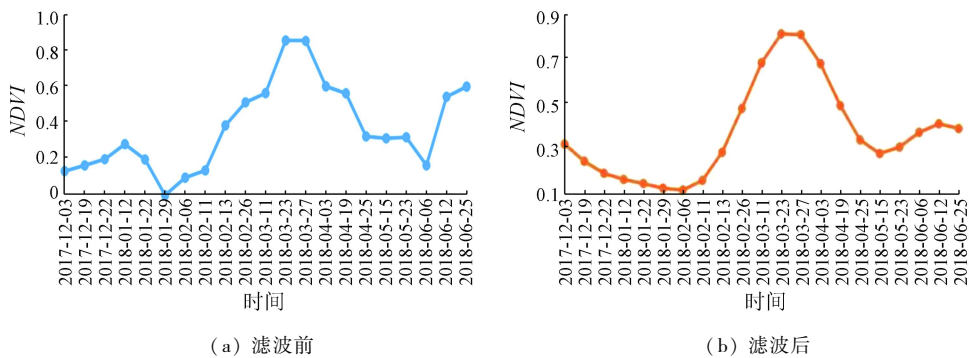


图3 NDVI 时间序列曲线滤波对比
Fig. 3 NDVI time series curve Filter comparison chart

2.1.1 坐标转换

为扩大冬小麦和其他地物在 NDVI 时序曲线上的差异,采用坐标转换的方法对 NDVI 时序曲线进行二次处理。坐标转换即以冬小麦的 NDVI 时间序列曲线为参考曲线,根据冬小麦的训练样本计算冬小麦在各时相的 NDVI 均值,首先将研究区内所有像元在各时相的 NDVI 值减去冬小麦相应时相的 NDVI 均值,即表示该像元的 NDVI 值在每个时相与冬小麦的差异,然后将差值扩大 100 倍,进一步扩大冬小麦与其他地物的 NDVI 值差异,最终生成的各地物坐标转换后的 NDVI 时序曲线如图4所示。

2.1 基于 NDVI 时间序列分类模型的冬小麦识别

本文通过构建 NDVI 时间序列分类模型进行研究区冬小麦的识别,首先计算各期图像的 NDVI,增强植被的响应能力,然后将各时相 NDVI 图像进行合成,构成一条多源、多时相的 NDVI 时间序列曲线,如图3(a)所示。该曲线较直观地反映了不同时期的冬小麦生长状况,但是由于时间序列数据在采集过程中受到太阳高度角、云、水汽等因素影响,各类地物时间序列数据的变化没有规律,造成 NDVI 时间序列曲线呈现不规则锯齿状,体现的物候特征不够明显,给在此基础上进行的趋势分析和信息提取增加了难度,因此,为了降低上述因素的影响,对时间序列数据进行了重建。本文采用 HANTS 法对时间序列数据进行滤波,去除噪音信息。HANTS 算法的核心是通过最小二乘法的迭代拟合去除时序曲线中受干扰物影响较大的点,借助傅里叶变换在时间域和频率域的正反变换实现曲线的分解和重构,从而达到时间序列数据重构的目的^[9-11]。该方法是一种新的物候分析方法,能定量地监测植被动态变化信息,滤波前后曲线如图3所示。由图3(b)可明显看到,曲线变化特征符合冬小麦经历的5个物候变化特征:越冬期(12月—次年1月)、返青期(2—3月)、抽穗期(3—4月)、成熟期(4—5月)、收割(5—6月)。

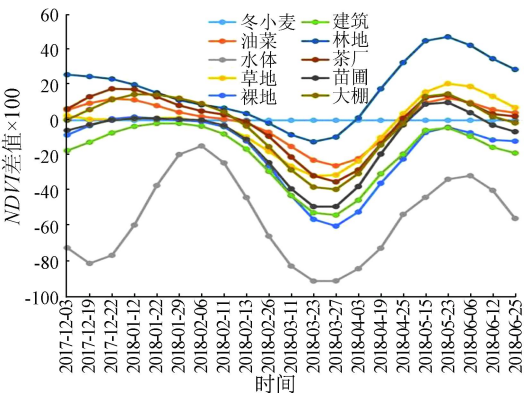


图4 坐标转换 NDVI 值曲线
Fig. 4 Coordinate conversion NDVI value curves

由图 4 可知,冬小麦样本均值构成的 NDVI 时间序列曲线已经转换为一条各时相 NDVI 值为 0 的参考直线,其他地物的 NDVI 时序曲线围绕冬小麦参考直线上下波动,显著扩大了冬小麦与其他地物 NDVI 时序曲线间的差异,更便于冬小麦的识别。

2.1.2 基于 NDVI 时序曲线的模型构建

由于不同冬小麦植株的差异性,其 NDVI 时间序列曲线会在一定的范围内上下波动,介于该波动之间的地物可以判定为冬小麦,由此可以利用构建波段间运算模型来限制曲线的波动范围,从而更加精确地提取冬小麦。在实验过程中发现,通过对坐

标转换后的 NDVI 时间序列数据计算波段均值 D 、标准差 T 和均方根 RMS 这 3 个参数构建模型可显著提升冬小麦与其他作物的差异,其中 D 可以限制 NDVI 时间序列曲线与参考曲线的总体差距, T 和 RMS 可限制坐标转换后 NDVI 时间序列曲线与参考曲线的离散度。第 i 个像元 NDVI 时间序列曲线的均值 D_i 、标准差 T_i 和均方根 RMS 的计算公式分别为:

$$D_i = \frac{C_{1,i} + C_{2,i} + C_{3,i} + \cdots + C_{21,i}}{21}, \quad (1)$$

$$T_i = \sqrt{\frac{1}{21} \left[\left(C_{1,i} - \frac{C_{1,i} + \cdots + C_{21,i}}{21} \right)^2 + \cdots + \left(C_{21,i} - \frac{C_{1,i} + \cdots + C_{21,i}}{21} \right)^2 \right]}, \quad (2)$$

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{21} [(C_{1,i})^2 + \cdots + (C_{21,i})^2]}, \quad (3)$$

式中, $C_{j,i}(j=1,2,\cdots,21)$ 为研究区内所有像元与冬小麦像元的 NDVI 差值。

分别利用公式(1)—(3)进行波段运算得到波

$$\text{地物类型} = \begin{cases} \text{冬小麦}, & B_{1\min} < D_i < B_{1\max} \text{ 且 } T_i < B_{2\max} \text{ 且 } RMS < B_{3\max} \\ \text{非冬小麦}, & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

依据上述分类模型,利用决策树分类方法提取出江宁区的冬小麦种植区,分类结果如图 5 所示。

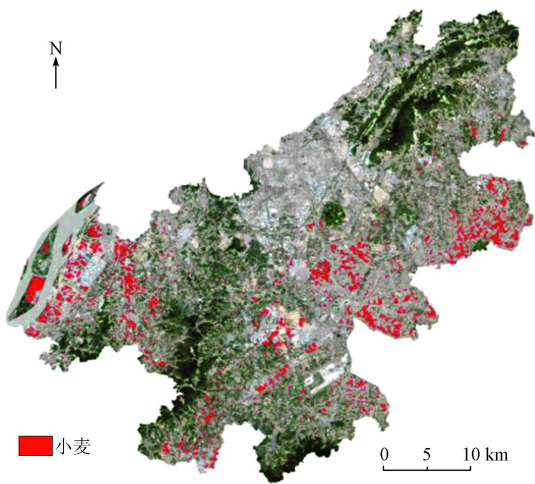


图 5 NDVI 时间序列曲线分类模型结果

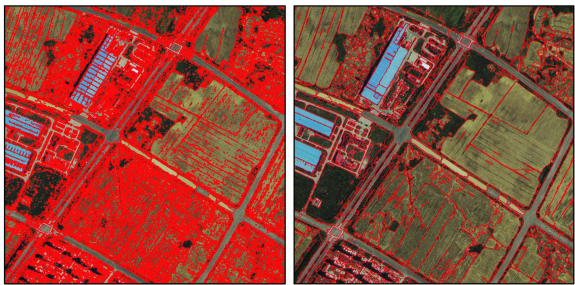
Fig. 5 NDVI time series curve classification model result

2.2 图像分割

由于单一的基于 NDVI 时间序列曲线构建模型提取冬小麦的边界不够准确,本文利用北京二号高分辨率图像基于图像分割的方法获取地块边界信息,充分利用遥感图像的空间结构信息提高地物识别的准确性。首先选取合适的尺度对图像进行多尺度分割,将图像分割成若干斑块,然后采用光谱差异分割方法基于各个像元之间的光谱差异把光谱特

征相似的像元进行合并,避免过分割现象。

多尺度分割方法主要是通过合并相邻像元或小的分割对象,在保证对象与对象之间平均异质性最小、对象内部像元之间同质性最大的前提下,建立不同的尺度分割等级,逐层进行分割与信息提取^[12-14]。为了提高分割精度,本文分别赋予北京二号卫星图像 4 个波段不同的权重值,根据植被在近红外波段和红光波段独特的反射率高的特性,把近红外波段和红光波段权重设为 2,其他 2 个波段设为 1,分割尺度为 70,效果如图 6(a)所示。



(a) 多尺度分割 (b) 多尺度 + 光谱差异分割

图 6 图像分割结果

Fig. 6 Image segmentation results

由图 6(a)可见,多尺度分割结果产生了过分割现象,因此在多尺度分割的基础上,采用光谱差异分割方法进行分割优化。光谱差异分割是通过分析多尺度分割对象中的相邻像元亮度差异是否满足给定

的阈值,来决定是否将对象进行合并^[15]。将北京二号图像的4个波段权重均设为1。其中最大光谱差异分割参数为分割图像最主要的判定因子,经逐次试验,得出最佳分割尺度为90。结果见图6(b),由图可以看出,地物的边界已被较清晰地提取出来。

2.3 分类与分割结果的融合

为充分利用遥感图像的空间结构信息和光谱信息,本文将图像分割结果与模型分类结果进行融合,具体步骤为:首先将二者叠加,然后转化成矩阵的形式进行像元点点相乘处理,遍历其中每一个独立的分割块中的分类像元,经多次实验,设置当分类像元占分割对象比重的85%时,该对象被归为该类别,循环上述过程直到遍历完所有像元为止。在这个过程中,图像分割担任了一个过滤器的角色,但又与通常的过滤器有所不同,它能让根据图像实际的空间结构进行过滤,同时也能保留其他优势。分割与分类叠加及融合图如图7所示。

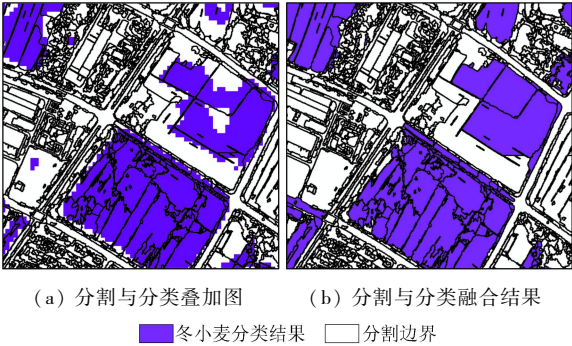


图7 融合前后对比

Fig. 7 Contrast of before and after integration

由图7(a)的融合前叠加图可看出,由于中空间分辨率影像分辨率低且基于像素的分类方法没有考虑地物的空间结构信息,分类结果和地物边界存在不匹配的现象,经过分割结果修正后,如图7(b)所示,可以清晰地看出分类结果中超出矢量边界和边界内缺失部分在最终的融合结果中都得到了优化,边界信息更加准确,斑点噪声也得到了消除。

3 结果分析与评价

本文基于多源遥感数据,采用基于时序曲线分类模型与图像分割相结合的方法提取江宁区冬小麦分布,结果如图8。可以看出,提取的冬小麦地块较为规则,“噪声”现象得到了平滑;从空间分布来看,冬小麦分布较零散,主要集中在江宁街道和淳化街道,其他地区分布较少。江宁区作为南京市冬小麦的主要产区之一,其分布情况的准确性对研究区具有重要的应用价值。

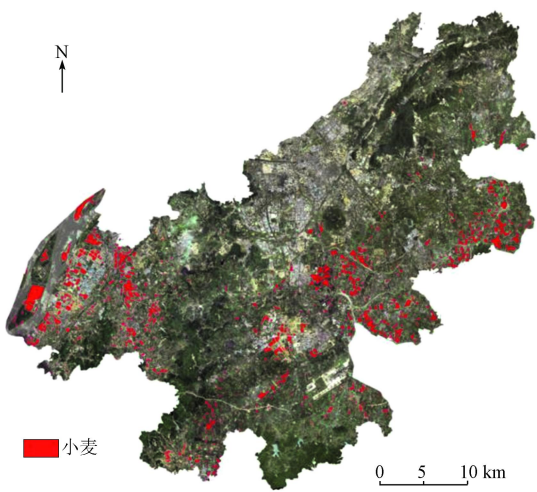


图8 南京市江宁区冬小麦空间分布

Fig. 8 Spatial distribution of wheat in Jiangning District, Nanjing

选用混淆矩阵中的总体分类精度和 Kappa 系数2个参数对结果进行精度评价。混淆矩阵计算采用的验证样本为实地踏勘采集所得。实地踏勘共采集江宁区10类地物共157个样本点,利用ENVI插件随机分成2份,一份为112个点用于分类样本,剩余45个点用作验证样本,验证样本点的分布如图9所示,由目视判读可知,样本点分布较均匀,落在冬小麦区域的样本点为32个,落在非小麦区域的样本点为13个。精度评价结果表明,冬小麦的总体分类精度达到98.74%,Kappa系数达到了0.98,超出了以往文献得出的一般水平。可见,融合高分矢量地块与中分影像分类结果提取冬小麦,精度能有所提高,说明该方法对冬小麦的识别具有较高的适用性。

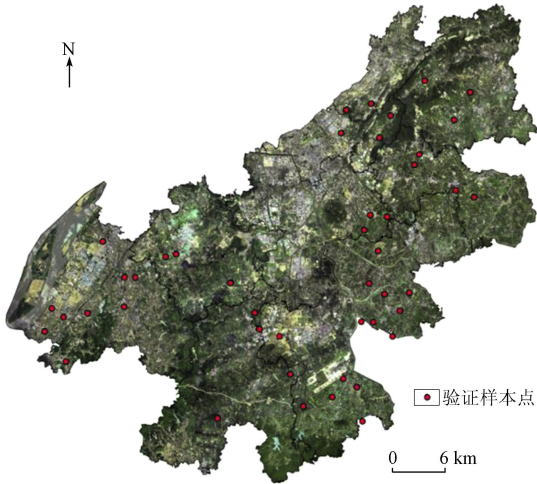


图9 南京市江宁区验证样本点分布图

Fig. 9 Verification sample point distribution of Jiangning District, Nanjing

4 结论

本文从多源遥感数据出发,利用GF-1, Land-

sat8 和 Sentinel - 2A 3 种数据构建了以坐标转换后的 NDVI 时间序列曲线为基础的分类模型,通过波段均值、标准差、均方根 3 个参数阈值范围的确定得到了研究区的冬小麦提取结果,并通过实地验证样本进行精度评价,得出的主要结论如下:

1) 利用多源遥感数据构建 NDVI 时间序列曲线,通过冬小麦的物候特征信息进行冬小麦的识别,拓宽了遥感数据对精细农作物提取的可行性和可靠性。

2) 本文提出的方法充分利用了图像的空间结构信息、光谱信息和时间信息,通过图像分割获得的地物边界有效增加了地物边界的准确性,减少了“椒盐”现象;增加遥感图像的时间信息,充分利用了作物的物候特征构建 NDVI 时间序列曲线提取模型,提高了冬小麦识别的准确性。

3) 利用实地验证样本数据对研究区的冬小麦提取结果进行精度评价,冬小麦的总体分类精度达到了 98.74%, Kappa 系数为 0.98。表明本文方法能够满足农业遥感中农作物识别的要求,且技术流程简单。该方法不仅为冬小麦的精确提取提供了技术支撑,也为后续农作物信息统计提供了数据保障。

参考文献 (References):

[1] Zwart S J, Bastiaanssen W G M, Fraiture C D. WATPRO: A remote sensing based model for mapping water productivity of wheat [J]. Agricultural Water Management, 2010, 97 (10): 1628 - 1636.

[2] 李卫国, 蒋楠. 基于面向对象分类的冬小麦种植面积提取 [J]. 麦类学报, 2012, 32 (4): 701 - 705.

Li W G, Jiang N. Extraction of winter wheat planting area by object - oriented classification method [J]. Journal of Triticea Sinica, 2012, 32 (4): 701 - 705.

[3] Jiao X F, Kovacs J M, Shang J L, et al. Object - oriented crop mapping and monitoring using multi - temporal polarimetric RADAR - SAT - 2 data [J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2014, 96: 38 - 46.

[4] 范磊, 程永政, 王来刚, 等. 基于多尺度分割的面向对象分类方法提取冬小麦种植面积 [J]. 中国农业资源与区划, 2010, 31 (6): 44 - 51.

Fan L, Cheng Y Z, Wang L G, et al. Estimation of winter wheat planting area using object - oriented method based on multi - scale segmentation [J]. Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning, 2010, 31 (6): 44 - 51.

[5] 张晶, 占玉林, 李如仁. 高分一号归一化植被指数时间序列用于冬小麦识别 [J]. 遥感信息, 2017, 32 (1): 50 - 56.

Zhang J, Zhan Y L, Li R R. Application of GF - 1 NDVI time series in winter wheat identification [J]. Remote Sensing Information, 2017, 32 (1): 50 - 56.

[6] 侯光雷, 张洪岩, 王野乔, 等. 基于时间序列谐波分析的东北地区耕地资源提取 [J]. 自然资源学报, 2010, 25 (9): 1607 - 1617.

Hou G L, Zhang H Y, Wang Y Q, et al. Application of harmonic analysis of time series to extracting the cropland resource in north-east China [J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25 (9): 1607 - 1617.

[7] 邓刘洋, 沈占峰, 柯映明, 等. 基于地块尺度多时相遥感影像的冬小麦种植面积提取 [J]. 农业工程学报, 2018, 34 (21): 157 - 164.

Deng L Y, Shen Z F, Ke Y M, et al. Winter wheat planting area extraction using multi - temporal remote sensing images based on field parcel [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34 (21): 157 - 164.

[8] 朱长明, 骆剑承, 沈占峰, 等. 基于地块特征基元与多时相遥感数据的冬小麦播种面积快速提取 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (9): 94 - 99.

Zhu C M, Luo J C, Shen Z F, et al. Winter wheat planting area extraction using multi - temporal remote sensing data based on field parcel characteristic [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27 (9): 94 - 99.

[9] 林忠辉, 莫兴国. NDVI 时间序列谐波分析与地表物候信息获取 [J]. 农业工程学报, 2006, 22 (12): 138 - 144.

Lin Z H, Mo X G. Phenologies from harmonics analysis of AVHRR NDVI time series [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22 (12): 138 - 144.

[10] 梁守真, 邢前国, 施平, 等. 山东省典型地表覆被 NDVI 时间序列谐波分析 [J]. 生态学杂志, 2011, 30 (1): 59 - 65.

Liang S Z, Xing Q G, Shi P, et al. Harmonic analysis on NDVI time series of typical land covers in Shandong Province [J]. Journal of Ecology, 2011, 30 (1): 59 - 65.

[11] 李净, 刘红兵, 李彩云, 等. 基于 GIMMS 3g NDVI 的近 30 年中国北部植被生长季始期变化研究 [J]. 地理科学, 2017, 37 (4): 620 - 629.

Li J, Liu H B, Li C Y, et al. Changes of green - up day of vegetation growing season based on GIMMS 3g NDVI in northern China in recent 30 years [J]. Geographical Science, 2017, 37 (4): 620 - 629.

[12] 韩衍欣, 蒙继华. 面向地块的农作物遥感分类研究进展 [J]. 国土资源遥感, 2019, 31 (2): 1 - 9. doi:10. 6046/gtzyyg. 2019. 02. 01.

Han Y X, Meng J H. A review of per - field crop classification using remote sensing [J]. Remote Sensing of Land and Resources, 2019, 31 (2): 1 - 9. doi:10. 6046/gtzyyg. 2019. 02. 01.

[13] 王碧晴, 王珂, 廖伟逸. 遥感图像分割下的青藏高原湖泊提取 [J]. 遥感信息, 2018, 33 (1): 117 - 122.

Wang B Q, Wang K, Liao W Y. Extraction of Qinghai - Tibet Plateau lake based on remote sensing image segmentation [J]. Remote Sensing Information, 2018, 33 (1): 117 - 122.

[14] 陈国旭, 李盼盼, 刘盛东, 等. 基于高分一号卫星遥感影像的地表岩性特征提取及三维可视化 [J]. 地理与地理信息科学, 2018, 34 (5): 31 - 36, 2.

Chen G X, Li P P, Liu S D, et al. Extraction and 3D visualization of surface lithology based on GF - 1 satellite images [J]. Geography and Geo - Information Science, 2018, 34 (5): 31 - 36, 2.

[15] 刘昌振, 舒红, 张志, 等. 基于多尺度分割的高分遥感图像变异函数纹理提取和分类 [J]. 国土资源遥感, 2015, 27 (4): 47 - 53. doi:10. 6046/gtzyyg. 2015. 04. 08.

Liu C Z, Shu H, Zhang Z, et al. Variogram texture extraction and classification of high resolution remote sensing images based on multi-resolution segmentation[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2015, 27(4): 47-53. doi:10.6046/gtzyyg. 2015. 04. 08.

Winter wheat planting area identification and extraction based on image segmentation and NDVI time series curve classification model

WANG Biqing¹, HAN Wenquan^{1, 2}, XU Chi^{1, 3}
(1. Nanjing Surveying and Mapping Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210019, China; 2. School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China; 3. College of Earth Sciences and Engineering, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: For the purpose of automatically obtaining a large area of winter wheat planting area , phenological information in medium spatial resolution remote sensing images based on time series curves is usually used to identify and extract. However, in actual engineering projects , if phenological information is used only , the accuracy is low. Therefore , a method based on time series curve data classification model and image segmentation is proposed for winter wheat identification . Firstly, the normalized difference vegetation index (NDVI) time series curve of multi-source data is constructed , and the NDVI time series data are smoothed and denoised by harmonic analysis of time series (HANTS) method. Then, via coordinate transformation of NDVI time series , three parameters of band mean , standard deviation and square mean are obtained to construct a new classification model so as to improve the difference between winter wheat and other crops ; finally, by combining segmentation results of spatial resolution data , spatial structure information of the image is used to improve accuracy of feature boundary . Taking Jiangning District of Nanjing as an example , the authors used 21 multi-source images of GF-1 , Landsat8 and Sentinel-2A from December 2017 to June 2018 , and the final extraction accuracy reached 98.74% , which is better than results of other methods. This method provides agricultural management departments with accurate geographic information data on planting area and distribution of winter wheat .

Keywords: NDVI time series curve ; image segmentation ; remote sensing classification model ; winter wheat extraction

(责任编辑: 张 仙)