

Agricultural Change Detection Supported by Object-Oriented Method

—Zhaozhou County in Heilongjiang as an Example

Guihua Shi

School of Architectural and Surveying & Mapping Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi
Email: 137326393@qq.com

Received: Oct. 27th, 2018; accepted: Nov. 9th, 2018; published: Nov. 19th, 2018

Abstract

With the development of remote sensing technology, remote sensing application in agriculture is even more extensive. This paper selects the image data of Lands series satellite during 1990~2015, and adopts the object-oriented approach to detect the change on agricultural cultivation in Zhaozhou County, Heilongjiang Province. The image is selected from July to September, when crops are growing well. Planning and distribution of Zhaozhou County farmland are very regular. Remote sensing image texture is clear, which is suitable for testing in the object-oriented approach. Classification result is obtained by visual identification of objects to select samples, after which the changes of farming are detected using comparison method. The results show that the area of cultivated land in Zhangzhou County increased from 1990 to 2000, and decreased in 2000~2005, 2005~2010, 2010~2015 and 1990~2015.

Keywords

Agriculture, Change Detection, Object-Oriented, Zhaozhou County

面向对象方法支持下的农业耕作变化检测

—以黑龙江肇州县为例

史桂桦

江西理工大学建筑与测绘工程学院, 江西 赣州
Email: 137326393@qq.com

收稿日期: 2018年10月27日; 录用日期: 2018年11月9日; 发布日期: 2018年11月19日

摘要

随着遥感技术的发展,遥感在农业方面的应用就更加广泛深入。本文选取Landsat系列卫星1990~2015五个年代的影像数据,采用面向对象的方法对黑龙江省肇州县进行农业耕作变化检测。影像选取7月至9月农作物长势较好的时间,肇州县农田规划和分布十分有规律,遥感影像纹理清晰,适用于面向对象的方法进行检测。本文通过对对象的目视识别来选取样本得到分类结果,再利用分类后比较法对农业耕作进行变化检测。结果表明,肇州县在1990~2000年耕地的面积呈增长趋势;2000~2005年、2005~2010年、2010~2015年、1990~2015年耕地的面积呈减少趋势。

关键词

农业, 变化检测, 面向对象, 肇州县

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

遥感技术具有覆盖范围大,重访周期短,获取成本相对较低的优势,对大面积的开放式调查,评估,监测和农业生产管理有着独特的作用。自20世纪70年代民用资源卫星投入农业应用后,农业成为遥感技术收益最大的领域。特别是随着高空间和高光谱,高时间分辨率的提高,农业遥感技术在长时间序列作物长势动态监测,作物种类和精细农业领域取得了关键突破。但农业生产的分散,时空变化特征仍使当前农业遥感技术的应用存在很多挑战[1]。因此本文采用面向对象的分类技术应用于农业遥感的分类当中,考虑遥感图像的纹理,几何,结构等信息而提高分类的精度[2]。遥感分类中可以采用的分类方法众多,本文主要研究面向对象的分类方法而后进行变化检测,但由于面向对象的方法能够多方面的考虑遥感图像的纹理,形状等空间信息而对数据的精度要求较高,在数据有限的情况下使用融合的方法提高数据精度进行比较分析从而得出面向对象分类方法的优劣势[3]。然后对面向对象分类方法分类后的图像采用分类后比较法,通过获取不同年代的遥感影像数据,分析肇州县农业发展的变化趋势。

面向对象影像分类研究在我国起步较迟,于近几年开始进行该技术的应用研究。杜凤兰等结合高分辨率遥感数据,利用面向对象分类法实现土地覆盖精确分类,并探讨面向对象分类法在地物分类应用中的潜力和限制[4];莫登奎等以高分辨率遥感影像数据为主要数据源,以多尺度分割与基于模糊逻辑分类的面向对象影像分析方法为主要技术,自动提取株洲市城乡结合部的土地覆盖和土地利用信息,达到了提取郊区丘陵地带林地信息和城市建筑、道路等土地覆盖信息的目的,而且精度高,速度快[5];Hodmann在面向对象的分类方法中利用影像对象的光谱、纹理、形状与背景信息识别IKONOS影像中的非正式居民地,得到的分类结果有较高的精度。Bauer等对奥地利维也纳市进行航空影像土地利用分类,表示目视解译能取得一定的精度,但速度很慢,所以采用面向对象的计算机自动分类技术,该方法速度快精度高。

2. 研究区概况

肇州县位于东经125°、北纬45.5°,地处黑龙江省西南部,松花江之北,松嫩平原腹地,隶属大庆市,东界肇东市,南靠肇源市,西与大同区接壤,北与安达市比邻,黑龙江和吉林两省交界处[6]。地处黑龙

江省第一积温带，属中温带大陆性季风气候。区位处于哈尔滨、大庆、长春两小时经济圈中心位置，是联结黑龙江省吉林省两大粮食产区的枢纽，是“哈大齐”工业走廊和“哈大齐牡”经济带上的重要县份[7]。是国家重要商品粮生产基地，全国粮食生产先进县，跻身于全国百个产量大县。研究区区位示意图见图1。

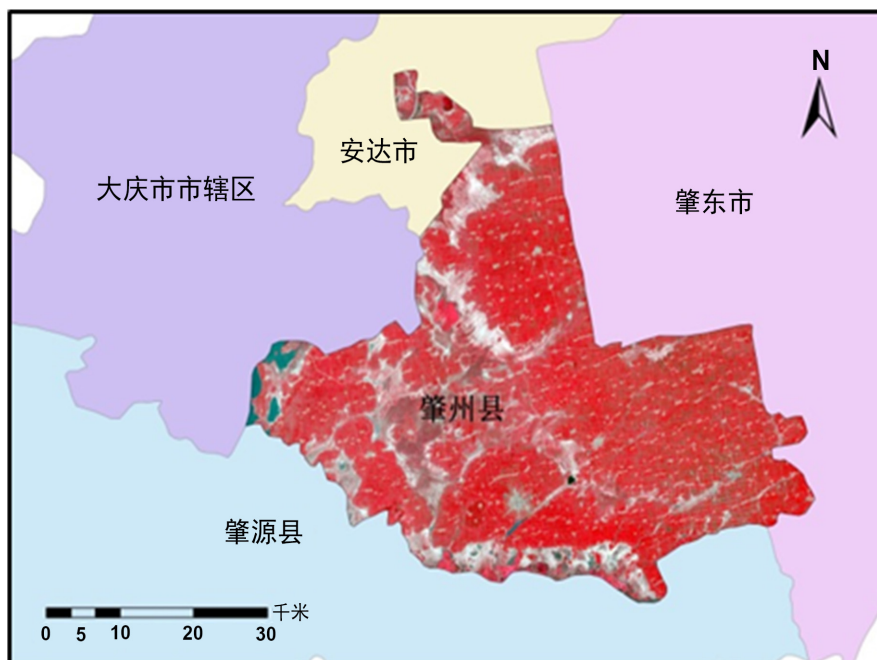


Figure 1. Schematic diagram of the study area
图1. 研究区示意图

3. 数据说明及研究方法

3.1. 数据说明

数据分为两部分，一是肇州县遥感影像数据，条带号为 Path 119/Row 28，共 1990、2000、2005、2010、2015 五景。在选取遥感影像时考虑研究主题有关农业因此选取农作物长势较好的月份，即 7 月到 9 月间。下载后的数据经过一系列的预处理，如几何校正，裁剪等再与 Landsat 8 全色波段进行融合处理，使分辨率提升至 15 m 后再进行分类。

具体数据信息如表 1 所示：

Table 1. Data description
表 1. 数据说明

序号	卫星	传感器	轨道号	成像时间	分辨率	数据来源
1	Landsat 5	TM	119/28	1990/07/20	30 m	马里兰大学数据库
2	Landsat 7	ETM+	119/28	2001/08/11	30 m	马里兰大学数据库
3	Landsat 5	TM	119/28	2006/09/18	30 m	马里兰大学数据库
4	Landsat 5	TM	119/28	2009/08/09	30 m	马里兰大学数据库
5	Landsat 8	OLS_TIRS	119/28	2015/07/09	Pan: 15 m 多光谱: 30 m	USGS

3.2. 研究方法

面向对象的图像分析方法以对象作为基本单位，而不是某个像元。它采用一种图像多尺度分割的规则，以生成任意尺度的属性信息类似的多边形对象，使用模糊数学方法将图像属性信息作为提取对象的基本单位，达到目标的类别信息自动提取[7]。面向对象的图像分析有两个独立的模块对象生成和信息提取[8]。对象是使用不同的图像分割技术来生成属性值相似的对象，成功的图像分割是面向对象的图像分析所必须的前提。图像信息提取是基于模糊逻辑的分类系统，每个对象不只是简单地归类而是对每个对象属于一个类的概率根据地形和空间相关信息的综合计算，以建立一个模糊逻辑知识库用以提取信息[9]。

3.2.1. 多尺度分割

遥感图像分割使用 Tobler 地理第一定律，将邻近的具有相似光谱信息的像元组合成一个同质的图像对象，使得分割后属于同一对象的像元赋予了相同的含义[10]。考虑到遥感影像的复杂性，为了获得最佳的图像对象，图像分割之前，必须充分考虑分割过程中应该尽量产生高度同质化的区域分割，小区域的分割与最优化的分离性，几乎所有的典型对象的属性，例如颜色，纹理，形状，和附近的相关性或多或少与尺度具有某些依赖性，类似尺度上的可比的对象的特征与空间结构有关系[11]。因此要确定研究区划分的对象的平均尺度大小在不影响其纹理结构的情况下还应具有普遍适用性，可以适用于各种不同类型的数据，分割尺度大小应是可重复使用的[12]。同一位置不同分割尺度分类的不同可见图 2 所示。

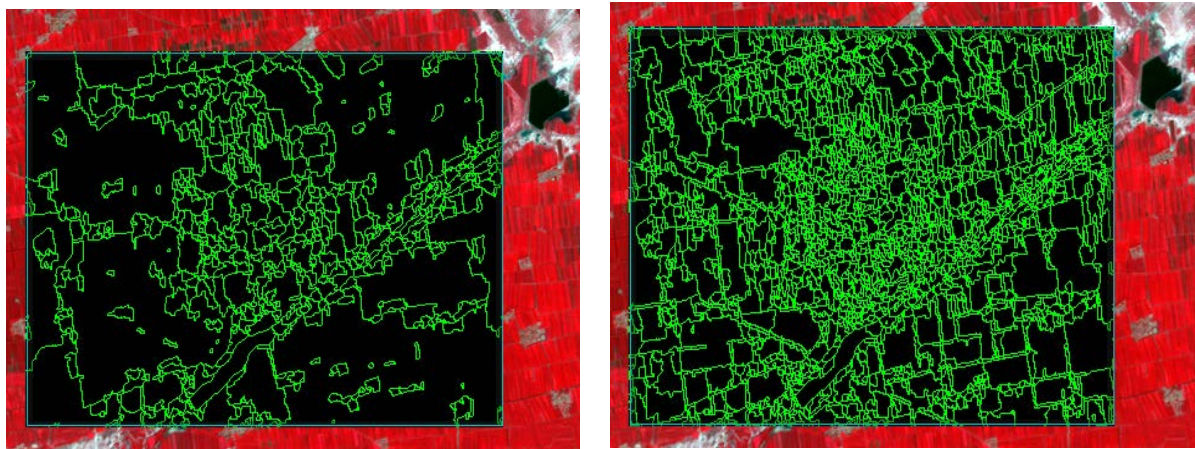


Figure 2. Comparison of different scales at the same location

图 2. 同一位置不同分割尺度下对比

3.2.2. 模糊分类

模糊分类是除了传统的统计分类方法和神经网络分析方法外的一个功能强大的分类方法[13]。根据遥感图像信息不确定性的特点，提供强有力的分类工具。基于模糊集合论的模糊分类方法，特征值之间分类的过程转化为类型和模糊值的方法，并且所述的所有值之间用“是”和“非”之间或多或少的状态表明对隶属度的特定类别[14]。地物类别信息利用模糊数学的方法提取，相比其他方法，它是用来描述地物类别透明和适应性的技术。采用模糊分类方法具有几个优点：特征值向模糊值的转化，实际上是一个特征模糊化的过程；允许特征之间的组合，甚至是范围和大小非常不同的特征也可以组合起来；提供了明确的和可调整的特征描述；通过模糊运算和层次类型描述，能够进行复杂的特征描述[15]。

3.2.3. 技术路线

具体技术路线见图 3 所示。

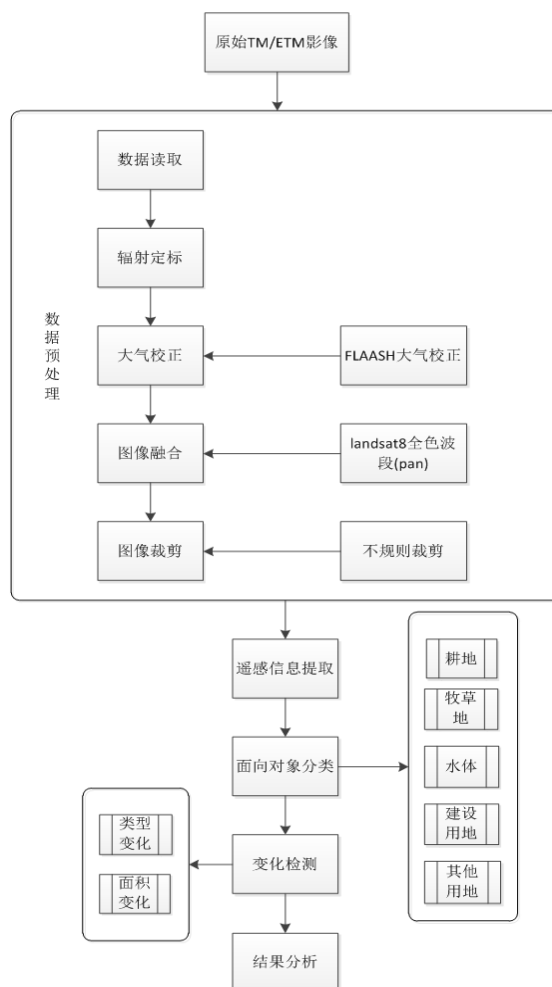


Figure 3. Agricultural farming change detection flow chart
图 3. 农业耕作变化检测流程图

4. 面向对象方法下的农业耕作变化检测

4.1. 空间变化

在研究肇州县农业耕作变化时将肇州县的土地分为其他用地：主要指盐碱地、沙地等；建设用地：主要指居民地、城镇、公路等；水体：主要指河流、湖泊水面、坑塘等；牧草地：主要指用于饲养牛羊等的草地；耕地：即农用种植地，为本次研究的主要对象。

面向对象的分类方法下更能充分考虑高空间分辨率影像的纹理，几何等信息，因此分辨率的高低对分类结果必定产生影响。因此本文采用融合的办法，将数据分辨率统一到 15 m。融合后分类图见图 4。

4.2. 时间动态

4.2.1. 农业耕作变化转移矩阵

土地利用转移矩阵来源于系统分析中对系统状态与状态转移的定量描述。可以用来表示不同的时期

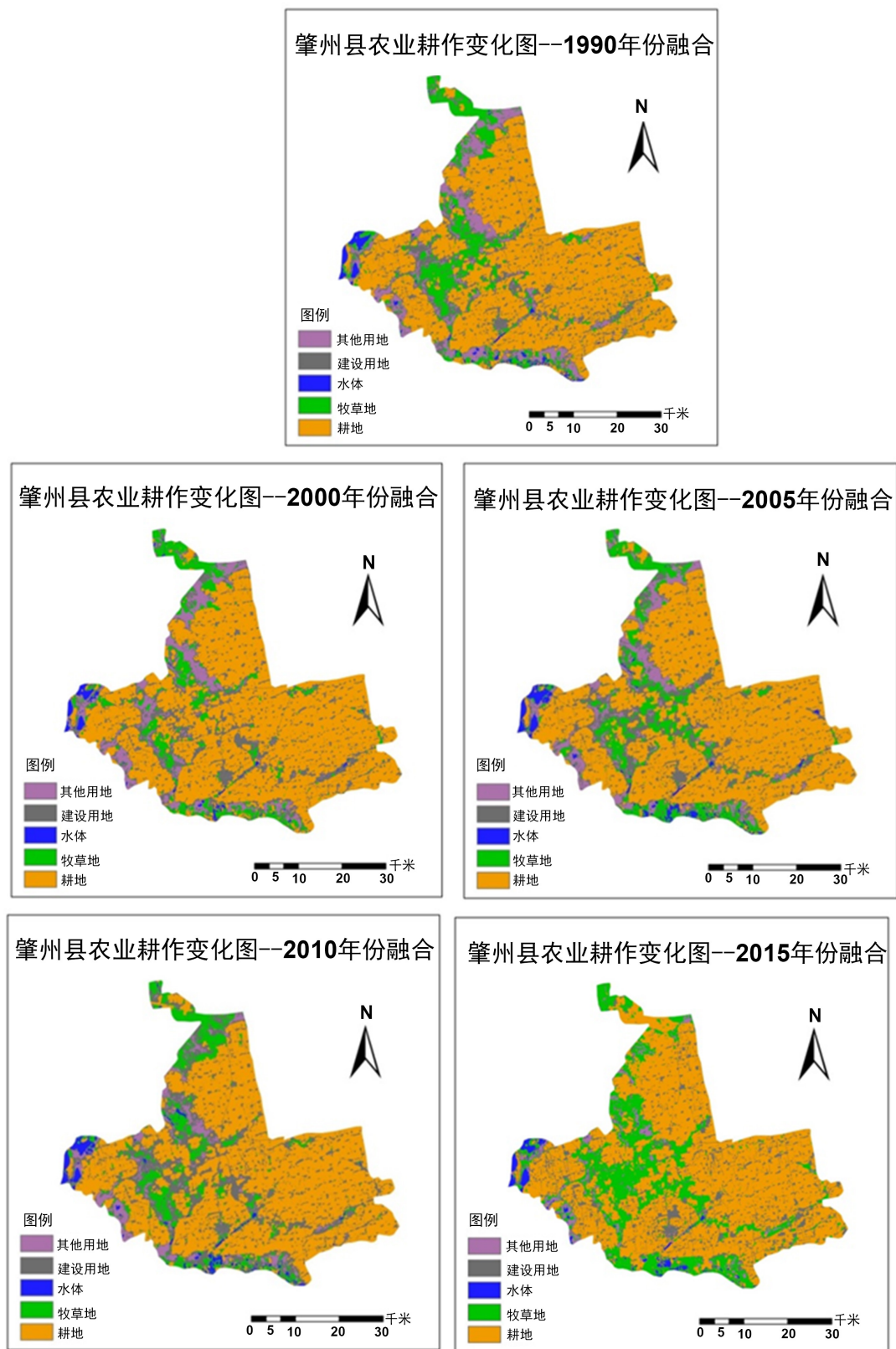


Figure 4. Comparison chart after classification at 15 meters resolution
图 4. 15 米分辨率下分类后比较图

内同一区域内农业耕作化中耕地与其他类型用地的转换关系,一般情况下转换矩阵可以用二维表来表示,从二维表中可以反映出各个地型类别与耕地间相互转化的具体情况。比如某一类型的土地有多少转换成了耕地,现在的耕地分别是由那些类型的土地转换而来的[14]。

Table 2. Agricultural farming change transfer matrix from 1990~2000 (unit: km²)

表 2. 1990~2000 年农业耕作变化转移矩阵(单位: km²)

类型	耕地	牧草地	水体	建设用地	其他用地
耕地	1384.5141	90.1374	4.2167	64.1445	1.667
牧草地	35.4737	128.2864	5.26162	22.5009	19.8978
水体	0.4992	3.8709	19.2498	2.2578	1.4037
建设用地	44.9829	55.6276	4.5702	277.9008	58.731
其他用地	0.5692	10.4589	3.5889	44.2622	134.5486

由表 2 可以看出:1990~2000 年期间耕地向牧草地、水体、建设用地、其他用地的转化量分别为 35.4737、0.4992、44.9829、0.5692 平方千米。其中主要是耕地向牧草地及建设用地的转化,分别占由耕地转换为其他类用地总量的 2.42%、3.07%;而由牧草地、水体、建设用地、其他用地向耕地的转化量分别为 90.1374、4.2167、64.1445、1.667 平方千米。其中主要是牧草地和建设用地向耕地的转化,分别占由其他类用地转换为耕地总量的 31.26%、15.6%。总的来说,耕地在 1990~2000 年期间增加了 78.64 平方千米。可知在耕地在 1990~2000 年期间总的趋势是在增加的。

Table 3. Agricultural farming change transfer matrix from 2000~2005 (unit: km²)

表 3. 2000~2005 年农业耕作变化转移矩阵(单位: km²)

类型	耕地	牧草地	水体	建设用地	其他用地
耕地	1390.9947	42.3942	0.4106	46.0167	0.7749
牧草地	76.6134	130.9448	1.6596	48.9224	18.3998
水体	4.4538	7.4445	23.1882	10.323	6.6062
建设用地	72.3105	25.5375	1.2953	295.661	43.9564
其他用地	0.3073	5.0994	0.7278	40.8894	123.6906

由表 3 可以看出:2000~2005 年期间耕地向牧草地、水体、建设用地、其他用地的转化量分别为 76.6134、4.4538、72.3105、0.3073 平方千米。其中主要是耕地向牧草地及建设用地的转化,分别占由耕地转换为其他类用地总量的 4.96%、4.68%;而由牧草地、水体、建设用地、其他用地向耕地的转化量分别为 42.3942、0.4106、46.0167、0.7749 平方千米。其中主要是牧草地和建设用地向耕地的转化,分别占由其他类用地转换为耕地总量的 20.05%、10.42%。总的来说,耕地在 2000~2005 年期间减少了 64.0886 平方千米。出现趋势不一的情况可能是分类时存在误差或空间分辨率较高情况下考虑的遥感影像信息更多而导致的。

由表 4 可以看出:2005~2010 年期间耕地向牧草地、水体、建设用地、其他用地的转化量分别为 70.7807、1.1463、63.9859、0.1048 平方千米。其中主要是耕地向牧草地及建设用地的转化,分别占由耕地转换为其他类用地总量的 4.78%、4.32%;而由牧草地、水体、建设用地、其他用地向耕地的转化量分别为 67.5564、1.8605、41.3768、0.1863 平方千米。其中主要是牧草地和建设用地向耕地的转化,分别占由其他类用地转换为耕地总量的 24.43%、9.43%。总的来说,耕地在 2005~2010 年期间减少了 25.0377 平方千米。可知在耕地在 2005~2010 年期间总的趋势是在减少的。

Table 4. Agricultural farming change transfer matrix from 2005~2010 (unit: km²)**表 4.** 2005~2010 年农业耕作变化转移矩阵(单位: km²)

类型	耕地	牧草地	水体	建设用地	其他用地
耕地	1344.5734	67.5564	1.8605	41.3768	0.1863
牧草地	70.7807	121.2	5.6364	38.4896	9.0722
水体	1.1463	7.7701	36.6248	3.5032	1.1846
建设用地	63.9859	75.5514	6.2979	329.4189	69.7628
其他用地	0.1048	4.4619	1.5961	25.9722	90.5087

Table 5. Agricultural farming change transfer matrix from 2010~2015 (unit: km²)**表 5.** 2010~2015 年农业耕作变化转移矩阵(单位: km²)

类型	耕地	牧草地	水体	建设用地	其他用地
耕地	1269.1345	122.1858	2.6066	109.8992	4.8782
牧草地	84.3212	104.0379	12.4166	229.7544	39.7811
水体	0.7044	3.1122	25.0533	2.7119	3.8711
建设用地	100.7563	14.8846	5.9328	183.4544	12.3331
其他用地	0.3116	0.8331	4.1598	19.0062	61.7262

由表 5 可以看出:2010~2015 年期间耕地向牧草地、水体、建设用地、其他用地的转化量分别为 84.3212、0.7044、100.7563、0.3116 平方千米。其中主要是耕地向牧草地及建设用地的转化,分别占由耕地转换为其他类用地总量的 5.79%、6.92%;而由牧草地、水体、建设用地、其他用地向耕地的转化量分别为 122.1858、2.6066、109.8992、4.8782 平方千米。其中主要是牧草地和建设用地向耕地的转化,分别占由其他类用地转换为耕地总量的 49.84%、20.16%。总的来说,耕地在 2010~2015 年期间减少了 53.4763 平方千米。可知在耕地在 2010~2015 年期间总的趋势是在减少的。

Table 6. Agricultural farming change transfer matrix from 1990~2005 (unit: km²)**表 6.** 1990~2005 年农业耕作变化转移矩阵(单位: km²)

类型	耕地	牧草地	水体	建设用地	其他用地
耕地	1277.6343	122.3808	1.6287	74.9648	32.0955
牧草地	80.2176	140.3462	9.4068	145.7212	94.6194
水体	1.1427	5.5678	21.3637	2.3784	5.0001
建设用地	106.3863	16.7179	3.2098	171.9027	19.1445
其他用地	0.2943	3.2386	1.2096	15.9646	65.3298

由表 6 可以看出:1990~2005 年期间耕地向牧草地、水体、建设用地、其他用地的转化量分别为 80.2176、1.1427、106.3863、0.2943 平方千米。其中主要是耕地向牧草地及建设用地的转化,分别占由耕地转换为其他类用地总量的 5.47%、7.26%;而由牧草地、水体、建设用地、其他用地向耕地的转化量分别为 122.3808、1.6287、74.9648、32.0955 平方千米。其中主要是牧草地和建设用地向耕地的转化,分别占由其他类用地转换为耕地总量的 42.44%、18.24%。总的来说,耕地在 1990~2005 年期间减少了 43.0388 平方千米。可知在耕地在 1990~2005 年期间总的趋势是在减少的。

4.2.2. 耕地的变化空间动态度

为了对研究区的耕地进行更深入的分析，在进行了数量变化及耕地类型的转移矩阵及单一、综合动态度的分析之后，综合利用数据进行耕地变化空间动态度和趋势状态指数的相关分析，其中使用的转移指数模型见表 7。

Table 7. Land type transfer index model
表 7. 土地类型转移指数模型

选用的指数模型	公式
单一土地利用变化空间动态度(R_{ss})	$R_{ss} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{U_a} * \frac{1}{T} * 100\%$
单一土地利用变化趋势状态指数(P_s)	$P_s = \frac{R_s}{R_{ss}} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{\Delta U_{in} + U_{out}}, \left \frac{R_s}{R_{ss}} \right \leq 1$ 即: $-1 \leq P_s \leq 1$
区域土地利用变化空间动态度(R_{ts})	$R_{ts} = \frac{\sum_{i=1}^n (iU_{in-i} + \Delta U_{out-i})}{2\sum_{i=1}^n U_{ai}} * \frac{1}{T} * 100\%$
区域土地利用变化趋势状态指数(P_t)	$P_t = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_{in} - \Delta U_{out} }{\sum_{i=1}^n \Delta U_{in} + \Delta U_{out} }, 0 \leq \frac{R_t}{R_{ts}} \leq 1$ 即: $0 \leq P_t \leq 1$

表 7 中, U_a 为研究期初某一种类型土地的数量; ΔU_{in} 为研究时段 T 内其他类型转变为该类型的面积之和, ΔU_{out} 为某一类型转变为其他类型的面积之和; ΔU_{in-i} 为研究期间其他类型转变为 i 类型的面积之和; ΔU_{out-i} 为 i 类型转变为其他类型的面积之和; $\sum_{i=1}^n U_{ai}$ 为研究期初各种类型土地的面积之和[16]。

根据 1990~2000 年、2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年以及 1990~2015 年的转移矩阵数据, 分别统计、计算出肇州县这 5 个时段的单一、区域综合土地变化空间动态度及趋势状态指数。见表 8 至表 10。

Table 8. Spatial dynamics of cultivated land change in Zhangzhou County from 1990 to 2000 and 2000~2005
表 8. 肇州县 1990~2000 年和 2000~2005 年耕地变化空间动态度

	1990~2000 年		2000~2005 年	
	类型空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)	空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)
耕地	0.193	0.116	0.417	-0.043
区域综合	0.316	0.103	1.258	0.257

Table 9. Spatial dynamics of cultivated land change in Zhangzhou County from 2005 to 2010 and 2010~2015
表 9. 肇州县 2005~2010 年和 2010~2015 年耕地变化空间动态度

类型	2005~2010 年		2010~2015 年	
	空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)	空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)
耕地	0.319	-0.052	0.358	-0.063
区域综合	1.137	0.213	1.317	0.457

Table 10. Spatial dynamics of cultivated land change in Zhangzhou County from 1990~2015
表 10. 肇州县 1990~2015 年耕地变化空间动态度

	1990~2015 年	
	类型空间动态度 (单一 R_{ss} , 综合 R_{ts})	趋势状态指数 (单一 P_s , 综合 P_t)
耕地	0.433	-0.217
区域综合	1.214	0.301

从空间动态度分析耕地的变化情况起伏不大, 有输出也有输入, 处于较稳定的状态。从趋势状态指示分析, 当 $0 \leq P_s \leq 1$ 时说明耕地朝着面积增大的方向发展, 该类型处于增加状态。 P_s 越接近于 0, 表明耕地的面积增大越慢, 且双向转换频繁, 呈现平衡趋势, 但转换为其他类型的面积略微小于其他型转换为该类型的面积; 当 $-1 \leq P_s \leq 0$ 时, 则说明耕地朝着面积减少的方向发展, 该类型处于减弱状态。 P_s 越接近 0, 表明该类型的面积减少越缓慢, 且双向转换频繁, 呈现平衡趋势, 但面积转换为其他类型面积略微大于其他类型转为该类型的面积[16]。

因此从表 8 至表 10 可以看出, 1990~2000 年耕地的面积呈增长趋势; 2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年、1990~2015 年耕地的面积呈减少趋势。

5. 总结

在综合考虑肇州县遥感影像的几何纹理信息后将影像进行分割并提取分类, 定量的分析了肇州县 1990、2000、2005、2010、2015 等年份的农业耕作变化。通过计算耕地变化空间动态度并经过逐年对比得出肇州县在 1990~2000 年耕地的面积呈增长趋势; 2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年、1990~2015 年耕地的面积呈减少趋势。从空间变化和时间动态上可以看出耕地的主要输出方向是牧草地及建设用地, 其中耕地的减少主要发生在中部, 肇州县城镇中心周围。耕地的增加主要发生在中上部。

本文研究的主题是肇州县农业耕作变化动态监测, 首先确定研究方法是面向对象的分类方法分类后进行分类后比较。在研究方法中, 选择面向对象的方法优点在于能够考虑更多的遥感影像纹理及几何信息, 提高分类的准确度。面向对象方法的关键点即在于尺度分割和模糊分类, 在本次分析中由于获取遥感影像精度不够高的原因, 在进行融合尽量提高精度的情况下难免还是存在误差和不足。另外本文研究的是农业耕作的变化监测, 对于农田的分类来说, 几何信息的考虑不是很明显, 因此也可能导致分类结果的不精确。最后本文借助土地类型的转移矩阵分析了各年份阶段耕地的变化趋势及空间变化度等, 对于了解整个肇州县耕地变化的趋势有积极作用。但由于没有经过实地的考察, 考虑到的影响因素并不是很充分, 因此也可能存在数据精确度方面的不足。

经过这次对肇州县农业耕作变化检测的分析后, 希望以后能获得精度更高的数据并且能够实地考察研究区, 考虑对更多期的遥感影像数据进行变化检测, 得到更多对研究区农业发展变化的影响因素, 使研究结果更加精确, 更具有实践意义。

参考文献

- [1] 史舟, 梁宗正, 杨媛媛, 郭燕. 农业遥感研究现状与展望[J]. 农业机械学报, 2015, 46(2): 247-260.
- [2] 罗一英. 面向对象的土地利用/土地覆盖变化研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2013.
- [3] 程永政. 多尺度农作物遥感监测方法及应用研究[D]: [博士学位论文]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2009.
- [4] 杜凤兰, 田庆久, 夏学齐, 惠凤鸣. 面向对象的地物分类法分析与评价[J]. 遥感技术与应用, 2004, 19(1): 20-23+77.

- [5] 莫登奎, 林辉, 孙华, 熊育久, 刘秀英. 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+410.
- [6] 张欣. 黑龙江省肇州县农业产业化发展研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [7] 李宁宁. 黑龙江省农业土地利用分区及实施对策研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2006.
- [8] 管珍, 曹广超, 易俊柱. 面向对象的遥感影像分类研究[J]. 科技创新导报, 2010(34): 8-10+12.
- [9] 韩闪闪, 李海涛, 顾海燕. 面向对象的土地利用变化检测方法研究[J]. 遥感信息, 2009(3): 23-29.
- [10] 王文杰, 赵忠明, 朱海青. 面向对象特征融合的高分辨率遥感图像变化检测方法[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(8): 3149-3151.
- [11] 周国琼. 面向对象的 TM 影像分类[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2012.
- [12] 程永政. 多尺度农作物遥感监测方法及应用研究[D]: [博士学位论文]. 郑州: 解放军信息工程大学, 2009.
- [13] 罗一英. 面向对象的土地利用/土地覆盖变化研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2013.
- [14] 汪求来. 面向对象遥感影像分类方法及其应用研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [15] 陈启浩. 面向对象的多源遥感数据分类技术研究是实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- [16] 胡天然. 基于 RS 和 GIS 的肇州县土地利用变化分析[J]. 安徽农业科学, 2014(31): 11158-11162.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org