

基于遥感的龙海市水田专题信息提取方法研究

许榕峰, 徐涵秋

(福州大学环境与资源工程系, 福州 350002)

摘要: 以 Landsat-7 ETM⁺ 图像为基本资料, 采用人机交互式非监督分类法、最大似然法和谱间关系阈值法分别提取龙海市水田信息。研究表明, 3种方法各有优缺点, 后2种方法提取精度较高, 其中, 谱间关系阈值法在分析不同类型水体与其背景地物光谱特征差异的基础上, 挖掘谱间结构, 总结各地物相分离的规律, 因此提取效果最好。

关键词: 遥感; 龙海市; 专题信息提取

中图分类号: TP 391 文献标识码: A 文章编号: 1001-070X(2003)04-0046-04

0 引言

航天遥感信息获取技术和卫星传感器空间分辨率的提高为利用遥感技术有目的、有针对性地获取各种地类信息创造了条件。作为信息采集的先进手段, 遥感专题提取技术在资源调查、农作物估产、灾害预报和环境监测等方面得到了广泛应用, 而且随着遥感技术的飞速发展, 遥感专题信息提取方法也在不断地改进中, 经历了目视解译、自动分类、光谱特性的信息提取及光谱与空间特征的专题信息提取等多个阶段^[1]。如何有效地利用卫星遥感数据进行多类识别并提高专题信息提取的精度一直是遥感应用研究的前沿^[2,3]。本文以 ETM⁺ 图像为基本资料, 采用人机交互式非监督分类法、最大似然法和谱间关系阈值法分别提取龙海市水田信息, 研究水田信息的分类, 探索精度高、可操作性强的提取方法。

1 研究区概况

龙海市位于福建省东南部, 地处九龙江出海口, 西连漳州市区, 东接厦门特区, 与台湾隔海相望。龙海市属南亚热带海洋性季风气候, 光、热、水资源丰富, 年平均气温约 21℃, 平均日照量 2171h, 全年无霜日 330 d, 气候温和, 适宜广泛性农作物生长, 粮食作物一年三熟, 是福建省农业发达地区之一。龙海市的耕地以水田为主, 还有水浇田、望天田、旱地、菜

地等。利用遥感专题提取技术有效地获取龙海市水田信息对当地的农业生产具有重要的现实意义。

2 数据源及图像预处理

本次研究使用的遥感数据源为 2000 年 4 月 18 日 Landsat-7 ETM⁺ 图像, 轨道号为 119/43, 该景图像质量较好, 无云和条带噪声影响。其它辅助资料为: 1998 年数字化的龙海市 1:1 万土地利用现状图; 1:5 万地形图以及龙海市相关年份的社会经济统计资料。遥感图像处理使用 ER Mapper 6.1 软件, 地理信息系统采用 Arcview 3.2 软件。

利用图像处理系统, 以 1:5 万地形图为基准选取地面控制点, 为避免图像在校正过程中扭曲, 成图主要采用二次多项式变换, 双线性内插法进行重采样, 配准几何均方差(RMS)满足小于 0.5 像元精度要求。在校正后的遥感图像上截取出研究区的有效面积为 1 438.627 km² (包括陆地面积和水域面积)。经过简单的线性拉伸和增强处理(对比度调整, 高通滤波), 在 4(R)、3(G)、2(B)波段假彩色合成图像上水田主要分布在低洼处, 插秧的水田呈暗青色或墨色色调, 未插秧的水田地呈淡青色调, 笔直的田埂隐约可见, 渠系清晰呈蓝色调, 大面积的水田中水系纵横交错, 附近有居民点零星散布。水田与林地、居民点、果园等地类具有较大差异, 但成像时水田正处于灌溉插秧期, 新插秧苗覆盖度较小, 与水体易发生混淆。

3 水田专题信息提取

在水田专题信息提取过程中,充分利用原始 ETM⁺ 1~7 波段数据,计算归一化植被指数 ($NDVI = (ETM4 - ETM3) / (ETM4 + ETM3)$),并将 NDVI 和原始 7 个波段数据重新合成一个含有 8 个变量的新数据源。研究中应用非监督分类法、监督分类法和谱间关系阈值法提取水田信息就是在这个新数据源的基础上进行的。

3.1 非监督分类法的水田信息提取

非监督分类法的水田信息提取采用的是人机交互式的判读方法。为了提高分类精度,首先按设置的地类数目(35类)进行分类,然后把得到的分类结果与原始图像对比确定类别,同时参考土地利用资料和矢量化土地利用现状图进行同类合并,减少分类类别,直至获得理想的分类结果。提取的水田信息如图1所示。

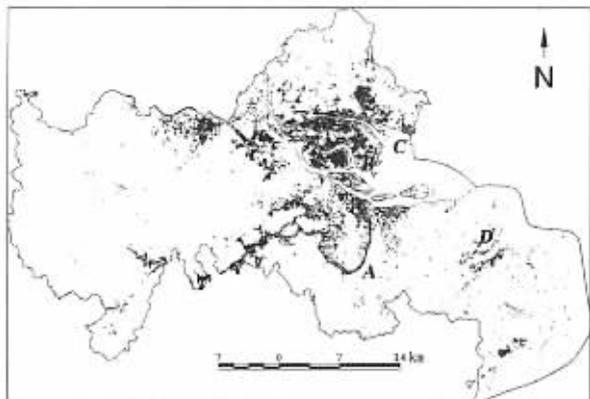


图1 非监督分类法提取的水田信息
(黑色图斑为提取的水田)

3.2 基于最大似然法的水田信息提取

分类结果的好坏很大程度上取决于训练区的正确选择与否。遵循训练区光谱特征比较均一,训练样本要足够多、有代表性的原则^[4],将 4(R)、3(G)、2(B)波段假彩色合成图像与矢量化的 1998 年龙海市土地利用现状图相对照,同时导入 ETM⁺ 图像的第 8 波段(分辨率 15 m)以增强图像的可判释力,通过建立解译标志将图像光谱信息与地物特征联系起来,同时参考龙海市土地利用资料,充分了解地面覆盖物的类别属性,选择典型训练区样本,生成训练区。为进一步提高训练区质量,将生成的训练区存成矢量数据,导入非监督分类的结果中净化训练区。研究采用的一级分类有 6 个:园林地、水田、旱地、居民地/建筑开发用地、水域及未利用地;二级分类有

16 个。在分类的波段选择上,从分析各地物类型在各波段及其组合上的可分性入手,针对要提取的水田信息而非所有的地类。此外还采用类型细分法以减少“同物异谱”对分类结果的影响。利用专家经验知识,通过人工目视判读,在土地利用图等辅助资料的支持下实现对明显误分漏分的水田信息进行必要的修改,以提高分类精度。分类后二级地类向上归类合并。利用公式从分类后图像中单独提取出水田信息层,保留水田的图斑(如图2所示)。

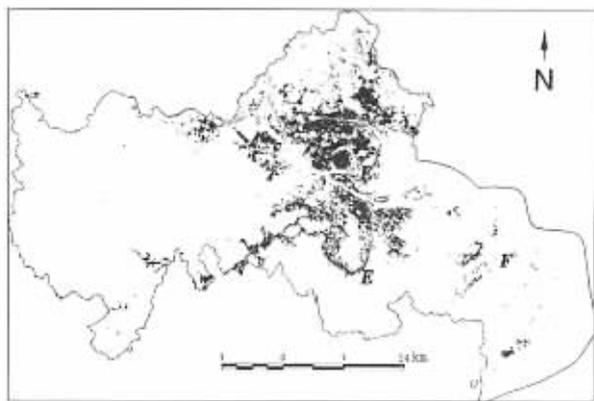


图2 监督分类法提取的水田信息

3.3 基于谱间关系阈值法的水田信息提取

遥感图像上最直接体现的是各地物的光谱特征,为了分析水田与其它地物在光谱特征上的差异,对各典型和代表性地物采用典型训练区采样法进行均值统计,如表1所示。

从表1看出,只有园林地和阴影地段 $NDVI > 0$,利用这一特点可以掩膜掉林地。为进一步挖掘各地物光谱特征和谱间结构差异,分别作出水田1、水田2、海水、河流、居民地、旱地、裸地、防护林光谱曲线图(图3)。从图3分析各地物的波谱形态可以发现,在 ETM2 波段上,只有海水、旱地和防护林比 ETM3 波段的灰度值要高;在 ETM4 波段上,水田、河流及防护林的灰度值比 ETM5 的高,而其它地物则刚好相反。由于图像上水田正处于灌溉插秧期,周围又有不少水系存在,与水体的光谱曲线相似。ETM6 是探测地球表面不同物质自身热辐射的主要波段,水体的热容量大,散热慢,热辐射较小;而水田虽然主要反映的是水体的光谱特征,但其中有新插秧苗,热辐射比水体高,体现在遥感图像上就是两者在热红外波段的灰度值有所不同。为进一步分离出水体和农田,在 ETM6 波段上不断采样对比,发现当 $ETM6 > K$ 时,图像显示的基本上是水田信息。通过反复试验,最后确定阈值 K 为 128。从提取

表 1 典型地物采样点均值统计

训练区	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM6	ETM7	NDVI
防护林	106.359	75.372	71.605	61.558	59.023	127.860	34.349	-0.075
裸地	124.640	115.320	141.153	94.862	169.665	138.058	132.662	-0.195
旱地	93.005	71.158	69.351	60.048	75.252	141.710	52.330	-0.072
园林地	80.208	40.249	32.896	87.471	75.320	127.499	28.167	0.452
阴影	76.973	38.117	31.221	63.957	55.137	123.766	22.574	0.343
水田 1	117.005	91.269	94.604	49.574	27.120	130.271	18.937	-0.321
水田 2	109.254	70.539	71.893	48.003	32.152	131.741	20.185	-0.199
居民地	116.405	79.488	90.953	54.084	103.870	139.097	85.880	-0.254
河流水	113.606	79.122	80.308	27.888	22.463	123.910	16.399	-0.485
海水	109.506	84.140	66.084	19.374	18.967	121.246	15.870	-0.547

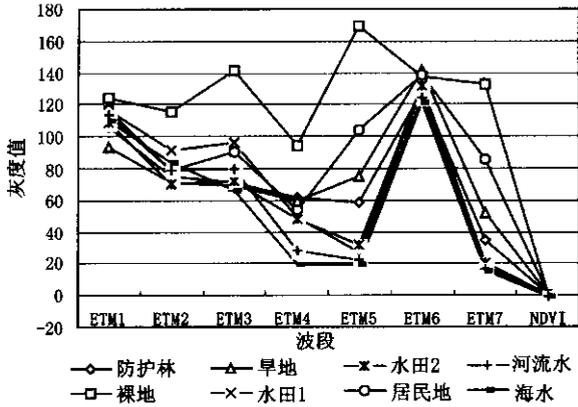


图 3 不同地物光谱曲线

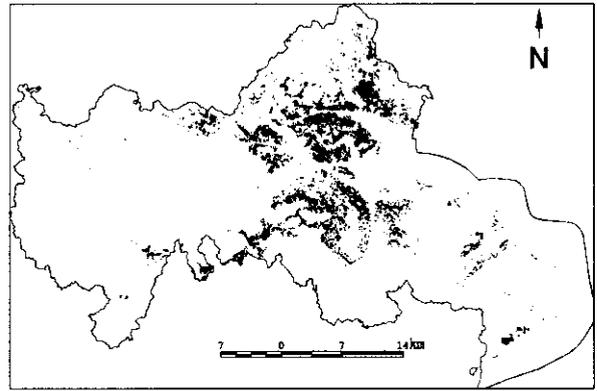


图 4 谱间关系阈值法提取的水田信息

的图像上看,位于九龙江口水域沿岸的防护林也有部分被误判,消除这部分的影响成为关键。一些防护林由于受到海水和水域污染的影响与陆生植物的光谱特征有很大不同,主要体现在可见光和近红外的灰度值有所下降,分析水田和防护林的光谱特征,当 $ETM3 < 95$ 和 $ETM4 > (ETM5 + 5)$ 时,可以大幅度去掉防护林。

经过以上光谱特征的分析 and 谱间结构的研究,利用所发现的光谱知识在 ER Mapper 6.1 的公式编辑器中构建如下逻辑表达式,提取出水田信息。

IF NDVI < 0 AND ETM2 < ETM3 AND ETM4 > (ETM5 + 5) AND ETM3 < 95 AND ETM6 > 128 THEN 255 ELSE NULL

以上表达式说明,只有相应波段满足上式条件时才予以显示,采用 Majority 3 像元 × 3 像元滤波算法对提取的图斑进行滤波处理,以达到去掉噪声和平滑图像的目的,得到提取的水田信息结果如图 4。

3.4 不同提取方法的比较研究

在 ER Mapper 软件中提供的窗体地理链接功能支持下,将 4(R)、3(G)、2(B) 波段假彩色合成图像

和提取的水田信息图斑进行链接,使其能够显示完全相同的地理区域,同时参照矢量化的龙海市土地利用现状图,采用目视判读的方法,通过随机抽样分别检验 3 种方法提取水田的效果(表 2)。在提取的水田图斑上抽样 100 个样点以检验误判率,同样在 4(R)、3(G)、2(B) 波段标准假彩色合成图像上选取 100 个水田样点以检验漏判率。

表 2 3 种方法精度分析

方法	误判/点	漏判/点	总精度/%
非监督分类	10	14	76
监督分类	6	9	85
谱间关系阈值法	3	7	90

从检验结果看,3 种方法都能大致将龙海市的水田信息提取出来,提取水田信息的轮廓与原始图像基本一致,但谱间关系阈值法精度最高,达 90%。非监督分类法无须划分训练区,依据地物的光谱特征聚类,但误判和漏判较多,误判点集中在内陆细小的水流(图 1A 处)、水田旁边的水系(图 1B 处)和九龙江口水域沿岸的防护林带(图 1C 处),漏判点主要是

部分尚未插秧的水田(图1D处)。基于最大似然法的监督分类提高了训练区质量,注重分类最佳波段组合,并使用专家经验知识进行分类后处理,对于一些明显的错误实现了必要的人机交互式的修改,确保了水田提取的精度,因此提取的精度高于非监督分类,但其分类结果因遥感图像本身的空间分辨率和混合像元大量存在以及“同物异谱”和“异物同谱”现象,仍然出现的错分、漏分情况(图2E、F两处)。谱间关系阈值法从分析水体与其背景地物的光谱差异入手,挖掘谱间结构,总结各地物相分离的规律,因此在精度上有所提高。3种方法对于区分水田和细小的河流都有一定的局限性,这是因为这些细小的河流都是以混合像元的形式存在的。而九龙江口沿岸的防护林主要呈条形或带状分布,宽度只有1~2个像元,提取较困难,与水田的光谱特征极易产生混淆,而谱间关系阈值法利用阈值 $ETM3 < 95$ 和公式 $ETM4 > (ETM5 + 5)$ 基本消除了防护林的影响。此外,由于图像上水田正处于灌溉插秧期,部分水田由于尚未插秧,尽管从纹理特征看仍是水田,但其光谱特征主要反映的是水,导致提取过程中的漏判,这种错误仅靠光谱知识是难以消除的。

4 结语

遥感专题信息提取精度很大程度上取决于信息

源和提取方法的选择。研究表明,以Landsat-7ETM⁺图像为数据源,采用监督分类法和谱间关系阈值法可以将水田信息快速准确提取出来。人机交互式非监督分类法不仅提供了水田分布的空间特征,而且为选择训练区提供了先验知识。同时土地利用图等非遥感数据以及专家知识的应用,也保证了水田高精度的提取。

参考文献

- [1] 杜云艳,周成虎.水体的遥感信息自动提取方法[J].遥感学报,1998,2(4):264-269.
- [2] 李爽,丁彦彦,许叙明.遥感影像分类方法的研究[J].河南大学学报,2002,32(2):72-74.
- [3] 史培军,宫鹏,李晓兵,等.土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M].北京:科学出版社,2000.
- [4] 田庆久,闵祥军.植被指数研究进展[J].地球科学进展,1998,13(4):327-333.
- [5] 章孝灿,黄智才,赵元洪.遥感数字图像处理[M].杭州:浙江大学出版社,1997.
- [6] 徐涵秋,涂平,肖桂荣.基于“3S”技术的县级土地资源动态监测技术系统[J].遥感技术与应用,2000,15(1):22-27.
- [7] 周成虎,骆剑承,杨晓梅,等.遥感影像地学理解与分析[M].北京:科学出版社,2001.
- [8] 高永兴,祝民强,朱骥,等.赣中红壤区TM图像的居民地信息自动提取专家模式研究[J].国土资源遥感,2002,4:67-69.

RESEARCHES ON EXTRACTING THEMATIC INFORMATION FROM PADDY FIELDS IN LONGHAI CITY BASED ON REMOTE SENSING TECHNIQUE

XU Rong-feng, XU Han-qiu

(Department of Environmental & Resources Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Thematic information extraction approaches have always been the focus and hotspot in remote sensing study and application. The unsupervised classification method, the supervised classification method and the threshold method with spectral structure were used to extract paddy fields information of Longhai City based on Landsat-7 ETM⁺ imagery. The study indicates that each of the three methods has its advantages and disadvantages. Satisfying results have been achieved by the last two methods. The differences between paddy fields and other land-use types and the structures of different spectra have been analyzed adequately, and some regularities governing the separation have been obtained. The result of the threshold method with spectral structure seems to be the best of the three methods.

Key words: Remote sensing; Longhai city; Thematic information extraction

第一作者简介:许榕峰(1978-),男,福州大学2001级硕士研究生,主要从事遥感技术应用和图像处理方面的研究。