

基于高光谱和高分辨率影像的土地利用数据库更新研究

张定祥, 李宪文, 杨冀红

(中国土地勘测规划院, 北京 100035)

摘要: 探讨了基于高光谱和高分辨率影像结合下的 1:1 万土地利用数据库更新方法。首先应用宜兴试验区 128 波段 OM IS-I 机载成像光谱数据, 借助基期的土地利用数据库, 采用土地利用类型分区控制下的光谱匹配分类获得土地利用/土地覆盖自动分类结果。通过分类结果与历史土地利用数据运算得到土地利用可疑变化区与变化类型。采用高光谱数据和 SPOT 2.5m 全色波段融合影像为底图, 在土地利用可疑变化区引导下, 采用人机交互方式对变化区矢量数据更新。最后, 以高精度 GPS 配合下进行变化区域野外调查验证, 内业修改处理后生成新的土地利用数据库。

关键词: 成像光谱数据; 分区控制; 分层分类; 数据融合; OM IS-I

中图分类号: F301

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)06-0272-05

0 引言

我国县级土地利用现状调查于 1995 年基本结束, 形成了一系列较为可靠的不同比例尺的土地利用基础图件, 并在此基础上开展了每年一次土地利用变更调查。然而, 因我国土地详查时间跨度较大, 部分县、市进行调查距今已超过十年, 全国各地土地利用都发生了很大变化。在发达地区, 土地利用变化更加频繁, 原土地详查基础图件已经非常陈旧, 很难再继续使用。研究土地利用基础图件更新的技术方法成为非常迫切的技术问题。卫星遥感具有重访周期短、影像处理较为容易等优点, 非常适于土地利用数据的快速更新。长期以来, 10~30 m 的空间分辨率一直制约着卫星遥感影像在大比例尺土地利用调查中的应用。近几年来, 卫星遥感技术取得了长足进步, 出现了一批高分辨率的民用对地观测卫星, 如美国 IKONOS 卫星可达 1 m, 多光谱波段达到 4 m; Quickbird 卫星可提供高达 0.6 m 分辨率的图像; 法国 SPOT-5 号卫星提供 2.5 m 全色和 10 m 多光谱数据。随着高分辨率卫星的商业化趋势, 数据价格也会逐步下降, 为大比例尺土地利用基础图件更新提供了充分的选择空间。应用高分辨率航天遥感影像进行大比例尺基础图件更新的研究已经开展较多的工作, 取得了较好的成果^[1]。

已有的研究表明 1:1 万土地利用基础图更新采用 IKONOS 遥感信息源是适合的和有应用前景的^[2-4]。采用 SPOT 2.5m 数据可满足 1:1 万土地利用图件更新制图精度需求^[5]。高分辨率遥感影像的纹理特征更变异, 空间信息更加丰富, 影像地物的尺寸、形状、邻域地物的关系更好得到反映, 对建设用地识别非常有效。但是由于光谱分辨率的限制, 高分辨率影像(特别是融合

影像)对园地、林地、草地等易混淆地类的识别能力没有显著提高, 这些地类的识别还需要大量地面调查获得。

高光谱数据在地物识别方面具有优势, 可大大提高常规遥感易混淆地类识别精度, 在地质分类方面已经取得很大的成功^[6-8]。但是由于条件限制, 高光谱数据在土地利用分类方面的研究并不多见。此外, 由于高光谱影像地面分辨率一般达不到大比例尺基础图的精度要求, 还不能直接用于 1:1 万土地利用基础图件的数据更新。

基于以上背景, 本研究以宜兴试验区为例, 在基期土地利用矢量数据库支持下, 综合运用高光谱、高分辨率多源数据融合进行 1:1 万土地利用数据库更新研究, 以期获得可行的大比例尺土地利用数据库更新技术方法和流程。

1 试验区数据源

研究区域选择江苏省宜兴市, 飞行范围位于东经 119°32'00" ~ 119°44'02", 北纬 31°09'09" ~ 31°36'32" 间, 面积约 1000 km², 共设计 10 个飞行条带, 飞行时间为 2002 年 5 月 20 日。数据源包括: 128 通道 OM IS-I 高光谱影像数据, 时间 2002 年 5 月 20 日 14 时; 地面典型地类光谱测量数据(同步或准同步测量, 项目测量数据); 2.5m SPOT5 全色波段影像(2003 年, 卫星地面接收站); 2000 年宜兴市 1:1 万土地利用矢量数据库(部分, 宜兴市国土局提供)。

2 1:1 万土地利用数据库更新技术流程

1:1 万土地利用数据库更新技术流程如图 1。

3 遥感影像预处理与影像融合

3.1 辐射畸变处理

航空成像光谱数据获取中由于飞行方向、扫描角度、太阳方位角和太阳高度的几何关系的变化及大气的影 响, 扫描图像通常存在边缘辐射差异, 这种差异可以通过几何光学模型和大气模型进行校正。但是由于这些模型十分复杂, 且很多影响因素不易实际操作, 因此通常采用统计方法进行图像的边缘辐射校正。同时高光谱遥感图像中存在随机噪声, 采用 3×3 的窗口对图像进

收稿日期: 2004-04-08 修订日期: 2004-09-07

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)经费资助(2001AA 136020-2)

作者简介: 张定祥(1969-), 男(汉族), 安徽南陵人, 高级工程师, 主要研究方向: 遥感信息应用与土地调查数据集成。北京市西城区冠英园西区 37 号 中国土地勘测规划院, 100035。Email: dingxiang_zhang@163.com

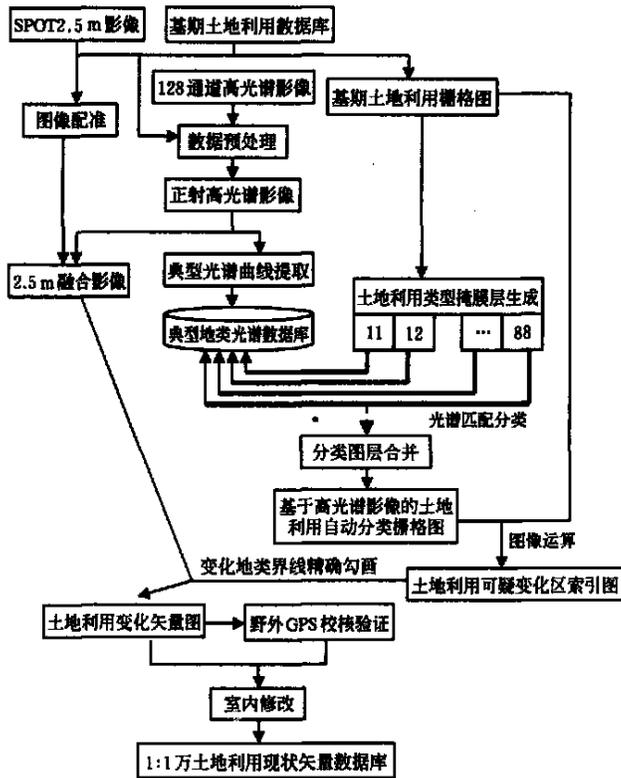


图 1 基于高光谱和高分辨率影像 1:1 万土地利用数据库更新技术流程图

Fig 1 Flow chart of updating technique for land use database at scale of 1:10000 based on hyper-spectral and high resolution images

行平滑滤波, 以其平均值代替中心点像元的灰度值, 依次对各波段的像元进行处理, 该方法可以去除点状零星分布噪声, 有效改善图像的质量。对于不同航带的色差, 以及同一航带内同类相邻地物存在的灰度差异, 平滑滤波也可以改善图像灰度。

3.2 高光谱数据相对反射率的转换

成像光谱仪所获得图像的 DN 值不能代表地物的反射值, 需要进行反射率转换, 即所谓高光谱数据的定标。线性经验定标模型(EL) 具有较好的效果^[9-11], 由于本次试验部分条带没有布置地面同步测量样点, 故采用平面场定标模型(FF)。平面场定标模型已广泛地应用在成像光谱遥感数据处理中。这种模型要求在处理图像数据中, 存在具有一定面积的和非吸收特征的地质单元, 并求出该地质单元中像元的平均光谱。对图像中每一像元的光谱都除以该地质单元的平均光谱值, 从而对整幅图像数据进行定标。研究区域有较大面积的水域, 故选择 5~6 块面积较大的水塘作为研究区, 统计这些像元的光谱平均值, 进行平面场模型定标。

3.3 遥感影像纠正

OM IS1 航空成像光谱遥感系统成像环境与高空航空遥感以及卫星遥感有很大的区别, 图像的几何畸变程度与规律也明显不同于卫星遥感图像及高空航空遥感图像。每条航带航向间距离较大, 航带不同部位畸变也

较大, 所以难以进行精确的几何校正和相邻航带图像之间的镶嵌。本研究利用 1:1 万土地利用数据库, 采用三角网法纠正, 每航带采集控制点约 180 个, 采样大小 7m, 地图投影方式为高斯-克吕格投影, 采用克拉索夫地球参考模型。纠正后高光谱影像与土地利用矢量套合良好, 可满足试验研究需要。2.5m SPOT 影像也以土地利用矢量数据为基准, 采用二次多项式纠正即可满足试验要求, 采样大小 2.5m。

3.4 高光谱与高分辨率影像融合

Brovoy 图像融合也称为色彩标准化变换融合。其算法是将多光谱图像的像方空间分解为色彩和亮度空间并进行计算。其特点是简化了图像转换过程的系数以最大限度地保留多光谱数据的信息。Brovey 图像融合对图像的预处理要求较高, 其原因在于存在准确的匹配问题, 几何纠正中误差在 0.5 个像元以内, 不同卫星影像获取时间不一致, 地物发生变化, 容易产生红色斑块, 影响影像总体质量。本研究采用 Brovey 变换融合方法, 以视觉效果较好的 124、41、21 波段合成近似真彩色影像与纠正后的 2.5m SPOT 影像融合图。

4 土地利用/土地覆盖现状的分类与变化检测

由于地物在遥感影像上的影像特征是极其复杂的, 想用一种方法就将有用的信息全部提取出来往往是很困难的, 特别是不同植被之间的识别。遥感影像的地物信息分类是基于土地覆盖特征的, 土地利用信息包括人类利用的多种特征, 单纯的光谱信息不能进行准确的划分, 即使采用的是高光谱影像。角度匹配方法、神经网络方法虽然能够提高分类精度, 但是多数的研究表明, 这些方法对于一次对全部地物类型的识别能力是有限的, 无法达到制图的精度要求^[12]。试验研究发现单纯的光谱分类方法很难获得较高的分类精度, 特别是由于地类混分存在, 自动分类的地类界限很难直接用于 1:1 万土地利用图件更新使用。本次研究根据分区分类和分层控制的分类思想, 借助基期的 1:1 万土地利用数据库, 采用土地利用类型分区控制下的光谱匹配分类获得土地利用/土地覆盖自动分类结果。

4.1 土地利用类型掩膜层制作

以基期(2000 年)的 1:1 万土地利用矢量库多边形地类图层为基础, 将图斑字段属性由字符型改变为数字型, 以图斑属性代码为栅格值将土地利用矢量数据转换为栅格图。栅格尺寸大小为 7m, 与精纠正后的高光谱影像分辨率一致。标准分幅土地利用栅格影像图见图 2。提取各土地利用类型(11、12、13、15、21、22 等)图斑层作为高光谱影像土地利用/土地覆盖分类的分层控制掩膜层。

4.2 土地利用/覆盖典型地类标准光谱库建立

利用高光谱软件进行成像光谱数据典型地类波谱提取。典型地类波谱提取以成像光谱数据结合 1:1 万宜兴市土地利用数据库进行。以高光谱影像目视判断并参考叠加的土地利用库进行感兴趣区选取, 分别选取各



图2 基期(2000)土地利用数据栅格图

Fig 2 Grid map of land use at a scale of 1:10000 in base year (2000)

典型的土地利用类型,提取平均值光谱曲线。结合试验区土地利用与土地覆盖特点,本次选取的具体的典型土地利用类型包括:有林地、疏林地、园地(茶园)、园地(其它)、苗圃、城镇用地、居民点、工矿用地、高等级公路、新修的路基、一般公路、水田(无植被,湿)、水田(无植被,干)、旱地(有植被)、旱地(无植被)、水体(包括表面无植被的水库、水塘和河流、湖泊)。为了获得分类需要的较纯净的样本,对高光谱反射率图像经过以下步骤处理:最低噪声分离旋转,纯净像元指数,终端单元收集。通过以上方法获得的终端单元作为土地利用典型地类的样本大大提高了样本的纯度,对于高光谱图像的分类具有很好的效果。最后利用将各地类的终端像元收集,建立试验区典型地类波谱图形库。

4.3 土地利用/覆盖现状分类

分区控制和分层分类是遥感分类中较为有效的分类方法。分层分类使用逐级逻辑判断方式,使人的知识与图像处理有机结合,避免出现逻辑上的分类错误;简化了复杂景物间的关系;相互关系明确,局部细节描述更加清楚;训练样区不是基于正态分布假设,有利于处理非正态、非同质的数据集;知识参与灵活方便;操作过程清晰。但是,考虑到其操作过程的线性特征,上层的分类误差会传播到下层中,并进行累加。分区控制分类可以有效减少遥感分类中难以克服的同物异谱和异物同谱现象。

采用土地利用类型分区控制下的光谱匹配分类要点是每次分类操作仅仅对原土地利用某一类型层图斑进行分类,分类参考光谱使用高光谱影像中采集的典型地类光谱曲线。通道选择上考虑图像的质量,并参照主要地类的在光谱各通道上的相对反射率差异。每次分类时参与分类的地类参考光谱数量和类型根据实际情况进行调整。各地类光谱匹配使用的最大角度也可根据分类效果进行调整,直到获得满意的分类结果(图3)。

4.4 土地利用/土地覆盖变化区检测

将土地利用/土地覆盖自动分类结果图(2002年)与基期土地利用栅格图(2000年)进行图像减法运算获得新的土地利用/土地覆盖变化索引图,索引图中0值区为土地利用类型无变化区,非0值区为土地利用可疑

变化区。可疑变化区变化类型对照分类图可以判定(图4)。

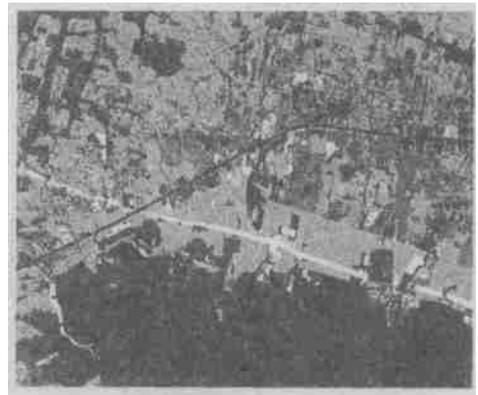


图3 土地利用/土地覆盖分类图

Fig 3 Classification map of land use and land cover

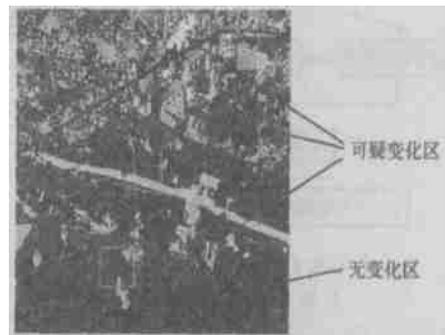


图4 土地利用/土地覆盖变化检测图

Fig 4 Detecting map of land use and land cover change

5 土地利用数据库更新

土地覆盖的变化并非完全代表土地利用的变化。此外,土地利用详查建立起来的土地利用图及变更调查图件和相关规定,要求是以传统作业方式建立的,某些环节中,遥感手段也无法替代原来的技术方法。如零星地物及其变化的测量、线状地物的宽度等。因此,需要内、外业相结合确定图斑的土地利用类型并成图。内业为外业确定调查目标,外业调查验证并补充变化信息。

5.1 多源信息支持环境下的人机交互式变化信息解译

将遥感影像、土地详查矢量数据、土地利用/覆盖变化索引图在同一坐标空间进行栅格矢量的混合叠置,并加入外业解译标志层,人机交互进行变化信息的提取。应首先提取线状地物,再提取变化图斑。变化图斑提取时要逐图斑进行,以避免遗漏。整理变更调查资料,凡是变更调查记载的变更图斑,一定要注意影像是否变化,如有不一致的情况,记录下来留待外业核实。在计算机自动识别图斑的引导下,综合参照原始数据库,遥感影像,判断识别有待外业核查的变化图斑,并填写内业提取变化信息记录表。

为了提供解译人员足够的信息,需要叠置的各种数据分层有:

- 1) Om is 影像层;
- 2) Spot5-om is 融合影像层;

- 3) 土地详查库矢量数据层;
- 4) 土地利用/覆盖变化索引图层。

为了避免遗漏, 采取了以下措施: 利用计算机辅助发现变化信息, 对每一块计算机发现的变化信息逐一对照影像进行判读。按行政村为单位, 逐个图斑进行判读。根据变更调查资料逐个查找相应图斑。

5.2 GPS 支持下的外业核查

外业核查的主要目的是实地验证和核实通过计算机自动提取和专家解译仍然无法在室内确定的变化图斑, 同时也对一些边界模糊, 需要实地测量的图斑进行实地勘测。由于图件更新需要亚米级的点位精度, 所以我们对 GPS 数据进行了差分处理, 使用 DGPS 进行图件更新数据采集的方法流程如下:

获取已知控制点的 X, Y, Z 坐标, 可以选用三等或四等大地点;

为了使基准站易于维护, 可以从控制点引点到合适的地点, 如楼房的屋顶。具体做法是把控制点作为基准点, 通过厘米级载波相位差分测得架设在适当位置的接收机的坐标; 以引点为基准站, 可以同时使用多组流动台进行外业数据采集工作。

5.3 土地利用数据库更新

1) 外业调绘图的处理

外业调绘图上标有经过实地调绘的变化图斑, 其变化图斑边界是外业后处理中勾绘和修改变化图斑的主要依据。应首先扫描数字化外业调绘图, 并按照公里格网点进行纠正和拼接。

2) 变化图斑的屏幕数字化

分层叠置正射遥感影像, 详查数据库, 纠正后的外业调绘图, 外业 GPS 矢量文件, 按照外业调查记录手簿的记录, 屏幕数字化经外业调查确定的变化图斑, 同时输入属性。根据外业手簿的记录和原始详查数据库, 可以将图斑边界分为新增边界和未变边界。变化图斑也可分为部分变化(即原图斑的局部发生变化)和整图斑变化(即原图斑整个图斑全部发生变化)。整图斑变化图斑边界均为未变边界, 部分变化图斑边界部分或全部图斑边界为新增边界。

3) 变化图斑文件的拓扑关系生成

经过逐个图斑地解译与边界勾描, 形成了变化图斑文件。变化图斑文件含有所有变化图斑及其变化后的属性信息, 变化图斑文件的属性库结构与详查数据库一致。但属性录入时只需输入更新后图斑号, 地类号即可。

将变化图斑文件与原始详查数据库的图斑层叠加, 生成新的土地利用数据库图斑层, 同时对属性进行更新。此过程在 GIS 系统支持下可以自动完成, 并重新建立新图斑层的拓扑关系。到此, 完成了土地利用数据库的更新见图 5)。

6 结 论

本研究借助基期的 1:1 万土地利用数据库, 采用土地利用类型分区控制下的光谱匹配分类获得高光谱影像的土地利用/土地覆盖分类, 该分类方法较好地实

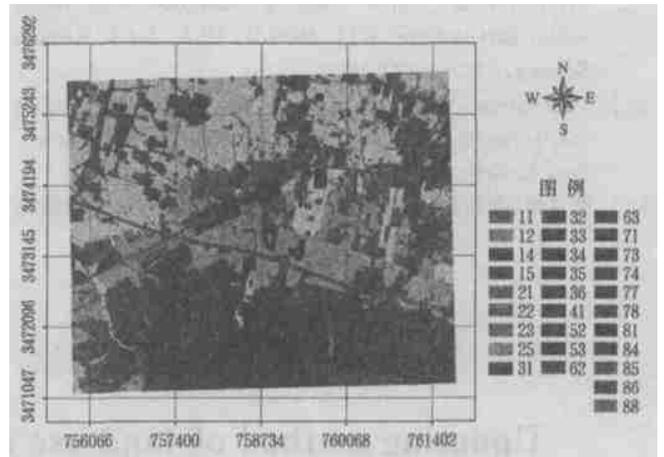


图 5 更新后的 1:1 万土地利用图

Fig 5 Updated data of land use at a scale of 1:10000

现林地和园地的自动分类, 分类后无需大量的后处理工作。通过图像运算发现土地利用可疑变化区与变化类型。以高光谱和 SPOT2 5m 全色波段融合影像为底图, 在土地利用可疑变化区引导下, 采用人机交互方式对变化区矢量数据更新。以高精度 GPS 配合下野外调查验证, 内业修改处理后生成新的土地利用数据库。整个方法和流程与传统的人机交互解译相比较, 这种基于知识的高光谱影像分类提取变化信息方法比较客观、细致, 且速度较快, 可以在一定程度上避免目视解译造成的寻找目标过大、人为性强、易遗漏的缺陷。但是客观地讲, 采用高光谱数据的自动分类和信息提取, 还不能完全满足土地利用基础图件更新的需要。以人机交互式解译为主, 计算机自动发现为辅, 将基于知识的影像分类提取的变化信息提供给解译技术人员, 作为解译的目标靶区和一种参考信息来源, 以充分发挥二者的优势, 减少目视解译的工作量, 加速土地利用基础图件的更新作业过程, 同时减少遗漏的变化信息。

[参 考 文 献]

- [1] 杨冀红, 孙毅, 刘顺喜 高分辨率卫星遥感影像数字化更新县级土地利用基础图件的试验研究[J]. 中国土地科学, 2002, 16(3): 41- 45.
- [2] 孙丹峰, 杨冀红, 刘顺喜 高分辨率遥感卫星影像在土地利用分类及其变化监测的应用研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 160- 164.
- [3] 杨冀红, 孙毅, 刘顺喜, 等 应用航天遥感技术辅助更新土地利用基础图件方法研究[R]. 中国土地勘测规划院, 2001.
- [4] 张正福 应用遥感技术辅助更新县级土地利用基础图件的方法研究[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(6): 381- 384.
- [5] 张继贤, 程焯 3S 技术支持下的土地利用现状图更新[J]. 中国土地科学, 2002, 16(1): 20- 25.
- [6] 谢红接, 李剑锋, 刘德长, 等 高光谱数据处理及其在广西苗儿山地区的地质应用研究[J]. 铀矿地质, 1999, 15(1): 47- 54.
- [7] Resmini R G, Karpus, M E, et al Mineral mapping with hyper-spectral digital imagery collection experiment

- sensor data at Cuprite[J]. Nevada, U SA, Int J. Remote Sensing, 1997, 18(7): 1553- 1570
- [8] Vane Gregg, Goetz Alexander F H. Terrestrial imaging spectrometry: current status, future trends[J]. Remote Sens Environ, 1993, 44: 117- 126
- [9] 张良培, 李德仁. 鄱阳湖地区高光谱遥感数据的定标研究[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1997, 22(1): 35- 38
- [10] 田庆久, 董卫东, 张良培. 成像光谱遥感数据的光谱重建研究[J]. 测绘学报, 1997, 26(1): 52- 57.
- [11] 田庆久, 张良培, 郑兰芬, 等. 成像光谱遥感定标模型的分析与评价[J]. 遥感技术与应用, 1996, 11(3): 16- 21.
- [12] 王长耀, 牛 铮, 唐华俊, 等. 对地观测技术与精细农业[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

Updating method of land use database based on hyper-spectral and high resolution images

Zhang Dingxiang, Li Xianwen, Yang Jihong

(Chinese Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China)

Abstract: This paper probes into the method for updating land use map at a scale of 1:10000 based on hyper-spectral and high resolution images. Firstly, under the control of land use types from former land use database, a land use/land cover map is acquired by spectral matching classification method using OMIS-IA airborne Imaging Spectrometer Data in Yixing. Secondly, changed areas are detected by image math operation between class map and former land use map. Thirdly, using image merged by hyper-spectral and SPOT-5 pan band data as base map, leading by former land use database at a scale of 1:10000, vector data among dubious area are updated in a mutual computer-aid mode. Then, in order to validate the dubious changed areas, a field investigation is done with the help of GPS. Finally, land use database is updated when the data are amended indoors according to investigated results.

Key words: imaging spectrometer data; zone control; layer control classification; OMIS-I