

基于RS的土地利用更新调查矢量数据 空间匹配误差研究

冯秀丽¹, 楼立明², 王珂¹

(1 浙江大学农业遥感信息技术应用研究所, 浙江杭州 310029; 2 宁波市鄞州区地价评估事务所, 浙江宁波 315500)

摘要:选取浙江省绍兴市杨汛桥镇为例,利用控制点、检测点GPS野外实测数据,以及同期IKONOS数据,进行了基于SPOT5遥感影像的1:10 000土地利用更新调查(平原区域)矢量数据的点、线、面的空间匹配误差的研究,结果表明,73.68%的样面面积吻合度达85%以上;71.05%的样面相对面积精度达到85%以上;63.16%的样面形心点距离误差在9 m以下.得出了可行性结论.

关键词:土地利用更新调查; SPOT5; 矢量数据; 误差

中图分类号: TP79

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2005)04-0110-04

Spatial matching error analysis of vector data for land use change surveying based on RS

FENG Xiu-li¹, LOU Li-ming², WANG Ke¹

(1 Institute of Remote Sensing Information System Application, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2 Yinzhou Section Land-Value Evaluating Office of Ningbo City, Ningbo 315500, China)

Abstract: A study was taken by using the SPOT5 images of Yangxunqiao town of Shaoxing City in Zhejiang Province as an example. A GPS was used to get the coordinate of ground control points (GCPs) and sample. With the simultaneous IKONOS image, analysis and evaluation of the spatial matching error for the vector data was taken. At last, a feasible conclusion was given.

Key words: land use change surveying; SPOT5; vector data; error

传统土地利用更新调查通常采用的获得土地利用变更信息的方法是在已有土地利用现状数据的基础上,实行人工野外实地调查与测量,然后上报数据,更新图件.此方法工作效率低,费时,费力,并且不能及时准确地获取全局的土地利用变更信息^[1];或者采用航飞方式,利用数字摄影测量原理,于室内全数字摄影测量仪上进行土地利用信息矢量数据的提取.此方法虽然精度较高,但费用昂贵,而且同样费时费力.卫星遥感影像不仅具有周期性、现势性、客观性和系统性的特点,同时还具有实时高效,反映地面信息丰富、覆盖面积大、实时性强、可周期性获得、费用相对较低(为航空遥感的1/10)等优点.随着科技的发展,遥感影像的分辨率也越来越高,例

如:SPOT5 全色波段影像分辨率为2.5 m, IKONOS 全色波段影像分辨率为1.0 m, QUICKBIRD 全色波段影像分辨率已达0.6 m,而费用却有相对下降的趋势.基于上述遥感技术的优点,利用SPOT5遥感影像进行常规1:10 000土地利用更新调查有着非常明显的优势.但其能否满足1:10 000土地利用更新调查的精度要求是该应用的核心问题,为此,笔者以浙江省绍兴市杨汛桥镇为例,对基于遥感影像的土地利用更新调查矢量数据的空间匹配误差进行了研究.

1 材料与方

1.1 试验区概况与数据

绍兴市杨汛桥镇面积约39 km²,镇境处于浙西

收稿日期:2004-11-25

作者简介:冯秀丽(1977-),女,博士研究生;E-mail:fengxl@zju.edu.cn

基金项目:浙江省科技厅科技计划项目(2004C33089);浙江省农业遥感与信息技术重点实验室资助课题(ZDYG0302)

山地丘陵、浙东丘陵山地和浙北平原三大地貌单元的交接地带^[9]。研究中用到的数据主要是试验区2003年9月的SPOT5全色和多光谱波段的卫星影像。SPOT5全色波段影像分辨率为2.5 m;多光谱影像空间分辨率为10 m。研究中用到的资料还有与遥感资料相对应的1:10 000地形图、土地利用现状图、行政区划图等基本图件、最新土地详查变更图件等。

1.2 方法

由于利用遥感影像进行土地利用更新调查全程采用数字化方式作业,相对于传统土地详查方式中的外业调绘、航片转绘等手工操作而言,引入误差的因素减少了。主要误差有:由于图纸的大小随着湿度和温度变化所引起的纸质地形图不规则变形误差;投影、展绘控制点、清绘等地形图固有的点位误差;地形图扫描影像扫描变形、定位误差^[2,3]。通过对比法对矢量数据空间匹配误差进行评价是比较常用和实用的方法^[4,5]。

1.2.1 点位平面误差评价 点位平面误差评价公式^[6]如下:

$$M_x = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_i)^2}{n-1}},$$

$$M_y = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{n-1}},$$

$$M_{xy} = \pm \sqrt{M_x^2 + M_y^2},$$

式中, M_x 、 M_y 分别为点位X、Y方向上的中误差, x_i 、 y_i 为图上样点X、Y坐标, X_i 、 Y_i 为野外GPS实测同名点X、Y坐标; n 为所选样点数目; M_{xy} 为点位平面中误差。

1.2.2 线状地物匹配误差评价 对线状地物进行误差评价主要采用线方位角、中心点距离以及线长度等指标来衡量。方位角相对误差公式^[7,8]为:

$$d_\alpha = \left| \arctan \frac{y'_2 - y'_1}{x'_2 - x'_1} - \arctan \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right|,$$

式中, d_α 为线段方位角相对误差, (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 为实测线段端点坐标, (x'_1, y'_1) 、 (x'_2, y'_2) 为样点线段端点坐标。

中心点距离误差公式^[7,8]为:

$$d_s = \sqrt{\left(\frac{x'_1 + x'_2}{2} - \frac{x_1 + x_2}{2} \right)^2 + \left(\frac{y'_1 + y'_2}{2} - \frac{y_1 + y_2}{2} \right)^2},$$

式中, d_s 为样点线段与实测线段中心点坐标相对距离, (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 为实测线段的端点坐标, (x'_1, y'_1) 、 (x'_2, y'_2) 为样点线段的端点坐标。

长度相对误差公式^[7,8]为:

$$d_l = |l' - l|,$$

式中; d_l 为线段长度相对误差, l' 为样点线段长度, l 为实测线段长度。

1.2.3 面状地物匹配误差评价 对面状地物进行误差评价主要采用形心点距离、面积吻合度及相对面积精度等指标来衡量。其中形心点距离误差公式^[7,8]为:

$$d_s = \sqrt{(x'_s - x_s)^2 + (y'_s - y_s)^2},$$

式中, d_s 为样点图斑与实测图斑形心点距离, (x'_s, y'_s) 、 (x_s, y_s) 分别为样点图斑与实测图斑形心点坐标。

面积吻合度公式^[7,8]为:

$$w_s = \frac{A_i}{B_i} \times 100\%,$$

式中, w_s 为样点图斑与实测图斑面积吻合度, A_i 为样点图斑与实测图斑面积的交叉面积, B_i 为实测图斑面积。

相对面积精度公式^[7,8]为:

$$Z_i = \left(1 - \frac{|A_i - B_i|}{B_i} \right) \times 100\%,$$

式中, Z_i 为图斑面积相对精度, A_i 为样点图斑面积, B_i 为实测图斑面积。

2 结果

2.1 影像预处理

首先,采用不同内插算法,分别将已高精度配准好的SPOT5全色影像像元大小重采样成2.5、2.0和1.0 m;将多光谱影像像元大小重采样为10、5和2 m。经过视觉效果检验,双线性内插算法得到的全色1 m影像与多光谱2 m影像的视觉效果最好,其上道路、房屋等线性地物的边缘更加清晰,形状更加明显;然后,选择不同的融合方法,将像元大小分别为2和1 m的多光谱影像与全色影像进行融合,经过视觉对比,乘积法融合效果最佳,因此,选择乘积法融合的影像作为工作底图,其4、1、2波段组合接近真彩显示。

2.2 影像正射校正

首先,将1:10 000地形图扫描,在ArcGIS系统软件中进行定位、数字化等高线、采集离散高程点。由于ArcGIS的3D Analyst模块的容错性较好,所以,将矢量化好的高程数据利用3D Analyst模块,构建TIN并转出Grid,在ERDAS系统中另存为DEM影像即可,作为正射校正的垂直参考源;其次,对于不同

地形于影像上均匀选取一定数量的明显地物点,利用水平定位精度达亚米级的 Trimble XRS 差分 GPS,采用已知的 3 个四级等外点进行控制,进行地物点野外实测,得到实测数据,并做坐标系统转换;最后,在 IMAGINE OrthoBASE 中的 SPOT Pushbroom 模块中,经过多次实验比较,采用二次多项式模型,均匀分布的 30 个地面控制点对影像进行正射校正,校正结果的像元误差: X 方向为 2.62, Y 方向为 2.57, 点位平面中误差(RMS)为 3.67。

2.3 点位空间匹配误差

按地形任意抽取且均匀分布的实测点 35 个,分别对比几何纠正后影像上的同名点,采用 X 方向误差、 Y 方向误差、距离误差来衡量纠正后影像的点位精度,结果如表 1 所示。

2.4 线状地物空间匹配误差

以满足精度条件的正射校正影像为工作底图,同时参考现有土地利用现状图、最新的土地详查变更图件等资料,在 GIS 平台中,分地形、分区域、分地

表 1 点位匹配误差分析

Tab. 1 Error analysis for point position

指标 index	<1 m/%	<3 m/%	<5 m/%	<8 m/%	<10 m/%
X 误差 X error	5.71	17.14	48.57	65.71	77.14
Y 误差 Y error	8.57	22.86	57.14	85.71	91.43
距离误差 distance error			14.29	48.57	62.86
M 值 M value	$M_x=7.90$ m, $M_y=6.07$ m, $M_{xy}=9.97$ m				

类地进行一定数量的土地利用更新调查线状地物的目视解译。利用高精度纠正的同期 IKONOS 数据[全色与多光谱波段融合影像,空间分辨率 1 m,以实测点为地面控制点(GCP)进行几何纠正,纠正结果 X 误差 1.55 个像元, Y 误差 1.89 个像元]作为比较真值,进行线状地物矢量数据的空间匹配误差分析。

于实验区域内选取了 20 个明显线地物,利用 IKONOS 影像得到相应线地物的再解译结果,采用线方位角、中心点距离以及线长度等指标来衡量线状地物空间匹配精度,误差频率分布如图 1 所示。

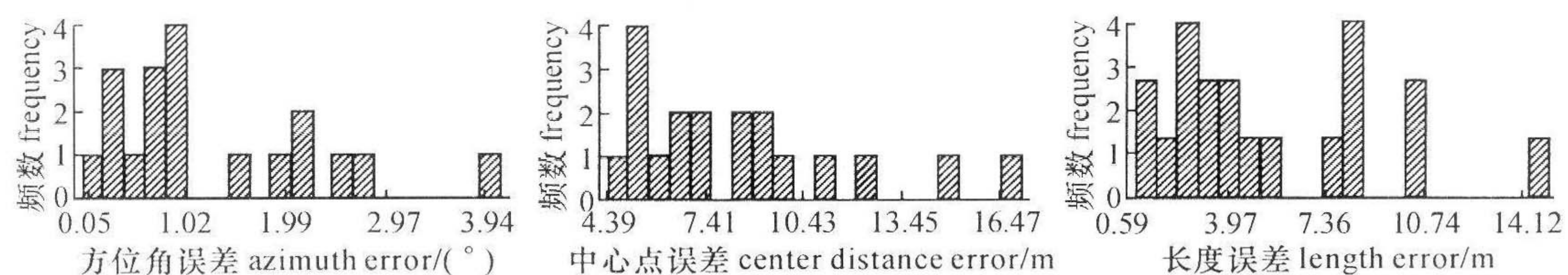


图 1 线状地物矢量数据空间匹配误差频率分布图

Fig. 1 Frequency of position matching error of line feature

由图 1 数据分析有:80% 的样线方位角误差在 2° 以下;60% 的样线方位角误差在 1° 以下;30% 的样线中心点距离误差在 6 m 以下;20% 的样线中心点距离误差在 5 m 以下;65% 的样线长度误差在 5 m 以下;35% 的样线长度误差在 3 m 以下;15% 的样线长度误差在 1 m 以下。

2.5 面状地物空间匹配误差

同线状地物矢量数据的解译过程,于实验区域内选取了 38 个明显面状地物,采用形心点距离、面积吻合度及相对面积精度等指标来衡量面状地物空间匹配误差,误差频率分布如图 2 所示。

由图 2 数据分析表明:73.68% 的样面面积吻合度达到 85% 以上;68.42% 的样面面积吻合度达到 90% 以上;34.21% 的样面面积吻合度达到 95% 以上;71.05% 的样面相对面积精度达到 85% 以上;68.42% 的样面相对面积精度达到 90% 以上;47.37% 的样面相对面积精度达到 95% 以上;63.16% 的样面形心点距离误差在 9 m 以下;28.95% 的样面形心点距离误差在 5 m 以下;5.26% 的样面形心点距离误差在 3 m 以下。

经过外业调查,不同地类面状地物空间匹配精度如表 2 所示。

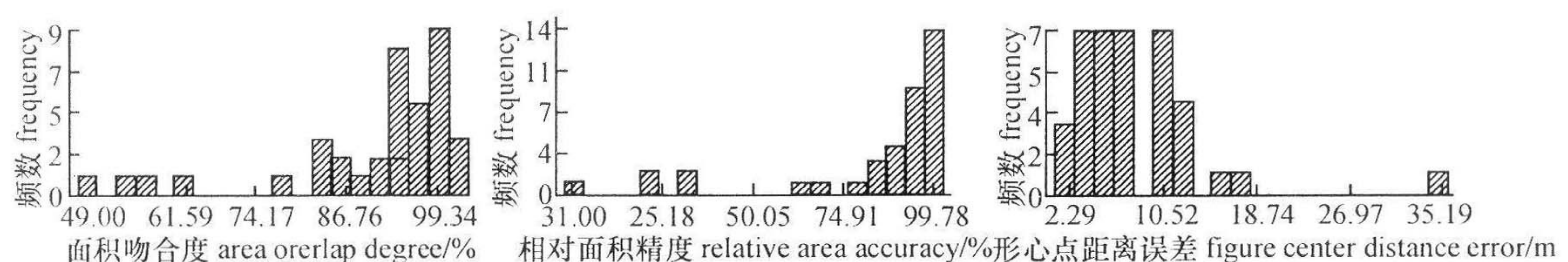


图 2 面状地物矢量数据空间匹配误差频率分布图

Fig. 2 Frequency of position matching error of polygon features

表 2 不同地类面状地物空间匹配精度表

Tab.2 Spatial matching accuracy of different polygon feature types

地类代码	地类名称	形心点距离	面积吻合度	相对面积精度
type code	type name	figure center distance/m	area overlap degree/%	relative area accuracy/%
111	灌溉水田	6.46	93.67	94.00
114	旱地	7.35	84.90	94.13
123	茶园	5.60	91.15	97.46
131	有林地	11.39	96.83	98.63
132	灌木林地	4.68	93.40	94.49
136K	可调整苗圃	8.93	88.49	95.60
151	畜禽饲养地	9.22	64.13	43.51
154	坑塘水面	8.90	78.16	11.13
155	养殖水面	6.04	97.05	98.15
203	农村居民点	6.51	92.74	92.54
204	独立工矿用地	8.37	96.17	90.82
206	特殊用地	10.94	81.83	45.62
311	荒草地	12.22	92.26	90.41
321	河流水面	16.27	77.41	88.38
322	湖泊水面	2.29	96.62	98.52

3 讨论与结论

由上述实验可知,基于 SPOT5 的 1: 10 000 土地利用更新调查矢量数据中,由于遥感影像几何校正精度、目视解译过程中引入人为误差等原因,部分面状地物的矢量数据空间匹配精度不够理想. 例如:畜禽饲养地、坑塘水面等. 本次试验所用的 SPOT5 影像中,畜禽饲养地在光谱特征、纹理上介于裸露地与坑塘之间,而畜禽饲养地通常就是临坑塘而建,因此,两者间的界限难以区分. 且面积平均值也只为 0.15 hm²,在 1: 10 000 图上显示接近边长不超过 4 mm 正方形. 上述原因都导致了畜禽饲养地与坑塘水面的面积吻合度与相对面积精度都较差. 此外,本次实验中的养殖水面位置比较独立,且光谱特征明显、纹理清楚,因此,尽管其与坑塘水面在光谱特征上相似,但面积精度有很大不同. 所以,在利用遥感影像提取地物位置信息时,还需配合 GPS 实地测量、已有航片等相关资料,以进一步提高解译数据的空间位置精度. 但不可否认,实验中 70% 左右的样面相对面积精度可达 90% 以上;按地类来说,除去畜禽养殖地、坑塘水面以及特殊用地外,大部分地类地物面积相对精度可达 95% 左右. 因此,在利用辅助条件提高线状、面状地物空间位置的前提下,针对以地类面积为重点的 1: 10 000 土地利用更新调查来说,除去部分沟渠、小路、绝大部分点状要素及部分农村散列式居民地以外,基于 SPOT5 影像的此项应用是完全可行的.

总之,选择合适的遥感影像几何校正模型、控制点数量,保证校正精度,同时,在目视解译屏幕矢量化过程中,作业人员需具有丰富经验、认真操作,才能顺利实现满足矢量数据空间匹配误差要求的基于 RS 的 1: 10 000 土地利用更新调查.

参考文献:

[1] 李 磊, 李小娟, 崔伟宏. 基于 GIS 和 RS 的县级土地利用动态监测系统研究[J]. 地理学与国土研究, 2001,17(2): 28 - 32.

[2] 浙江省土地资源调查办公室. 浙江省土地利用现状调查技术规范[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1987. 24 - 32.

[3] 李秀彦, 刘西胜. 数字制图中数据采集误差及精度评价[J]. 地矿测绘, 2000,(2): 40 - 41.

[4] 吴芳华, 张跃鹏, 金 澄. GIS 空间数据质量的评价[J]. 测绘学院学报, 2001,18(1): 63 - 66.

[5] 曾衍伟. 矢量 GIS 数据位置精度评价[J]. 测绘信息与工程, 2002,27(3): 20 - 22.

[6] GB/T 17941.1 - 2000. 数字测绘产品质量要求: 第 1 部分[S].

[7] 肖明耀. 误差理论与应用[M]. 北京: 计量出版社, 1985. 10 - 11.

[8] 武汉测绘学院《测量学》编写组. 测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 1985. 100 - 101.

[9] 绍兴县人民政府. 中国绍兴县绍兴概况[DB/OL]. <http://www.shaoxing.gov.cn/index/sxgk/dlhj.htm>, 2004 - 06 - 09/2004 - 11 - 05.

【责任编辑 周志红】