

基于 FME 的无人机遥感影像几何校正

李晓铃

(成都市国土资源信息中心, 四川成都, 610042)

摘要: 遥感影像几何校正的质量和速度将会直接影响到后续的数据处理和定量提取信息的质量。基于大数据量的 3 级无人机影像, 探讨将其从西安 80 坐标转换到北京 54 坐标的快速处理方法。分别采用 Erdas 二次多项式变换和 FME 仿射变换进行单幅影像校正, 对比发现仿射变换校正后的影像与参考卫星影像地物匹配效果更好, 可达到应用的精度。并利用 FME 批处理功能, 大大提高了工作效率。实验表明: 当控制点精度满足要求且原始到目标坐标系的转换属于二维线性变换时, FME 是快速几何校正的一种有效手段。

关键字: 无人机影像; 几何校正; FME; 仿射变换; 批处理

0 引言

无人机遥感是一种新兴的低空遥感技术, 能够获取大比例尺、高分辨率、时效性和针对性强的影像^[1], 具有成本较低、机动性好、使用方便、无人员伤亡风险等优势^[2], 被逐渐应用于测绘、国土资源勘察、环境和灾害监测等领域^[3], 尤其是在灾后应急响应、灾害勘察等方面, 无人机影像成为分析决策的重要依据。但是由于无人机获取影像幅小、数量多, 造成工作量大、效率低, 因此快速准确的无人机遥感影像预处理是应用的关键^[4]。

在无人机遥感影像预处理中, 通常采用以下两种方法进行几何校正: (1) 利用足量数量且均匀分布的地面控制点, 采用多项式校正; (2) 以大比例尺地形图作为底图, 通过同名点匹配, 按照摄影测量的方法校正^[5]。

本文在已有地面控制点的基础上, 分别采用 Erdas 9.2 进行多项式拟合和 FME 2012 进行仿射变换, 将无人机影像从西安 80 坐标系几何校正到北京 54 坐标系, 与北京 54 坐标系的参考卫星影像对比结果表明采用 FME 进行仿射变换, 效果是十分理想的, 可以达到应用的精度要求。并利用 FME 的批处理功能, 大大提高了工作效率。

1 几何精校正方法

遥感图像在采集过程中, 传感器高度和姿态角的变化、大气折光、地球曲率、地形起伏、地球旋转和传感器本身结构性能等都会引起图像几何变形^[6]。几何变形使图像产生了几何形状或位置的失真, 主要表现为位移、旋转、缩放、仿射、弯曲和更高阶的弯曲。消除这种变形的过程称为几何校正。而利用地面控制点进行的几何校正称为几何精校正。

几何精校正一般包括两个环节: 一是像素坐标的变换, 即将图像坐标转变为地图或地面坐标; 二是对坐标变化后的像素亮度值进行重采样。坐标变换是几何精校正过程中最为关键的一步。常用的方法有仿射变换和多项式变换, 两者原理大致相同, 只不过前者是线性变换后者是非线性变换^[7]。

1.1 仿射变换法

仿射变换 (不做投影变换), 是一种二维坐标到二维坐标之间的一次线性变换, 即原始坐标 (X, Y) 经过旋转 (Rotating)、缩放 (Scaling)、平移 (Translating) 三种变形后转换为目标坐标 (x, y)。变换公式为:

$$\begin{cases} x = a_0 + a_1X + a_2Y \\ y = b_0 + b_1X + b_2Y \end{cases} \quad (1)$$

a_0 、 a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2 为 6 个待定参数, 要实现仿射变换, 至少需要不在同一直线上的 3 对控制点。

1.2 多项式变换法

多项式变换 (同时做投影变换) 原理: 原始坐标 (X, Y) 和目标坐标 (x, y) 的转换关系用二元多项式 (2) 表示:

$$\begin{cases} x = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{ij} X^i Y^j \\ y = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n b_{ij} X^i Y^j \end{cases} \quad (2)$$

式中 a_{ij} , b_{ij} 为待求系数。利用一定数量的控制点数据运用最小二乘法进行曲面拟合求出待定系数。多项式变换在影像校正过程中应用较多, 在调用多项式模型时, 需要确定多项式的次方数。次方数与所需要的最少控制点数是相关的, 最少控制点计算公式为 $((n+1)*(n+2))/2$, 式中 n 为次方数, 即 1 次方最少需要 3 个控制点, 2 次方最少需要 6 个控制点, 3 次方需要 10 个控制点。

2 数据前期分析与测试

无人机影像为成都市蒲江县 2012 年度影像, 覆盖蒲江县全域 580 平方公里, 分辨率为 0.2m, 总计 680 幅标准分幅的影像。该影像已经过前期处理, 精确校正到 3 度分带 (无带号 35) 西安 80 坐标系。

680 幅影像采用传统的人工选取同名控制点进行几何纠正, 主要有两个问题: (1) 缺少高分辨率的参考影像; (2) 工作量大, 不现实。因此本文采用已有的实测地面控制点进行几何纠正。控制点为覆盖整个成都市, 从 18 度带西安 80 坐标系到 35 度带北京 54 坐标系的 107 个同名控制点。选取其中 1 幅影像作测试, 由于控制点的 80 坐标为 18 度带, 所以需将影像经平移或重投影转换成与控制点坐标系一致。影像与控制点空间分布如图 1 所示。

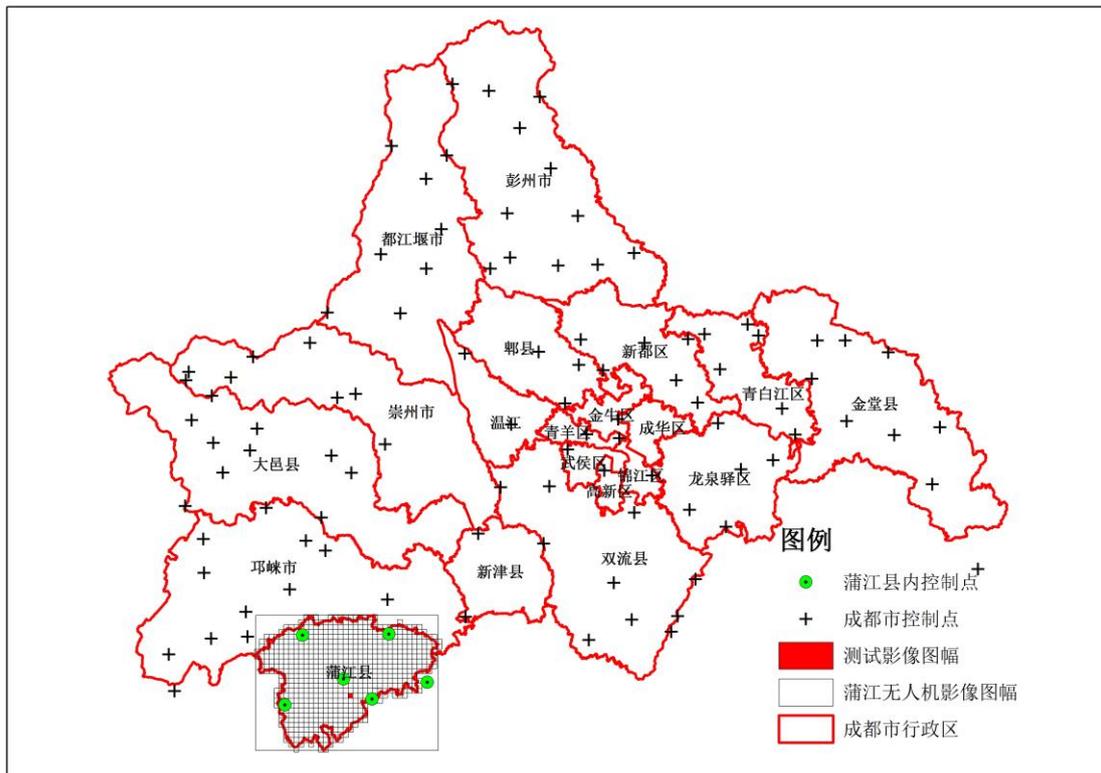


图 1 影像与控制点空间分布图

2.1 Erdas 几何校正

启动几何校正模块, 选择 Polynomial 多项式变换, 次方数选择 2, 通过键盘输入图 1 中蒲江县的 6 个地面控制点, 采用最临近重采样。控制点精度如图 2 所示: 无人机影像分辨率为 0.2m, 6 个点的 RMS Error 值在 0.06m-0.31m 之间, 总的误差为 0.22m, 控制在 1 个像元左右, 满足几何校正的精度。

Point #	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.	Match
1	Control	0.301	0.101	0.317	1.439	
2	Control	0.061	0.016	0.063	0.287	
3	Control	-0.300	-0.098	0.316	1.433	
4	Control	-0.192	-0.066	0.203	0.924	
5	Control	-0.062	-0.017	0.064	0.292	
6	Control	0.193	0.065	0.203	0.924	
7	Control					

注：控制点坐标为涉密数据，已隐藏

图 2 二次多项式控制点精度

2.2 FME 仿射变换

FME Suite 是一套完整的访问空间数据的解决方案，可用于读写存储和转换各种空间数据。具有以下特点：(1) 以 FME 为中心实现超过 100 种 GIS 及 CAD 空间数据格式相互转换；(2) 独立地直接浏览各种格式的空间数据，同时浏览图形、属性和坐标数据；(3) 提供为数据转换进行自定义的图形化界面；(4) 将数据转换与丰富的 GIS 数据处理功能结合在一起如坐标系统转换、叠加分析、相交运算、构造闭合多边形、属性合并等；(5) 支持海量数据处理，大型的数据转换通过编写脚本及批处理模式高效运行。

实现影像仿射变换的步骤如下：(1) 首先读取控制点 Excel 文件；(2) 根据 Excel 文件中西安 80 的坐标字段生成控制点；(3) 利用蒲江县的行政区，空间查找该区域的控制点；(4) 根据北京 54 坐标字段生成控制点，将西安 80 和北京 54 同名控制点连接生成控制向量；(5) 读取测试影像，进行仿射变换(AffineWarper)及重采样；(6) 将北京 54 坐标 35 度带转换到 18 度带；(7) 结果保存为新的 Geotiff。处理模板如图 3。

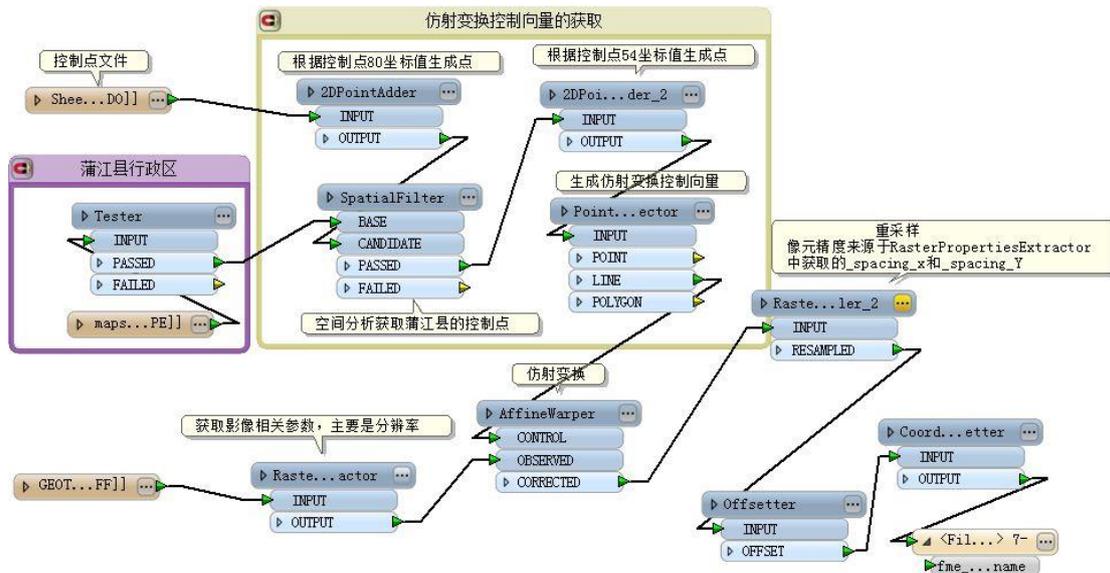


图 3 影像仿射变换模板

2.3 两种方法的比较

从目视效果图 4，明显可以看出二次多项式纠正后的影像与参考影像偏移至少几十米，而经 FME 仿射变换后的影像与参考影像地物（主要道路、河流）能很好地匹配。说明采用这 6 个控制点进行 FME 仿射变换能够保证纠正精度，达到应用的目的。

其原因在于：

(1) 控制点本身精度满足要求。Erdas 几何纠正时的控制点精度图 2 所示，二次多项式的总误差为 0.22m，与原始影像的 1 个像元 0.2m 十分接近，控制在一个像元左右，表明实测的 6 个控制点本身的精度是很高的，满足几何校正所要求的精度；

(2) 本文涉及的坐标转换是二维线性变换，符合仿射变换的原理。北京 54 坐标系和西安 80 坐标系之间的转换其实是两种不同的椭球参数之间的转换，一般而言比较严密的是用 7 参数布尔莎模型，即 X 平移、

Y 平移、Z 平移、X 旋转 (WX)、Y 旋转 (WY)、Z 旋转 (WZ)、尺度变化 (DM)。若得七参数就需要在一个地区提供 3 个以上的公共点坐标对 (即北京 54 坐标下 (x、y、z) 和西安 80 坐标系下 (x、y、z))。本文的影像校正属于平面坐标的转换, 不涉及 Z 值的变化, 因此根据控制点求出 X 和 Y 的旋转、平移、缩放进行仿射变换即可。

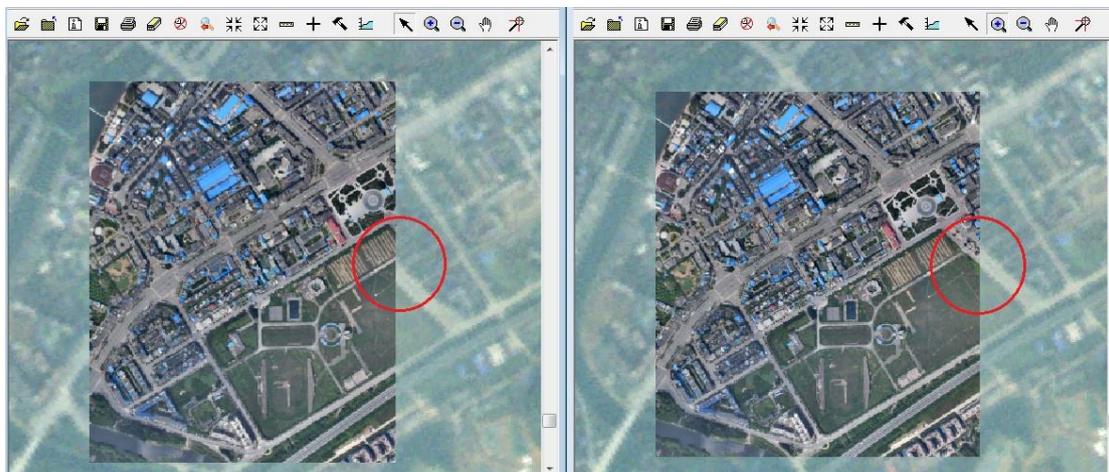


图 4 Erdas 二次多项式拟合校正与 FME 仿射变换结果对比图

3 影像纠正批处理

6 个控制点的空间分布、精度评定和仿射变换结果表明, 蒲江县的影像经过相同的旋转、平移和缩放转换到北京 54 坐标系可达到纠正的精度要求。如何采用统一的变换模型和参数快速纠正大数据量的影像, FME 提供了批处理的功能, 主要有两种方式:

(1) 读取待校正的所有影像。这种方式的局限性在于: 影像数量过多, 全部读入处理会超出 2G 内存的限制。

(2) 模板嵌套, 在一个新的工作空间通过转换器 (WorkspaceRunner) 调用单幅影像校正的模板。

蒲江县无人机影像图幅小、数量多达 680 幅, 因此采用第二种方式, 主要步骤为: 在新建工作空间中通过 Add Reader 获取原始影像 Geotiff 文件路径, 再通过 WorkspaceRunner 调用单幅影像处理模板 (图 5)。批处理模板相关参数设置正确, 2 个小时完成了 680 幅影像校正。图 6 直观展示了其中四幅城区的影像, 无人机影像不仅与参考卫星影像能很好的匹配, 而且图幅之间能够无缝拼接。

FME 影像校正处理的优点: (1) 减少数据冗余: 本文仿射变换前后都涉及到同一坐标系带号的处理, 避免了两倍中间数据量的产生; (2) 减少人工重复操作。批处理模板制作测试达到预期效果后, 只需设置相关参数, 便能处理待校正的影像, 处理过程中不需要人工干预, 大大提高了工作效率。

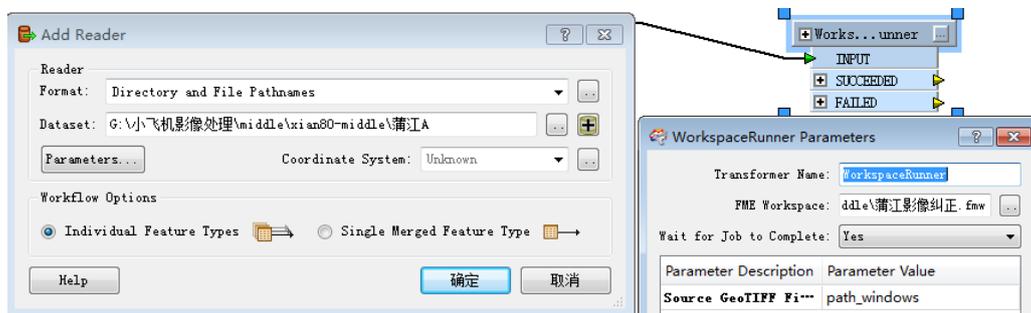


图 5 批处理的相关设置

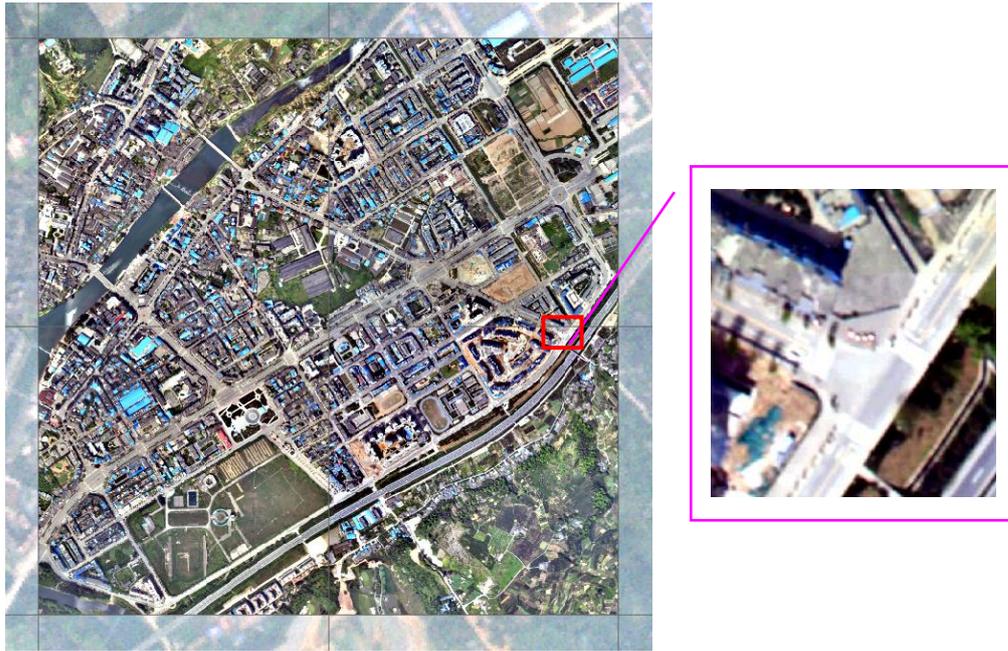


图 6 纠正影像部分展示

4 结论

几何校正是遥感影像预处理中一个非常重要的环节,校正的精度和速度将会直接影响到后续的数据处理和定量提取信息的精度。本文以大数据量的 3 级无人机影像为数据源,探讨对于西安 80 坐标到北京 54 坐标的转换,在确保影像几何校正精度的同时,提高影像处理速度的方法。通过 Erdas 二次多项式纠正和 FME 仿射变换的单幅影像校正测试,结果显示仿射变换后的影像地物与参考卫星影像匹配效果很好,几何校正精度可以达到应用的目的。并利用 FME 的批处理功能 2 小时完成 680 幅影像纠正,大大提高了纠正速度和工作效率。实验结果表明, FME 进行仿射变换校正遥感影像是一种有效的手段,不仅可以减少数据冗余,还能减少人工重复操作,但是需满足两个前提条件:(1)控制点的精度满足要求;(2)原始坐标系与目标坐标系的转换属于二维线性变换,符合仿射变换的原理。因此应根据影像的特点、目标坐标系、已有数据资料等选择合适的几何校正方法。

参考文献:

- [1] 张欢.无人机遥感影像快速处理关键技术研究及实现[D].电子科技大学,硕士学位论文.2012:1-2.
- [2] 于瑶瑶.无人机影像快速拼接关键技术研究[D].解放军信息工程大学,硕士学位论文.2012:1-2.
- [3] 郭东.面向灾害勘查的无人机遥感图像配准技术研究[D].电子科技大学,硕士学位论文.2011:1-4.
- [4] 宫阿都,何孝莹,雷添杰,李京.无控制点数据的无人机影像快速处理[J].地球信息科学学报,2010,12(2):254-260.
- [5] 李峥.缺少控制点的无人机遥感影像几何校正技术研究[D].电子科技大学,硕士学位论文.2010:1-2.
- [6] 王学平.遥感图像几何校正原理及效果分析[J]. 计算机应用与软件.2008,25(9):102-105.
- [7] 李晶晶,覃志豪,唐巍.农业旱灾遥感监测系统 MODIS1B 影像几何校正方法及其比较研究[J].遥感信息,2009,2:17-22.