

多视匹配 MVLL 算法及其在 ADS40 线阵影像中的运用

纪松^{1,2} 范大昭^{1,3} 张永生¹ 杨靖宇¹

(1 信息工程大学测绘学院,郑州市陇海中路 66 号,450052)
(2 辽宁工程技术大学地理空间信息技术与应用实验室,阜新市中华路 47 号, 123000)
(3 北京大学遥感与地理信息系统研究所,北京市海淀区颐和园路 5 号,100871)

摘要:基于传统单立体 VLL 匹配算法,从多视觉立体匹配角度出发,研究了一种新的多视影像匹配 MVLL 算法。ADS40 线阵影像多视匹配试验表明,MVLL 算法在相似特征、遮挡特征等难点匹配问题上具有显著优势。
关键词:多视;匹配;MVLL;线阵;特征
中图法分类号:P237.3

在过去的几十年中,计算机与摄影测量领域对单立体影像匹配技术作了大量卓有成效的研究,但至今还没有一种单立体影像匹配方法能自动、准确、可靠地运用于不同类型的影像。同时,传统对单立体影像匹配方法仍有很多难题未能解决,如几何变形问题和遮挡问题^[1]。由于影像匹配质量不高、匹配成功率低,数字摄影测量的全自动化进程受到了极大的限制^[2]。

由于国外高分辨率影像市场的逐步开放和国内 ADS40 等高分辨率全数字航测相机逐渐投入市场,使三维空间信息获取获得了充足的数据来源。如 ADS40 相机的每一条摄影航带有 3~7 幅大重叠的影像,相邻影像的重叠度达 90%^[3],为航测生产提供了大量数据。因此,如何利用这些冗余数据,最大限度地减少信息盲区,是影像匹配技术的一项重要研究内容,也是影像匹配技术从单立体匹配发展至多立体匹配,摆脱传统问题束缚,走向全自动化的关键^[4]。

1 多视匹配 MVLL 算法

当三维场景被投影为二维影像时,由于深度和场景的不可见造成了同一物体在不同视角的影

像中存在信息丢失,同时,不同物体可能具有相似的形状、大小或者背景,此时,单立体铅垂线轨迹法(vertical line locus, VLL)^[5]匹配算法可能失效。利用多幅覆盖同一地区的遥感影像,最大限度地减少信息盲区,是解决上述问题的一个重要途径。本文将 VLL 算法扩展至多张影像 MVLL (multi-image VLL)匹配算法。

1) MVLL 匹配算法。如图 1 所示,通过 ADS40 相机获取的同一航带上的 3 张线阵数字影像,其中 I_0 、 I_1 、 I_2 分别为下视、前视与后视影像。如果这 3 张影像的定向参数已知,那么通过地面上一点 p_0 的平面坐标 (X_0, Y_0) 以及近似高程 Z_0 ,可以得到 3 条光线束 $C_0 p_0$ 、 $C_1 p_0$ 、 $C_2 p_0$ 。光线束与各自影像的交点为地面点对应于各影像的像点。

由于近似高程 Z_0 可能不精确,设其误差为 ΔZ ,则 p_0 的正确位置应位于 $P_{\min}(Z_0 - \Delta Z) \sim P_{\max}(Z_0 - \Delta Z)$ 。保持地面点 (X_0, Y_0) 不变,在 $P_{\min} \sim P_{\max}$ 之间逐步变化高程并将地面点向像方投影,寻找同名像点位置。

2) MVLL 匹配算法计算步骤。在各张影像的像点周围定义一个影像窗口 W (相关窗口),MVLL 算法的计算步骤如下。

逐步被消除。

表 1 相似特征匹配结果分析表

Tab.1 Analysis Table for the Matching Results of Similar Feature

立体	ρ_m	ρ'_m	ρ_m 正确	ρ'_m / ρ_m
下/前	0.641 448	0.460 941	是	71.86%
下/后	0.806 636	0.590 352	是	73.19%
前/后	0.582 270	0.425 467	是	73.07%
MVLL	0.676 785	0.288 177	是	42.58%

表 2 遮挡特征匹配结果分析表

Tab.2 Analysis Table for the Matching Results of Occlusion Feature

立体	ρ_m	ρ'_m	ρ_m 正确	ρ'_m / ρ_m
下/前	0.625 072	0.421 092	是	67.37%
下/后	0.718 624	0.287 288	否	—
前/后	0.470 217	0.422 304	否	—
MVLL	0.478 347	0.373 804	是	78.14%

注:“—”代表匹配错误,此时计算百分比无意义。

由于 MVLL 算法能够较好地解决相似特征、遮挡特征误匹配问题,因而可以进行密集格网点匹配。从图 6、图 7 以及表 3 中可以看出,MVLL 算法格网点匹配的成功率比较高,在无建筑的地

表 3 格网匹配结果统计表

Tab.3 Statistic Table for the Matching Results of Ground Grid Points

匹配区域	匹配点数	正确匹配	成功率/%	时间/s
地表	120	120	100	1.797
地表+建筑	1 044	1 033	98.9	6.771

表区域,其匹配成功率达到 100%;在建筑物区域,其匹配成功率也在 90%以上,且错误匹配点主要位于较高房屋的屋顶边缘处,其匹配方法需要进一步进行研究。

参 考 文 献

[1] Zhang Li, Automatic Digital Surface Model (DSM) Generation from Linear Array Images[D]. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology Zurich for the degree of Doctor of Technical Sciences, 2005

[2] 张祖勋.从数字摄影测量工作站(DPW)到数字摄影测量网格(DPGrid)[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2007,32(7):565-571

[3] 刘军,张永生,范永弘. ADS40 机载数字传感器的摄影测量处理与应用[J]. 测绘学院学报,2002,19(3): 186-188

[4] 张永生,范大昭,纪松.用于 ADS40 传感器的多视觉立体匹配算法模型[J]. 测绘科学技术学报,2007, 24(2):83-86

[5] 郑顺义,张祖勋,张剑清.基于物方影像匹配和概率松弛的断面自动提取[J]. 测绘信息与工程,2004,29 (2):26-27

[6] 张祖勋,张剑清.数字摄影测量学[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1995

第一作者简介:纪松,博士生。现主要从事摄影测量与遥感多视匹配理论研究工作。
E-mail:jisong_chxy@163.com

MVLL Multi-Image Matching Model and Its Application in ADS40 Linear Array Images

Ji Song^{1,2} FAN Dazhao^{1,3} ZHANG Yongsheng¹ YANG Jingyu¹

- (1 Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, 66 Middle Longhai Road, Zhengzhou 450052, China)
- (2 Geomatics and Applications Laboratory, Liaoning Technical University, 47 Zhonghua Road, Fuxin 123000, China)
- (3 Remote Sensing and Geographic Information System Researching Center, Beijing University, 5 Yiheyuan Road, Beijing 100871, China)

Abstract: Based on the traditional single-stereo VLL matching algorithm, MVLL, which is a multi-view image matching algorithm appropriate for the matching of linear-array images, is proposed. MVLL algorithm can integrate the information of multiple overlapping images to avoid blind information area, and thus has a high successful matching rate. Algorithm analysis and experimental results show that, compared with traditional single stereo image matching algorithms, MVLL algorithm can achieve prominent performance in the matching of both similar features and occluded features.

Key words: multiple-view; matching; MVLL; linear-array; feature