

串行 Cauchy 机引导的影像镶嵌方法研究*

陈 勇 邓德祥 郑 宏

(武汉测绘科技大学电子信息工程与精密机械学院,武汉市珞喻路 39 号,430070)

摘 要 提出的串行 Cauchy 机引导的影像镶嵌方法,基于灰度特征,综合人机交互优势,可操作性强,精度高,最大误差不超过 0.5 像素,可满足高精度影像处理需要。

关键词 模拟退火;Cauchy 机;影像镶嵌

分类号 TP391;TP751;P231.5

输入设备的生产和推广,使基于栅格影像的数字化正逐步成为图纸数字化的一条新途径。但输入设备的影像变形和图幅尺寸限制,直接影响图纸数字化的精度及效率。我们提出了首先进行人工粗定位,然后采用 Cauchy 机引导的基于灰度的匹配算法,对相邻影像匹配点进行精定位的方法,来解决影像镶嵌问题,取得了较理想的效果。

1 匹配点初值确定及影像镶嵌准则

1.1 匹配点初值确定

以左右影像镶嵌为例,采用人工交互选择左右匹配点。设右影像上的两个匹配点为 $(X_{\text{righttop}}, Y_{\text{righttop}})$, $(X_{\text{rightbottom}}, Y_{\text{rightbottom}})$, 左影像上的两个匹配点为 $(X_{\text{lefttop}}, Y_{\text{lefttop}})$, $(X_{\text{leftbottom}}, Y_{\text{leftbottom}})$, 则左影像的右上点初值为:

$$X_{\text{righttop}} = \text{Map}(X_{\text{mouse}} + \frac{X_{\text{mouse}} - \text{Map}^{-1}(X_{\text{mouse}})}{\text{Zoom}}) \quad (1)$$

$$Y_{\text{righttop}} = \text{Map}(X_{\text{mouse}} + \frac{Y_{\text{mouse}} - \text{Map}^{-1}(Y_{\text{mouse}})}{\text{Zoom}}) \quad (2)$$

式(1)、(2)中的 Map 函数为影像坐标系与屏幕坐标系的转换函数,Zoom 为屏幕显示放大因子, $(X_{\text{mouse}}, Y_{\text{mouse}})$ 为鼠标器之坐标。

另外 3 点的初值可同样确定。

1.2 影像镶嵌准则

左影像固定,以左右影像灰度差之和为代价函数。首先选择右影像匹配点及邻域进行灰度归一化,然后以 X 方向拉入范围和 Y 方向拉入范围为步进区域进行影像镶嵌选优。

代价函数表示为:

$$C_{\text{top}} = \sum_{-W < i, j < W} d_{ij}, C_{\text{bottom}} = \sum_{-W < i, j < W} d_{ij}, C_{\text{total}} = C_{\text{top}} + C_{\text{bottom}} \quad (3)$$

式中, $d_{ij} = |\text{Gray}_{\text{left}}(X_i, Y_j) - \text{Gray}_{\text{right}}(X_i, Y_j)|$, 其中 $\text{Gray}(X_i, Y_j)$ 表示点 (X_i, Y_j) 的影像灰度, W 为 X 和 Y 方向拉入范围,一般选择 W 为 3 像素。

收稿日期:1995-02-09. 陈勇,男,32岁,讲师,现从事图像处理研究。

* 国家测绘局“八五”重点科技攻关资助项目。

2 Cauchy 机及影像镶嵌算法实现

设 $S = S_1, S_2, \dots, S_{uu}$ 为右影像所有步进组合所构成的集合; $C: S \rightarrow R$ 为非负目标函数, 即 $C(S_i) \geq 0$, 反映所取状态 S_i 为解的代价, 则根据影像镶嵌准则, 该问题可形式地表达为寻找 $S' \in S$, 使

$$C(S') = \min C(S_i) \quad \forall S_i \in S \quad (4)$$

Cauchy 机实际上是一种用 Cauchy 分布进行状态转移的快速模拟退火法, 它的基本思想为: 把 S_i 看成某一物质体系的微观状态, 而 $C(S_i)$ 看成该物质体系在 S_i 下的能量, 温度为代价函数的控制参数。过程一开始, 系统处于“高温”状态, 然后根据退火工艺过程使温度 T 逐渐下降。在每个温度下, 用 Metropolis 算法对若干构形取样, 即对当前状态 S 作随机扰动产生一个新状态 S' , 计算相应的系统能量变化 $\Delta C' = C(S') - C(S)$ 。如果偏移使系统能量减少, 即 $\Delta C' \leq 0$, 则它是可以接受的, 否则, 以概率接受 S' 作为新的当前状态。在这种情况下, 系统具有 Cauchy 分布, 利用监测平均能量 $C(S)$ 来测试退火过程是否结束。当进一步降低 T 时, 如果 $C(S)$ 不再发生变化, 即认为退火过程基本结束。

将上述思想写成算法形式如下:

(1) Cauchy 机实现算法

第一步, 初始化, 令 $S(0) = S_0, S_0$ 为任一初始状态, 并设初始温度为 $T_0, i = 0$ 。

第二步, 调用 Metropolis 抽样算法, 并返回其最后所得到的解 S 作为当前解。

第三步, 调用 Update 函数将 T 降温, 即 $T = T_{i+1}, T_{i+1} < T_i, i++$ 。

第四步, 检查过程是否结束, 没有则转向第二步。

(2) Metropolis 抽样算法

第一步, 调用 Generate 函数从 S 的邻域 N 随机产生下一个状态 S_i , 且计算 $\Delta C' = C(S') - C(S)$;

第二步, 调用 Accept 函数, 若 $\Delta C' < 0$, 则接受 S' 为下一个当前解, 否则按一定概率接受 S' 为下一个当前解, 并返回 S' 。

Accept 函数与下述表达式有关:

$$P_{(u_i)} = \int_0^\infty \frac{1}{\pi T} \left[\frac{dx}{1 + \left(\frac{x - u_i}{T}\right)^2} \right] = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg\left(\frac{u_i}{T}\right) \quad (5)$$

3 试验与分析

本文设计了一个 $180\text{mm} \times 240\text{mm}$ 的标准格网表, 如图 1 所示。格网大小为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$, 用 Wild TA10 绘图仪绘制。其抬笔落笔最大误差为 $10\mu\text{m}$ 。

我们把两特征点的距离作为精度评定根据。把绘图仪绘制的两点间距离作为理论值, 而把影像镶嵌后在影像上获取的距离作为计算值。在影像上均匀选取 20 对点, 检验结论见表 1。其中 1 像素 = 0.1mm 。对此格网重复扫描 10 次, 其中误差见表 2。

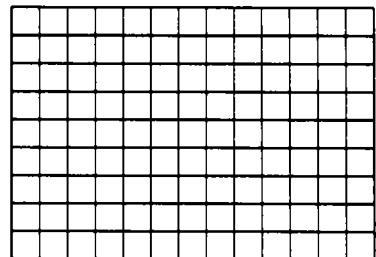


图 1

表 1

点对号	理论值/mm	计算值/mm	差值/mm	点对号	理论值/mm	计算值/mm	差值/mm
1	20	20.035	+0.035	11	110	109.992	-0.008
2	30	29.965	-0.035	12	100	99.976	-0.024
3	40	39.973	-0.027	13	90	89.974	-0.026
4	50	50.021	+0.021	14	80	80.023	+0.023
5	60	60.037	+0.037	15	70	70.001	+0.001
6	70	70.039	+0.039	16	60	60.034	+0.03
7	80	79.982	-0.018	17	50	50.042	+0.042
8	90	89.964	-0.036	18	40	40.034	+0.034
9	100	99.989	-0.011	19	30	30.049	+0.049
10	110	109.999	-0.001	20	20	20.021	+0.021

中误差 $\sigma = \pm 0.04\text{mm} = 0.4$ 像素

表 2

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中误差/像素	0.4	0.39	0.42	0.47	0.20	0.33	0.49	0.39	0.28	0.39

该试验由四川测绘局完成。用该方法共完成 7 幅 1:25 万地形图等高线矢量化工作,共进行 56 次影像镶嵌试验。其检定结论为影像镶嵌误差 < 0.5 像素。

参 考 文 献

- 1 Beard M R, Chrisman N R. “合缝法”图幅拼接的新软件. 杜道生译. 武测译文, 1987(4): 40~44
- 2 罗俊生, 王安键. 关于彩色地图图像拼接处理算法的研究: [会议论文]. 北京: 地理信息系统学术讨论会, 1994
- 3 [英] 奥芬 R J. 图像的并行处理技术. 许耀昌等译. 北京: 科学出版社, 1989.

A Research of the Image Mosaic Method Led by a Serial Cauchy Engine

Chen Yong Deng Dexiang Zheng Hong

(School of Electronic Information Engineering & Precision Mechanics, WTUSM, 39 Luoyu Road, Wuhan, China, 430070)

Abstract This article introduces an image mosaic method led by a serial Cauchy engine. This method is based on the gray level feature of an image. It is of remarkable accuracy. The maximum pixel error is less than half a pixel. So this method can be used for the image processing of high accuracy. With the man-machine interactive function, it is easy to use.

Key words simulated annealing; Cauchy engine; image mosaic