

基于 Auto LISP的高程点批量修改算法设计与实现

龚子桢^{1,2},花向红^{1,2},尹相宝^{1,2},徐秀川^{1,2}

(1 武汉大学 测绘学院,湖北武汉 430079; 2 武汉大学 灾害监测与防治研究中心,湖北武汉 430079)

The Design and Realization of Automatically Batch Checking and Modifying the Elevation Point Based on Auto LISP

GONG Zhen HUA Xianghong YIN Xiangbao XU Xiuchuan

摘要: 针对 AutoCAD平台下地形图高程数据在 GIS入库时存在的质量缺陷问题,设计一种自动匹配高程点和注记,批量修改错误高程值的遍历算法,并利用 Auto LISP语言实现该算法。

关键词: Auto LISP; 高程点; 批量修改; 匹配

一、引言

高程是地形图的地形要素之一,由高程点和高程注记组成。在基于 AutoCAD的数字化地形图中,高程点一般由具有三维坐标值的图块表示, X 、 Y 值表示高程点平面位置, Z 值表示高程。高程注记是高程点 Z 值的图面表述,不仅应在地理位置上与相应的高程点邻近,而且还应与高程点 Z 值在一定条件下相等。地形图用于制图时,一般使用注记表达相应点高程即可,而当利用数字地形图进行土方计算、GIS入库、建立 DEM等工作时,往往需要利用高程点的 Z 值实现。在实际工作中,经常会发生高程点 Z 值和高程注记不一致的情况,甚至高程点没有与之匹配的高程注记,或高程注记没有与之匹配的高程点等。

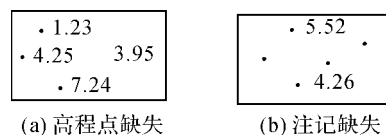
针对这些问题,已有学者进行了相关的研究,提出了一些解决方法。比如文献[1]设计了一种插入高程点自动修改 Z 值的方法,但插入后的新高程点编码属性丢失,并且 X 、 Y 坐标与原图相比会有一些的偏移;南方 CASS软件本身也提供批量检查高程注记的功能模块,但查找后的错误需要人工手动修改,而且对于缺失高程点或者高程注记的错误点无法定位,工作量仍然较大。本文算法克服了上述方法的缺陷,使用 LISP语言编制了自动检查和批量修改高程点的程序,解决了这些问题,并应用于某城市数字化地形图数据整理项目,有效地提高了工作效率。

二、基本思路

通过对待处理高程数据质量缺陷的分析,依照城市数字化地形图整理入库的技术要求,本文针对性地设计了批量修改高程点及其注记的算法。该算法大致可分为两个过程:首先根据高程注记,小范围内搜索,自动匹配相应的高程点,同时修改与注记不符的 Z 坐标值;然后遍历提取经过匹配检查后的高程点的三维坐标,自动重画原地形图中的所有高程点,解决了由于绘图软件版本不同造成的编码属性无法识别的问题。

1 质量缺陷分析

在地形图数据入库整理中,高程数据质量缺陷根据类型不同可分为匹配错误和属性错误。其中匹配错误有以下两种:①只有高程注记无高程,如图 1(a)所示;②只有高程点缺少注记,如图 1(b)所示。



(a) 高程点缺失

(b) 注记缺失

图 1 匹配错误

因为绘图时的软件和入库时软件版本的不同,常常会造成高程数据的属性错误,常见的属性错误有以下 3类:

1) Z 值属性错误,即高程点 Z 值为零或者与高程注记所示不符,如图 2(a)所示;

2) 高程点的编码缺失,正确的高程点编码应为 202101^[2],如图 2(b)所示;

3) 高程注记编码缺失,正确的注记编码应为 202111^[2],如图 2(b)所示。

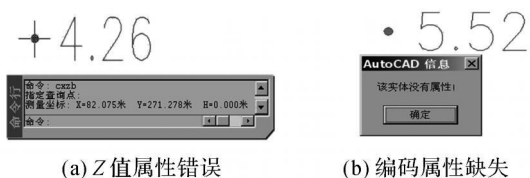


图 2 属性错误

在实际的数据入库整理中,匹配错误和属性错误可能同时存在,按照地形图数据整理入库技术要求,数据修改遵循以下原则^[3]:①高程注记存在的情况下,以高程注记为准检查修改高程点的 Z 值属性,若高程点缺失,则在该注记附近插入高程点;②高程注记缺失的情况下,若高程点 Z 值存在,则提取高程点的 Z 值添加注记,否则删除该高程点;③先修改匹配错误,后修改属性错误。

2 高程注记遍历检查

在注记遍历检查阶段,基本思想如下:

1) 全选高程点所在图层(图层名一般为“gcd”)的图元,根据各图元的 dxf 组码^[4]筛选出高程注记,选择注记的 LSP 代码为“(setq ent (ssget ((8. "GCD") (0. "TEXT"))))”,其中(8. "GCD") (0. "TEXT")即为筛选条件,得到图层中高程注记的选择集;

2) 针对选定的注记,按照一定的策略,确定搜索与该注记匹配高程点的图面范围,在该范围内搜索高程点(同样根据图元 dxf 组码筛选),同时对 Z 值属性进行检查修改(在这一步中,搜索范围的确定有两种不同的策略,下一小节将详细论述);

3) 遍历图层中所有高程注记,按照步骤 2) 进行匹配检查,完成高程点的检查,对于匹配检查中高程点缺失的情况,程序自动在注记附近添加高程点。

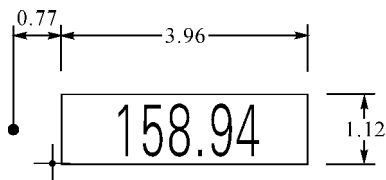


图 3 高程注记分析

象,需要在注记附近一定范围内搜索高程点进行匹配。在给出搜索范围的确定策略之前,先对高程注记作必要的分析。如图 3 所示,158.94 为一水平方向的高程注记,图中实线矩形框为注记的文本外框^[5](也称为文本包围盒),图中所示该框宽为 3.96 mm,高为 1.12 mm,宽度和高度随着测图比例尺以及注记有效数字个数的不同而不同;图中实点为该高程点坐标点位,距离文本框为 0.77 mm;文本框左下角处十字标记为注记基点,文本标注时以此作为原点。

一种范围的确定策略是以注记的文本包围盒为基础,按适当的步长不断扩展包围盒,在每次新生成的包围盒范围内搜索高程点,直到出现第一个高程点或者达到预设的范围阈值为止,如图 4(a)所示。

另外一种确定策略是以注记基点为基准,从基点延伸一定步长的矩形框,对该矩形框内的高程点遍历,通过比较 Z 值和高程注记,并结合人工干预进行匹配,如图 4(b)所示。

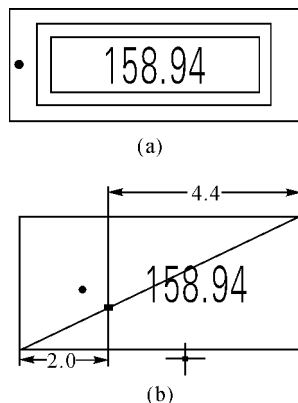


图 4 搜索范围的确定

需要指出的是本文搜索矩形的边长和每次增加的步长是根据图面注记的文本外框的大小来确定的。假设图面注记文本框宽为 a ,高为 b ,在本文算法实现阶段,对于第 1 种搜索方式,水平递增步长为 $a/2$ 垂直方向递增步长 $b/2$ 对于第 2 种搜索方式,基点左端延伸长度为 $3b$ 右端延伸长度为 $5b$,由于测图比例尺的不同,步长可以根据实际情况有所变动。这两种搜索策略各有优势,前者不需要人工干预,自动化程度高,但由于属于迭代算法,运行效率不如后者;后者算法实现较为容易,运行效率高,但范围大小要预先设定,在运行过程中同时需要一定的人工干预。具体选择何种策略,应根据注记的图面分布稀疏程度确定,分布较密集时采用第

3 搜索范围的确定

根据上一节的分析,算法以高程注记为遍历对

1种策略,分布稀疏则采用第2种策略较好。

4 高程点重画

通过高程注记的匹配检查,匹配错误和Z值属性错误可以排除,但高程数据的属性编码缺失问题仍存在,而且由于绘图软件的兼容性问题,编码有可能无法识别。

在南方 CASS 软件中,属性错误可以采用通用绘图命令 (dd) 修改图元属性编码,或者对图元重画来处理。所以,对于属性错误可以依照这两种思路编程处理,由于第1种处理方式只需要调用一条命令,方便快捷,显然是算法首选。但是,由于 AutoCAD 本身的内存保护机制,AutoCAD 外部命令嵌套不能超过4次,故第1种方式并不适用于大批量数据自动重画。本文采用第2种方式实现高程点的批量重画,基本思想是模拟 CASS 绘制高程点的过程,即先插入高程点图块,然后利用 LISP 语言在新建图块的 dxf 组码属性列表中加入高程点的编码字段,完成高程点的重画。

三、算法实现与效果

该算法可以用多种语言编程实现,如 AutoLISP、ObjectARX、VBA 等,本文采用 AutoLISP 编写并在 AutoCAD 2004 下运行通过。目前作业单位普遍使用的数字成图软件如南方 CASS、开思 SCS、北京威远图易 SV 等软件,均是在 AutoCAD 平台下开发,所以该程序具有良好的通用性。下面将给出算法实现的具体步骤和修改效果示例。

1 算法实现

算法的具体步骤如下(文中部分流程以伪代码描述):

1) 建立高程注记的选择集,存入集合 ent 中 (setq ent (ssget '注记筛选条件))。

2) 依次提取集合 ent 中的所有注记元素,存入变量 ent_zj

3) 对于选取的注记 ent_zj 作如下处理:

((提取注记内容 zj_nt 注记高度 zj_height 注记左下角坐标 zj_point)

(设置高程点搜索范围 ent_fw)

(If (ent_fw 内存在高程点)

(获取 ent_fw 内高程点的属性组列表)

(计算注记与高程点 Z 值之差,赋值给变量 wc)

(While(wc 大于阈值,并且 ent_fw 内存在其他高程点)

(选择 ent_fw 内的下一个高程点)

(计算注记与当前高程点 Z 值之差,赋值给变量 wc)

); 结束对范围内高程点遍历

(If (搜索范围内多于一个高程点)

(提示用户选择当前范围内匹配高程点,赋值给变量 ent_xg)

Else if(搜索到唯一高程点)

(将当前范围内的唯一高程点赋值给变量 ent_xg))

(If (wc 大于阈值且 ent_xg 不为零)

(对 ent_xg 的 Z 值属性进行修改)

Else(ent_xg 为零)

(调用高程点重画,自动加入高程点))

); 结束对该注记的处理

4) 若选择集 ent 内存在未处理的元素,转入步骤 2); 若选择集 ent 中所有注记遍历完成,转入步骤 5)。

5) 建立图层中高程点的选择集 entp 对高程点依次重画,模拟重画 LISP 代码如下:

(command "- insert" "gc200" xyz "2 0" "2 0" "0"); 插入高程点图块 new

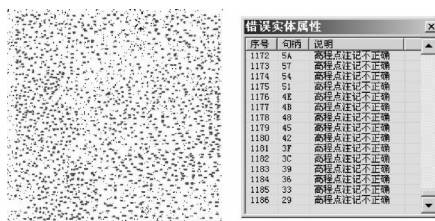
(setq lm (list - 3 (list "SOUTH" (cons 1000 "202101")))); 建立编码字段 lm

(entmod (append new (list lm))); 将字段 lm 附加到新图块 new 中;

6) 若选择集 entp 内高程点重画完毕,结束程序。

2 修改示例

图 5 为使用南方 CASS 软件展绘的高程点图,其中 (a) 图为使用软件的入库检查 → 高程注记检查的结果,可见图中注记错误数目为 1 186 个,若人工修改至少需要 3 h (b) 图是使用本文编制的程序修改后的结果,用时不超过 30 s,经重新检查已没有错误。试验证明,该算法及程序在实际工作中具有较高的应用价值。



(a) 修改前



(b) 修改后

图 5 程序修改示例

(下转第 46 页)

由表 1 可以看出: ① ΔX_S 、 ΔY_S 、 ΔZ_S 3 个线元素的误差大概在 1 m 左右, 角元素大概在 0.5° 左右。该误差是由无人机自身的系统误差造成的, 主要影响了刺点的精度。随着 GPS 和测角仪器的发展, 其精度会不断地提高。② 高差可以引起像点位移, 在地势不是很平坦的地区也会引起像点的误差, 所以也是对刺点精度的一个影响因素。

无人机自动刺点功能的误差是系统性的, 现在仍难以彻底地消除, 但是其误差是随着仪器精度的提高而提高的, 而且是有限度的。本功能虽然不能实现完全的自动刺点, 但是可以批量、快速地自动判断出每张相片所包括的控制点的数量和大致位置, 加上手动的调整, 可以精确地确定控制点的位置。

四、结束语

本文介绍了一种利用无人机姿态数据实现自动刺点的方法, 并进行了刺点误差分析, 分析了导致自动刺点误差的因素。该方法已应用于无人机影像快速拼接系统中, 且与传统的空三系统刺点相比, 能够提高一定的效率。

参考文献:

[1] 梅安新, 彭望球, 秦其明, 等. 遥感导论 [M]. 北京:

高等教育出版社, 2001.

- [2] 李兵, 岳京宪, 李和军. 无人机摄影测量技术的探索与应用研究 [J]. 北京测绘, 2008, 4(1): 1-3.
- [3] 杨昕, 汤国安, 邓凤东, 等. ERDAS 遥感数字图像处理实验教程 [M]. 江苏: 科学出版社, 2009.
- [4] 刘淑珍, 周麟, 仇崇善, 等. 草地退化沙化研究 [M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 1999.
- [5] SCANLON T M, ALBERTSON J D, CAYLOR K. Determining Land Surface Fractional Cover from NDVI and Rainfall Time Series for a Savanna Ecosystem [J]. Remote Sensing of Environment 2002, 82(2): 376-388.
- [6] 陈君颖, 田庆久. 高分辨率遥感植被分类研究 [J]. 遥感学报, 2007, 11(2): 221-227.
- [7] 温兴平, 胡光道, 杨晓峰. 从高光谱遥感影像提取植被信息 [J]. 测绘科学, 2008, 33(3): 66-68.
- [8] 刘同海. TM 数据草原沙漠化信息提取研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
- [9] VAN LEEUWEN J D, ORR B J, MARSH S E, et al. Multisensor NDVI Data Continuity: Uncertainties and Implications for Vegetation Monitoring Applications [J]. Remote Sensing of Environment 2006, 100(1): 67-81.

(上接第 43 页)

四、结束语

本文分析了地形图高程数据在 GIS 入库时存在的质量缺陷, 有针对性地设计了一种高程点批量修改算法, 同时利用 AutoCAD 二次开发技术, 实现了高程数据全自动检查和批处理修改, 较好地解决了数字化地形图数据加工整理入库中的一些问题, 并应用于某城市数字化地形图数据整理项目中, 显著提高了工作效率, 降低了错误出现的概率。

在该算法基础上, 稍加修改可以实现更多功能, 比如高程系统转换、批量加密高程数据、计算土方量、高程注记图面地物压盖处理等。同时, 参考批量修改高程数据的思想, 还可以进一步实现其他图形元素的批量检查修改, 这有待进一步研究。

参考文献:

[1] 钱业宏. 一种自动检查并修改高程点 Z 值的办法 [J].

城市勘测, 2006(4): 58-59.

- [2] 国家测绘局测绘标准化研究所. GB/T 13923-2006 基础地理信息要素分类与代码 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [3] 国家测绘局测绘标准化研究所. GB/T 17941-2008 数字测绘成果质量要求 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [4] 郭朝勇. AutoCAD R14(中文版)二次开发技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [5] 龙马工作室. AutoCAD 2004 完全自学手册 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [6] 王爱生, 欧吉坤, 赵长胜. “移去-拟合-恢复”算法进行高程转换和地形改正计算公式探讨 [J]. 测绘通报, 2005(4): 5-7.
- [7] 康博. AutoCAD 2002/2000 Visual LISP 开发指南 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.