

一种地形图中独立房自动成图技术

徐文会¹, 刘娜¹, 赵莎莎², 王国婕¹, 杨晓英³

¹西安航天宏图信息技术有限公司, 陕西 西安

²自然资源部第一航测遥感院, 陕西 西安

³青海省自然资源遥感中心, 青海 西宁

收稿日期: 2023年3月30日; 录用日期: 2023年7月5日; 发布日期: 2023年7月12日

摘要

本文阐述了一种基于影像解译的结果, 通过综合处理实现地形图中的独立房自动成图的一种综合技术。对解决地形图判绘过程人工目视解译困难, 综合取舍主观性强, 重复工作量大, 时间较长, 且质量一般, 存在大量丢漏现象的问题有深远的意义。

关键词

影像解译, 独立房, 自动成图

An Automatic Mapping Technique for Independent Rooms in Topographic Maps

Wenhui Xu¹, Na Liu¹, Sasha Zhao², Guojie Wang¹, Xiaoying Yang³

¹Xi'an Aerospace Hongtu Information Technology Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²The First Institute of Aerial Surveying and Remote Sensing, Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

³Qinghai Natural Resources Remote Sensing Center, Xining Qinghai

Received: Mar. 30th, 2023; accepted: Jul. 5th, 2023; published: Jul. 12th, 2023

Abstract

This article describes a comprehensive technology for realizing automatic mapping of independent rooms in topographic maps through a comprehensive processing process based on the results of image interpretation. It has far-reaching significance in solving the problems of difficult manual visual interpretation in the process of topographic map interpretation, strong subjectivity in comprehensive selection, large repetitive workload, long time, average quality, and a large number of missing phenomena.

文章引用: 徐文会, 刘娜, 赵莎莎, 王国婕, 杨晓英. 一种地形图中独立房自动成图技术[J]. 测绘科学技术, 2023, 11(3): 234-238. DOI: 10.12677/gst.2023.113026

Keywords

Image Interpretation, Independent Room, Automatic Mapping

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

传统的地形图生产包含 DEM 制作、DOM 制作、采集判绘、入库编辑、出版编辑 5 大过程。地图编绘过程通过拼接与坐标转换、内容取舍与更新、制图综合与编辑等。按照目前普遍采用的技术手段,人工成本最大的环节是采集判绘;其中,表现最为突出的是居民地、陆地交通、水系、植被等四类要素,居民地中的大部分为形状规则的独立房,亟需一种快速自动成图的技术来解决当前的问题[1]。本研究经过大量测试,中等难度的地形图独立房判绘原来需要 2~3 天,且质量一般,存在大量的丢漏现象,运用该技术 0.5 天完成,基本无丢漏[1]。

2. 背景技术

在 1:1 万、1:2.5 万、1:5 万地形图上独立房基本全部需要表示,在独立房稠密的地区可以综合成街区或者舍弃个别小独立房[2]。但是位于特殊地理位置的独立房必须全部表示,比如位于道路交叉口、河流交汇处、渡口、制高点、重要矿产资源地、文物古迹、国境线等处的独立房需要详细表示,不可取舍。独立房依其建筑形式、分布特点和大小用相应符号表示,在 1:5 万地形图制作中长度和宽度分别小于 0.5 mm, 0.3 mm 房屋的全部用独立房的符号表示。综观地形图判绘,离散分布的独立房较多,人工目视解译困难,综合取舍主观性强,重复工作量大,地形图中独立房判绘需要的时间较长,且质量一般,存在大量的丢漏现象[3]。

基于影像信息提取和综合处理技术,可以实现影像的自动判读,初步提取出道路、居民地、水系、植被、特殊地物等。该技术除了可应用于常规的地形图生产,还可以应用于导航电子地图、智能交通、交通旅游、土地利用规划等,可综合处理各类专题图里面的建筑物、道路、背景、交管信息。

3. 基于影像提取独立房轮廓

基于影像提取独立房轮廓主要通过 4 个步骤进行:1) 环境搭建;2) 遥感影像数据预处理;3) 模型训练与改进;4) 基于影像自动提取不规则独立房轮廓[4]。

环境搭建包含下载各类离线依赖包;准备适合程序的 CPU、内存、显卡、硬盘;安装 Anaconda3-2021.05 Windowsx86_64.exe+Python3.8 (离线环境);安装 Python3.8 版本(联网环境);显卡驱动通过 nvidia-smi 命令查看, CUDAversion 等于或高于 11.3;影像解译主程序安装[4]。

遥感影像数据预处理包含对遥感影像进行影像配准、灰度化、二值化、旋转、变换、色彩扰动,裁剪、掩膜等。影像配准过程通过多光谱影像与全色波段影像的配准校正以正射校正好的全色波段影像为控制基础,利用全色影像的同名点和 DEM 数据,同样采用全色影像自动正射校正的方法,对多光谱数据进行正射校正。通过图像裁剪是保留需要解译区域的影像,旋转变换和色彩扰动是对遥感影像进行色彩增强的主要途径。

模型训练与改进指从实践中探索出一些有规律的典型影像特征作为识别目标物的所谓“识别模式”亦即“遥感图像模型”。模型训练涵盖：多尺度特征自适应融合、全局和局部的上下文信息融合、基于焦点损失的难点挖掘、边缘精华后处理、提取轮廓规则化和自适应特征金字塔，然后进行模型训练和算法深度学习。通过多层次监督模型训练，产生出最优的模型，以供后续的影像提取。

基于影像自动提取不规则独立房轮廓启动已配置程序对地形图影像进行解译提取。程序根据设定的独立房的数据模型和灰度值参数，对输入区域的遥感影像进行解译。如果模型和灰度值不符合独立房的要求则跳过，如果符合要求则输出对应的多边形，提取房屋结果如图 1 所示。由于影像的灰度值不均匀，解译的结果为独立房的边缘轮廓，多为不规则多边形，与实际地形图生产的独立房符号有一定差距。



Figure 1. Independent housing results based on image extraction
图 1. 基于影像提取的独立房成果

4. 独立房自动成图技术

本研究首先对影像解译的结果进行初步分析，判定解译结果中的独立房均为地形图需要制作的内容。经过探索形成一套独立房自动成图技术，实现了将影像解译的独立房外轮廓转化为标准的长 0.5 mm，宽 0.3 mm 的矩形，试验效果如图 2 所示。



Figure 2. Effect diagram of automatic mapping technology for independent rooms
图 2. 独立房自动成图技术实现的效果图

独立房自动成图技术步骤如下：1) 通过空间计算调整独立房的外轮廓；2) 房屋外轮廓中轴线解算；3) 房屋中心点、有向点提取；4) 独立房模型转换后自动化成图；进过一系列的几何解算及规则化处理，将影像提取的不规则面状数据进行程序转换，根据空间关系完成拓扑修正，并按照技术要求实现地形图中独立房的自动成图。其整体的技术流程如图 3 所示。

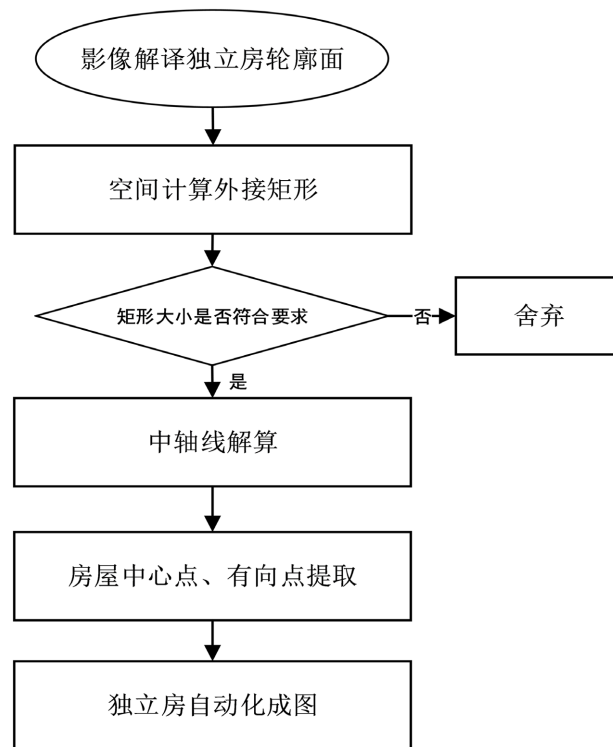


Figure 3. Automatic mapping process for independent rooms
图 3. 独立房自动成图流程

4.1. 通过空间计算调整独立房的外轮廓

通过空间解算确定独立房外轮廓的四至方位点坐标，生成独立房的规则外切矩形。为了确定多边形的外切矩形，首先，创建两对正交对齐的平行支撑线，穿过凸包的极值点。四条线的交点形成一个矩形。接下来，这些线同时围绕它们的支撑点旋转，直到其中一条线与凸包的边缘重合。每次边缘重合时，四条线形成另一个候选矩形。重复该过程，直到每个凸包边缘与四个支撑线之一重合，得到面积最小的矩形。整个算法大概分为以下 7 个步骤：

- 1) 计算输入多边形的凸包。
- 2) 找到凸包的极值点 $P_{MIN} = (X_{MIN}, Y_{MIN})^T$ 和 $P_{MAX} = (X_{MAX}, Y_{MAX})^T$ 。
- 3) 在 X_{MIN} , X_{MAX} 构建两条垂直支撑线，在 Y_{MIN} , Y_{MAX} 构建两条水平支撑线。
- 4) 初始化当前最小矩形区域 $A_{MIN} = \infty$ 。
- 5) 旋转支撑线，直到与凸包的边缘重合。
 - ① 计算当前矩形的面积 A ；
 - ② 如果当前矩形面积 $A < A_{MIN}$ ，则更新并存储当前矩形。
- 6) 重复步骤 5，直到凸包的所有边缘与其中一条支撑线重合一次。
- 7) 输出步骤 5.2 中存储的最小面积矩形。

4.2. 房屋外轮廓中轴线解算

当许多房屋聚集于一处,不能一一表示时,可综合为一个整体表示,如相邻的几幢房屋可表示为街区;密集地物无法一一表示而又不能综合或移位时,可按照密度进行删除;对于大小不一的图斑只筛选长度小于 25 米,宽度小于 15 米的,并标注其中轴线。通过以下算法确定独立房最小面积外切矩形的中轴线,基于高斯投影, GCS2000 地理坐标系,计算矩形的四个角点的坐标 $p1_{(x1, y1)}$, $p2_{(x2, y2)}$, $p3_{(x3, y3)}$, $p4_{(x4, y4)}$, 计算结果如图 4 所示。

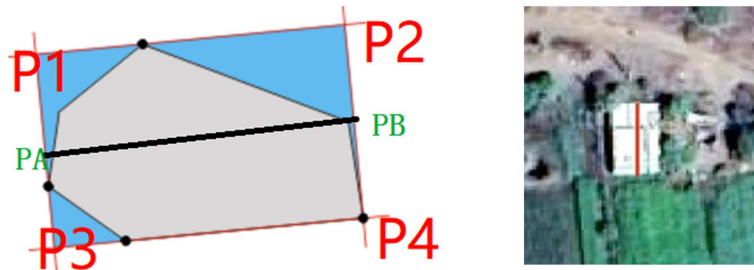


Figure 4. Schematic diagram of spatial calculation axis and results
图 4. 空间计算中轴线和成果示意图

中轴线坐标则为:

$$PA_{(x,y)} = \left(\frac{(X_{p1} + X_{p3})}{2}, \frac{(Y_{p1} + Y_{p3})}{2} \right), \quad PB_{(x,y)} = \left(\frac{(X_{p2} + X_{p4})}{2}, \frac{(Y_{p2} + Y_{p4})}{2} \right)$$

4.3. 房屋中心点、有向点提取

数据中的独立房数据模型需要中心点和有向点,所以需要通过中轴线的点提取房屋中心点、有向点坐标。

$$\text{中心点坐标 } P0_{(x,y)} = \left(\frac{(PA_{(x)} + PB_{(x)})}{2}, \frac{(PA_{(y)} + PB_{(y)})}{2} \right);$$

$$\text{有向点坐标 } PD_{(x,y)} = PA_{(x,y)} \text{ 或 } PD_{(x,y)} = PB_{(x,y)}。$$

4.4. 独立房自动化成图

独立房的中心点和有向点经过模型转换生成地形图规格的独立房坐标文件,属性文件,导入制图软件即实现地形图规格的独立房自动成图。

5. 结语

本文在生产实践的基础上,探讨出一套地形图中的独立房快速成图的技术。将影像自动解译提取的不规则面状数据进行解析,根据空间关系完成拓扑修正,并按照技术要求实现地形图中独立房的自动化成图。在同等工作量的基础上,比原有技术生产成本至少节省 70% 工天。

参考文献

- [1] 王战. 数字简码自动成图法在地形图测绘中的应用[J]. 经纬天地, 2021(6): 7-9.
- [2] 刘超, 郑文越, 韩守富, 等. 基于 Voronoi 图的大比例尺跨度独立房综合算法[J]. 地理空间信息, 2015, 13(5): 147-149+11.
- [3] 郑江, 骆剑承, 陈秋晓, 等. 遥感影像理解智能化系统与模型集成方法[J]. 地球信息科学, 2003(1): 95-102.
- [4] 王小龙, 童亚妮. 利用遥感数据和 GPS 观测数据更新 1:5 万地形图的作业方法[J]. 地矿测绘, 2002(2): 12-15.