

项目编号 S2016795

武汉大学大学生创新创业 训练计划项目科研总结

单色复杂地物轮廓的提取 光滑与矢量化输出

院（系）名称：测绘学院

专 业 名 称：测绘工程

小 组 成 员：王嘉庚 张明远

宁 安 何 艳

指 导 教 师：张朝玉 副教授

二〇一七年三月

摘要

本项目由四名小组成员和一名指导教师完成，均来自测绘学院 2014 级，专业方向为大地测量与导航方向。在一年半的专业学习过程中，具备了一定的测绘专业知识。通过与老师的交流，希望能将自己所学知识用于图像矢量化过程中，充实自身专业知识，提高编程科研能力。指导教师为张朝玉副教授，专业领域为大地测量数据处理，大地测量地球物理联合反演。主要教学科目包括《误差理论与测量平差基础》，《张量分析与弹性力学》，《数字信号处理》，《地壳形变测量与数据处理》。

图像在计算机中的表示方式有两种：一种为光栅点阵，又称为位图；另一种为矢量，又称矢量图。位图以像素为单位对图像进行存取，特点是信息量大，存储时需要较大的存储空间，因此对于图像的存储和传输带来了较大的问题。同时也不利于图像的变换处理，比如对图像的缩放，旋转，修改等。矢量图由线条和形状组成，仅仅记录描述图像的各种参数。如记录线段时，仅需要记录端点坐标。特点是边缘平滑，有利于图像的变换处理，存储空间小。并且矢量图形可以方便的利用计算机图形学的基本方法变换为位图，能够实现较为快速的转换。

项目在申报成功后，小组成员在导师的指导下查阅相关资料，我们通过内部讨论，在已有的学习到的知识中对简单地物矢量化提出了一种新的方法，并且将它进行编程实现。项目中期，小组成员提交了自己的科研报告，在科研过程中，我们的讨论与分工提高了我们的科研能力，让我们对科学研究有了新的认识。科研的过程是艰难的，科研的结果是喜悦的。这次科研提高了我的兴趣，我对科学研究有了更深的认识。目前项目研究进展良好，基本完成申报书中的预期成果，并对成果进行了讨论。

一、项目选题的背景

图像在人类认识世界过程中占有重要地位，随着科学技术的飞速发展，以图像为形势的信息越来越多的被人们获取，并且图像信息处理技术已广泛用于众多社会领域。

在简单地物矢量化的方面，常用矢量化算法包括轮廓跟踪法，网格跟踪法，基于稀疏像素的方法，三次张力样条曲线方法。无论哪种方法，都是通过判断图像亮度的一阶导数是否连续来确定。而在判断为边缘点的集合中，我们使用曲线或者直线

基于矢量图对位图的优势，大量领域引入了矢量图。比如在工程制图领域，在计算机出现之前保存的大量数据图纸资料，在保存、资料使用检索、资料传播等方面均较为困难。考虑到经济因素，重新制图需要消耗大量的人力物力财力，浪费资源和消耗时间，使工程进度减缓。在计算机重新制图过程中，若考虑使用矢量化技术，则可以快速的将纸质资源变更为计算机矢量图资源，并快速应用到 CAD 系列软件中。

图像矢量化技术在科学研究和工程制图领域有着广泛的应用，由位图显示的复杂地物相对于矢量图显示的复杂地物轮廓，具有难辨别，特征不突出等特点，因此，对于复杂地物以及形状明显的位图，运用程序进行处理后将变换为高质量的矢量图，便于辨别其特征并进行识别。对于重要字画例如书法作品，进行处理则可以将其进行保留，便于观赏以及研究。本文研究的内容，旨在针对复杂单色地物的矢量化过程中，提出一种边界分析新的算法，并给出的一套复杂单色地物位图矢量化的方案。

进行拟合。该拟合过程如果使用一定的方法，能够将曲线尽可能的拟合在边界线上。

目前对于位图矢量化方面有很多的研究，但是在矢量化的过程中难免有或多或少的缺陷。本文主要研究单色复杂地物的矢量化过程中，提出一种基于平差处理的局部处理方法对

边缘链式结构的像素的进行矢量化处理方法。主要目的是结合已有的学到的知识理论，从计算机图形学，数字图像处理的角度出发进行程序编写，利用平差等方法进行数据处理，从而进行尝试，提升科研能力。意义在于，本文对简单地物提出了一套处理方案，用于解决简单地物的矢量化问题。

对于图像矢量化算法的整个过程而言，首先需要进行图像预处理，图像增强，边缘提取和图像分割，边界光滑处理和矢量化输出等过程

（一）图像预处理算法

在位图矢量化的过程中，位图的特征信息被提取，其非特征信息则被忽略，由此形成矢量图。位图中有大量的物体信息，包括形状，边界等。在位图的获取过程中，难以避免的被混入大量噪声。如工程图纸成果图被扫描为位图时，因污染，仪器，尘埃，光纤等因素影响，图像出现孤立点，毛刺点，空心点等情况，导致噪声点可能被误识别为图像特征点，从而降低位图矢量化的准确率，影响位图矢量化后的矢量图形。因此，对于图像矢量化的过程中必须进行图像预处理，设法将图像噪声去除。

（二）图像增强

当图像进行扫描，传输，复制，生成等格式变化时，图像的质量必然有或多或少的下降。使用图像增强的目的是用一系列特定的计算方法，将图像转换成更易于进行下一步数字图例的方法。图像处理的方法可分为空间域处理和频率域处理。空间域处理时在原图像上对灰度级直接进行数据运算，它包括对像素点邻域相关空间域的局部运算和对图像各个点的运算。频率域处理是对对图像进行傅里叶变换后给变需要的频率分量再进行傅里叶逆变换，从而得到变换后的图像。图像增强包括低通滤波器图像边缘平滑，高通滤波器图像边缘锐化。

（三）边缘检测和提取

检测单色复杂地物的边缘并且对不相干复杂地物部分进行分割，是重要且有必要的，图像边界点即为图像中所需要提取出的特征信息。目前灰度图像边缘检测的方法有两种，一种是从局部出发，如微分法、拟合法等，另一种是从全局出发，以能量最小化为目标，如松弛法，神经网络分析法。其特点是运用严格的数学方法对问题进行分析，最终给出最优检测依据。

图像边缘常常显示为颜色突变，对于二值图像来说就是边缘两侧像素灰度值的突变。边缘提取的目的在于强化灰度图中的边缘部分，并且使之产生边缘轮廓效果。边缘是根据处于边缘位置的像素变化性质来决定的。分析图像在边缘处的导数多为极值或过零点，这与数学中函数发生跳变的位置的导数情况是一致的。同时利用数字图像的灰度不连续性，将差分代替微分。使用算子与图像进行卷积后即可提取出数字图像边缘。常用的有 Roberts 梯度和 Sobel 梯度，Laplacian 算子等。

（四）区域分割

区域分割的目的在于利用图像中某类特征值的相似性来确定区域，或者利用区域间的不相似性来区分区域。将分割后的图像作为一个集合中的子集，这样有利于加快图像处理速度。对于易分割的复杂地物的解决方法，应当采取区域增长的方法，将有相连的相同像素特征的像素连接起来。判断图像内所有像素点是否都已经检测过，并对所有集合进行判断，计算后生成新的集合。

（五）边界光滑处理和矢量化

检测地物边缘并进行区域分割后，所显示的地物仍旧为位图，此时并没有形成矢量图。将检测到的边缘像素点进行点的链接，选择其中一个计算点进行计算梯度朝向，依次根据梯度方向寻找下一个边界像素点，并录入链表。这样的目的是使得所有像素边界点完全被涵盖并且按照正确的顺序链接，不会出现线段之间的交叉连接从而使得矢量化后的图像与位图原先边缘不符。在完成区域内所有边缘像素点的链接后，得到记录区域边界的点链，这些边界

像素点的链表记录了边界值的坐标，形成了一连串连续线段，此时应当对像素点进行边缘平滑处理。连续链接的线段在 B 样条曲线的处理下变得光滑，并且形成了关于边缘的函数。

二、项目成员的组成、特长、分工及成员间相互协调配合的情况，导师指导情况

项目成员由王嘉庚，张明远，宁安，何艳四名同学相互协作完成，其中在程序编译，数据处理方法使用，相互协调沟通方面各自发挥了作用。导师在指导项目进行的方面也起到了很重要的作用。

三、项目的创新点与特色

该研究项目在图像矢量化区域采用了平差方法进行拟合，讨论了一种图像边界上拟合的方法，将点的坐标形成的边界函数通过平差的方法进行计算，通过设置阈值调整平差结果，判断评查结果的优劣并且

对于矢量化函数构建过程，本文设计了一种利用简单函数，包括直线，椭圆弧和抛物线进行五点分段矢量化的算法。

首先设定临界值 K，选取五个链状边缘点，记录它们的坐标集合为 T，将 T 集合中所有元素的 x 和 y 值带入直线，抛物线和椭圆弧的函数式。

直线的方程为： $y = kx + b$ 式中 k,b 为待定参数

抛物线的方程： $x^2 = 2py$ 式中 p 为待定参数

椭圆的方程： $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

由数学公式可知，直线需要两个坐标点确定参数，抛物线需要三个坐标点确定参数，椭圆弧需要四个点确定参数。因此，引入五个连续的链状边缘点，才允许其中所有函数有多余观测测量，使得可以对此进行平差计算，得到最合适数值。每个点之间的权值相同，设定误差 v 的平方和乘权后相加值为总数值，将总数值与容忍值进行比较，若总数值大于容忍值，则说明所有函数式均不符合该五个点。

并且位图中，我们认为点之间的关系是独立的，离散的，点与点之间没有影响关系，这使得我们不需要考虑权阵的其他影响。

将这五个点进行稳健估计的平差方法，依旧进行最小二乘法计算，记录其中 V 的绝对值最大的点，说明该点不适合此方程，说明该点距离理想方程最远。以该点为端点，与该链表的该点之前的点进行直线连接。以该点为端点，与该链表的该点之后四个点形成集合，进行新的五点分段矢量化。

这种算法的优点在于，通过带入点的坐标，反解最优方程的过程，以此验证点是否在该算数方程上，利用稳健估计的平差方法提取出与方程不符的点并对其进行处理，使得所有点链接并且矢量化。

四、项目实施的进展情况及初步取得的创新成果

项目申报成功后，小组成员在导师的指导下查阅相关资料，结合自己已有知识，编写并运行程序，并完善程序源代码。讨论了基于简单地物针对复杂地物的矢量化提出了一种单色矢量算法，讨论了在并且对程序的部分地方进行了简单的代码阐述与实现。

在项目中期，小组成员就已进行的研究成果提交了中期报告，汇总了当前对位图矢量化的阶段成果已经方法，使用 python 语言编写程序源代码。

小组成员在项目中期，就自己所研究的成果提交了中期报告，汇总和梳理了现阶段的成果。之后小组成员更进一步地研究了无人驾驶的相关资料。2016 年 3 月-2016 年 9 月：分析拓扑结构，建立车库信息系统，同时分析可能路径，设计路径规划的算法

2016 年 9 月-2017 年 3 月：学习 python 基本语言

2017 年 3 月-2017 年 7 月：设计算法，实现 python 的 GUI 界面

2017 年 9 月-2017 年 12 月：改良算法并进行讨论，实现位图矢量化。

目前项目研究进展良好，基本完成申报书中的预期成果：

1. 程序编写设计

2. 项目结题报告

在结题之后，小组相关成员会继续深入研究，争取将原有代码不合理的地方进行修改，增加该算法的适用面，增加拟合函数的类型并且对拟合中的误差进行讨论，以改进算法的适用面。

五、项目实施过程中的收获与体会

在研究过程中，小组成员相互之间积极交流，提出算法，在学习 python 语言期间，对于新编程语言的不熟练度让我们在科研过程中的速度变得非常的慢，导致我们的研究项目经常遇到瓶颈。导师在项目研究中给予了我们非常多的帮助，导师及时纠正了我们的消极思想，让大家重新燃起了研究算法的斗志。

对于新的位图矢量化方法，我们在讨论的时候曾经多次迷失方向，对于各种算法的优缺点很难做到把握住，矢量化的程序结果也让我们失望，一套算法应用于直线部分表现优秀，在椭圆部分的拟合就表现相当令人失望。但是大家依旧讨论总结，修改算法。枯燥的调试程序消磨每个人的意志，给人惊喜也令人失望。

本次大学生科研创新项目是我们小组每个人的第一次科研，在跌跌撞撞的摸索中我们提高了自己的编程能力，学习到了如果寻找自己需要的资料，对算法的讨论过程也让我们受益匪浅。这次科研经历是我们每个人的财富，更是日后，无论科研过程还是接触工作，面对问题，解决问题有了更宽广的思路。