

基于坐标点数据分析的封闭曲线填充模型

蔡冰洁¹ 陈怡帆² 刘翰享³

1. 华北理工大学理学院 河北 唐山 063210

2. 华北理工电气工程学院 河北 唐山 063210

3. 华北理工电气工程学院 河北 唐山 063210

【摘要】激光打标是一种应用广泛的加工方法，如何高效利用成为重要的研究方向。针对轮廓平行，建立图像缓冲区等距缩放图像，利用多边形无限逼近曲线建立模糊多边形模型求得孵化曲线主体总长度；针对锯齿平行，进行区域划分并作等距平行线与曲线图像相交，排列同区域交点顺序依次连线；最后改进轮廓平行线算法，划分曲线区域并建立图像缓冲区模型等距缩放图像，结合锯齿平行算法划分曲线区域以减小循环次数，进而提高运行效率。

【关键词】图像缓冲区模型；区域分块处理；运行效率；曲线填充；坐标点数据分析

1 问题重述

建立舱口的数学模型，设计算法，计算算法的效率：

问题一：根据附件1图形坐标点数据(mm)实现单层轮廓图案的锯齿平行舱口和轮廓平行舱口，两组输入参数下的孵化：

- (1) 内部收缩边界距离1mm，舱口间距1mm；
- (2) 内部收缩边界距离0.1mm，舱口间距0.1mm。

在两组参数下，计算填充曲线总长度、水平线数、平行线的圈数和平均运行时间(ms)，计算(2)和(1)情况下程序运行的运行时间比。

问题二：根据附件2重复问题一(将问题一中的“附件1”改成“附件2”)

2 问题分析

2.1 问题一的分析

问题一的模型：单层轮廓图案的锯齿平行孵化和轮廓平行孵化。依据附件1数据，画出封闭曲线图像并分析。

轮廓平行线：将数据转化成polyshape结构类型。沿原图像画出半径为1mm或0.1mm的圆，圆心为原图像上的坐标点，连接各个圆内侧切线方向的点构成缓冲区，即第一层等高线。以此类推，从第二层开始各个点画圆均以1mm或0.1mm为半径满足轮廓间距离，最后画出全部等高线层。

锯齿平行线：首先将曲线图像分块，以一条y=C常数对线与封闭曲线交点个数为依据，划分为各个小部分和一个大部分。同一高度下相同部分或不同部分均为同一批填充对象，以每个部分作为循环主体。选取高度差为1mm或0.1mm直线与曲线图像对交点，排列交点并比对最短路径交点，以此连接同一高度曲线内部点和最短路径点。

2.2 问题二的分析

问题二的模型为：相互嵌套的多层轮廓图案的锯齿平行和轮廓平行孵化。问题一、二用到相同的模型及算法，但是问题二数据更多更复杂，更能体现算法的效率情况。

3 模型建立

3.1 问题一模型的建立

锯齿平行线的总长度利用两点间距离公式计算：

$$h = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$$

轮廓平行线的总长度通过建立模糊边界模型，利用轮廓的多边形逼近原理计算总长度。建立模糊边界模型，利用模糊边界确定图像点与相邻点模糊隶属度的差值。定义模糊周长为：

$$p(x) = \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{N-1} |\mu_x(m, n) - \mu_x(m, n+1)| + \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{N-1} |\mu_x(m, n) - \mu_x(m+1, n)|$$

其中，对于轮廓平行填充：对于外缘轮廓平行缩放一次，建立一次缓冲区，将数据记录在循环中，即最终输出循环对次数为等高线平行线圆数；

对于锯齿平行填充：对曲线图像进行分块计算，将图像上交点分成多个部分；计算公式如下：

$$\sum_{i=1}^n sum = \begin{cases} \text{mod}(\frac{numy}{2}) = 0, numy/2 - 1 \\ \text{mod}(\frac{numy}{2}) = 1, numy + 1/2 - 1 \end{cases}$$

下图为内部收缩边界距离1mm，舱口间距1mm时，并计算出时间圈数等数据，不再展示第二组：

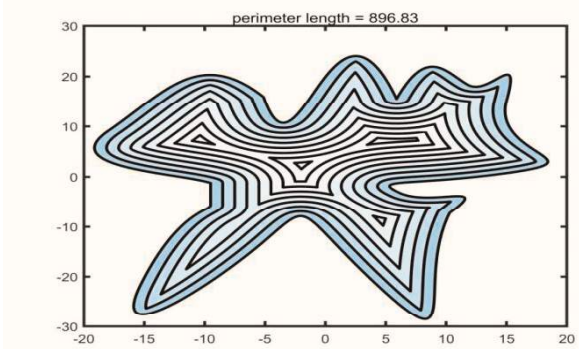


图 3-1 1mm 附件一轮廓平行图

3.2 问题二模型的建立

等高线轮廓平行舱口：问题二中，图像大致与问题一相同，只是在问题一的基础上增加了舱口，所以第二问的思路与第一问也大致相同。

锯齿平行舱口：相互嵌套的多层轮廓图案的出现，使锯齿平行舱口的孵化过程更加复杂，但总体思路仍然与第一问中的锯齿平行舱口孵化相同。

等高线轮廓平行舱口：

内部收缩边界距离为 1mm，舱口间距 1mm 时，绘制出图像，并计算出相应数据（第二种同样）

锯齿平行舱口：

内部收缩边界距离 1mm，舱口间距 1mm 时，绘制出的图像并计算出相应数据（第二种情况不再显示）：

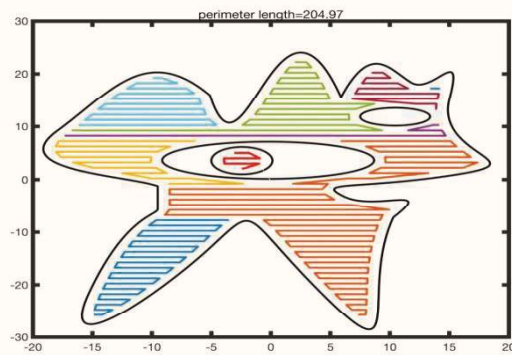


图 3-2 1mm 附件 2 锯齿平行图

4 模型评价

4.1 模型优点

(1) 将舱口孵化问题，简化为简单的图形填充问题，更容易操作与理解。

(2) 利用轮廓多边形逼近原理以多边形周长来近似曲线周长，使函数形式未知的曲线周长计算得以实现。

4.2 模型缺点

在进行锯齿平行舱口孵化时，图形周边点细节的处理以及交点连线的处理不够严谨，整个孵化结果图形尚存在很多缺陷。

5 结束语

总而言之，对于问题一，代入数据分别对轮廓平行线和锯齿平行线分 1mm 和 0.1mm 情况讨论并作图。针对轮廓平行线，建立图像缓冲区模型等距缩放图像，建立模糊边界模型利用多边形无限逼近曲线求得孵化曲线主体总长度；取循环次数为轮廓圈数，记录平均运行时间。针对锯齿平行线，对曲线进行区域划分并作等距平行线与曲线图像相交，排列同区域交点顺序依次连线，利用两点间坐标公式求得总长度；累加不同区域不同等距线数量为平行线数，记录平均运行时间。

对于问题二，代入附件二数据分别对轮廓平行线和锯齿平行线分 1mm 和 0.1mm 情况讨论并作图。建立问题一的模型，重点处理图像周边点的细节和图像上交点连线的分流。建立问题一的模型，计算孵化曲线主体的总长度和等距线的层数，记录运行时间。

【参考文献】

- [1] 陈明辉，马少龙，刘德华．优化激光标记目标参数 [J]．南方农业机械，2020,51 (19): 192-193
- [2] 杨洁．激光标记机控制系统研究 [D]．武汉纺织大学，2014
- [3] 张毅，李昌华．基于边界跟踪 [J] 的任意形状区域填充算法．计算机工程和设计，2015,36 (03): 725-728
- [4] 吴振华．基于块处理 [J] 的 2D 图像并行渲染技术．电子技术和软件工程，2019 (04): 57-59
- [5] 张路斌．基于空间填充曲线 [J] 的轨迹热点区域挖掘算法的研究．电子世界，2016(23):69+71