

激光雕刻中光刻槽补偿算法研究

刘晓东 胡 兵 何云贵

(华中理工大学激光技术与工程研究院, 武汉, 430074)

摘要: 分析了激光雕刻中光刻槽现象的成因, 并提出了三种基于计算机图形学的补偿算法以解决这一问题, 在实践中取得了良好效果。

关键词: 激光雕刻 光刻槽 矢量环 补偿算法

Compensative algorithms for laser trough in laser carving

Liu Xiaodong, Hu Bing, He Yungui

(Institute of Laser Technology & Engineering, HUTS, Wuhan, 430074)

Abstract: This paper analyses the reasons of laser trough in laser carving. We propose three compensative algorithms, called vector filling algorithm, square filling and parallel movement algorithm, based on computer graphics. All the algorithms are proved to be well in practice.

Key words: laser carving laser trough vector hoop compensative algorithm

引 言

激光雕刻技术是 80 年代兴起的一门崭新的工业加工技术, 由于其加工速度快、字迹清晰

左右小范围的调谐输出, 能满足测距仪对该波段不同波长的需求。

三、结 论

光学参量振荡是获得测距仪理想光源的有效方法, 实现了较大能量、较高效率的激光输出。在实验中我们看到: 采用作者所述的用 SBS 后向放大输出泵浦 KTP OPO 作为测距仪的光源, 所获得的能量完全可以满足测距仪的要求, 能实现远距离测距。进一步的工作是要在元器件上下功夫, 改善泵浦光的光束质量, 使 OPO 的结构紧凑, 提高输出激光的稳定度, 做出一台实用的、小型的 1.57 μm 激光测距仪。它将很有希望取代现有的 Nd: YAG 1.06 μm 激光测距仪。

参 考 文 献

- 1 姚建铨. 非线性频率变换及激光调谐技术. 北京: 科学出版社, 1995: 177~ 190
- 2 Zumsteg F C, Bierlein J D, Grei T E. J A P, 1976; 47(11): 4980~ 4985
- 3 Brosnan S J, Byer R L. IEEE, 1979; QE-15(6): 415~ 431
- 4 Yao B, Ju Y, Yu X *et al.* SPIE, 1996; 2889: 263~ 267
- 5 赵庆春, 郭晶华, 陆雨田 *et al.* 中国激光, 1992; 19(7): 523~ 528
- 6 王月珠, 陈德应, 鞠有伦 *et al.* 自然科学进展, 1991; 1(5): 470~ 471

作者简介: 柳 强, 男, 1972 年 7 月出生。博士生。现从事光学参量振荡器的研究工作。

永久、无污染、无磨损等优点,被广泛地应用于军工、机械、电子、汽车、广告美术等行业。一些发达国家已将该技术作为工业加工的工艺标准。

随着计算机图形学在激光加工领域的交叉渗透,大大扩展了激光雕刻的应用范围,并为推动相关学科的发展提供了新的思路,成为激光雕刻领域的重要特色之一。

90年代初,作为国家科委“八五”攻关项目之一,华中理工大学激光工程研究院研制成功 JS-A 型激光雕刻机,并引入到印章刻字行业,取得了可观的经济、社会效益。

在激光雕刻过程中,由于光刻槽的存在,使激光刻写的精度受到了一定的影响,特别对于文字中较小较细的笔画不能正确输出,往往有激光束“吃”笔画现象出现,从而影响了激光雕刻在印章行业中的推广及应用。我们将从计算机图形学及软件控制的角度,探讨几种对光刻槽的补偿算法。

一、光刻槽现象的分析及其负面影响

激光雕刻主要是利用激光与物质的相互作用,使激光作用于工件表面,从而留下与背景颜色有一定反差的印记。在实际情况下,激光光束与焦平面的交点不是一个几何点,而是一个有一定直径的光斑,激光与材料的相互作用会延伸到作用点周围的区域。这使得光笔在某一方向上行进时,光斑会在与行进方向垂直的上、下两方向上有所延伸,从而形成光刻槽。光刻槽宽、槽深与光斑直径、光笔速度、光输出功率大小及工件材料均有直接关系。由于光刻槽有一定的宽度,这种宽度的存在对激光雕刻的精度有明显的影响。

在激光雕刻中一般采用直线扫描算法。如图 1 所示,当光刻槽接触笔画边缘时,将“吃”掉笔画的边缘部分。

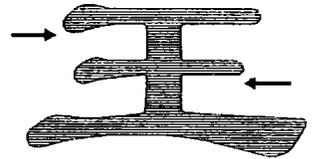


Fig. 1 Laser trough and the black and white image

二、补偿算法

为了解决光刻槽现象带来的笔画失真,笔者曾在文献[1]中提出一种扩展 0 点法的补偿算法。

扩展 0 点法的主要思想是使黑白二值图中代表笔画部分的 0 点区域得到扩展,从而使文字的笔画“加粗”,以补偿光刻槽所“吃”掉的笔画部分。

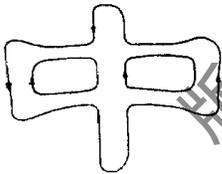


Fig. 2 Hoops in the vector character

扩展 0 点法的基本算法是逐一搜索黑白二值图中的所有边缘点并将每一边缘点邻域内的背景点用 0 点代替,使笔画部分得到加粗。在此方法中,邻域的半径对应着加粗的等级,但当邻域半径较大时,算法中需判定的点较多,难以实现实时输出处理。

将矢量环变为激光印章雕刻系统中能直接利用的黑白二值图有一种重要的基本算法,称之为矢量填充算法^[2]。

矢量填充算法的基本思想是利用水平射线切割矢量环而形成一系列出入点对,连接对应出入点对所形成的全部有向线段便实现了对矢量文字的填充。

上述填充算法得到的有效线段,只有长短,没有粗细。将有效线段赋与粗细的内涵便得到了第二种补偿算法。如图 3 所示,以有效线段为衍生核形成一种实

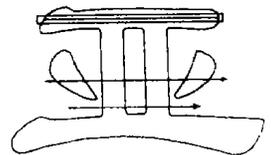


Fig. 3 The second compensative algorithm

心矩形以代替有效线段。当有效线段完成对矢量文字的填充时,实心矩形便实现了对图形的加粗补偿处理。加粗的等级对应着矩形体积大小。

由于这种实心矩形补偿法完全基于矢量填充算法,因此其实时性强,补偿效果好。

第三种补偿法称之为平行移动法。如图4所示,对于环的每一边,在其外侧作与之相距为 d 的平行线,所有平行线的交点确定了一较原环加粗了的新环。其中距离 d 对应着加粗等级。平行移动补偿法的优点是能够做到连续无级加粗,并且所得到的结果也是一矢量环结构,便于作进一步图形处理。

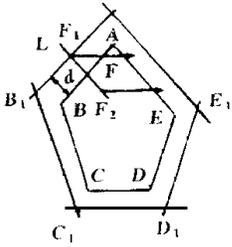


Fig. 4 The third compensative algorithm

在算法上实现平行移动有两个主要环节: 1. 如何作出环每一边的外侧平行线

如图4所示,取环的一边 AB 的中点 F ,过 F 作 AB 的垂线 L ,在 L 上有关于 F 点对称并且与 F 均相距为 d 的两点 F_1, F_2 ,此两点中必有一点在环的内部,而另一点在环的外部。过 F_1, F_2 点分别做水平向右的射线穿越环,若与环的交点的个数为奇数,则始发点为环内部点,否则为环外部点^[5,6]。如图所示,过环外部点 F_1 作 AB 的平行线 A_1B_1 即为所求。

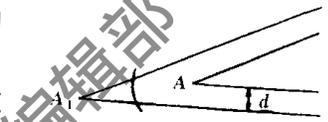


Fig. 5 The compensation in the small angle condition

2. 小角度情况下的补偿处理 如图5所示,当环的某两边夹角为一小锐角情况时,用平行移动法作补偿处理, A 点的对应点 A_1 点与 A 点的距离大大超过 d ,这一现象将使新环的形状发生畸变。为了矫正上述现象,以 A 点为圆心, d 为半径作一圆,以此圆夹在角 A_1 内的圆弧部分代替 A_1 (在实际情况中,可根据特定的数据精度,取所夹圆弧上少数几个代表点即可)。

三、实际应用

以上三种补偿算法均应用于笔者所编制的激光印章排版系统,取得了良好的效果。图6为计算机绘制的激光雕刻模拟样章图,图6a中文字笔画较细,在激光雕刻中容易产生笔画失真,而图6b是经过补偿算法处理后的结果,图中文字笔画较为丰满,补偿效果明显。

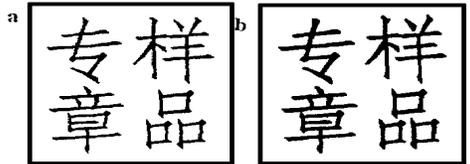


Fig. 6 Two seal images

a—before compensation b—after compensation

参 考 文 献

- 1 刘晓东,吴华理,胡兵 *et al.* 激光技术, 1995; 19(5): 317~ 319
- 2 刘晓东,胡兵,何云贵 *et al.* 华中理工大学学报, 1995; 23(3): 4~ 6
- 3 Ghosh P K. Computer Vision & Graphics, 1991; 54(1): 119~ 144
- 4 Feng H Y, Pavlids T. IEEE Trans Computers, 1975; C24(6): 636~ 650
- 5 何援军. 计算机图形学算法和实践. 长沙: 湖南科学出版社, 1990
- 6 Chin F, Wang C A. IEEE Trans Computers, 1983; C32(12): 1203~ 1207

作者简介: 刘晓东,男,1970年出生。博士生。现从事激光加工领域的信息处理及计算机辅助设计研究。