

文章编号:1000-1735(2016)03-0356-06

DOI:10.11679/lxxblk2016030356

剪纸风格京剧脸谱设计方法

唐 棣, 邢 璐

(辽宁师范大学 计算机与信息技术学院, 辽宁 大连 116081)

摘 要:针对手工剪纸京剧脸谱工作效率低、不便于保存等问题,提出了一种基于 Corel-Draw 的剪纸风格脸谱设计方法.通过分析传统的脸谱剪纸的纹样特征,五官纹样采用 Bézier 曲线的细分算法构造形成纹样库,花朵纹样则分别由花蕊和花瓣两种纹样旋转融合得到,形成一种从内向外渐变的朵花纹样库.同时,提出了一种对称纹样的双路径填充,使不规则曲线之间的装饰更富于变化.实验结果证明,该方法能够提升脸谱剪纸的工作效率,便于艺术家构思与创作,并且有利于传统文化的保护与传播,在广告设计,动画创作和京剧艺术展示领域有很好的应用前景.

关键词:剪纸风格京剧脸谱;非真实感绘制;纹样;Bézier 曲线;路径填充

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

作为中国传统设计艺术的瑰宝,图形艺术自人类起源至今有着悠久的历史,在文化演变的过程中,图形艺术保存了不同时期人们特有的生产生活状态和思维方式,这使其蕴含了很高的艺术价值.越来越多的学者开始关注到传统艺术的保护,其中作为民间美术类非物质文化遗产的剪纸艺术的数字建模更是受到重视.中国剪纸艺术之所以能够发扬光大并流传至今,一个重要的因素就是它不仅在生活中有着物质的体现,更寄托了老百姓的一些精神层面的追求.所以它是人们价值观念与心里特征的一种重要的表现形式,并且对推动我国传统文化的发展起着举足轻重的作用.

从 20 世纪 90 年代初期以来,作为计算机图形学分支的非真实感图形绘制技术(Non-Photorealistic Rendering, NPR)在艺术创作的多个领域都取得了创新的成果,例如水粉画^[1]、水彩画^[2]、水墨画^[3]、铅笔画^[4]、山水画^[5]、中国画^[6]、卡通画^[7]等.文献[8-9]详细说明了剪纸形象中月牙纹样和锯齿纹样的生成算法,主要以动物剪纸形象为对象设计剪纸系统.文献[10]详细分析了脸谱的结构并对纹样进行变形,实现了不同层纹样形状的关联调控.

通过分析传统手工京剧脸谱的剪纸得到剪纸脸谱的构成,在此基础上运用 B 样条曲线和 Bézier 曲线构造五官纹样库,并设计出由花蕊和花瓣两种纹样旋转渐变相互融合的一种用于装饰的朵花纹纹样,将设计出的纹样和已有的剪纸作品中提取纹样组合成计算机剪纸风格京剧脸谱.另外还提出了一种双路径对称填充方法用来对不规则曲线之间进行装饰填充.通过以上方法,艺术家在进行创作时可以专注于思考与创新,使费时烦琐的精细纹样创作由电脑来完成.

1 剪纸脸谱的构成

京剧脸谱是用于舞台演出的一种传统戏剧造型艺术,对于不同的行当,脸谱绘制的特点也有所不

收稿日期:2016-05-20

作者简介:唐棣(1960-),女,内蒙古通辽人,辽宁师范大学教授. E-mail: tangdilizhao@163.com

同,“生”“旦”的面部妆容只需轻描淡写略施脂粉,因此比较简单.而“净行”与“丑行”面部绘画比较复杂,尤其是“净”,都是施以浓墨重彩的,并且花纹也十分繁杂,因此称“花脸”.通常剪纸脸谱的构成有以下几部分:盔头、额头纹、眉纹、眼窝纹、鼻纹和髯口等部分.脸谱整体构图有谱式区别,而局部的眉纹、眼窝纹、鼻窝纹和髯口的图案方式,也有明显的区别,形成局部纹样的分类.如图 1 所示为剪纸脸谱的构成.

2 纹样的构造

一个完整的剪纸脸谱是由多个纹样构成的,例如:眉纹、眼窝纹都是由单独的图形元素构成的,把这类纹样称为独立纹样;而那些结构复杂的由多种纹样叠加组合而成的纹样称为复合纹样.

2.1 独立纹样

构建独立纹样库的方法有:①从已有的剪纸作品中提取已进行数码矢量化处理的纹样^[11];②运用 Bézier 曲线绘制纹样.因为纹样的轮廓线大多是光滑的,所以用这种曲线绘制十分适合.通常 $n+1$ 个顶点定义一个 n 次的 Bézier 曲线,其参数向量表达式为

$$P(\mu) = \sum_{i=0}^n P_i B_{i,n}(\mu).$$

其中, $0 \leq \mu \leq 1$, P_i 为各顶点的位置向量, B 为 Bernsrain 基函数,也就是 Bézier 多边形的各顶点位置向量之间的混合函数.该函数的表达式为

$$B_{i,n}(\mu) = \frac{n!}{i!(n-i)!} \mu^i (1-\mu)^{n-i}.$$

考虑到计算量和算法的稳定可靠性,选择 De casteljau 的细分 Bézier 曲线算法,这是计算 Bézier 曲线的基本算法也是标准算法.算法的基本概念是在线段 AB 上找到一个点 C ,它把线段 AB 分为 $\mu : 1-\mu$ 的比例($0 < \mu < 1$).已知点 A, B 的坐标,则点 C 的坐标为 $(1-\mu)A + \mu B$. De casteljau 的算法原理如下:假定一个 3 次 Bézier 曲线的 4 个控制点分别为 P_0, P_1, P_2, P_3 ,将控制点连接成折线,运用上述方法,分别计算出每条线段上的点 P_0^1, P_1^1, P_2^1 ,使得该点将线段分为 $\mu : 1-\mu$ 的比例,再连接 $P_0^1 P_1^1, P_1^1 P_2^1$,找到点 P_0^2, P_1^2 ,最后连接 $P_0^2 P_1^2$ 与 Bézier 曲线相交的点即为 $P(\mu)$.细分过程不断迭代进行,直到满足用户设定的条件.算法的细分公式为

$$P_i^k = \begin{cases} P_i, & k=0; \\ (1-\mu)P_i^{k-1} + \mu P_{i+1}^{k-1}, & k=1,2,\cdots,n, \quad i=0,1,\cdots,n-k. \end{cases}$$

细分过程的伪代码如下:

```
细分 Bézier( $P_0, P_1, P_2, P_3$ )
{
    计算定比分点  $P_0^1, P_1^1, P_2^1$ ;
    计算定比分点  $P_0^2, P_1^2$ ;
    计算定比分点  $P_0^3$ ;
    if  $\max(d(P_1, P_0 P_3), d(P_2, P_0 P_3)) \leq \epsilon$  {
        停止细分;
        输出点  $P_0^3$ ; }
    else
```



图 1 剪纸脸谱的构成
Fig. 1 The composition of the paper-cut Peking Opera facial make-ups

{

细分 Bézier(P_0, P_0^1, P_0^2, P_0^3)

细分 Bézier(P_0^3, P_1^2, P_2^1, P_3)

}

}

其中, $d(P_1, P_0P_3), d(P_2, P_0P_3)$ 分别为点 P_1 和 P_2 到线段 P_0P_3 之间的距离, ϵ 为用来控制细分停止的指定常量. 由于一段 Bézier 曲线常常不足以表现一个完整的纹样, 为了形成一个复杂的纹样, 采用了曲线拼接的方法, 即顺序首尾连接各段独立的 Bézier 曲线. 图 2 为从已有的剪纸作品中提取的额头纹. 图 3 为用 Bézier 曲线构造的眉纹和眼窝纹.



图 2 额头纹
Fig. 2 Forehead pattern

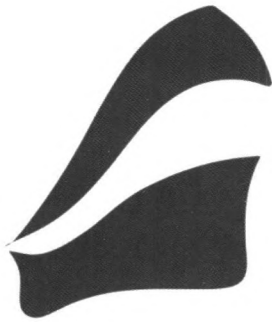


图 3 眼窝纹
Fig. 3 Eye socket pattern

2.2 复合纹样

朵花纹是一种微缩花头的图形, 文献[12]应用扩大对称的方式设计出有层次的复合朵花纹纹样, 但是有各层纹样都完全相同, 缺乏变化的缺点. 本文在此基础上, 将内层花蕊和外层花瓣纹样分别构造, 并旋转融合两种纹样, 从而形成一种从内向外渐变扩大的朵花纹纹样.

双纹样螺旋渐变朵花纹生成算法如下:

Step1 设点 (x, y) 为旋转中心, 系统默认为 $(0, 0)$.

Step2 选择组成内层花蕊的纹样 s_1 , 指定花瓣数 N , 定义动态数组 $Array1(N)$, 令 $Array1(0) = s_1$, 将 $Array1(i-1) (1 \leq i \leq N)$ 赋值给 $Array1(i)$, 并以 (x, y) 为中心旋转 $(360/N)$, 循环 $N-1$ 次.

Step3 选择构成外层花瓣的纹样 s_2 , 指定花瓣数 M , 定义动态数组 $Array2(M)$, 令 $Array2(0) = s_2$, 将 $Array1(j-1) (1 \leq j \leq M)$ 赋值给 $Array1(j)$, 并以 (x, y) 为中心旋转 $(360/M)$, 循环 $M-1$ 次.

Step4 合并 $Array1(N)$ 内的图形为 z_1 , 合并 $Array2(M)$ 内的图形为 z_2 .

Step5 同时选择 z_1, z_2 进行调和操作, 指定步长 $step$ 和旋转角度 $angle$, 并群组所有图形.

图 4 为生成的螺旋渐变朵花纹纹样, 表 1 为其详细参数.

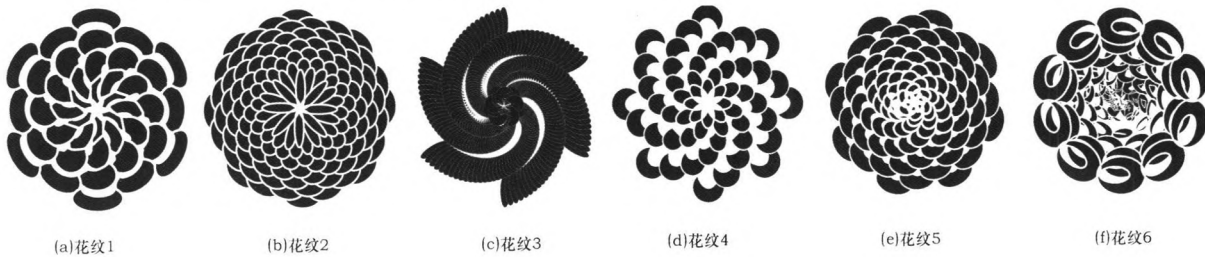


图 4 螺旋渐变朵花纹
Fig. 4 Spiral ramp flower patterns

表 1 螺旋渐变花朵纹参数设置
Table 1 Spiral ramp flower patterns parameter settings

花纹号	花蕊纹样	花蕊花瓣数	花朵纹样	花朵花瓣数	步长	旋转角度/(°)
花纹 1		8		10	10	180
花纹 2		8		8	15	270
花纹 3		5		6	50	180
花纹 4		8		8	5	90
花纹 5		6		8	10	180
花纹 6		5		10	5	90

3 纹样的填充

在京剧脸谱剪纸中,细节的装饰在整个剪纸艺术表现上起着非常重要的作用,将独立纹样调整大小旋转平移到原本未经装饰的剪纸形象上更丰富了原本的单一审美.在文献[13]的基础上提出了一种对称纹样的封闭路径填充,使装饰更富于变化.

在两条不规则的 B 样条曲线之间填入选择的纹样,通过选择镜像对称或中心对称决定下一个纹样的填充角度,将两条曲线分别取点,根据对应点之间的距离决定填充纹样的缩放大小,最终将各个对应点之间都填充上对称纹样.其中取点的方式可有以下几种:

- (1)距离相等取点:即将曲线等分为 n 段.
- (2)距离等差取点:曲线的每段满足以下公式:
$$l_n=l_1+(n-1)\times d.$$

其中, l_1 为第 1 段曲线的长度, d 为公差, n 为正整数.

- (3)距离等比取点:曲线的每段满足以下公式:
$$l_n=l_1\times q^{n-1}.$$

其中, l_1 为第 1 段曲线的长度, q 为公比, n 为正整数, $l_1\neq 0,q\neq 0$.

下面以中心对称纹样的等距离取点填充算法举例:

- Step1 绘制出两条 B 样条曲线 s_1 、 s_2 ,分别作为图样填充的内外轮廓线,选择被填充的纹样 s_3 .
- Step2 确定将要填充纹样的数目 N .
- Step3 以画布左下角顶点为原点建立直角坐标系,以 X 轴方向为标准方向,则标准方向角为 0° .
- Step4 计算填充纹样 s_3 在 X 轴方向上的长度 l .
- Step5 分别将 s_1 和 s_2 平均分成 N 份,得到各个等分点的坐标 (x_{1i},y_{1i}) 和 (x_{2i},y_{2i}) ($1\leq i\leq N$),并计算出两两对应点之间的距离 l_i 和线段方向角 θ_i .
- Step6 定义动态数组 $\text{Array3}(N)$, $\text{Array3}(0)$ 赋值为 s_3 ,将 $\text{Array3}(0)$ 移动至点 $P((x_{1i}+x_{2i})/2,(y_{1i}+y_{2i})/2)$ 并以点 P 为原点顺时针旋转 θ_i 度(当 i 为双数时旋转 θ_i+180°),以 l_i/l 比例缩放,循环 $N-1$ 次.图 5 为中心对称纹样填充,图 6 为镜像对称纹样填充.



图 5 中心对称
Fig. 5 Central symmetry



图 6 镜像对称
Fig. 6 Mirror symmetry

4 剪纸脸谱的设计与实现

在设计计算机生成剪纸风格脸谱的过程中,首先导入面部轮廓,确定了整体的轮廓之后,在其中填入相应的五官纹样和髯口,之后导入设计出的装饰纹样填充到剪纸作品中并对不规则曲线之间进行双路径对称填充,最终实现了剪纸风格的京剧脸谱形象.图 7 所示为剪纸作品的设计流程图,图 8 为生成的剪纸京剧脸谱形象.

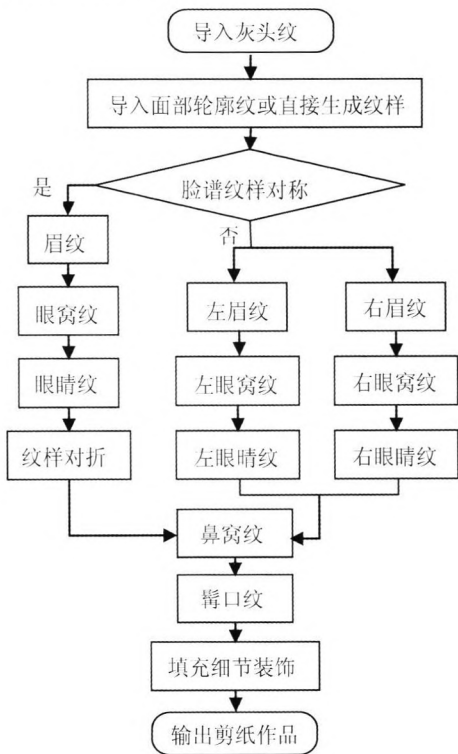


图 7 剪纸脸谱设计流程图
Fig. 7 Paper-cut facial make-ups design flow chart



图 8 多变的脸谱形象
Fig. 8 Wide ranges of facial make-ups

5 结 语

在对传统的脸谱剪纸的纹样特征分析的基础上,研究计算机辅助生成剪纸风格的京剧脸谱的设计方法.实验证明,这种方法能够有效地提高传统京剧脸谱剪纸的制作效率,产生丰富多变的特征纹样和填充装饰效果.此外,运用计算机生成京剧脸谱剪纸有助于艺术家构思与创作,并且有利于传统文化的保护与传播.在下一步的工作中,打算对生成的脸谱剪纸形象进行染色,从而丰富其艺术效果.

参考文献：

- [1] 于金辉,徐晓刚,彭群生. 一个三维计算机水粉笔刷模型[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2000,12(9):664-667.
- [2] 臧超,唐棣. 基于模拟退火算法的水彩画仿真[J]. 计算机工程与设计,2012,33(4):1528-1532.
- [3] 李大锦,白成杰. 水墨画笔触的快速渲染算法及其应用 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2014,26(3):356-363.
- [4] LU C W, XU L, JIA J Y. Combining sketch and tone for pencil drawing production[C]// International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering. Annecy, France :Expressive,2012:65-73.
- [5] YANG L J, XU T C. Animating Chinese ink painting through generating reproducible brush strokes[J]. Science China(Information Sciences),2013,56(1):1-13.
- [6] YU J H, LUO G M, PENG Q S. Image based synthesis of Chinese landscape painting [J]. Journal of Computer Science and Technology,2003,18(1):22-28.
- [7] 唐棣,阎小敏,孙岩. 一种基于扫描线的卡通画仿真新方法[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版),2008,31(1):47-50.
- [8] 张显全,于金辉,蒋凌琳,等. 基于纹样的计算机剪纸系统[J]. 计算机工程,2006,32(11):248-250.
- [9] 张显全,于金辉,蒋凌琳,等. 计算机辅助生成剪纸形象[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2005,17(6):1378-1382.
- [10] 蔡飞龙,彭韧,于金辉. 京剧脸谱分析与合成[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2009,21(8):1092-1097.
- [11] PENG D M, SUN S Q, PAN L S. Research on Chinese paper-cut CAD system[C]//Proc of the 4th Int'l Conf on Image and Graphics. [S. l.];IEEE Computer Society,2007:892-896.
- [12] 李岳,唐棣. 基于装饰纹样的剪纸图案设计方法[J]. 计算机工程,2010,36(21):234-238.
- [13] 高利伟,余隋怀,刘肖健,等. 传统艺术数字化 CAD 技术研究[J]. 计算机应用研究,2009,26(2):778-780.

Design method for paper-cutting style of Peking Opera facial make-ups

TANG Di, XING Lu

(School of Computer and Information Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116081, China)

Abstract: Aiming at the problems of low efficiency and inconvenient to save, we propose a new type of Paper-cut style of Peking Opera facial make-ups design method based on CorelDraw. Through the analysis of the traditional Paper-cut patterns characteristics, Bézier curve recursive algorithm is used to form the features of facial features. At the same time, flower pattern is obtained by rotating and fusing the blossom and petals patterns respectively, formed a kind of gradual change from inside to outside the flower pattern library. A double path packing based on symmetric pattern is proposed to change the decoration of the irregular curve. The experimental results show that this method can improve the work efficiency of the Paper-cut, easy for the artist to design and create, and is conducive to the protection and dissemination of traditional culture. It has a very good application prospect, in advertising design, animation creation and the art exhibition area.

Key words: paper-cutting style of Peking Opera facial make-ups; non-photorealistic rendering; pattern; Bézier curve; fillpath