

新型保真花样格式优化与多样式缝制控制

赵重庆^{1,2}, 张凯龙^{1,2}, 周兴社^{1,2}, 姚 远^{1,2}

(1. 西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710072;

2. 西北工业大学 陕西省嵌入式系统技术重点实验室, 陕西 西安 710072)

摘要:为解决现有缝制设备花样格式在复杂样式缝制控制、区域局部微调与修正,以及对特种缝制应用支持等方面的不足,同时满足日益发展的缝制个性化、多样化需求,在分析和比较目前国内外主流的花样格式基础之上,研究并提出了一种新型保真花样格式 PSF,进而研究了相关的多样式矢量化转换、多模式定制算法。实验结果表明,PSF 能满足新型复杂花样设计与特种缝制应用需求,目前已在新型电子花样机系统与电子花样机打版软件“兰花花 V2.0”中得到应用和验证。

关键词:智能缝制设备;花样格式;保真;矢量化;人字缝

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)02-0137-04

An Improved High - Fidelity Pattern Format and Multi - Style Sewing Control

ZHAO Chong-qing^{1,2}, ZHANG Kai-long^{1,2}, ZHOU Xing-she^{1,2}, YAO Yuan^{1,2}

(1. School of Computer, Northwestern Polytechnical Univ., Xi'an 710072, China;

2. Shaanxi Key Lab. of Embedded System Tech., Northwestern Polytechnical Univ., Xi'an 710072, China)

Abstract: In order to improve the disadvantages of the current sewing equipment pattern format in sewing control of complicated pattern, partial amendment and adjustment of the pattern and the support of special sewing application, at the same time to satisfy the requirement of individuation and diversification, propose an improved high - fidelity pattern format PSF based on analyzing and comparing with the current primary pattern format, and furthermore researches the correlative multi - style vectorization transformations and multi - mode customization algorithms. The experiment results show that PSF can satisfy the requirements of complex pattern design and the special sewing application. Currently, PSF has been successfully applied in new electronic pattern sewing machine and the pattern design emulation software "LanHuaHua V2.0".

Key words: intelligent sewing equipment; pattern format; high - fidelity; vectorization; zigzag stitch

0 引言

近年来,新型智能缝制设备在服装、皮革、箱包等多个行业中得到广泛应用^[1,2]。该类智能化设备的特点在于其高度集中光机电气等技术,并以嵌入式控制技术为支撑,以特定格式的缝制数据为驱动,自动完成个性化图案的高速、精密缝制。其中,缝制花样的完备、保真表示是实现个性化精密缝制的一个重要基础。

目前,国外的主流花样缝制数据格式有 DST、DSB、DSZ、M3、EMB 等^[1,3,4]。总体上,这些花样格式主要采用包含控制、位移信息的缝制帧序列来矢量化

拟合花样的曲线。在前期的研究中,西北工业大学面向智能缝制设备设计了 NTP、NTPS、KTP 等花样格式,增强了花样的保真定制能力^[5]。但随着缝制需求个性化、多样化的发展,现有格式在复杂样式缝制、区域微调与修正等方面显得不足,同时还可能导致定制过程中的数据不一致问题,这使得特种缝制应用受到限制。为此,在分析应用需求及上述花样格式的基础上,对 NTP/NTPS 进行优化并进一步提出了新的花样数据格式 PSF,进而研究了相关的多样式矢量化转换、多模式定制算法及其实现方法。

1 PSF 花样格式

主流花样数据格式由辅助信息区和缝制信息区两部分组成。辅助信息区存放花样的辅助说明信息,如花样大小、针数、起缝点等。缝制信息区存放包含完备

收稿日期:2009-06-16;修回日期:2009-09-25

基金项目:国家“863”计划基金资助项目(2004AA12Z410);国家发改委基金资助项目(发改高技 20042040 号)

作者简介:赵重庆(1985-),男,硕士研究生,CCF 会员,研究方向为嵌入式计算;周兴社,教授,博士生导师,研究方向为嵌入式计算。

控制信息的缝制帧,完整地描述了各针迹的位移及其具体控制动作信息,如空送、剪线、跳缝等^[1,6]。

在 NTP/NTPS 文件结构基础上,优化的 PSF 花样格式内部被扩展为三个部分,其结构如图 1 所示。

其中,HEADER 块保存花样文件的基本信息;SOURCE 块包含以特定格式组织和存放的花样曲线拟合信息;SEWING 块则存放由缝制帧组成的实际缝制控制信息。另外,为了实现对多样式缝制的支持,在 SOURCE 和 SEWING 块中还设计了复杂的样式控制结构与信息。

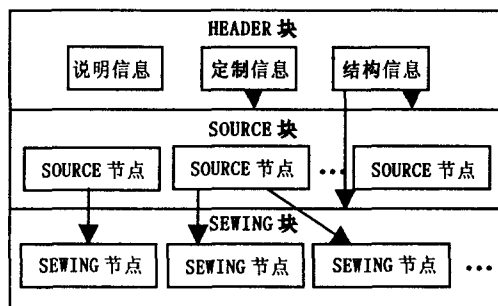


图 1 PSF 花样文件结构

1.1 HEADER 块

HEADER 块由花样说明信息、定制信息以及文件结构信息三部分组成。说明信息保存花样文件的基本描述信息,如次原点、起缝点、SEWING 块是否编辑等;定制信息存储花样的定制方式及参数,用于将 SOURCE 块的花样曲线拟合信息矢量化转换为 SEWING 块的缝制帧;结构信息主要保存 SOURCE 块存在标志、SEWING 块相对偏移位置,以及各块节点数等。

1.2 SOURCE 块

SOURCE 块由一组 SOURCE 节点构成,每一节点都以元组的形式保存着部分花样曲线拟合信息。根据图形学理论可知,任意一个花样的原始曲线最终都可由基本线型元素(直线、圆弧、自由曲线)进行多段拟合表示,并且每一线型元素都可映射为一个关键点序列,如确定直线只需起始点和终止点,确定圆弧需三个点,确定一条自由曲线至少需要四个点等^[5,7,8]。

在 PSF 中,花样的每一段输入线型对应一个 SOURCE 节点,可表示为:

SourceNode: = < Type, PitchLen, Speed, Style, KeyNodeNum, KeyNodeInfo >

其中,Type 表示基本输入线型,如圆、自由曲线等;PitchLen、Speed、KeyNodeNum 分别表示该段线型的针迹长度、缝制速度倍率以及关键点个数;Style 为线型缝制样式,如人字缝、多重缝等;KeyNodeInfo 保存该段线型的关键点序列,每一关键点可用 X、Y 坐标表示。

由于任意花样都可表示为若干条基本线型的组合,因此花样曲线拟合信息就是依据线型输入顺序,以 SOURCE 节点序列这一形式保存在 SOURCE 块中。每一输入线型都可根据 HEADER 块中的定制信息、SOURCE 节点中的针迹长度、缝制样式及关键点信息,通过多样式矢量化转换算法,生成由实际缝制帧组成的缝制段。当对花样进行旋转、缩放等定制操作,可依据定制参数先变换 SOURCE 块中关键点,确定花样轮廓,然后基于插值思想分段拟合花样,达到保真定制的目的。

1.3 SEWING 块

与 SOURCE 块结构相似,SEWING 块也是由一组以元组形式表示的 SEWING 节点组成,每一节点以缝制段为单位保存着该段线型的缝制帧。SEWING 节点可表示为:

SewingNode: = < Type, Speed, PitchNum, PitchNodeInfo >

其中,Type 表示段类型。SEWING 块中包含缝制段和连接段两种段类型。缝制段是实际的缝制帧序列;连接段是用于连接复杂样式中各个子样式,平滑缝制过程。Speed、PitchNum 分别表示该缝制段缝制速度倍率及缝制针数。由于支持各缝制段独立设置缝制速度倍率,因此可满足不均匀面料加工等特种缝制需求。PitchNodeInfo 保存该缝制段缝制数据,包括动作控制帧以及针迹在缝制平面的相对位移(可减少文件的存储量)。动作控制帧采用位及位的组合形式来表示包括剪线、跳缝等多种缝制动作信息。

SEWING 块依据缝制顺序,以 SEWING 节点序列这一形式保存花样的实际缝制帧。SEWING 块是根据 HEADER 块中的定制信息以及 SOURCE 块中的花样拟合信息、缝制样式信息,通过矢量化转换算法生成。通常,每一 SOURCE 节点对应于一个 SEWING 节点,但当花样进行多缝制样式定制后,SOURCE 节点将根据样式信息及定制参数生成若干 SEWING 节点。

PSF 的最大特点在于将花样曲线拟合信息与实际缝制控制信息相分离,这区别于现有的其它花样格式。通过 SOURCE 块的花样曲线拟合信息,可实现花样的保真定制;通过 SEWING 块的缝制帧,可实现对实际缝制动作、针迹的微调和修正以及失真定制。PSF 按线型将花样分段,各段可独立设置针迹长度、缝制速度倍率及缝制样式,能满足特种缝制需求。此外,由于将拟合信息和缝制信息保存为一整体,并且 SEWING 块的缝制帧始终是依据 HEADER 块中当前定制参数生成,这也解决了 NTP/NTPS 在定制过程中出现的数据

不一致问题。

总体上,PSF 花样式具有以下特点:

- 支持人字缝等多种缝制样式;
- 支持保真、失真两种定制模式;
- 花样采用分段形式设计、存储;
- 支持丰富的缝制控制动作;
- 支持缝制帧区域微调、修正等。

2 缝制样式定制方法

2.1 多样式矢量化转换算法

由于实际缝制过程是依靠 SEWING 块的缝制帧驱动,因此必须将 SOURCE 块的花样曲线拟合及缝制样式信息矢量化转换成缝制帧序列,这包括依据线型、缝制样式矢量化针迹以及映射缝制动作控制信息。基于 PSF 的矢量化转换算法描述如下:

- 1) 读取一个 SOURCE 节点;
- 2) 根据线型、针迹长度以及关键点信息,调用相应线型的缝制点生成算法,确定所有缝制点坐标,其中第一个关键点即为起缝点(缝制的起始点);
- 3) 根据线型的缝制样式信息,调用特定样式的缝制点生成算法,生成相应的缝制点;
- 4) 计算该段线型的结束点坐标;
- 5) 将缝制控制动作映射到相应的缝制帧中;
- 6) 重复步骤 1 至步骤 5,直至所有 SOURCE 节点都矢量化结束。

当花样进行多缝制样式定制后,一条基本输入线型将对应若干条缝制段、连接段。下面以人字缝样式为例,说明复杂缝制样式的缝制点生成算法。人字缝样式如图 2 所示。

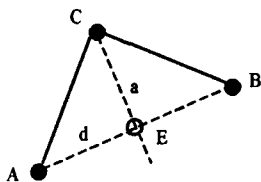


图2 人字缝示意图

其中 A、B 为原缝制点, E 为 AB 的中点, C 为待求解的插入点, a 为摆幅, d 为 AE 的长度(等于 1/2 针迹)。假设 B 点坐标 (x_b, y_b) , 根据公式(1)可求得 C 点坐标。当插入点在原针迹上方, k_2 取正值, 否则取负值。

$$\begin{cases} x_c = \frac{x_b(1+k_1^2)(1-k_1k_2)}{2(k_1^2+1)} \\ y_c = \frac{x_b(1+k_1^2)(k_1+k_2)}{2(k_1^2+1)} \\ k_1 = \frac{y_b}{x_b}, k_2 = \pm \frac{a}{d} \end{cases} \quad (1)$$

算法流程如图 3 所示。

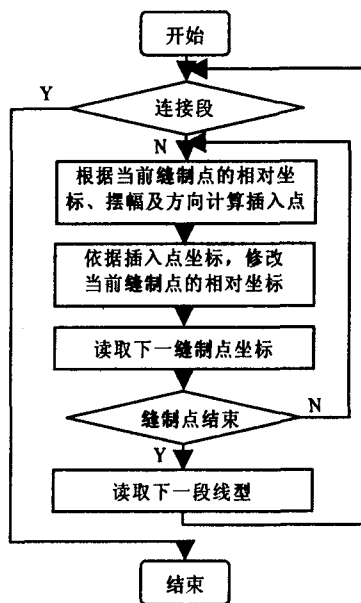


图3 人字缝样式缝制点生成算法

基本线型的缝制点生成算法在文献[2,5]中有详细论述,其思想都是采用插值的方法拟合线型,在此不赘述。

2.2 多模式定制算法

基于 PSF 可实现针距不变、针数不变两种定制模式,并支持缩放、旋转、镜像三种定制操作以及人字缝、多重缝等多种复杂缝制样式,能满足个性化、多样化缝制应用需求。在定制过程中,定制参数采用二维矩阵形式表示:

$$T_z = \begin{bmatrix} z_x & 0 \\ 0 & z_y \end{bmatrix}$$

$$T_y = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

其中 T_z 为缩放矩阵, z_x 、 z_y 分别为横、纵方向的缩放比例; T_y 为旋转矩阵, θ 为旋转角度(顺时针方向为正)。由于 T_z 、 T_y 均为方阵,所以花样经过多次定制后,定制参数的乘积仍为二维矩阵^[5]。定制后,各点坐标可通过坐标变换公式(公式(2))求得。

$$[x' \ y'] = [x - x_c \ y - y_c] T_z T_y \quad (2)$$

其中 (x_c, y_c) 为花样的中心点坐标。

在针距不变的保真定制模式下,先根据定制参数以及坐标变换公式重新计算 SOURCE 块中的关键点,然后依据线型、缝制样式通过矢量化转换算法生成新的 SEWING 块;在针数不变的失真定制模式下,仅根据定制参数及 SEWING 块中的针迹信息,利用坐标变换公式重新计算新的针迹信息。多模式定制算法先根据 HEADER 块中相关信息,判断 SOURCE 块是否存在(由其它格式转换得到的 PSF 花样不存在 SOURCE

块),如果不存在,则只能采用失真定制模式,否则采用保真定制模式,以保证花样定制后不失真。具体算法流程如图 4 所示。

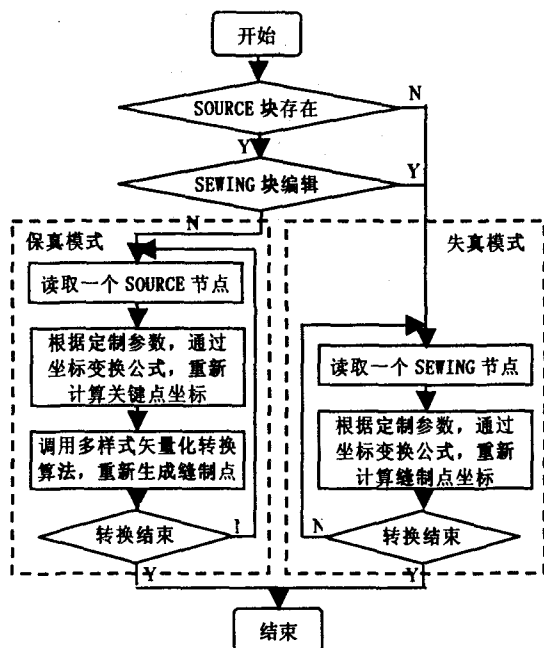


图 4 多模式定制算法

3 算法实现与分析

文中所研究的保真花样格式 PSF 及其多样式矢量化转换、多模式定制算法目前已在新型电子花样机系统与电子花样机打版软件“兰花花 V2.0”中得到应用。

图 5 为包含人字缝、多重缝的复杂缝制样式保真定制效果;图 6 为基于 PSF 的复杂花样。

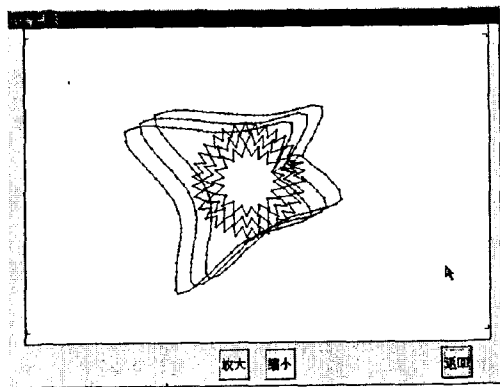


图 5 多样式定制

通过以上实验结果可以看出,提出的 PSF 花样格式及其矢量化、定制算法能支持多种缝制样式,并可实现多模式定制,同时还能完成复杂花样设计,满足个性化、多样化的缝制需求。

4 结束语

花样文件是智能缝制设备完成个性化精密缝制的一个重要基础^[1]。现有花样格式已不能满足日益复杂的缝制样式设计与缝制动作控制的需求,同时灵活性不够,不能应对不均匀布料加工等特种缝制要求。

文中研究、提出的保真花样格式 PSF 采用分段设计的思想,将花样的拟合信息和实际的缝制信息相分离,并依据线型进行分段存储,较好地解决了上述问题。实践表明,PSF 能满足新一代智能缝制设备的应用需求。

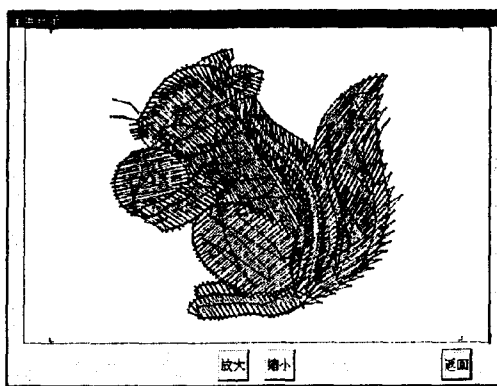


图 6 复杂花样

参考文献:

- [1] 梁克,张凯龙,周兴社,等. 智能花样缝制设备的主流花样格式分析与仿真[J]. 计算机工程, 2006, 32(3): 259 - 263.
- [2] 张彩明,孙德法,江嘉业. 平面四点确定一条抛物线及其在参数插值中的应用[J]. 计算机学报, 1998, 21(6): 546 - 552.
- [3] Hasegawa, Yasumichi. Geometric pattern generation by sewing machine[C]//Proc of IEEE International Conference on Power Electronic, Drives & Energy Systems for Industrial Growth. New York: IEEE, 1996: 1006 - 1011.
- [4] 刘海涛,郭磊,陈世福. 智能化电脑刺绣编程环境的设计与实现[J]. 软件学报, 2001, 12(9): 1399 - 1405.
- [5] 张凯龙,梁克,柴华,等. 一种保真缝制花样格式的研究与设计[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(20): 101 - 103.
- [6] 何援军,孙承山,曹金勇. 绣花缝针轨迹问题[J]. 计算机学报, 2003, 26(9): 1211 - 1216.
- [7] Schneider P, Eberly D H. Geometric Tools for Computer Graphics[M]. [s.l.]: Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
- [8] 孙家广. 计算机图形学[M]. 第3版. 北京:清华大学出版社, 1998.